



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y
MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:
TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN
“MOTORES”**

**TEMA: “CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN
BANCO DE PRUEBAS PARA EL CHEQUEO DE UN PASO DE
ÁNGULO DE LAS PALAS DE UNA HÉLICE DE PASO
VARIABLE DEL AVIÓN CESSNA 206 PARA LA UNIDAD DE
GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS”**

AUTOR: HARO HARO DANNY MAURICIO

DIRECTOR: ING. BAUTISTA RODRIGO

LATACUNGA - 2015

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de graduación fue realizado en su totalidad por A/C Sr. DANNY MAURICIO HARO HARO como requerimiento parcial para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES.**

Ing. Rodrigo Bautista
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, 15 de abril del 2015

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Danny Mauricio Haro Haro declaro que el proyecto de grado: **“CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL CHEQUEO DEL PASO DE ÁNGULO DE LAS PALAS DE UNA HÉLICE DE PASO VARIABLE DEL AVIÓN CESSNA 206”** ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas páginas se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

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

Latacunga, 15 de abril del 2015

Danny Mauricio Haro Haro

160048555-9

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

AUTORIZACIÓN

Yo, Danny Mauricio Haro Haro,

Autorizo a la Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE a la publicación en la biblioteca virtual el trabajo de grado: **“CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL CHEQUEO DEL PASO DE ÁNGULO DE LAS PALAS DE UNA HÉLICE DE PASO VARIABLE DEL AVIÓN CESSNA 206”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Danny Mauricio Haro Haro

160048555-9

DEDICATORIA

Este proyecto dedico a mis Padres y a mi familia ya que gracias a los valores que me supieron inculcar, y a todo el esfuerzo que han hecho para yo poder estudiar, estoy preparado para ejercer mis funciones ante la sociedad.

También muchas congratulaciones a la gran familia de ADSE por el apoyo y su aprobación a favor del proyecto enseñándome con sus vastos conocimientos que he adquirido para mi buen desempeño.

Danny Mauricio Haro Haro

AGRADECIMIENTO

Primeramente quiero agradecer a Dios por iluminarme siempre y guiarme por el camino correcto, a mis padres por su ayuda, consejos y sobre todo abastecerme con todo lo necesario para culminar mi periodo lectivo.

Agradezco a la empresa de aviación ADSE, quienes me abrieron las puertas para que pueda realizar mi proyecto final de grado, a cada uno de las personas que laboran en la misma y en especial al Sr, Mateo Chimbo que supo guiarme en la realización de mi trabajo práctico.

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

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

Danny Mauricio Haro Haro

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|------|
| CERTIFICACIÓN..... | ii |
| DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD | iii |
| AUTORIZACIÓN..... | iv |
| DEDICATORIA | v |
| AGRADECIMIENTO | vi |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | iix |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xi |
| RESUMEN..... | xii |
| SUMARY | xiii |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| 1.1 TEMA..... | 1 |
| 1.2. Antecedentes..... | 1 |
| 1.3. Planteamiento del problema | 2 |
| 1.4. Justificación | 2 |
| 1.5. Objetivos..... | 3 |
| 1.5.1. Objetivo General..... | 3 |
| 1.5.2. Objetivos Específicos..... | 3 |
| CAPÍTULO II..... | 4 |
| MARCO TEÓRICO | 4 |
| 2.1 Concepto de aviación..... | 4 |
| 2.2 Hélices..... | 4 |
| 2.2.1 Partes de una Hélice..... | 5 |
| 2.2.2 Fuerzas que actúan sobre una hélice en vuelo | 11 |
| 2.2.3 Tipos de hélices | 11 |
| 2.2.3 Requisitos generales de las hélices | 15 |
| 2.3 Mantenimiento de la hélice | 16 |
| 2.4 Banco de pruebas para el chequeo de paso de ángulo de las palas | 17 |
| 2.5 Transportador universal de ángulos..... | 18 |

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO III..... | 20 |
| 3.1 Preliminares..... | 20 |
| 3.2 Construcción del banco de pruebas..... | 21 |
| 3.2.1 Adquisición del material | 21 |
| 3.2.2 Proceso de construcción..... | 21 |
| 3.3 Montaje de la hélice | 27 |
| 3.4 Instalación de la Hélice C400 en el banco de pruebas neumático | 38 |
| 3.5 Instalación neumática en el banco de pruebas | 39 |
| 3.6 Pruebas de Funcionamiento | 40 |
| 3.7 Elaboración de manuales | 41 |
| 3.7.1 Manual de operación | 42 |
| 3.7.2 Manual de mantenimiento..... | 45 |
| 3.7.3 Manual de seguridad | 48 |
| 3.7.3 Manual de operación del transportador universal de ángulos | 49 |
| 3.8 Análisis económico | 53 |
| CAPÍTULO IV | 56 |
| 4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 56 |
| 4.1 Conclusiones | 56 |
| 4.2 Recomendaciones | 56 |
| GLOSARIO..... | 57 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 58 |
| ANEXOS | 59 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Banco de pruebas para el chequeo de paso de ángulo de la pala .. | 1 |
| Figura 2. Hélices..... | 5 |
| Figura 3. Partes de una Hélice..... | 6 |
| Figura 4. Partes de una pala..... | 8 |
| Figura 5. Cubo o Hub | 9 |
| Figura 6. Partes internas del hub | 10 |
| Figura 7. Hélices de paso fijo..... | 12 |
| Figura 8. Hélices de paso ajustable en tierra | 13 |
| Figura 9. Hélices de paso variable | 14 |
| Figura 10. Hélices de velocidad constante..... | 14 |
| Figura 11. Banco de pruebas..... | 18 |
| Figura 12. Transportador Universal de ángulos | 19 |
| Figura 13. Nivelación del tubo con los ángulos | 22 |
| Figura 14. Puntos con la suelda eléctrica | 22 |
| Figura 15. Cortes en los ángulos con la amoladora | 23 |
| Figura 16. Remate de puntos con suelda eléctrica | 23 |
| Figura 17. Masilla especial | 24 |
| Figura 18. Base superior del banco de pruebas..... | 24 |
| Figura 19. Bisagra | 25 |
| Figura 20. Lijado y limpieza del banco de pruebas | 25 |
| Figura 21. Primera capa de fondo..... | 26 |
| Figura 22. Banco de pruebas terminado | 26 |
| Figura 23. Hélice montada en el banco de pruebas | 27 |
| Figura 24. Numeración de los elementos..... | 28 |
| Figura 25. Balls y separadores | 28 |
| Figura 26. Espátulas..... | 29 |
| Figura 27. O-ring | 29 |
| Figura 28. Split Retainer | 30 |
| Figura 29. Cubrimiento de la pala con boya..... | 30 |

| | |
|--|----|
| Figura 30. Retaining ring, shims, shim carrier, thick shim | 31 |
| Figura 31. Wire ring | 31 |
| Figura 32. Pines de accionamiento | 32 |
| Figura 33. Puesta de la pala en el Hub | 32 |
| Figura 34. Puesta de los calces | 33 |
| Figura 35. Rotación de la pala | 33 |
| Figura 36. Pines de enlace | 34 |
| Figura 37. Pitch stop rin | 34 |
| Figura 38. Colocación de pines en el pistón | 35 |
| Figura 39. Colocación del pistón en el hub | 35 |
| Figura 40. Lubricación del O-ring..... | 36 |
| Figura 41. Empaque del cilindro | 36 |
| Figura 42. Cilindro | 37 |
| Figura 43. Contrapeso | 37 |
| Figura 44. Hélice terminada..... | 38 |
| Figura 45. Hélice instalada en el banco de pruebas..... | 39 |
| Figura 46. Instalación neumática | 39 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Adquisición del material | 21 |
| Tabla 2. Materiales y herramientas que se utilizaron para la construcción del banco de pruebas | 27 |
| Tabla 3. Pruebas de funcionamiento | 40 |
| Tabla 4. Manuales de operación, mantenimiento y seguridad | 41 |
| Tabla 5. Materiales para el mantenimiento de la Hélice | 53 |
| Tabla 6. Materiales y herramientas utilizados para el banco de pruebas | 53 |
| Tabla 7. Investigación, material de oficina y otros | 54 |
| Tabla 8. Total del proyecto | 55 |

RESUMEN

La construcción e implementación de un banco de pruebas para el chequeo de paso de ángulo de las palas de una hélice de paso variable del avión CESSNA 206 fue elaborado para la Unidad de Gestión de Tecnologías, este proyecto tiene como objetivo ser una herramienta de instrucción práctica para los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica. Para el desarrollo del presente trabajo se incluye la debida justificación que permite visualizar la importancia y aporte del presente trabajo para la Unidad de Gestión de Tecnologías, determinar los objetivos generales y específicos que permitan enmarcar el camino a seguir y evaluar si al final se lograron los resultados determinados.

El marco teórico presenta todo lo correspondiente a la elaboración del proyecto, la clasificación de las hélices, sus partes, las fuerzas que actúan sobre una hélice en vuelo, requisitos operacionales y mantenimiento de las mismas; también se describe sobre el transportador de ángulos, la construcción del banco de pruebas y todos los equipos que se utilizó en la elaboración del tema planteado.

El desarrollo del tema muestra el proceso de construcción del banco de pruebas, los tipos de materiales y herramientas que se utilizaron, así mismo el montaje de la hélice C400, seguido de las respectivas pruebas de funcionamiento. También detalla sobre el chequeo de paso de ángulos de las palas con el transportador universal de ángulos, y los respectivos manuales de mantenimiento, de operación y seguridad tanto del banco de pruebas como el de la hélice. Las conclusiones y recomendaciones muestran la efectividad que tuvo el proyecto, dando a conocer los objetivos planteados.

Palabras claves

Construcción - Implementación – Mantenimiento - Hélice - Transportador

ABSTRACT

The construction and implementation of a test bench for angle step checking of blades of a variable pitch propeller for CESSNA plane 206 was developed for Unidad de Gestión de Tecnologías, this project aims to be a practical instruction tool for students of Aeronautical Mechanics career. It includes justification to visualize the importance and contribution of this work for Unidad de Gestión de Tecnologías, determining the general and specific objectives to outline the path to follow and assess if at the results were achieved. The theoretical framework presents all corresponding to the project elaboration, classification of the propellers, parts, forces that act on a propeller in flight, operational requirements and maintenance thereof; it also describes the angle protractor, test bench construction and all equipment used in developing the proposed theme. The subject development shows the process for test bench construction the test bed, types of materials and tools used, also the C400 propeller assembly, followed by the respective performance tests. It also details the step angle checking of blades with universal conveyor of angles, and maintenance manuals, for operation and safety both the test bench as the propeller. The conclusions and recommendations show project effectiveness, through the intended goals.

KEYWORDS:

- ✓ Construction
- ✓ Implementation
- ✓ Maintenance
- ✓ Propeller
- ✓ Transporter

Legalized by: MSc. Rosa E. Cabrera T.

CAPÍTULO I

1.1 TEMA

Construcción e implementación de un banco de pruebas para el chequeo del paso de ángulo de las palas de una hélice de paso variable del avión Cessna 206.

1.2 Antecedentes

La Unidad de Gestión de Tecnología se caracteriza por la magnífica formación académica que brinda a los estudiantes, con docentes plenamente capacitados en cada especialidad, con laboratorios de primera, que cuentan con los equipos e instrumentos que mediante con el transcurso del tiempo se han ido adquiriendo.

Las instalaciones de la Unidad de Gestión de Tecnologías cuenta ya con un banco de pruebas para el chequeo de paso de ángulo de las palas, pero tal equipo se encuentra inoperable ya que no ha recibido el mantenimiento adecuado, por tal razón la construcción e implementación de otro banco de pruebas y una hélice del Avión Cessna 206 de paso variable es de gran importancia para la Unidad de Gestión de Tecnologías y por supuesto para los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica.



Figura 1: Banco de pruebas para el chequeo de paso de ángulo de la pala

1.3 Planteamiento del problema

En el bloque 42 de la Unidad de Gestión de Tecnologías, existe un banco de pruebas hidráulico inoperable, con un tipo de hélice que ya es poco común en la aviación, y no es de gran ayuda para el aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica.

La Unidad de Gestión de Tecnologías al no disponer de una hélice C400 de paso variable del avión Cessna 206 la cual es operada en la gran mayoría por empresas de aviación menor, tiene una pequeña deficiencia de enseñanza con los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica ya que al momento de terminar sus estudios e ir al campo laborar no van a tener conocimientos suficientes acerca de hélices que operan actualmente, y no van a estar familiarizados con el mecanismo con el cual funciona ni de los elementos internos y externo que tiene la misma.

La falta de equipos modernos de instrucción práctica en la Unidad de Gestión de Tecnología puede perjudicar a los estudiantes en su desempeño personal al momento de comenzar a desenvolverse en el campo laboral, ya que si no tiene una visualización real en lo que se refiere a hélices no podrá tener un buen desempeño al momento de ejercer sus labores y por ende la Unidad de Gestión de Tecnologías no quedaría bien vista por las compañías de aviación.

1.4 Justificación

La implementación de este proyecto servirá a todos los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica ya que podrán tener a su alcance una herramienta donde podrán practicar con una hélice que en la actualidad es muy operada, además, se puede ver todos sus elementos y mecanismo

interno, y también se puede observar el cambio de paso de ángulo de la pala.

La realización de este tipo de proyectos es de suma importancia ya que mientras más material de apoyo haya en las instalaciones de la Unidad de Gestión de Tecnologías los estudiantes tendrán la oportunidad de practicar en algo que se utiliza en el campo laboral y además ayudara a reforzar las clases de la materia de Hélices Y Rotores.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Construir e implementar un banco de pruebas para el chequeo del paso de ángulo de las palas de una hélice de paso variable del avión Cessna 206, para instrucción práctica de los estudiantes de Mecánica Aeronáutica según los manuales de overhaul y mantenimiento de la hélice.

1.5.2 Objetivos específicos

- Recolectar y clasificar información necesaria para el desarrollo del proyecto.
- Adquirir los materiales necesarios para la construcción del banco de pruebas.
- Construir y realizar pruebas de funcionamiento una vez concluido el proyecto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Concepto de Aviación¹

Se entiende por aviación el diseño, desarrollo, fabricación, producción, operación, y utilización para fines privados o comerciales de aeronaves, especialmente las más pesadas que el aire. El vuelo en sí es la parte de la operación que incluye el desplazamiento controlado, a través del aire, de aparatos que usan para desarrollar su vuelo la fuerza sustentadora de superficies fijas o móviles, impulsados por sus propios motores, como aviones y helicópteros, o sin motor, como los planeadores.

2.2 Hélices²

La hélice de avión es el mecanismo que transforma el par motor que se aplica en su eje en fuerza longitudinal en la dirección de avance. La fuerza aerodinámica que desarrolla la hélice en su movimiento de giro se llama tracción de la hélice. La función básica de la hélice es proporcionar la máxima tracción al avión a partir del par de motor suministrado por su eje.

Se distingue en ocasiones entre hélice empujadora y hélice propulsora. Los términos se prestan a confusión puesto que todas las hélices son, evidentemente, propulsoras. En realidad la distinción quiere matizar la distinta instalación de la hélice en el avión.

Si la hélice está situada delante del motor, según la dirección de vuelo, se dice que es una hélice propulsora. Si la hélice está situada detrás se dice

1 <http://es.wikipedia.org/wiki/Aviaci%C3%B3n>

2 Conocimientos del Avión-Antonio Esteban Oñate

que es una hélice empujadora (hay combinación de hélices propulsora y empujadora en los aviones “push-pull”).



Figura 2: Hélices

Fuente: <http://skywagoncity.com/>

2.2.1 Partes de una Hélice

Prácticamente una hélice tiene solo dos partes que son el Cubo y dos o más palas, cuyos extremos interiores de las palas se llaman culata o raíz, están retenidas en el cubo y todo este conjunto va asegurado a un eje impulsado por un motor. Se debe recordar que el eje de la hélice aun cuando está íntimamente relacionado con el sistema de la hélice no forma parte de ella, sino de los componentes principales del motor.

El propósito de la hélice es arrastrar el avión, logrando esto por medio de un empuje obtenido por la acción de las palas al girar en el aire.



Figura 3: Partes de una Hélice

Fuente: <http://www.ecured.cu/index.php/H%C3%A9lice>

➤ Palas

La pala de una hélice tiene esencialmente la misma forma que el ala de un avión, solamente que es más pequeña y gira. La pala tiene un ángulo que aumenta gradualmente desde la punta de la misma hasta la espiga. Las palas son hechas de acero, aluminio, madera laminada y compuestos fenólicos. Las palas de la hélice al girar producen un empuje lo cual impulsa al avión por medio del aire, parte de estas fuerzas de aire sirven para cargar al motor y de este modo controlar la velocidad.

Las palas de las hélices que se emplean generalmente son de forja de aleaciones de aluminio. Este tipo de construcción ofrece duración y resistencia al mismo tiempo que buen control de la forma del perfil durante la fabricación, todo lo cual es especialmente importante en los tamaños

grandes. Las pequeñas mellas y arañazos se pueden pulir sin perjudicar la resistencia o las prestaciones. Si la hélice se dobla en algún accidente suele ser posible enderezarla y repararla en un taller de reparaciones adecuadamente equipado.

Terminologías:

- **Ángulo de ataque.-** Es el ángulo que forma la cuerda de la sección de la pala y el viento relativo.
- **Angulo de la pala.-** Es el ángulo agudo que forma la cuerda de la sección de la pala con un plano perpendicular al eje de rotación. El ángulo de la pala es la suma del ángulo de la hélice y ángulo de ataque. Se llama también ángulo de paso geométrico de la pala.
- **Ángulo de la hélice.-** El ángulo que forma la velocidad relativa del aire y el plano donde gira la hélice.
- **Área de la pala de hélice.-** Área total de la cara de tracción de la pala.
- **Bandera.-** Posición que adoptan las palas de la hélice cuando se colocan a 90 grados, aproximadamente, en relación al viento relativo. Esta posición corresponde con la resistencia mínima aerodinámica de la hélice.
- **Borde de ataque.-** Borde anterior de la pala, en el sentido de ataque al viento relativo.
- **Borde de salida.-** Borde posterior de la pala, en el sentido de ataque al viento relativo.

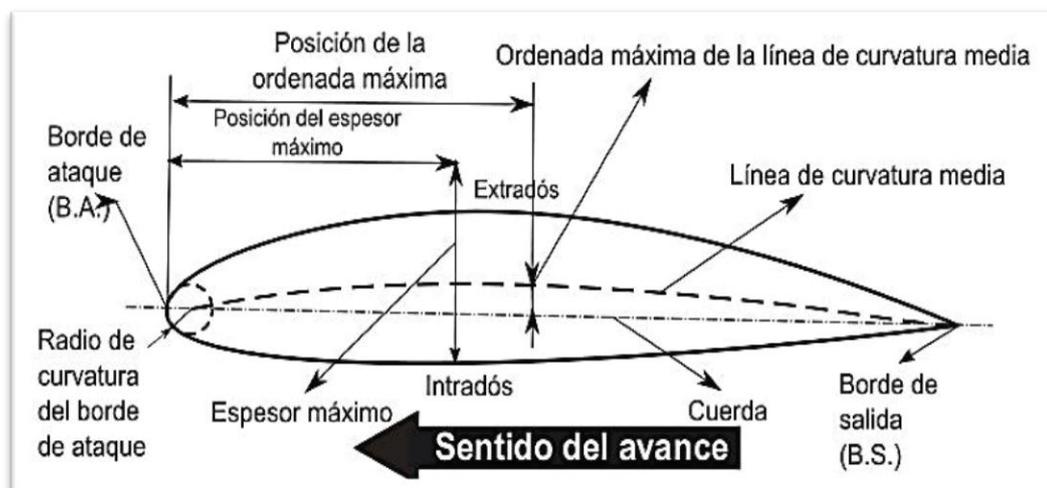


Figura 4: Partes de una pala

Fuente: <http://www.ecured.cu/index.php/H%C3%A9lice>

➤ **Ángulo de la pala y operación del motor**

Para la eficiencia máxima, se debe operar el motor con la menor fluctuación posible de potencia de rpm. Como estas condiciones pueden alterarse por las diferentes cargas a que se somete el motor, es tarea de la hélice y de su sistema de control el de mantener una carga uniforme. Durante el vuelo, la carga de aire cambia frecuentemente debido a las condiciones atmosféricas y las posiciones de vuelo. Estas cargas de aire cambiantes causan fluctuaciones de las rpm las cuales, a su vez, afectan la potencia del motor. A medida que aumenta la carga de aire, se reduce la velocidad anemométrica y la rpm del motor. Inversamente, si la carga de aire disminuye, aumentarían la velocidad y las rpm del motor.

Sin embargo, el sistema de control percibe el cambio de las rpm del motor y ajusta el ángulo de la pala para mantener unas rpm constantes.

Por ejemplo: si un piloto a graduado los controles de su motor y hélice para 2300 rpm y luego pasa de vuelo nivelado a una picada, las rpm del motor (y la hélice) aumentarían en proporción a la velocidad más alta que el piloto obtiene en una picada. Casi inmediatamente, el gobernador percibe el

exceso de velocidad y aumenta el ángulo de la pala. A medida que las palas toman un “bocado” mayor de aire, se reduce las rpm del motor a 2300. Cuando el piloto nivela su avión tanto la velocidad anemométrica como las rpm del motor disminuyen. Una vez más el gobernador actúa, esta vez para disminuir el ángulo de las pala, de manera que la velocidad llega de nuevo y se mantiene en 2300 rpm.

➤ **Cubo o Hub**

El cubo y la mayoría de sus componentes están hechos de acero, tiene estrías internas que corresponde con las estrías externas del eje de la hélice y va asegurada a este mediante una tuerca de retención, algunas hélices tienen cubo de una sola pieza, mientras que otras tienen un grupo de piezas llamadas Barril.

El cubo sostiene los extremos interiores de las palas, pero además, algunos tipos alojan o sostienen el mecanismo de cambio de paso o el control de velocidad constante.



Figura 5: Cubo o Hub

➤ Partes internas del Hub

El hub tiene internamente elementos que van enlazados para que las palas puedan realizar el cambio de paso de ángulo las mismas que son:

- Pistón con resorte.
- Tres pines de accionamiento.
- Tres pines de enlace.
- Tres pistas de rodamientos.
- Dos retenedores o seguros divididos para cada pala.
- Treinta y dos rulemanes y treinta y dos espaciadores.
- Tres pines redondos de seguridad.
- Un O-ring que es lo que sella la varilla del pistón.

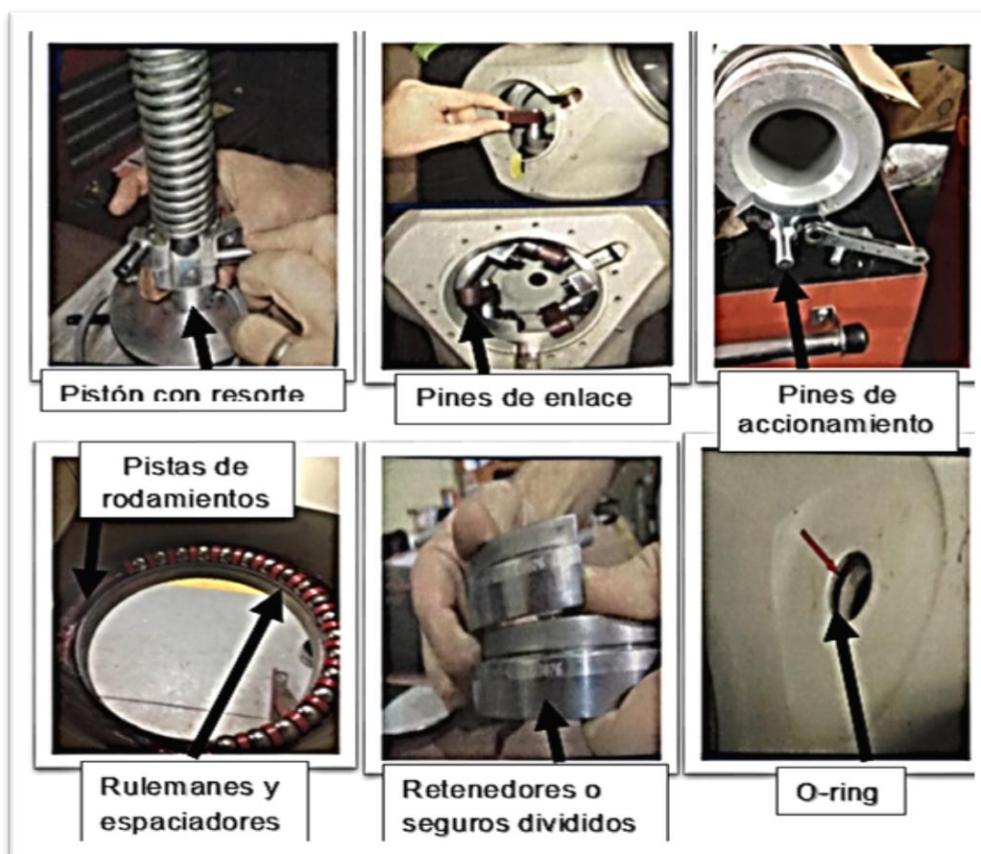


Figura 6: Partes internas del Hub

2.2.2 Fuerzas que actúan sobre una hélice en vuelo

➤ Fuerza de empuje

Es el componente total de la fuerza sobre la hélice, la cual es paralela a la dirección de avance. Cada pala de la hélice puede considerarse como una viga cantiléver completa, la cual está asegurada al cubo.

➤ Fuerza centrífuga

Causada por la rotación de la hélice, que intenta desplazar la pala fuera del cubo. Es una fuerza ficticia que aparece cuando se describe el movimiento de un cuerpo en un sistema de referencia en rotación, o equivalentemente la fuerza aparente que percibe un operador no inercial que se encuentra en un sistema de referencia giratorio.

➤ Fuerza de torsión

Esta es causada en la misma pala por la fuerza de aire resultante, la cual no pasa por el eje neutral de la hélice.

2.2.3 Tipos de hélices³

➤ Hélices de paso fijo

Las hélices de paso fijo se fabrican con un ángulo de paso fijo. Es un tipo de hélice que se emplean en aviones monomotores con motores de baja potencia. Son muy simples, y por lo tanto de mantenimiento fácil, donde priman las consideraciones económicas. El paso con el que se fabrican estas hélices es un compromiso para conseguir las mejores características de vuelo, en teoría, para el despegue el avión debe tener una hélice con

³ Conocimientos del Avión-Antonio Esteban Oñate

paso corto, de tal modo que pueda girar a altas revoluciones y aprovechar con ello toda la potencia del motor para impulsar para atrás una gran masa de aire.

Sin embargo en vuelo de crucero interesa aumentar el paso hacia paso largo, para que el motor no gire a revoluciones altas, muy rápido y de forma antieconómica, con exceso consumo de combustible, como el paso de estas hélices es fijo, es normal que el constructos elija un paso intermedio de acuerdo con las características del avión.

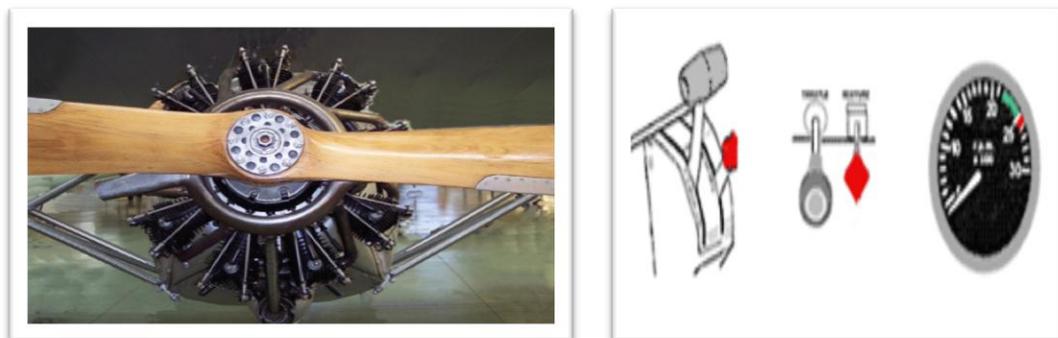


Figura 7: Hélices de paso fijo

Fuente: <https://www.google.com.ec/search?q=helice+avion+funcionamiento>

➤ Hélices de paso ajustable

Las hélices de paso ajustable tienen un mecanismo que permite el ajuste del paso, en tierra por parte de mecánico. El diseño de esta hélice responde a la idea de ajustar el paso para la fase de vuelo lo más representativamente que hace el avión. Si es un avión que hace mayoritariamente vuelos cruceros interesa mejor un paso largo (mayor ángulo de la pala), si es un avión dedicado a escuela, por ejemplo, interesa un paso corto, pues casi siempre está realizando despegues y ascensos.



Figura 8: Hélices de paso ajustable en tierra

Fuente: www.pasionporvolar.com

➤ Hélices de paso variable

Hay dos grupos de hélices de paso variable: la que es controlada a mano y la de velocidad constante. Ambas tienen un mecanismo que cambia el ángulo de la pala durante el vuelo.

- **Control manual**

Para el despegue al colocar en posición la válvula o el interruptor que actúa al mecanismo de cambio de paso, escoge un ángulo de paso bajo. Este es el ángulo que da alto rendimiento de potencia del motor y rpm para la aceleración rápida. Tan pronto como se eleva, cambia las palas o un paso a un ángulo mayor para el ascenso y, cuando alcanza la altura de crucero, voltea las palas a un ángulo todavía mayor. Una desventaja de la hélice controlable manualmente se hará evidente inmediatamente, ya que el piloto tiene que hacer los ajustes, tiene que estar constantemente pendiente del ángulo para evitar la excesiva sobrecarga o el exceso de velocidad del motor.



Figura 9: Hélices de paso variable

Fuente: www.manualvuelo.com

- **Hélice de velocidad constante**

Es una hélice de paso variable, cuyo paso se regula de forma automática, manteniendo fija la velocidad de giro de la hélice, con independencia de los cambios de potencia en el motor. Estas hélices tienen un regulador que ajusta el paso de las palas para mantener las revoluciones seleccionadas por el piloto, utilizando más eficazmente la potencia del motor para cualquier régimen de vuelo.



Figura 10: Hélices de velocidad constante

Fuente: www.yunphoto.net

Las hélices de paso variable se clasifican de acuerdo con la operación de sus dispositivos de cambio de paso, los cuales pueden ser hidráulicos, eléctricos o mecánicos.

Para la operación hidráulica se usa presión de aceite, para la eléctrica se usa un motor, y, para la mecánica una fuente de energía mecánica.

2.2.4 Requisitos generales de las hélices⁴

➤ Requisitos operacionales

Las hélices de paso fijo, paso ajustable y las de paso variable que no pueden controlarse en vuelo, deben cumplir los requisitos que siguen:

- Durante el despegue y ascenso (al mejor régimen de ascenso) la hélice debe limitar la velocidad del motor a un valor que no supere las máximas revoluciones permitidas para el despegue.
- Así mismo, durante el funcionamiento en tierra a máxima presión de admisión, la hélice no limitara la velocidad del motor a un valor inferior a la velocidad mínima del motor para despegue.
- Para las hélices de velocidad constante debe existir un sistema en el propio regulador que limite las máximas revoluciones de la hélice.

➤ Requisitos de diseño

Conjunto de requisitos aplicables a todas las hélices:

⁴ Conocimientos del Avión-Antonio Esteban Oñate

- **Distancia al suelo.-** La distancia mínima de la pala al suelo, con presión de neumáticos y extensión de amortiguadores normales, no deben ser inferiores a 22,8 cm para avión con tren de aterrizaje convencional, y 17,8 cm para tren de aterrizaje triciclo.
- **Distancia local.-** La distancia del disco de la hélice a la estructura del avión, no debe ser inferior a 2,54cm. En la práctica esta es una distancia muy superada, tanto para disminuir las vibraciones inducidas por la hélice en cabina como por amortiguación de ruido en la misma debido a la hélice.

2.3 Mantenimiento de la hélice⁵

El mantenimiento de la hélice es fundamental para su rendimiento adecuado. La hélice es uno de los elementos más importantes a tener en cuenta en la revisión previa a cada vuelo. Deben observarse tanto los posibles impactos de objetos ocurridos en cualquiera de las fases del vuelo anterior como su limpieza.

Antes de instalar la hélice se debe examinar el eje de la hélice, para ver si está dañado. Las picaduras, rayas, rebabas, desgastes y corrosión son cosas que se debe buscar con particular cuidado, si encuentra cualquiera de estos defectos, tiene primero que hacer una inspección dimensional, para determinar si el daño está dentro de los límites especificados de reparación. Si lo está, el personal pueden alisar las picaduras, rebabas y desgastes con una piedra fina, y quitar la corrosión con tela de colcátar, siempre y cuando que la picadura no sea excesiva.

5 Oficial de mantenimiento de aviones-Volumen 14

Luego se deben inspeccionar los conos, los asientos de los conos y la tuerca retenedora de la hélice. Estas piezas se limpian, y lo mismo se debe hacer con el eje y los diámetros interiores en que se aloja el eje.

El mantenimiento de la hélice se realiza de acuerdo con el manual, pueden ser por horas de vuelo o por tiempo de operación, para realizar estos chequeos hay que guiarse con el manual, siguiendo los parámetros especificados en el mismo.

2.4 Banco de prueba para el chequeo de paso de ángulo de las palas

Un banco de pruebas es una plataforma para experimentación de proyectos de gran desarrollo. Los bancos de pruebas brindan una forma de comprobación rigurosa, transparente y repetible de teorías científicas, elementos computacionales, y otras nuevas tecnologías.

El término se usa en varias disciplinas para describir un ambiente de desarrollo que está protegido de los riesgos de las pruebas en un ambiente de producción. Es un método para probar un módulo particular (función, clase, o biblioteca) en forma aislada. Puede ser implementado como un entorno de pruebas, pero no necesariamente con el propósito de verificar seguridad.

Un banco de pruebas se usa cuando un nuevo módulo se prueba aparte del programa al que luego será agregado. Un framework esqueleto se implementa alrededor del módulo para que el módulo se comporte como si ya formara parte del programa más grande.



Figura 11: Banco de pruebas

2.5 Transportador Universal de Ángulos

El transportador universal de ángulos es una herramienta que se utiliza para medir los ángulos de las palas. Está compuesto por un cuadro, un disco, un anillo, una manija y dos niveles de burbujas. El disco y el anillo tienen movimientos independientes entre sí y del cuadro.

El seguro se usa para sujetar juntos el disco y el anillo, cuando ambos ceros, el de la escala y el de nonio y el de la escala de grados del disco están alineados. La perilla del anillo impide que se mueva cuando se va a mover el disco.

El disco tiene dos escalas de 180 grados. Ambas se inician en el mismo punto, pero avanzan en direcciones contrarias. Un nonio de 10 divisiones, doble, está marcado en el anillo.

Una palanca que está detrás del transportador permite sujetarlo cuando se toma las mediciones.

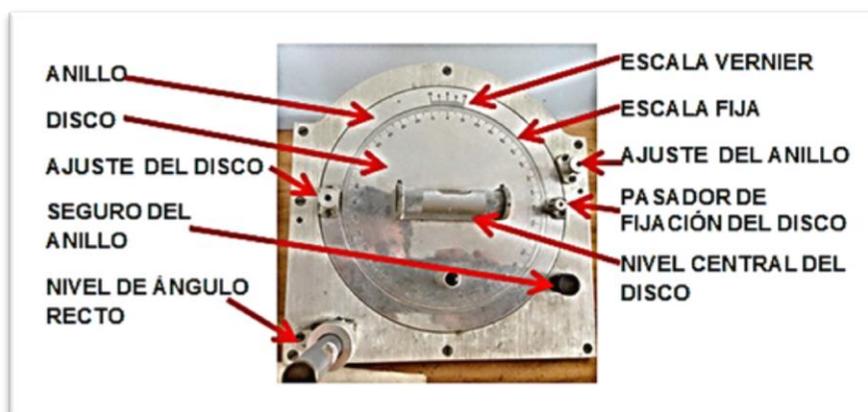


Figura 12: Transportador Universal de ángulos

CAPÍTULO III

3.1 Preliminares

El proyecto planteado se desarrolla a través de una investigación visual de las necesidades y deficiencias que tiene la Unidad de Gestión de Tecnologías en las instalaciones del bloque 42 en lo que se refiere a hélices de paso variable modernas, pues de ahí nace la idea de implementar una herramienta práctica para los estudiantes de la carrera de mecánica aeronáutica.

Este proyecto se realizó con la finalidad de presenciar buenos resultados de aprendizaje en lo que es el mantenimiento de la hélice, conocer sus elementos internos y externos y por supuesto realizar el paso de ángulo de las palas con un sistema neumático.

La información que se empleó para dicho trabajo se la recopiló de fuentes con información que se dirige principalmente al sistema investigado el cual llevó un estudio basado en los manuales de mantenimiento del mismo para su mejor entendimiento y aplicación del trabajo consiguiendo una sustentación de estudio válida.

La construcción de este banco de pruebas e implementación de la hélice de paso variable funciona con un sistema neumático, pues así se podrá desmontar la hélice sin miedo a que se derrame el líquido hidráulico y se podrá observar internamente como están enlazados sus componentes. Se adaptó una válvula neumática y un filtro regulador de presión para poder realizar el cambio de paso de ángulo, mediante un compresor enviamos aire a presión al filtro regulador y observando el manómetro regulamos la presión

del aire hasta los 30 psi y así al activar manualmente la válvula neumática las palas hagan el cambio de paso de ángulo.

3.2 Construcción del banco de pruebas

3.2.1 Adquisición del material

Tabla 1

| MATERIALES | CARACTERISTICAS |
|--|---|
| Tubo de acero  | Tubo cuadrado de 10 x10 cm y 113 cm de alto |
| 4 Ángulos "L"  | 5x5cm de ancho x 3mm de espesor 3 ángulos de 55 cm 1 ángulo de 40 cm 1 ángulo de 85 cm |
| Perno  | De acero 6 plg. de largo |
| Tubo de acero rectangular  | 10x5cm de ancho 15 cm de largo 3 mm de espesor |
| Tubo de acero redondo pequeño  | 15cm de largo 3mm de espesor |

3.2.2 Proceso de construcción

Lo primero que se consiguió son los materiales que se utilizaron para la construcción del banco de pruebas o soporte. Luego se preparó los

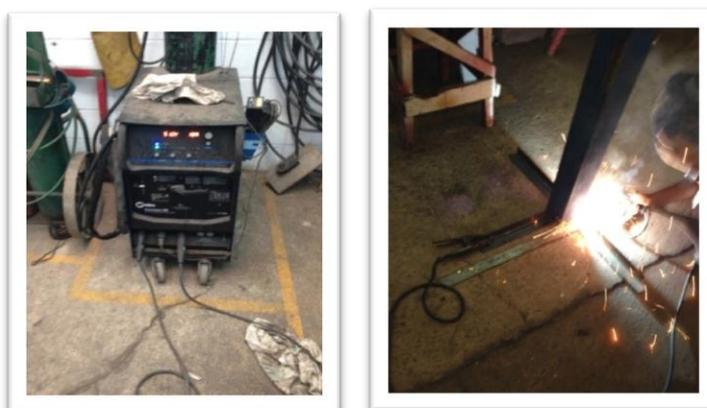
materiales, se limpió y se cortó según la medida que está especificada en el plano.

Se colocó un tubo de acero cuadrado de 10 x 10 cm de ancho y de 113 cm de largo en posición vertical luego se cuadró con los ángulos de 5 x 5 cm de ancho para coger los primeros puntos de suelda. Este proceso se realizó en un piso a nivel.



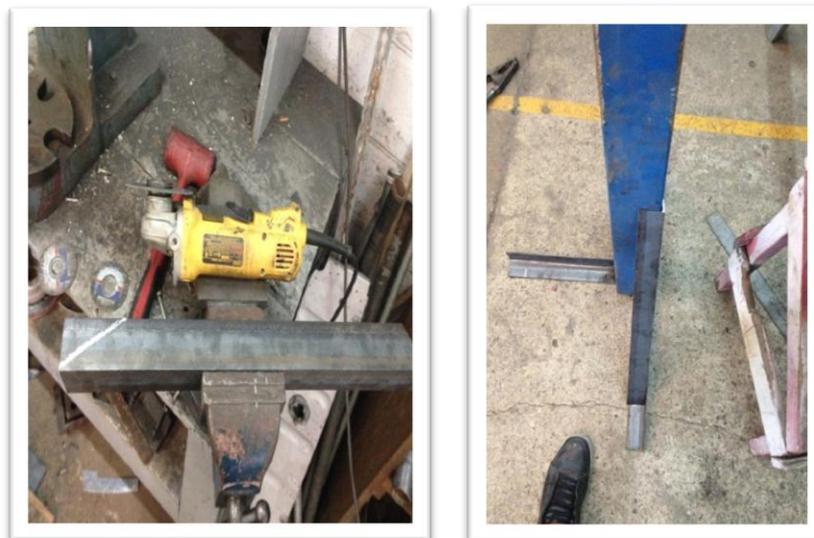
Figuras 13: Nivelación del tubo con los ángulos

Con la suela eléctrica se puso en cada unión 1 o 2 puntos para ir asegurando los materiales.



Figuras 14: Puntos con la suelda eléctrica

Ahora con una amoladora se procedió a cortar los 3 ángulos que van a reforzar al soporte, de igual forma se puso 1 o 2 puntos de suelda para ir uniendo los materiales y así no se mueva.



Figuras 15: Cortes en los ángulos con la amoladora

Una vez puestos los puntos de suelda en todas las uniones se procedió a rematar una a una las uniones entre los ángulos y el tubo para que quede un solo cordón de suelda.



Figura 16: Remate de puntos con suelda eléctrica

Para darle un mejor acabado se puso una masilla especial y luego se lijó hasta notar que la superficie quede completamente lisa.



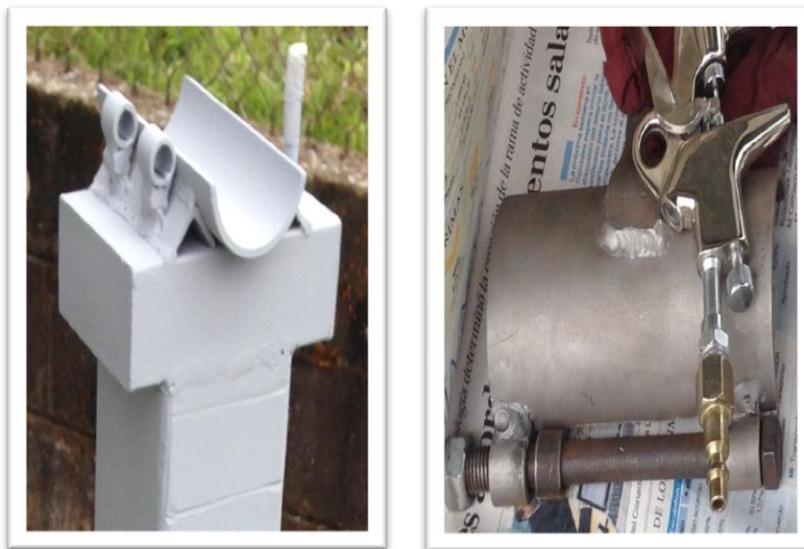
Figuras 17: Masilla especial

Se soldó un tubo de acero de 5x10 cm de ancho y 20 cm de largo, tal como lo muestra la figura. En la parte superior del tubo se colocó dos ángulos pequeños y entre estos dos ángulos se puso un tubo redondo partido a la mitad.



Figura 18: Base superior del banco de pruebas

Para hacer la bisagra se usó un perno de 6 plg. y se cortó 4 segmentos de un tubo redondo, se procedió a soldar y unir las dos partes del tubo que se cortó a la mitad.



Figuras 19: Bisagra

Una vez que todos los detalles del soporte están completamente soldados y en la posición correcta, se preparó el banco de pruebas, y se procedió a lijar, limpiar, y a librarlo de cualquier impureza.



Figuras 20: Lijado y limpieza del banco de pruebas

Se sacó el banco de pruebas para la hélice C400 a un lugar amplio y adecuado para poder pintarlo. La primera capa es un fondo de pintura acrílica color plomo, con esta capa se evita la corrosión y así se consigue que la pintura original quede perfecta.

Nota: Para pintar se utilizó un compresor a una presión de 25-30 psi, pasar varias capas de pintura hasta conseguir un excelente acabado.



Figuras 21: Primera capa de fondo

Se dejó que el fondo este completamente seco y con pintura de color amarillo caterpillar acrílica se procedió a pasar la capa final de pintura.



Figuras 22: Banco de pruebas terminado

Tabla 2: Materiales y herramientas que se utilizaron para la construcción del banco de pruebas

| Materiales | Herramientas |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Tubo de acero 10x10 | Taladro |
| Platinas | Cierra para cortar acero |
| Ángulos "L" 5x5 | Prensa |
| Perno de 6 plg | Suelda eléctrica |
| Tubo de acero rectangular | Moladora |
| Tubo de acero redondo pequeño | Suelta autógena |
| Lijas | Suelda tic |
| Tiñer acrílico | Pulidora eléctrica |
| Tiñer de laca | Nivel |
| Pintura acrílica ploma y amarilla | Martillo |

3.3 Montaje de la hélice c400

Para el montaje de la hélice, una vez que ya están todos los componentes listos, lo primero que se debe hacer es montar el Hub en el banco o soporte.



Figura 23: Hélice montada en el banco de pruebas

Para empezar el montaje se revisó la numeración de las tres palas y verificar con la numeración del Hub, de fábrica ya viene enumerada y con su P/N al igual que los componentes que se usó para cada hélice.



Figura 24: Numeración de los elementos

Se cercioró que cada bearing race “pista de rodamiento” tenga 32 balls o rulemanes y 32 espaciadores, para proceder a colocar los balls en la pista de rodamiento se utilizó grasa Aeroshell #6 o #5.

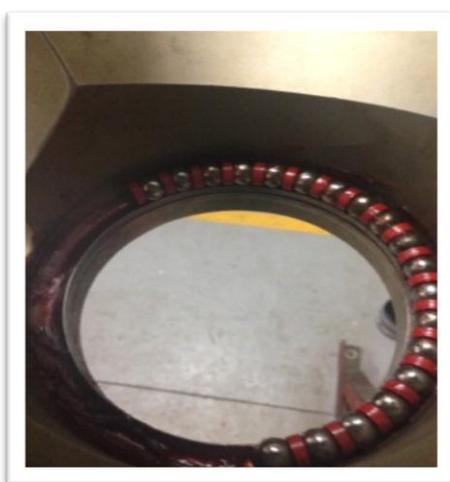


Figura 25: Balls y separadores

Una vez colocados los rulemanes y los separadores, se colocó la pista de rodamiento superior y para seguir con la otra pala, se sujetó con las espátulas para poder girar la hélice sin temor a que se caigan los rulemanes.



Figura 26: Espátulas

Se repitió el procedimiento anterior con las tres palas, luego se verificó que el O-ring que sella la varilla del pistón este instalado y lubricado.

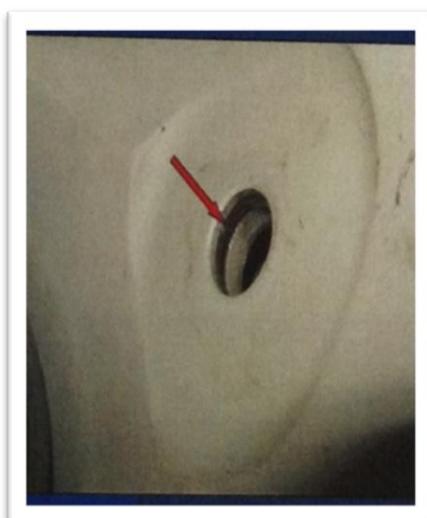


Figura 27: O-ring

Se verificó que el Split Retainer “retenedor o seguro divididos”, tengan el mismo S/N.



Figura 28: Split Retainer

Se cubrió cada pala con boya o tubo, se envolvió la parte de la pala donde se manipuló más para proteger de rayaduras.



Figura 29: Cubrimiento de la pala con boya

Antes de colocar la pala en el Hub, se puso en orden los siguientes componentes: retaining ring, shims, shim carrier, thick shim; estos son los calces y anillos que sujetan la pala al hub. Se usó el alicate especial C-4702.



Figuras 30: Retaining ring, shims, shim carrier, thick shim

Se verificó que el wire ring “anillo o seguro de alambre”, esté correctamente colocado al igual que el O-ring que es de caucho; se engrasó con Orelube K-2.



Figura 31: Wire ring

Se instaló los pines de accionamiento, para ajustar se utiliza un torque de 190-200 lbs/plg. Se utiliza una racha especial y el torquímetro.



Figura 32: Pines de accionamiento

Se removió las espátulas de la hueca del Hub #1 para proceder a poner la pala #1, la misma que tiene que estar hacia abajo. Se debe Ingresar la pala por la hueca del Hub un poco más de lo normal para poner el seguro de retención. Tener mucho cuidado que los rulemanes y separadores no salgan de su posición.

Nota: Repetir este procedimiento con las tres palas.

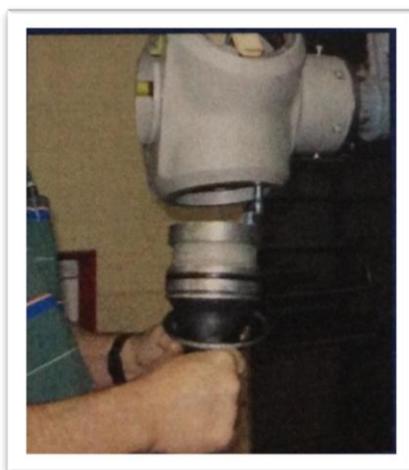


Figura 33: Puesta de la pala en el Hub

Se subió los calces y con unos alicates especiales C-4702 se expandió y presionó el anillo retenedor. Los calces deben ir de acuerdo al espacio que tenga entre el hub y la pala, toca ir probando hasta que el seguro de retención ingrese completamente en riel.

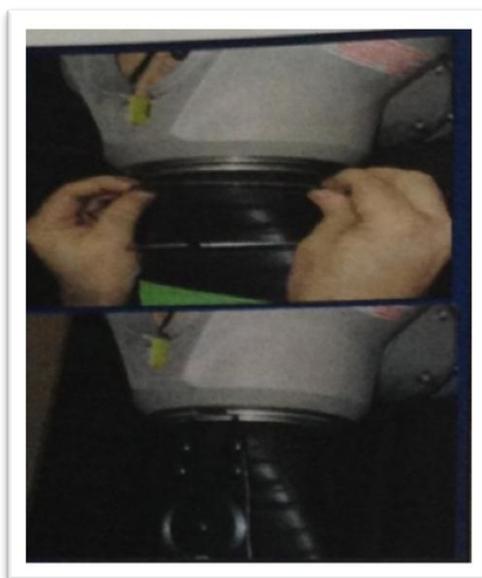


Figura 34: Puesta de los calces

Se rotó cada pala para asegurar que no tenga roces inusuales. Las tres palas deben tener la misma presión y deben rotar de igual forma.



Figura 35: Rotación de la pala

Después de lubricar los pines de accionamiento, se colocó los pines de enlace, estos quedaron en una posición correcta para que el pistón ingrese y se sujete con gran precisión.



Figura 36: Pines de enlace

Se deslizó el pitch stop rin hasta el fondo del pistón e instaló la arandela de fibra en la posición correcta y se lubricó antes de ponerla.



Figura 37: Pitch stop rin

Parcialmente se insertó los tres pines de pistón, estos hay que insertarlos antes de poner el pistón en el Hub.



Figura 38: Colocación de pines en el pistón

Se procedió a meter el pistón, toca hacerlo con cuidado para que la arandela de fibra no se caiga. Una vez que estaba en la posición correcta se enlazó los pines del pistón con los pines sujetadores del Hub.

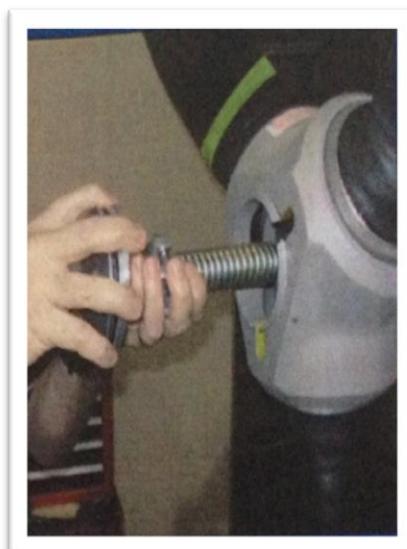


Figura 39: Colocación del pistón en el hub

Se lubricó la ranura del Pistón donde va el O-ring con una ligera capa de Orelube K-2 y se instaló el O-ring en la ranura.

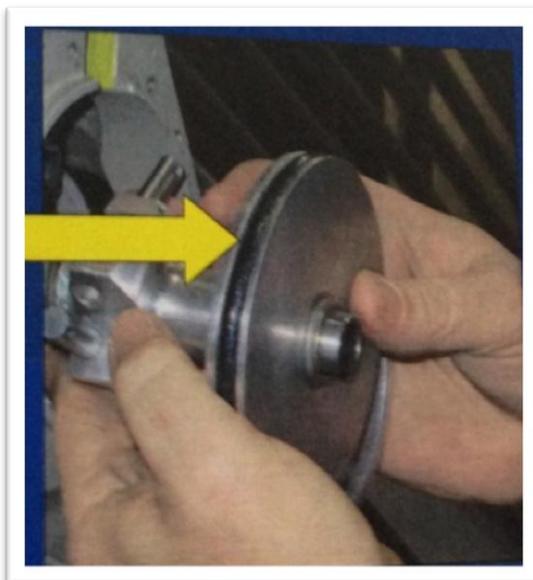


Figura 40: Lubricación del O-ring

Se colocó el empaque que va a evitar fugas y va a permitir que el cilindro selle súper bien con el Hub.



Figura 41: Empaque del cilindro

Se lubricó el cilindro para ponerlo sobre el pistón, alineando los agujeros del cilindro y del Hub.

Se usó un puntero para alinear bien el cilindro.



Figuras 42: Cilindro

Luego se puso el contrapeso en la posición que se marcó al momento de desmontar la hélice; uno por uno se colocó los tornillos con los separadores y se ajustó con un torquímetro de 30-36 in-lbs.



Figura 43: Contrapeso

Con un compresor de aire se realizó la prueba de presión para el Hub, se debe poner de 100-150 psi y chequear el libre movimiento de las tres palas con una presión de 25 -35 psi.

Por último se aseguró con alambre de freno #1/8 in.

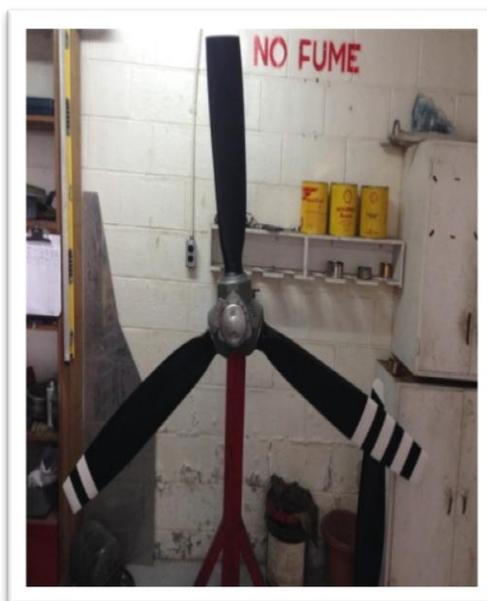


Figura 44: Hélice terminada

3.4 Instalación de la Hélice C400 en el banco de pruebas neumático

El banco de pruebas neumático se empotró en las instalaciones del bloque 42 de la Unidad de Gestión de Tecnologías. Para ello se utilizó 6 tacos Fisher y pernos de 1 ½”, un taladro con una broca de ¼ para hacer los hoyos en el piso y con una llave de copa #12 se ajustó los pernos. Se comprobó que el banco de pruebas quede bien empotrado para que pueda soportar el peso de la hélice de paso variable.

También se pintó el cuadro de seguridad alrededor del banco de pruebas para evitar algún tipo de accidente.

Una vez que la hélice pasó por el proceso de desmontaje, mantenimiento, reparación, y montaje tal como muestra en el ANEXO B y C, se procedió a instalar la misma en el banco de pruebas que se construyó.



Figura 45: Hélice instalada en el banco de pruebas

3.5 Instalación neumática en el banco de pruebas

Para la instalación neumática se utilizó una válvula neumática 3/2, un filtro regulador de presión las mismas que van acopladas al banco de pruebas asegurados con remaches.

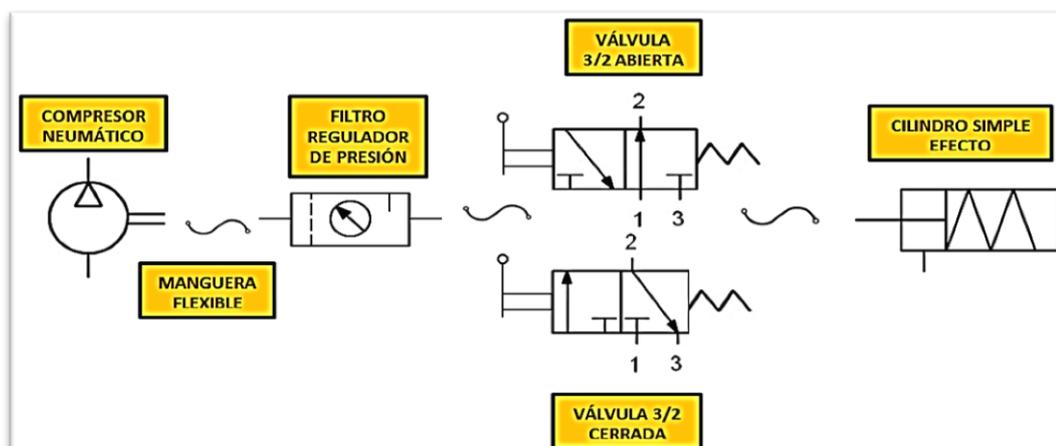


Figura 46: Instalación neumática

3.6 Pruebas de Funcionamiento

- Primero se debe montar la Hélice en el Banco de pruebas.
- Se enciende el compresor.
- A través de una manguera neumática se conecta del compresor al regulador de presión, y con otra manguera neumática se conecta de la válvula a la entrada de aire de la hélice.
- Se sube la presión lentamente hasta los 30 psi.
- Se cambia la posición de la válvula con la palanca manual y enseguida se observa el cambio de paso de ángulo de las palas.
- Si se regresa la palanca de la válvula el cambio de paso se vuelve a la posición original.

Tabla 3

| Procedimientos | Afirmativo | Negativo |
|---|-------------------|-----------------|
| Prueba 1: Chequeo de fugas | X | |
| Detalle: La prueba resultó afirmativa ya que hubo fugas en los acoples rápidos, se procedió a reforzar con más teflón. | | |
| Prueba 2: Chequeo de fugas | | x |
| Detalle: La prueba resultó negativa, no hubo fugas luego de reforzarlos acoples con teflón. | | |
| Prueba 3: Chequeo del paso de ángulo de la pala | X | |
| Detalle: El paso de ángulo fue afirmativo ya que al accionar la válvula las palas hicieron el cambio de paso de ángulo. | | |
| Prueba 3: Retorno del paso de ángulo de la pala | X | |
| Detalle: El retorno fue afirmativo ya que al regresar la palanca de la válvula a su posición original, las palas retornaron a la posición inicial. | | |

3.7 Elaboración de manuales

Teniendo presente la importancia que representa el buen uso del equipo, su mantenimiento respectivo y los parámetros de seguridad para el personal de mantenimiento al operarlo, surge la necesidad de elaborar los manuales que contengan la descripción de actividades que deben seguirse en la realización de las funciones.

- ✓ Operación
- ✓ Mantenimiento
- ✓ Seguridad

Con el propósito de plantear bien la elaboración del mecanismo se presenta a continuación la descripción de los manuales de operación, mantenimiento, seguridad de operación y funciones respecto a equipo.

Tabla 4: Manuales de operación, mantenimiento y seguridad.

| Nº | DESCRIPCIÓN | CÓDIGO |
|----|--|--------|
| 1 | Manual operación de un banco de pruebas para el chequeo del paso de ángulo de las palas de una hélice de paso variable del avión cessna 206. | MO. |
| 2 | Manual de mantenimiento de un banco de pruebas para el chequeo del paso de ángulo de las palas de una hélice de paso variable del avión cessna 206. | MM. |
| 3 | Manual de seguridad en la operación de un banco de pruebas para el chequeo del paso de ángulo de las palas de una hélice de paso variable del avión cessna 206 | MS. |

3.7.1 Manual de operación del banco de pruebas

| | | |
|---|--|--------------------------|
|  | MANUAL DE OPERACIÓN | Pág. 1 de 3 |
| | OPERACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL CHEQUEO DEL PASO DE ÁNGULO DE LAS PALAS DE UNA HÉLICE DE PASO VARIABLE DEL AVIÓN CESSNA 206 | Código: MO |
| | | Revisión: 1 |
| | Elaborado por: Danny Mauricio Haro Haro | Fecha: 15-04-2015 |
| | Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista | |
| <p>1. OBJETIVO.</p> <p>Documentar los procedimientos que se deben seguir para operar de manera correcta el mecanismo para realizar el cambio de paso de ángulo de las palas.</p> <p>2. ALCANCE.</p> <p>Para las operaciones de mantenimiento se ha desarrollado el manual dirigido a los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica.</p> <p>3. HERRAMIENTAS Y EPP</p> <p>3.1 Herramientas</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Extensión ✓ Compresor <p>3.2 EPP</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Ropa de protección ✓ Calzado de seguridad ✓ Guantes de seguridad <p>4. PROCEDIMIENTOS.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Conectar el compresor a una fuente de 110v. | | |
|  | | |

| | | |
|---|--|--------------------------|
|  | MANUAL DE OPERACIÓN | Pág. 2 de 3 |
| | OPERACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL CHEQUEO DEL PASO DE ÁNGULO DE LAS PALAS DE UNA HÉLICE DE PASO VARIABLE DEL AVIÓN CESSNA 206 | Código: MO |
| | | Revisión: 1 |
| | Elaborado por: Danny Mauricio Haro Haro | Fecha: 15-04-2015 |
| | Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista | |

4. PROCEDIMIENTOS.

- ✓ Conectar el compresor al filtro regulador de aire con una manguera neumática.
- ✓ Conectar de la salida del filtro regulador de aire a la entrada de la válvula neumática de dos tiempos.



- ✓ Conectar de la válvula neumática a la entrada de aire de la hélice.



- ✓ Subir la presión desde el filtro regulador de aire hasta los 30 psi.



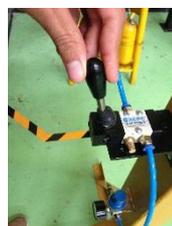
| | | |
|---|--|--------------------------|
|  | MANUAL DE OPERACIÓN | Pág. 3 de 3 |
| | OPERACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL CHEQUEO DEL PASO DE ÁNGULO DE LAS PALAS DE UNA HÉLICE DE PASO VARIABLE DEL AVIÓN CESSNA 206 | Código: MO |
| | | Revisión: 1 |
| | Elaborado por: Danny Mauricio Haro Haro | Fecha: 15-04-2015 |
| | Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista | |

4. PROCEDIMIENTOS.

- ✓ Manualmente cambiar la posición de la válvula neumática, moviendo la palanca y de forma inmediata se realiza el cambio de ángulo de la pala.



- ✓ Para que el ángulo de la pala retorne se debe regresar la palanca de la válvula neumática.



- ✓ Bajar la presión de aire desde el filtro regulador de presión hasta 0.



- ✓ Desconecte el compresor.

3.7.2 Manual de Mantenimiento

| | | |
|---|--|--------------------------|
|  | MANUAL DE MANTENIMIENTO | Pág. 1 de 3 |
| | MANTENIMIENTO DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL CHEQUEO DEL PASO DE ÁNGULO DE LAS PALAS DE UNA HÉLICE DE PASO VARIABLE DEL AVIÓN CESSNA 206 | Código: MM |
| | | Revisión: 1 |
| | Elaborado por: Danny Mauricio Haro Haro | Fecha: 15-04-2015 |
| Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista | | |
| <p>1. OBJETIVO.</p> <p>Documentar una guía respecto a los procesos de mantenimiento del mecanismo para garantizar su óptimo funcionamiento.</p> <p>2. ALCANCE.</p> <p>Mantener en condiciones de funcionamiento óptimo el mecanismo que se ha construido.</p> <p>3. HERRAMIENTAS Y EPP</p> <p>3.1 Herramientas</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Llave de copa #12 ✓ Teflón ✓ Franela <p>3.2 EPP</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Ropa de protección ✓ Calzado de seguridad ✓ Guantes de seguridad <p>4. PROCEDIMIENTOS.</p> <p>TRIMESTRAL</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Asegúrese de trabajar en un área amplia y despejada de otros objetos innecesarios al mantenimiento que se realizará. ✓ Utilizar los obligatoriamente los equipos de protección personal mencionados en la lista. ✓ Desajustar las mangueras neumáticas de los acoples rápidos. | | |

| | | |
|---|--|--------------------------|
|  | MANUAL DE MANTENIMIENTO | Pág. 2 de 3 |
| | MANTENIMIENTO DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL CHEQUEO DEL PASO DE ÁNGULO DE LAS PALAS DE UNA HÉLICE DE PASO VARIABLE DEL AVIÓN CESSNA 206 | Código: MM |
| | | Revisión: 1 |
| | Elaborado por: Danny Mauricio Haro Haro | Fecha: 15-04-2015 |
| | Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista | |

4. PROCEDIMIENTOS.

- ✓ Revisar las mangueras neumáticas que no tengan cortes.
- ✓ Limpiar y colocar nuevamente las mangueras neumáticas.
- ✓ Conectar a un compresor para realizar la prueba de funcionamiento

SEMESTRAL

- ✓ Asegúrese de trabajar en un área amplia y despejada de otros objetos innecesarios al mantenimiento que se realizará.
- ✓ Utilizar los obligatoriamente los equipos de protección personal mencionados en la lista.
- ✓ Desajustar las mangueras neumáticas de los acoples rápidos.
- ✓ Revisar las mangueras neumáticas que no tengan cortes.
- ✓ Revisar la válvula neumática y limpiarla si es necesario.
- ✓ Limpiar y colocar nuevamente las mangueras neumáticas.
- ✓ Conectar a un compresor para realizar la prueba de funcionamiento.

ANUAL

- ✓ Asegúrese de trabajar en un área amplia y despejada de otros objetos innecesarios al mantenimiento que se realizará.
- ✓ Utilizar los obligatoriamente los equipos de protección personal mencionados en la lista.

| | | |
|---|--|--------------------------|
|  | MANUAL DE MANTENIMIENTO | Pág. 3 de 3 |
| | MANTENIMIENTO DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL CHEQUEO DEL PASO DE ÁNGULO DE LAS PALAS DE UNA HÉLICE DE PASO VARIABLE DEL AVIÓN CESSNA 206 | Código: MM |
| | | Revisión: 1 |
| | Elaborado por: Danny Mauricio Haro Haro | Fecha: 15-04-2015 |
| | Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista | |

4. PROCEDIMIENTOS.

- ✓ Desajustar las mangueras neumáticas de los acoples rápidos.
- ✓ Aflojar los acoples rápidos con una llave de ajuste #12 mm.
- ✓ Retirar los restos de teflón.
- ✓ Colocar un nuevo teflón en todos los acoples rápidos para evitar fugas.
- ✓ Revisar las mangueras neumáticas que no tengan cortes.
- ✓ Revisar la válvula neumática.
- ✓ Drenar el filtro regulador de aire si toca hacerlo.
- ✓ Colocar los acoples rápidos.
- ✓ Colocar las mangueras neumáticas en los acoples rápidos.
- ✓ Conectar a un compresor para realizar la prueba de funcionamiento.

| Hoja de control de mantenimiento del equipo | | | | |
|--|-----------------|-------------------------|----------------|------------------|
| Detalle | Operador | Mantto por horas | Reporte | Novedades |
| Mantenimiento no preventivo | | | | |
| Mantenimiento trimestral | | | | |
| Mantenimiento semestral | | | | |
| Mantenimiento anual | | | | |
| NOTAS | | | | |

3.7.3 Manual de seguridad

| | | |
|--|--|--------------------------|
|  | MANUAL DE SEGURIDAD | Pág. 1 de 1 |
| | SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL CHEQUEO DEL PASO DE ÁNGULO DE LAS PALAS DE UNA HÉLICE DE PASO VARIABLE DEL AVIÓN CESSNA 206 | Código: MS |
| | | Revisión: 1 |
| | Elaborado por: Danny Mauricio Haro Haro | Fecha: 15-04-2015 |
| | Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista | |
| <p>1. OBJETIVO. Evitar posibles accidentes durante la operación del banco de pruebas.</p> <p>2. ALCANCE. Mantener condiciones óptimas de seguridad en el mecanismo construido.</p> <p>3. EPP</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Ropa de protección ✓ Calzado de seguridad ✓ Guantes de seguridad <p>4. PROCEDIMIENTOS.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Asegúrese de trabajar en un área amplia y despejada de otros objetos innecesarios. ✓ Utilizar los obligatoriamente los equipos de protección personal mencionados en la lista. ✓ Respetar el cuadro de seguridad que está pintado alrededor del banco de pruebas ✓ Tener cuidado con las palas de la hélice si va a cruzar por a lado o por debajo. | | |

3.7.4 Manual de operación del transportador universal de ángulos

| | | |
|--|---|--------------------------|
|  | MANUAL DE OPERACIÓN DEL TRANSPORTADOR UNIVERSAL DE ÁNGULOS | Pág. 1 de 4 |
| | OPERACIÓN DEL TRANSPORTADOR UNIVERSAL DE ÁNGULOS PARA REALIZAR EL CHEQUEO DEL PASO DE ÁNGULO DE LAS PALAS DE UNA HÉLICE DE PASO VARIABLE DEL AVIÓN CESSNA 206 | Código: MO |
| | | Revisión: 1 |
| | Elaborado por: Danny Mauricio Haro Haro | Fecha: 15-04-2015 |
| Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista | | |
| <p>1. OBJETIVO.</p> <p>Documentar los procedimientos que se deben seguir para operar de manera correcta el mecanismo para realizar el cambio de paso de ángulo de las palas.</p> <p>2. ALCANCE.</p> <p>Para las operaciones de mantenimiento se ha desarrollado el manual dirigido a los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica.</p> <p>3. HERRAMIENTAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Equipos de protección personal ✓ Transportador universal de ángulos ✓ Regla para ver las estaciones de la pala <p>4. PROCEDIMIENTOS.</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Sacar el transportador de la caja con cuidado sin golpearlo. | | |

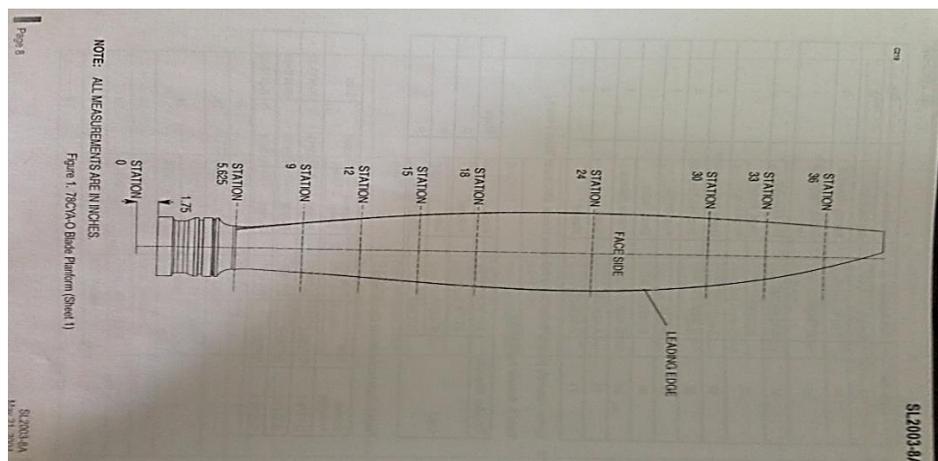
| | | |
|---|---|--------------------------|
|  | MANUAL DE OPERACIÓN DEL TRANSPORTADOR UNIVERSAL DE ÁNGULOS | Pág. 2 de 4 |
| | OPERACIÓN DEL TRANSPORTADOR UNIVERSAL DE ÁNGULOS PARA REALIZAR EL CHEQUEO DEL PASO DE ÁNGULO DE LAS PALAS DE UNA HÉLICE DE PASO VARIABLE DEL AVIÓN CESSNA 206 | Código: MO |
| | | Revisión: 1 |
| | Elaborado por: Danny Mauricio Haro Haro | Fecha: 15-04-2015 |
| Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista | | |

4. PROCEDIMIENTOS.

- ✓ Limpiar con una franela y reconocer sus partes.



- ✓ Utilizar el banco de pruebas para evaluar ángulos de la hélice.
- ✓ Localizar y marcar las estaciones de la pala



| | | |
|--|---|--------------------------|
|  | MANUAL DE OPERACIÓN DEL TRANSPORTADOR UNIVERSAL DE ÁNGULOS | Pág. 3 de 4 |
| | OPERACIÓN DEL TRANSPORTADOR UNIVERSAL DE ÁNGULOS PARA REALIZAR EL CHEQUEO DEL PASO DE ÁNGULO DE LAS PALAS DE UNA HÉLICE DE PASO VARIABLE DEL AVIÓN CESSNA 206 | Código: MO |
| | Elaborado por: Danny Mauricio Haro Haro | Revisión: 1 |
| | Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista | Fecha: 15-04-2015 |
| <ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar la medición de ángulo en posición de bandera 87 grados, posición de paso alto 27 grados y paso bajo 17 grados. ✓ Asegurar el anillo al disco alineando el 0 de la escala vernier con el 0 de la escala fija y colocar el pasador de fijación de la escala. <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Colocar el transportador en la superficie de la hélice, asegúrese que la parte inferior del transportador quede a ras con la superficie de la hélice. <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> | | |

| | | |
|---|---|--------------------------|
|  | MANUAL DE OPERACIÓN DEL TRANSPORTADOR UNIVERSAL DE ÁNGULOS | Pág. 4 de 4 |
| | OPERACIÓN DEL TRANSPORTADOR UNIVERSAL DE ÁNGULOS PARA REALIZAR EL CHEQUEO DEL PASO DE ÁNGULO DE LAS PALAS DE UNA HÉLICE DE PASO VARIABLE DEL AVIÓN CESSNA 206 | Código: MO |
| | Elaborado por: Danny Mauricio Haro Haro | Revisión: 1 |
| | Aprobado por: Ing. Rodrigo Bautista | Fecha: 15-04-2015 |

- ✓ Soltar el pasador de fijación y centrar el nivel del disco, para medir el ángulo deseado, realizar la lectura y escribir en la hoja de registro.



- ✓ Verificar que la hélice regrese a su posición de bandera de 87 grados.
- ✓ Guardar el equipo en la caja.

NOTA: Las estaciones de la pala se señala de acuerdo al Manual de Overhaul de las Palas.

Revisar el Anexo D para ver la tabla de los grados que marca en cada estación de la pala.

3.8 Análisis económico

Tabla 5: Materiales para el mantenimiento de la Hélice.

| Detalles | Cantidad | Precio unitario | Valor Total |
|-------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------|
| Hélice Cessna 206 | 1 | 450 | 450 |
| LPS Greaseless Lubricate | 1 | 10 | 10 |
| Super Removedor | 1 | 5 | 10 |
| Aviation Primer | 2 | 6 | 12 |
| Aero Shell Grease 6 | 1 | 5 | 5 |
| Orelube K-2 | 1 | 8 | 8 |
| Pintura acrílica color negra | 1 | 6 | 6 |
| Pintura acrílica color blanca | 1 | 6 | 6 |
| Pintura de fondo gris | 1 | 5 | 5 |
| Accesorios de la Hélice | - | - | 60 |
| Lijas | 5 | 0.50 | 2.50 |
| TOTAL | | | \$ 574.50 |

Tabla 6: Materiales y herramientas utilizados para el banco de pruebas

| Detalles | Cantidad | Precio unitario | Valor Total |
|---------------------------|-----------------|------------------------|--------------------|
| Tubo de acero 10x10 | 1 | 25 | 40 |
| Platinas | 1 | 10 | 10 |
| Ángulos "L" 5x5 | 2 | 15 | 30 |
| Perno de 6 plg | 1 | 0.75 | 0.75 |
| Tubo de acero rectangular | 1 | 10 | 10 |
| Tubo de acero redondo | 1 | 10 | 10 |
| Lijas | 10 | 0.50 | 5 |



| | | | |
|-----------------------------|---|------|------------------|
| Tiñer acrílico | 4 | 2 | 8 |
| Tiñer de laca | 4 | 1.75 | 7 |
| Pintura acrílica ploma | 1 | 6 | 6 |
| Pintura acrílica amarilla | 1 | 6 | 6 |
| Electrodos | 1 | 15 | 15 |
| Suelda eléctrica | 1 | 10 | 10 |
| Suelda mig | 1 | 10 | 10 |
| Eje para acople a la hélice | 1 | 100 | 100 |
| Válvula neumática | 1 | 75 | 75 |
| Filtro regulador de presión | 1 | 35 | 35 |
| Acoples rápidos | 8 | 2 | 16 |
| Manguera neumática | 2 | 2 | 4 |
| TOTAL | | | \$ 397.75 |

Tabla 7: Investigación, material de oficina y otros.

| Detalle | Cantidad | Valor unitario | Valor Total |
|----------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| Impresiones | 400 | 0.05 | 20 |
| Anillados | 8 | 1 | 8 |
| Pasajes | - | - | 50 |
| Internet | - | - | 5 |
| Copias | 50 | 0.05 | 2.50 |
| TOTAL | | | \$ 85.50 |

Tabla 8: Total del proyecto

| Detalle | Cantidad | Valor Total |
|----------------|-----------------|--------------------|
| Tabla 3 | - | 574.50 |
| Tabla 4 | - | 397.75 |
| Tabla 5 | - | 85.50 |
| TOTAL | | \$ 1057.75 |

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se logró terminar la construcción del proyecto satisfactoriamente gracias a la información recolectada y a la adquisición de todos los materiales que fueron necesarios.
- Se consiguió realizar con éxito el cambio de paso de ángulo con el sistema neumático que se instaló.
- Se realizó el chequeo de paso de ángulo con el transportador universal de ángulos.
- Las pruebas de funcionamiento fueron satisfactorias ya que no hubo fugas en la instalación neumática que se hizo y se dio el paso de ángulo de las palas como estaba previsto.

4.2 Recomendaciones

- Revisar la información que proporciona el manual de operación, para garantizar que se lleven las operaciones de forma segura y apropiada.
- Revisar el manual de seguridad para operar el mecanismo correctamente y así evitar accidentes y daños.
- Para los estudiantes que van a utilizar este proyecto como instrucción práctica deben realizar su respectivo mantenimiento según indique el manual.

GLOSARIO

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

Hélice.- La hélices de avión es el mecanismo que transforma el par motor q se aplica en su eje en fuerza longitudinal en la dirección de avance.

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

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

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

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

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

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

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Conocimientos del Avión-Antonio Esteban Oñate
- Oficial de mantenimiento de aviones-Volumen
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Aviaci%C3%B3n>
- <http://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-electricas-y-accesorios/amoladora>
- <http://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-electricas-y-accesorios/taladro>
- <http://personales.gestion.unican.es/martinji/Archivos/EProtIndividual.pdf>
- <http://www.duerto.com/normativa/ropa.php>

ANEXOS