

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN KIT DE HERRAMIENTAS
ESPECIALES PARA EL DESMONTAJE Y MONTAJE DE LA ETAPA DE
TURBINA DE LOS MOTORES J-65**

POR:

SEBASTIAN SEVILLANO

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título
de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN
MOTORES**

2011

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. SEVILLANO SEBASTIAN, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES

Tlgo. Andrés Paredes M.

Latacunga, 12 de Septiembre de 2011

DEDICATORIA

- A Dios por haberme iluminado y guiado en el camino hacia la formación como Tecnólogo en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.
- A mis padres por haberme sabido guiar por el camino del bien y por darme siempre su apoyo incondicional en mis días como estudiante.
- A mis amigos y amigas quienes me respaldaron en los momentos duros y difíciles, y que fueron de gran ayuda en esta etapa de mi vida.

Sebastián Sevillano

AGRADECIMIENTO

- A mis padres por haber estado siempre a mi lado, dándome lo mejor de ellos y permitiéndome cumplir un sueño del cual estoy orgulloso y que estoy seguro ellos también lo están.
- Al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico “ITSA”, lugar que me abrió sus puertas, y en donde adquirí todo el conocimiento y enseñanzas que hoy llevo en mi mente y corazón.
- Los más sinceros agradecimientos hacia todos los maestros que a lo largo de mi carrera supieron inculcarme no solamente conocimientos para lograr mi formación profesional sino también valores que hoy practico en mi vida diaria.

Sebastián Sevillano

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen.....	1
Summary.....	2

CAPÍTULO I

DESARROLLO FACTIBILIDAD

1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Justificación.....	3
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. Generales.....	4
1.3.2. Específicos.....	4
1.4. Alcance.....	5

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1	Introducción.....	6
2.2	Fundamentación Teórica.....	7
2.2.1	Motor a reacción (Turborreactor).....	7
2.3	Conceptos.....	13
2.3.1	Mantenimiento.....	13
2.3.2	Mantenimiento Aeronáutico.....	14
2.3.3	Manual.....	15
2.3.4	Esmerilado.....	16
2.3.5	Corte.....	17
2.3.6	Soldadura.....	17
2.4	Herramientas utilizadas en la construcción.....	20
2.4.1	Torno.....	20
2.4.2	Tornillo de banco y gatos.....	21
2.4.3	Fresadora.....	22
2.4.4	Otras herramientas.....	23
2.5	Materiales utilizados en la construcción.....	24
2.5.1	Aceros.....	24
2.5.2	Aceros para herramientas.....	25
2.5.3	Acero Cromo – Vanadio.....	28

CAPÍTULO III
CONSTRUCCIÓN

3.1 Preliminares.....	29
3.2 Planteamiento y estudio de alternativas.....	30
3.2.1 Selección de la mejor alternativa.....	30
3.3 Construcción de un Kit de Herramientas para el desmontaje y montaje de la sección de turbina del motor J-65.....	31
3.3.1 Descripción del Kit.....	31
3.3.2 Partes del kit de herramientas.....	32
3.3.3 Construcción.....	32
3.3.4 Orden de construcción.....	33
3.3.4.1 Fresado exterior de la copa.....	33
3.3.4.2 Limado de la copa.....	34
3.3.4.3 Torneado interior de la copa.....	34
3.3.4.4 Lijado exterior de la copa.....	35
3.3.4.5 Construcción del extractor (Santiago).....	36
3.3.4.6 Soldadura del material.....	36
3.3.4.7 Proceso de Esmerilado del Material.....	37
3.3.4.8 Construcción de herramientas de apoyo.....	38
3.3.4.9 Construcción de la caja de transporte.....	40
3.3.4.10 Proceso final de pintura	41

3.4 Codificación de máquinas herramientas y materiales.....	42
3.5 Diagramas de proceso.....	44
3.6 Pruebas de funcionamiento y operación.....	50
3.7 Elaboración de manuales.....	50
3.7.1 Manual de operación.....	51
3.7.2 Manual de Mantenimiento.....	55
3.8 Presupuesto.....	56
3.8.1 Rubros.....	56
3.8.1.1 Costo primario.....	56
3.8.1.2 Maquinaria Herramienta y Equipos.....	57
3.8.1.3 Mano de Obra.....	58
3.8.1.4 Costo secundario.....	58
3.8.1.5 Costo Total del Proyecto.....	59

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones.....	60
4.2 Recomendaciones.....	61
Glosario.....	62
BIBLIOGRAFÍA.....	64
Anexos.....	65
Anexo A (Anteproyecto de Grado).....	66
Anexo B (Material para el desmontaje	92
Anexo C (Equipo de Seguridad).....	93
Anexo D (Planos y Cálculos estructurales).....	95
Anexo E (herramientas y caja de transporte).....	114
Anexo F (Manual de Mantenimiento).....	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 3.1: Codificación de Máquinas.....	42
Tabla N° 3.2: Codificación de Herramientas.....	43
Tabla N° 3.3: Codificación de Materiales.....	43
Tabla N° 3.4: Especificaciones de construcción.....	44
Tabla N° 3.5: Simbología de los Diagramas de Proceso.....	45
Tabla N° 3.6: Costo primario.....	57
Tabla N° 3.7: Maquinaria, Herramienta y Equipos.....	57
Tabla N° 3.8: Mano de obra.....	58
Tabla N° 3.9: Costos secundarios.....	58
Tabla N° 3.10: Costos total del proyecto.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo II

Figura N° 2.1: Motor J-65.....	7
Figura N° 2.2: Eje compresor-turbina.....	8
Figura N° 2.3: Cámara de combustión.....	9
Figura N° 2.4: Disco de Turbina.....	10
Figura N° 2.5: Turbina de Impulso.....	11
Figura N° 2.6: Turbina de Reacción.....	12

Figura N° 2.7: Turbina de acción reacción.....	12
Figura N° 2.8: Tobera de Escape.....	13
Figura N° 2.9: Soldadura de Arco.....	19
Figura N° 2.10: Área de soldado.....	19
Figura N° 2.11: Torno.....	21
Figura N° 2.12: Tornillo de banco y gatos.....	21
Figura N° 2.13: Fresadora.....	22
Figura N° 2.14: Herramientas.....	23
Figura N° 2.15: Herramienta de Acero.....	28

Capítulo III

Figura N° 3.1: Fresado de las copas	33
Figura N° 3.2: Limado de las copas.....	34
Figura N° 3.2: Proceso de torneado.....	35
Figura N° 3.4: Lijado de la copa.....	35
Figura N° 3.5: Adquisición y corte del material.....	36
Figura N° 3.6: Soldadura del Material.....	37
Figura N° 3.7: Proceso de soldadura.....	37
Figura N° 3.8: Proceso del esmerilado del extractor.....	38
Figura N° 3.9: Adquisición del Material.....	39
Figura N° 3.10: Proceso de torneado.....	39

Figura N° 3.11: Proceso de fresado y apertura de rosca.....	40
Figura N° 3.12: Caja de transporte.....	41
Figura N° 3.13: Proceso de pintura.....	42

Resumen

El presente trabajo contiene el proceso según el cual se desarrolló la construcción de herramienta especial para el desmontaje de la sección de turbina del motor J-65 para el ITSA.

Además consta de un análisis económico del costo total e individual de cada uno de los elementos y materiales utilizados en el desarrollo del proyecto, así como de las herramientas, equipos y demás ítems que fueron necesarios para el desarrollo del proyecto.

Este proyecto es creado con el afán de que todos los estudiantes del Instituto puedan tener los elementos necesarios para realizar las tareas prácticas en el taller de motores (Bloque 42) del ITSA, con el fin de desarrollar habilidades en el uso de herramienta especial y conocer elementos internos de un motor de reacción, lo que les brindará una actitud de seguridad para desenvolverse de una mejor manera en las diferentes compañías de aviación.

Summary

The following project contains the process which was developed the construction of a special tool to the clearing of the turbine section of J-65 engine for the ITSA.

The project also consist of an economic analysis of the total cost and place mat of every one of the elements and materials used in the development of the project, as well as of the tools, equipment and other items that were necessary for the development of the project.

This project is made with the aim of that all the students of the Institute can have a necessary source to realize the practice works in the workshop of engine (BLOQUE 42) of ITSA. So they develop abilities in the use of special tool y know internal elements of an engine of reaction, should know to become unwrapped of a better way at the different companies of aviation.

CAPÍTULO I

1.1 Antecedentes

Después de analizar la investigación realizada con anterioridad al desarrollo del presente proyecto se pudo concluir que para obtener un desempeño eficaz de los estudiantes en el ámbito laboral, es muy importante la utilización de herramientas aeronáuticas, dentro de los procesos de educación.

Es así como se determinó que el ITSA no cuenta con herramientas especiales para poder trabajar en los motores que se encuentran en el bloque 42, como son: J-65 y J-33, que presten las facilidades para el desarrollo de prácticas de mantenimiento que los estudiantes deben realizar, ya que se trata de una de las asignaturas de especialidad y de gran importancia en la preparación de los futuros tecnólogos.

Actualmente los trabajos que se están realizando con respecto al desmontaje y montaje de los componentes de los motores se los realiza únicamente de manera teórica y sin poder poner en práctica los conocimientos de los estudiantes, ni el manejo de herramientas, sin existir ninguna forma de visualizar de manera palpable y de acuerdo a la realidad los componentes internos del motor, el que constituye una parte tan importante de una aeronave.

1.2 Justificación

El ITSA cuenta con abundante material didáctico y herramientas en el taller de motores, pero cada vez se ve en la necesidad de seguir implementando elementos de estudio que permitan al estudiante familiarizarse con el trabajo y con los diferentes componentes de la aeronave.

Parte de esta falencia se ve satisfecha con la construcción e implementación de herramientas especiales para la sección de turbina de los motores J-65 presentes en el bloque 42.

Es conocido por todos, que cada aeronave tiene su particular sistema de propulsión, con diferente tipo de motores, de acuerdo a las varias casas constructoras que existen en la actualidad, pero la base de operación y funcionamiento de los motores de reacción es el mismo para todos, sea que hablemos de motores actuales, o motores antiguos. En tal virtud se justifica la construcción de herramienta especial para que así se pueda observar la ubicación y las diferentes partes que conforman la estructura de la sección de turbina de los motores J-65 de una manera más apegada a la realidad, se corrijan falencias en los procesos de instrucción y de esta forma lograr profesionales con conocimientos mucho más sólidos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Construir un Kit de herramientas, para el desmontaje y montaje de la sección de turbina de los motores J-65 existentes en el Bloque 42 del ITSA.

1.3.2 Objetivos específicos

- Recopilar la información necesaria para realizar el desarrollo del proyecto.
- Realizar el estudio técnico para la construcción de la Herramienta especial.
- Construir la Herramienta.

1.4 Alcance

Al construir un Kit de herramientas para el desmontaje y montaje de la sección de turbina de los motores J-65, se logrará mejorar notablemente el estudio de los componentes en esta sección del motor de reacción, siendo los principales beneficiarios los estudiantes del ITSA, sobre todo de la carrera de Mecánica, y de igual manera, los Docentes encargados de impartir éstos conocimientos que se beneficiarán al contar con un elemento altamente importante.

Además se brinda un referente constructivo de este tipo de equipos para los estudiantes del ITSA y otras personas que vayan a realizar trabajos de similares características.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

El presente capítulo contiene toda la información introductoria y complementaria para un correcto manejo y comprensión de los instrumentos, materiales y herramientas que se utilizaron para la construcción del Kit de Herramientas especiales para el desmontaje de la sección de turbina del motor J-65, además da a conocer breves nociones de temas concernientes al desarrollo de este proyecto.

El motor J65¹ es un turboreactor creado por Iván Wiles en 1956, y fabricado por varias compañías como: Curtiss-Wright Corporation, General Motors, Buick Motor Division, Flint, etc., dependiendo del modelo de motor y de las prestaciones que éste ofrecía.

Es un motor que trabaja con flujo de aire axial que incluso para obtener más empuje se le puede agregar un dispositivo de post combustión (afterburner) que se usa en aviones de combate especialmente.

El J65 trabaja con un Compresor Axial que tiene una gran capacidad de admisión de aire en relación con el compresor centrífugo para un mismo diámetro frontal del compresor, mismo que consta de 13 escalones o etapas. Tiene una cámara de combustión de tipo anular y una sección de turbina de 2 etapas que están construidas de aleación de aluminio.

¹Technical Manual, TurbojetenginesUSAF models, J65-3, -5, -7, 1975



Figura 2.1: Motor J65

Fuente: Investigación de Campo

Por: Sevillano Sebastián

2.2 Fundamentación teórica

2.2.1 Motor de reacción (Turborreactor)

Los motores Turborreactores, son motores de combustión interna en los que la impulsión se consigue por una gran masa de aire a alta velocidad de escape, estos gases son generados por la mezcla de aire a presión y combustible.

Un turborreactor consta de una entrada de aire, un compresor de baja, uno de alta en ocasiones y muy rara vez de 3 etapas, de una sección de cámaras de combustión, secciones de turbinas de alta y baja presión y un conjunto de toberas de escape.

Entrada de aire

Es la sección delantera del motor, la misma que permite el ingreso y canalización de la masa de aire hacia el interior del motor.

Compresor

El compresor se encuentra conectado al disco de turbina por medio de un eje y es el encargado de comprimir el aire que ha ingresado al motor para incrementar su presión y temperatura. El compresor puede ser:

Axial: la corriente de aire que atraviesa el compresor lo hace en el sentido del eje (de ahí el nombre de axial), consta de varios discos giratorios (llamados etapas) en los cuales hay una serie de "palas" (álabes), entre cada disco rotor hay un disco fijo (estator) que tiene como función dirigir el aire con el ángulo correcto a las etapas rotoras.

El compresor axial es el más utilizado en la actualidad.

Radial o Centrifugo: la corriente de aire ingresa en el sentido del eje y sale en sentido radial, consta de un solo disco con álabes en una o ambas caras, es el compresor universalmente utilizado en las micro turbinas, es mucho más resistente que el axial pero como desventaja es más pesado y tiene un área frontal mayor.



Figura 2.2: Eje compresor – turbina

Fuente: www.google.com/images

Por: Sevillano Sebastián

Cámara de Combustión:

Es una de las partes más críticas del motor de turbina, en su interior se produce la mezcla y combustión del combustible con el aire que ha salido del compresor. Su diseño debe soportar las elevadas temperaturas que se producen en su interior. De igual manera la longitud de la cámara está limitada por cuestiones de diseño del eje compresor – turbina.

Existen varios tipos de cámara de combustión: Anular, Canular y Mixta.



Figura 2.3: Cámara de combustión

Fuente: www.google.com/images

Por: Sevillano Sebastián

Turbina

Es la parte encargada de extraer parte de la energía de la corriente de gas para convertirla en movimiento, su única función es hacer rotar el compresor al cual se encuentra unido por medio de un eje. La turbina se halla sujeta a elevadas temperaturas y a elevadas cargas centrifugas que en conjunto a la disminución de resistencia del material por causa de la temperatura hacen que este sea el elemento que más importancia tiene en cuanto a la elección de materiales, sin excepción se utilizan aleaciones con elevado contenido de níquel y cromo

(comercialmente tienen diferentes nombres como ser INCONEL, NIMONIC etc.)

Existen dos tipos de discos de turbina:

Los axiales: Son los más utilizados pues poseen excelentes características de aceleración y un peso bastante reducido, el inconveniente es que debe respetarse a estrictamente la temperatura y velocidad máxima para no correr el riesgo de que el disco se "desintegre".



Figura 2.4: Disco de turbina

Fuente: www.google.com/images

Por: Sevillano Sebastián

Las turbinas radiales si bien se utilizan menos, ya que poseen un peso superior y por lo tanto tardan más en acelerar los gases. Tienen la particularidad de ser robustas, soportan altas revoluciones a mayor temperatura

Básicamente² una turbina convierte la energía del flujo en una energía mecánica y se clasifica acorde a su principio de funcionamiento así:

- a) Acción;
- b) Reacción;
- c) Impulso-reacción.

²www.caballano.com/bulbo.htm

a) Turbinas de acción (o impulso)

Se llaman así cuando la transformación de la energía potencial en energía cinética se produce en los órganos fijos anteriores al rodete (inyectores o toberas). En consecuencia el rodete solo recibe energía cinética. La presión a la entrada y salida de los álabes es la misma e igual a la atmosférica.

Un ejemplo típico de este tipo de turbina es la Pelton.

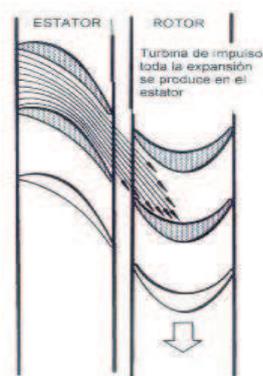


Figura 2.5: Turbina de impulso

Fuente: www.caballano.com/bulbo.htm

Por: Sevillano Sebastián

b) Turbinas de reacción.

Se llama así cuando se transforma la energía potencial en cinética íntegramente en el rodete. Este recibe solo energía potencial. La presión de entrada es muy superior a la presión del fluido a la salida. Esto ocurre en un aspersor. En la realidad no se ha desarrollado este tipo de turbina industrialmente. Se llaman así aun que habría que considerarlas como un tipo mixto

Un ejemplo de estas turbinas es la Francis.



Figura 2.6: Turbina de reacción

Fuente: www.caballano.com/bulbo.htm

Por: Sevillano Sebastián

c) Turbinas de Impulso – Reacción

Estos tipos de turbina pueden combinarse por diseño de los álabes, tanto del estator como del rotor, para formar una turbina mixta de impulso y reacción, obteniéndose de esta forma características que corresponden sensiblemente al 50% de cada tipo.

La forma óptima de este tipo de turbina corresponde a la utilización del tipo de impulso en la raíz del álabe y del tipo de reacción en el extremo.

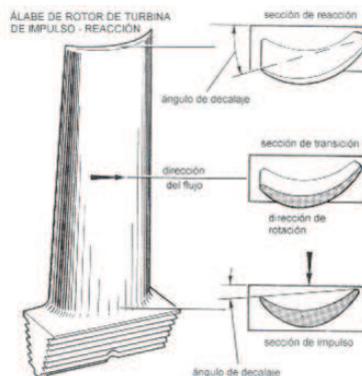


Figura 2.7: Turbina de acción-reacción

Fuente: www.caballano.com/bulbo.htm

Por: Sevillano Sebastián

Tobera de Escape:

En esta parte los gases de escape son acelerados para aumentar el empuje producido por la turbina, básicamente es un conducto cónico y algunas veces también posee un cono interior



Figura 2.8: Tobera de escape

Fuente: www.google.com/images

Por: Sevillano Sebastián

2.3 Conceptos

2.3.1.- Mantenimiento.³

Es el conjunto de actividades y operaciones pertinentes a mantener en condiciones estándar de operación y funcionamiento a equipos, máquinas, herramientas e infraestructura en general, alargando su vida útil.

Objetivos del Mantenimiento.

- Disminuir la gravedad de las fallas para que se lleguen a evitar.
- Evitar detenciones inútiles o para de máquinas o equipos.

³ www.faa.gov

- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente beneficio.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

2.3.2.- Mantenimiento aeronáutico.

Toda inspección, revisión, reparación, conservación y cambio de partes; tendientes a conservar las condiciones de Aeronavegabilidad de una aeronave y/o componentes de ella, se denomina en general como Mantenimiento Aeronáutico.

Tipos de inspecciones:

- Inspección inicial.
- Inspección de daños ocultos.
- Inspección progresiva.
- Inspección programada.
- Inspección final.

Inspección inicial.

Es una inspección visual y es aquella que se realiza para determinar daños externos superficiales en la estructura de las aeronaves y sus sistemas, como son rajaduras, golpes, fugas de aceite, corrosión, etc.

Inspección de daños ocultos.

Son inspecciones que se realizan a elementos específicos, aplicando ensayos no destructivos (NDI), a fin de determinar daños internos, que no son apreciables en una inspección visual.

Inspección progresiva (programada).

Las inspecciones que se realizan en base a los manuales de operación y mantenimiento al cumplir la aeronave una determinada cantidad de horas de operación.

Inspección final.

La inspección final es la verificación documentada de los distintos trabajos de mantenimiento realizados previa a la autorización de operaciones de las aeronaves en mantenimiento.

2.3.3 Manual

Es un documento o folleto donde se encuentran de forma definible, invariable y ordenada las obligaciones, tácticas y herramientas de un trabajo determinado.

- Manual de Mantenimiento
- Manual de Overhaul
- Manual de Herramientas y Equipos

- **Manual de mantenimiento.**

Es la recopilación de procedimientos escritos para ejecutar una tarea, seguida de orden, proceso y control para el desarmado, limpieza, inspección y cambio.

- **Manual de overhaul.**

Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados antes de que aparezca algún fallo o bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo en condiciones estándar de operación, ejecutando tareas como: desarmado total o parcial, limpieza, inspección, reparación, pruebas funcionales y operacionales, ensamble y terminado final, de acuerdo al ATA 100.

- **Manual de herramientas y equipos.**

Es la recopilación codificada de herramientas, máquinas y equipos que se deben utilizar en las distintas operaciones, bajo estricto cumplimiento de los manuales de mantenimiento y overhaul.

2.3.4 Esmerilado

El esmerilado consiste en la eliminación del material mediante la utilización de partículas de abrasivos fijas a un disco que tiene movimiento rotacional, estas partículas extraen virutas del material en el que se está trabajando. Es un proceso que produce un grado de deformación de la muestra bastante bajo si se trabaja con el cuidado y habilidad necesarios.

2.3.5 Corte

Dependiendo del tamaño o la forma del material, es posible que sea necesario seccionarlo.

Para facilitar y abreviar la preparación ulterior de la muestra, es necesario obtener una superficie plana, con la menor deformación posible. El método de corte más apropiado es el de corte con Disco Abrasivo, ya que es el que provoca la menor cantidad de daños en relación con el tiempo de la operación.

Para el corte con disco abrasivo (Moladora) se utiliza un disco de corte constituido por un abrasivo y se recomienda utilizar además un líquido refrigerante para lavar el disco e impedir que se dañe la muestra con el calor generado por el rozamiento.

Dicho refrigerante elimina además los restos que se acumulan en la superficie de corte.

2.3.6 Soldadura

Es un método de unión entre dos o más elementos metálicos por el que se establece la continuidad entre las partes a unir. Esta unión puede ser: con o sin calentamiento, con o sin aplicación de presión, con o sin aportación de material.

Metal base

Es el material que va a ser sometido a cualquier operación de suelda o corte.

Metal de aportación

Es el material que se aporta en cualquier operación o proceso de suelda.

Soldadura por arco

Estos procesos usan una fuente de alimentación para soldadura para crear y mantener un arco eléctrico entre un electrodo y el material base para derretir los metales en el punto de la soldadura. Pueden usar tanto corriente continua (DC) como alterna (AC), y electrodos consumibles o no consumibles. A veces, la región de la soldadura es protegida por un cierto tipo de gas inerte o semi-inerte, conocido como gas de protección, y el material de relleno a veces es usado también.

Uno de los tipos más comunes de soldadura de arco es la soldadura manual con electrodo revestido (SMAW, Shielded Metal ArcWelding), que también es conocida como soldadura manual de arco metálico (MWMA) o soldadura de electrodo.

La corriente eléctrica se usa para crear un arco entre el material base y la varilla de electrodo consumible, que es de acero y está cubierto con un fundente que protege el área de la soldadura contra la oxidación y la contaminación por medio de la producción del gas CO₂ durante el proceso de la soldadura.

El núcleo en sí mismo del electrodo actúa como material de relleno, haciendo innecesario un material de relleno adicional.



Figura 2.9: Soldadura de arco

Fuente: www.google.com/images

Por: Sevillano Sebastián

Área de soldado.

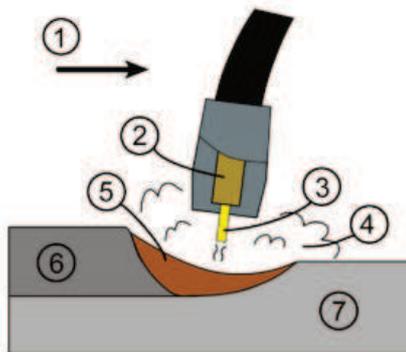


Figura 2.10: Área de soldado

Fuente: www.google.com/images

Por: Sevillano Sebastián

(1) Dirección de avance, (2) Tubo de contacto, (3) Electrodo, (4) Gas, (5) Metal derretido de soldadura, (6) Metal de soldadura solidificado, (7) Pieza a soldar.

2.4 Herramientas utilizadas en la construcción

2.4.1 Torno⁴

Se denomina torno a un conjunto de máquinas herramienta que permiten mecanizar piezas de forma geométrica de revolución. Estas máquinas-herramienta operan haciendo girar la pieza a mecanizar (sujeta en el cabezal o fijada entre los puntos de anclaje) mientras una o varias herramientas de corte son empujadas en un movimiento regulado de avance contra la superficie de la pieza, cortando la viruta de acuerdo con las condiciones tecnológicas de mecanizado adecuadas. Desde el inicio de la Revolución industrial, el torno se ha convertido en una máquina básica en el proceso industrial de mecanizado.

El torno es una máquina que trabaja en el plano porque solo tiene dos ejes de trabajo, normalmente denominados Z y X. La herramienta de corte va montada sobre un carro que se desplaza sobre unas guías o rieles paralelos al eje de giro de la pieza que se tornea, llamado eje Z; sobre este carro hay otro que se mueve según el eje X, en dirección radial a la pieza que se tornea, y puede haber un tercer carro llamado charriot que se puede inclinar, para hacer conos y donde se apoya la torreta porta herramientas. Cuando el carro principal desplaza la herramienta a lo largo del eje de rotación, produce el cilindrado de la pieza, y cuando el carro transversal se desplaza de forma perpendicular al eje de simetría de la pieza se realiza la operación denominada refrentado.

Los tornos copiadores, automáticos y de Control Numérico llevan sistemas que permiten trabajar a los dos carros de forma simultánea, consiguiendo cilindrados cónicos y esféricos. Los tornos paralelos llevan montado un tercer carro, de accionamiento manual y giratorio, llamado charriot, montado sobre el carro transversal. Con el charriot inclinado a los grados necesarios es posible mecanizar conos. Encima del charriot va fijada la torreta porta herramientas.

⁴GUILLÉN SALVADOR, Antonio. Introducción a la Neumática, 1999



Figura 2.11: Torno

Fuente: Introducción a la Neumática

Por: Sevillano Sebastián

2.4.2 Tornillo de banco y gatos

Cuando necesitemos sujetar firmemente la pieza u objeto a taladrar, necesitaremos la ayuda de un tornillo de banco o unos sargentos o gatos. El tornillo de banco se ancla firmemente al banco de trabajo y sirve para sujetar objetos aprisionándolos entre sus dos mordazas. Los elementos grandes (tableros, perfiles, etc). Pueden sujetarse al banco o a una mesa mediante sargentos o gatos.



Figura N° 2.12: Tornillo de banco y gato

Fuente: www.edeltec.com

Por: Sevillano Sebastián

2.4.3 Fresadora⁵

Una fresadora es una máquina herramienta utilizada para realizar mecanizados por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos de corte denominada fresa. En las fresadoras tradicionales, la pieza se desplaza acercando las zonas a mecanizar a la herramienta, permitiendo obtener formas diversas, desde superficies planas a otras más complejas.

Debido a la variedad de mecanizados que se pueden realizar en las fresadoras actuales, al amplio número de máquinas diferentes entre sí, tanto en su potencia como en sus características técnicas, a la diversidad de accesorios utilizados y a la necesidad de cumplir especificaciones de calidad rigurosa, la utilización de fresadoras requiere de personal calificado profesionalmente.



Figura 2.13: Fresadora Universal

Fuente: es.wikipedia.org

Por: Sevillano Sebastián

⁵ es.wikipedia.org

2.4.4 Otras herramientas

- 1.-Lima de acero
- 2.-Esmeril
- 3.-Lija N° 20
- 4.-Broca de cobalto
- 5.-Taladro
- 6.-Alfombra y esponja para moldear y dar el proceso de acabado en el interior de la caja
- 7.-Caladora
- 8.-Tijeras



Figura 2.14: Herramientas

Fuente: es.wikipedia.org

Por: Sevillano Sebastián

2.5 Materiales utilizados en la construcción

2.5.1 Aceros⁶

El acero es en la actualidad la más importante de las aleaciones metálicas conocidas, no habiendo existido en ninguna época otro material que tanto haya contribuido al progreso de la humanidad.

Se puede decir de una manera general que bajo la denominación de “acero” se agrupan todas las aleaciones de hierro forjables.

La extraordinaria difusión del acero, se debe a sus notables propiedades a la existencia de numerosos yacimientos de minerales de hierro y al desarrollo de procedimientos de fabricación relativamente simple.

Ningún otro metal ni aleación posee sus notables propiedades, que lo hacen insustituible para muchas aplicaciones.

Una de las propiedades más importantes de los aceros es su gran plasticidad y maleabilidad a elevada temperatura, que permite transformar su forma o dimensiones por laminado o martillado en caliente con gran facilidad. Además los aceros son dúctiles y por trabajo en frío se pueden laminar o estirar en forma de chapas, flejes, alambres o hilos de muy pequeño espesor o diámetro.

Otra de las propiedades más valiosas de los aceros, es la facultad de adquirir con el temple una dureza extraordinaria.

⁶F.R. Morral, Metalurgia General, Editorial Reverté, 1985

Clasificación general de los aceros

Es interesante conocer una clasificación general que agrupe todas las calidades de todos los aceros que sea clara y simple. Los aceros se clasifican teniendo en cuenta sus propiedades y utilización en tres grandes grupos.

1. Aceros de construcción.
2. Aceros de herramientas.
3. Aceros inoxidables y resistentes al calor.

2.5.2 Aceros para herramientas

Cualquier acero utilizado como herramienta puede clasificarse técnicamente como “acero para herramienta”, sin embargo, el término suele limitarse a aceros especiales de alta calidad utilizados para corte o formado.

Hay varios aspectos tomados en cuenta para clasificar los aceros para herramienta.

El método de identificación y clasificación adoptado por la AISI (American Iron and Steel Institute) toma en cuenta los siguientes aspectos:

- A) El medio de templado que se use.
- B) El contenido de la aleación
- C) La aplicación de la herramienta (trabajo en caliente, trabajo en frío, moldes, resistentes al impacto, etc.)

Selección de un acero para herramienta:

Resulta difícil seleccionar un acero para herramienta adecuado, destinado a una aplicación dada. Lo mejor es correlacionar las características metalúrgicas de los aceros con los requisitos de funcionamiento de la herramienta.

En la mayoría de los casos, la selección no se limita a un solo tipo o a una serie particular para resolver en forma funcional un problema concreto de herramienta.

La mayoría de las aplicaciones de los aceros para herramienta puede dividirse en los siguientes tipos de operación:

I.- Corte

V.- Extrusión

II.- Cizallado

VI.- Laminado

III.- Formado

VII.- Golpeado

IV.- Estirado

Una herramienta de corte puede tener un solo borde de corte en continuo contacto con la pieza (como en un torno), o tener dos o más bordes de corte que hacen corte continuo (como una broca o un machuelo), o tener cierto número de bordes de corte, haciendo cada uno cortes breves, cortes y funcionando parte del tiempo como un cortador de fresado. Cuando la principal función del acero es cortar, aquel debe tener alta dureza así como buena resistencia al calor y al desgaste.

Las herramientas cizalladoras que se emplean en cizallas, punzones o matrices, requieren alta resistencia al desgaste y tenacidad regular. Estas características deben ponderarse adecuadamente dependiendo del diseño de la herramienta, del espesor del material que se cortara y de la temperatura de la operación de cizallamiento.

Las herramientas de formado se caracterizan por estampar su forma a la pieza que se fabrica, lo cual se puede hacer forzando el metal sólido dentro de la impresión de la herramienta caliente o fría empleando un troquel de forjado en caliente o troquel de forjado en frío. Este grupo también incluye dados para piezas fundidas, donde el metal fundido o semifundido se fuerza bajo presión dentro del troquel.

Los dados para estirado y extrusión se caracterizan por un resbalamiento sustancial entre el metal que se forma y la herramienta. Los dados de estirado intenso, requieren gran resistencia en general y alta resistencia al desgaste.

La tenacidad para soportar las presiones hacia fuera y la resistencia al desgaste es lo más importante en troqueles para extrusión en frío, mientras que los troqueles para extrusión en caliente requieren además alta dureza al rojo.

Los dados para laminado de roscas deben ser suficientemente duros a fin de soportar las fuerzas que forman el hilo y deben tener suficiente resistencia al desgaste y tenacidad para ajustarse a los esfuerzos desarrollados.

Las herramientas de golpeado por otra parte incluyen todas las formas de herramienta que soportan grandes cargas aplicadas por impacto. La característica más importante de estas herramientas es la alta tenacidad.

En aplicaciones individuales deben considerarse seriamente muchos otros factores, entre los cuales se incluyen la deformación permisible en la forma considerada; la cantidad de descarburación superficial que puede tolerarse, la templabilidad que puede obtenerse, los requisitos del tratamiento térmico, incluyendo temperaturas, atmósfera, el equipo y la maquinabilidad.

2.5.3 Acero Cromo – Vanadio

Al utilizar una aleación de acero con cromo y vanadio hace que el material tenga una microestructura de grano fino, por tanto, un punto de deformación más alto. Usualmente tienen un porcentaje de carbono tal que les permita tener en su estructura 100% cementita.

Las herramientas de buena calidad son sometidas a un largo proceso de fabricación, compuesto al menos por doce etapas. Del acero básico se fabrica una pieza en bruto por estampación que se calienta a 1200° C. Seguidamente se coloca en la forja, donde se sitúa entre los moldes y se le da la forma adecuada, más tarde se pasa al rectificado y el contorneado exterior.

Posteriormente se pasa al templado de la herramienta, se calienta y se sumerge en un baño de aceite, se vuelve a calentar y se deja enfriar lentamente. Una vez rectificada y pulida se pasa al galvanizado.



Figura 2.15: Herramienta de acero

Fuente: Investigación de campo

Por: Sevillano Sebastián

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN

En este capítulo se hace referencia al proceso que se siguió para la construcción del Kit de Herramientas para el desmontaje de la sección de turbina del motor J65, de una manera secuencial y describiendo cada uno de los pasos.

3.1 Preliminares

La construcción de un Kit de Herramientas especiales para el desmontaje y montaje de la sección de turbina responde a una necesidad observada en el taller de motores del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico durante el proceso de investigación.

Actualmente no existe herramienta especial para el trabajo en estos motores en el Instituto que brinde la posibilidad de observar de una manera directa las características y componentes de la sección de Turbina y de esa manera corroborar los conocimientos impartidos en el aula.

De esta manera el implementar esta Herramienta se logrará preparar a los futuros Tecnólogos, principales responsables del mantenimiento aeronáutico, para comprender y realizar los procesos de trabajos encargados con gran precisión y calidad, que es lo que busca la Industria Aeronáutica moderna.

3.2 Planteamiento y estudio de alternativas

Para poder realizar la construcción del Kit de Herramientas para el desmontaje de la sección de turbina del motor J-65 se realizó una búsqueda de herramientas de similares características para este motor específico, pero no existe en las fuentes consultadas, manuales del motor, que contengan la información sobre herramientas especiales o datos necesarios para su desarrollo.

De esta forma se hizo un diseño preliminar en función de las necesidades y tomando medidas en el propio motor, con la ayuda de personal técnico relacionado al mantenimiento ya que se trata de un motor muy antiguo.

Por todo lo expuesto la Herramienta fue diseñada en su totalidad por el Investigador y en tal virtud no se hizo estudio de alternativas ya que el bosquejo inicial se fue mejorando según avanzaban los trabajos sin que existan otros diseños con los cuales comparar o seleccionar el que mejores características presentaba.

En cuanto al uso de los materiales, éstos se utilizaron en base a un análisis dimensional y de resistencia a los esfuerzos que permitió determinar trabajar los materiales de manera eficiente, estéticamente presentable y tomando en cuenta que el manejo de la herramienta sea fácil.

3.2.1 Selección de la mejor alternativa.

Para la fabricación de la herramienta se debe que cumplir con parámetros técnicos principalmente en cuanto al trabajo que se realiza para poder prestar su servicio en el motor. Para esto se tomó en cuenta el uso de materiales propios de herramientas de uso industrial, ya que brindan las características idóneas para este tipo de fines, que permitió obtener un tamaño adecuado para que sea manejable y desde luego permita visualizar los diferentes componentes del motor.

3.3 Construcción de un Kit de Herramientas para el desmontaje y montaje de la sección de turbina del motor J-65.

3.3.1 Descripción del Kit

El Kit está constituido principalmente por un conjunto de copas o llaves de vaso, para la tuerca de sujeción del eje de la turbina al motor. La copa encargada de extraer la tuerca de sujeción de la turbina al motor ha sufrido un proceso de fresado y torneado para darle la forma necesaria para adaptarse a la tuerca de la turbina.

Además cuenta con una palanca de fuerza, necesaria para poder hacer uso de la llave de vaso, un mazo de goma para poder realizar pequeños golpes en el proceso de desmontaje y montaje.

Un Trabador del Motor, encargado de mantener al motor sin movimiento, para poder realizar el trabajo.

Un extractor de Pines de sujeción del disco rotor de la etapa de turbina.

Un extractor del Disco de Turbina, con todos sus componentes armables y desmontables, que permite substraer el disco hacia la parte exterior del motor, para realizar los trabajos de Inspección y/o reparación del mismo.

Varilla de aluminio, que es utilizada para dar pequeños golpes, sin dañar la estructura del material a golpear.

Todos estos elementos se encuentran contenidos en una caja metálica diseñada y construida especialmente para este fin. (Ver ANEXO E)

La implementación de este kit de herramientas contempla no solo la Herramienta en sí, sino que también incluye una orden de trabajo en donde se describe el proceso que se debe seguir para el desmontaje y posterior montaje de la sección de turbina del motor J-65.

La herramienta no requiere de energía eléctrica ni otro tipo de alimentación para su operación.

3.3.2 Partes del Kit de Herramientas

1. Copa 46"
2. Palanca de fuerza
3. Martillo de goma
4. Trabador del motor
5. Extractor de pines de sujeción
6. Extractor del disco de turbina, con sus accesorios
7. Quita Seguros
8. Varilla de Aluminio
9. Perno de Extracción
10. Plancha de sujeción
11. Gancho de sujeción
12. Caja metálica

3.3.3 Construcción

El objetivo de este tema es resumir los procesos de ensamble de las diferentes partes que componen el Kit de herramientas.

3.3.4 Orden de construcción.

La construcción del Kit de Herramientas se lo realizó en las fases que se describen a continuación.

3.3.4.1 Fresado exterior de la copa

Una vez tomadas las mediciones en el motor, en la zona en donde va a operar la herramienta en la sección de turbina, se procedió a realizar el fresado de la copa para darle la forma necesaria para cumplir con su función en los discos de turbina.

Principalmente se realizaron acanaladuras en la copa para que se adapten a la forma de la tuerca especial, que sujeta los discos de la turbina al eje. En la figura se puede apreciar el proceso de trabajo en la fresadora.



Figura 3.1: Fresado de las copas

Fuente: Investigación de campo

Por: Sevillano Sebastián

3.3.4.2 Limado de la copa

Una vez realizado el proceso de fresado se procedió a limar la copa para eliminar restos de metal adherido a los bordes y para darle un acabado más plano en las zonas trabajadas con la fresa.



Figura 3.2: Limado de las copa

Fuente: Investigación de campo

Por: Sevillano Sebastián

3.3.4.3 Torneado interior de la copa

La zona interna de la copa también fue necesario trabajarla, en este caso con la ayuda del torno para darle la forma adecuada que se necesita al adaptar la copa a las tuercas.

Cabe recalcar que esta herramienta fue trabajada sobre una copa ya construida y adquirida previamente con las dimensiones más próximas a las deseadas.

En la figura 3.3 se aprecia el proceso de torneado.



Figura 3.3: Proceso de torneado

Fuente: Investigación de campo

Por: Sevillano Sebastián

3.3.4.4 Lijado exterior de la copa

Con el trabajo de fresa y torno terminado se le dio a la copa un lijado exterior, sobretodo en la zona de las acanaladuras, para con las ayuda de una lija darle un acabado más fino y eliminar posibles rebabas que pudieran estar presentes en dicha zona.



Figura 3.4: Lijado de la copa

Fuente: Investigación de campo

Por: Sevillano Sebastián

3.3.4.5 Construcción del extractor (Santiago).

Una vez definido el diseño de la herramienta (Santiago), se procedió a la construcción de la misma, con materiales resistentes, que sean manejables y maquinables, de esta manera el material más óptimo y que cumpla con los requisitos de resistencia de material, se optó por fabricar la herramienta en su totalidad en acero ya que posee características de dureza, elasticidad maquinabilidad, etc. Óptimas para realizar este tipo de trabajos.



Figura 3.5: Adquisición y Corte del material

Fuente: Investigación de campo

Por: Sevillano Sebastián

3.3.4.6 Soldadura del material.

Una vez cortado, limpiado y esmerilado la plancha de acero adquirida para la construcción del extractor, fue necesario soldar las piezas de acero que nos ayudarían a que la herramienta soporte la tensión a la que va a ser sometida, éste proceso se lo logra gracias a la utilización de la suelda de arco, con electrodos N°7018.



Figura 3.6: Soldadura del material

Fuente: Investigación de campo

Por: Sevillano Sebastián



Figura 3.7: Proceso de Soldadura

Fuente: Investigación de campo

Por: Sevillano Sebastián

3.3.4.7 Proceso de Esmerilado del Material.

Una vez soldadas las placas de acero, se procede a eliminar el exceso de material producido por la suelta, comúnmente llamado escoria, para realizarlo de una manera más rápida, se utilizo un esmeril, con disco de lija, para eliminar la escoria y preparar el material para el posterior proceso de pintura.



Figura 3.8: Proceso de Esmerilado del Extractor

Fuente: Investigación de campo

Por: Sevillano Sebastián

3.3.4.8 Construcción de herramientas de apoyo.

Las herramientas de apoyo, son necesarias para la ejecución del trabajo de desmontaje de la etapa de turbina del motor J-65, ya que nos sirven básicamente para el armado total de la herramienta de extracción del disco de turbina, extracción de pines y seguros que sostienen al disco de turbina.

De igual manera las herramientas de apoyo como son el perno de extracción del disco de turbina, planchas de sujeción, extractor de pines, etc. Fueron elaborados con acero, sometido a diferentes maquinarias como torno y la fresadora, posteriormente fueron sometidos a tratamientos en frío para darles un acabado denominado tropicalizado que consiste en dar una coloración a la herramienta para que ésta sea estéticamente presentable, sin descuidar de la función que debe realizar.



Figura 3.9: Adquisición del Material

Fuente: Investigación de campo

Por: Sevillano Sebastián



Figura 3.10: Proceso de Torneado

Fuente: Investigación de campo

Por: Sevillano Sebastián



Figura 3.11: Proceso de Fresado y Apertura de rosca

Fuente: Investigación de campo

Por: Sevillano Sebastián

3.3.4.9 Construcción de la caja de transporte.

Para la construcción de la caja metálica para transporte y almacenamiento del kit de herramientas se utilizaron los siguientes materiales:

- Plancha de acero inoxidable
- Bisagras y manijas
- Alfombra
- Esponja

El proceso de construcción empezó cortando las planchas de acero de acuerdo al espacio necesario para el almacenaje de las herramientas. Luego se procedió a realizar dobleces en las láminas metálicas para poder darle forma a la caja.

Se soldaron las bisagras y manijas con suelda eléctrica y electrodo (7018), para posteriormente realizar un limado de los restos de soldadura y un lijado tanto interno como externo de la caja.

Con la caja ya armada se procedió a pintar la misma y a forrar la zona interior de la caja con la ayuda de la alfombra, para prevenir que las herramientas golpeen constantemente la caja y de esa manera evitar su deterioro.



Figura 3.12: Caja de transporte

Fuente: Investigación de campo

Por: Sevillano Sebastián

3.3.4.10 Proceso final de pintura:

Para realizar el proceso final de pintura de todas las herramientas que constituyen el kit, se utilizaron los siguientes materiales:

- Compresor de aire
- Soplete o pistola por gravedad
- Esmeril - lija
- Tiñer
- Pintura

El proceso de pintura empezó lijando la superficie de cada una de las herramientas, con la ayuda del esmeril adaptado a un disco de lija, una franela humedecida en tiñer se utilizó para limpiar el polvo metálico sobrante en las herramientas y posteriormente se pintó una capa base de color plomo de pintura

para poder dar el color final cada una de las herramientas que conforman el kit de desmontaje y montaje de la etapa de turbina de los motores J-65.



Figura 3.13: Proceso de pintura

Fuente: Investigación de campo

Por: Sevillano Sebastián

3.4 Codificación de máquinas herramientas y materiales:

Tabla N° 3.1: Codificación de Máquinas.

N°	MÁQUINA	CARACTERÍSTICAS	CODIGO
1	Soldadura Eléctrica	110v – 220v	M1
2	Fresadora	220v	M2
3	Torno	220v	M3
4	Taladro de Mano	110v	M4
5	Compresor	220v	M5

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Sr. Sebastián Sevillano

Tabla N° 3.2: Codificación de Herramientas.

N°	HERRAMIENTA	CÓDIGO
1	Calibrador Pie de Rey	H1
2	Escuadra	H2
3	Flexómetro	H3
4	Sierra	H4
5	Lima	H5
6	Mazo de Madera	H6

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Sr. Sebastián Sevillano

Tabla N° 3.3: Codificación de materiales

N°	MATERIAL	CÓDIGO
1	Lija	M1
2	Alfombra	M2
3	Pegamento	M3
4	Pintura	M4

Fuente: Investigación de campo.

Elaboradopor: Sr. Sebastián Sevillano

Tabla N°3. 4: Especificaciones de construcción

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	HERRAMIENTA	MÁQUINAS	MATERIAL
1	Medición del material	1 – 2 – 3		
2	Trazado	2		
3	Corte	4 – 10	2	
4	Inspección de dimensiones	1 – 2 – 3		
5	Lijado	5		1
6	Torneado	1	3	
7	Pintura		5	4
8	Pegado de Alfombra	2 – 6		2 – 3
9	Producto terminado			

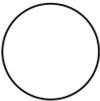
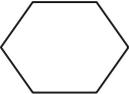
Fuente: Investigación de campo.

Elaboradopor: Sr. Sebastián Sevillano

3.5 Diagramas de proceso.

En la siguiente tabla se describe la simbología que se va a utilizar para cada uno de los procesos de construcción de la maqueta.

Tabla N° 3.5: Simbología de los Diagramas de Proceso.

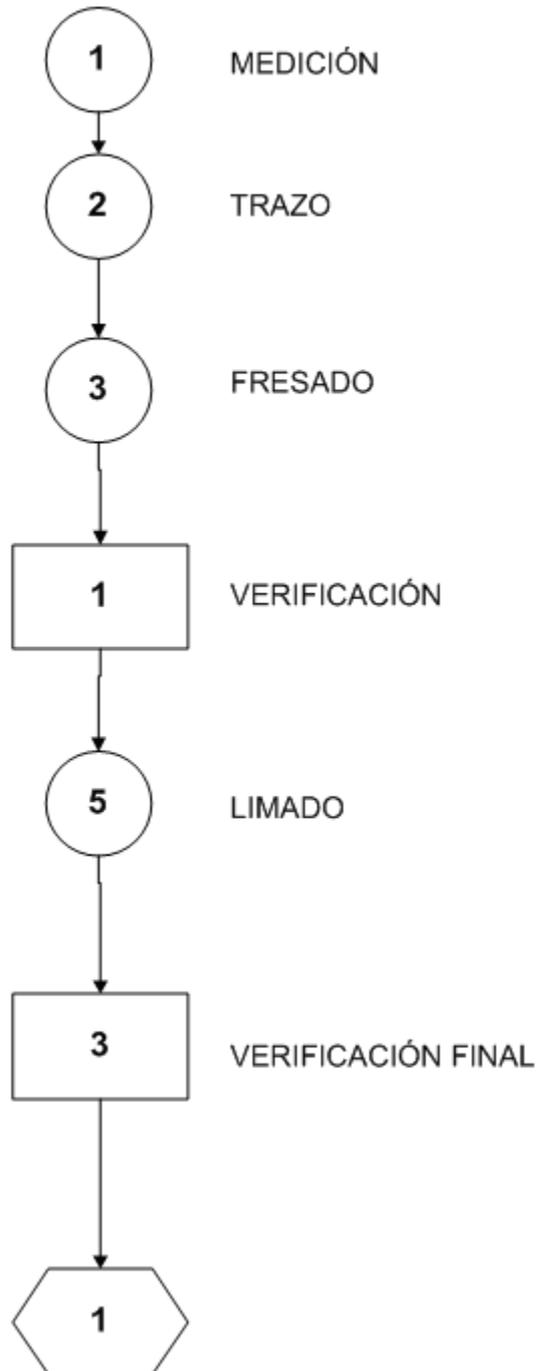
N°	SIMBOLOGÍA	SIGNIFICADO
1		Operación
2		Inspección o Comprobación
3		Ensamblaje
4		Conector

Fuente: Investigación de campo.

Elaboradopor: Sr. Sebastián Sevillano

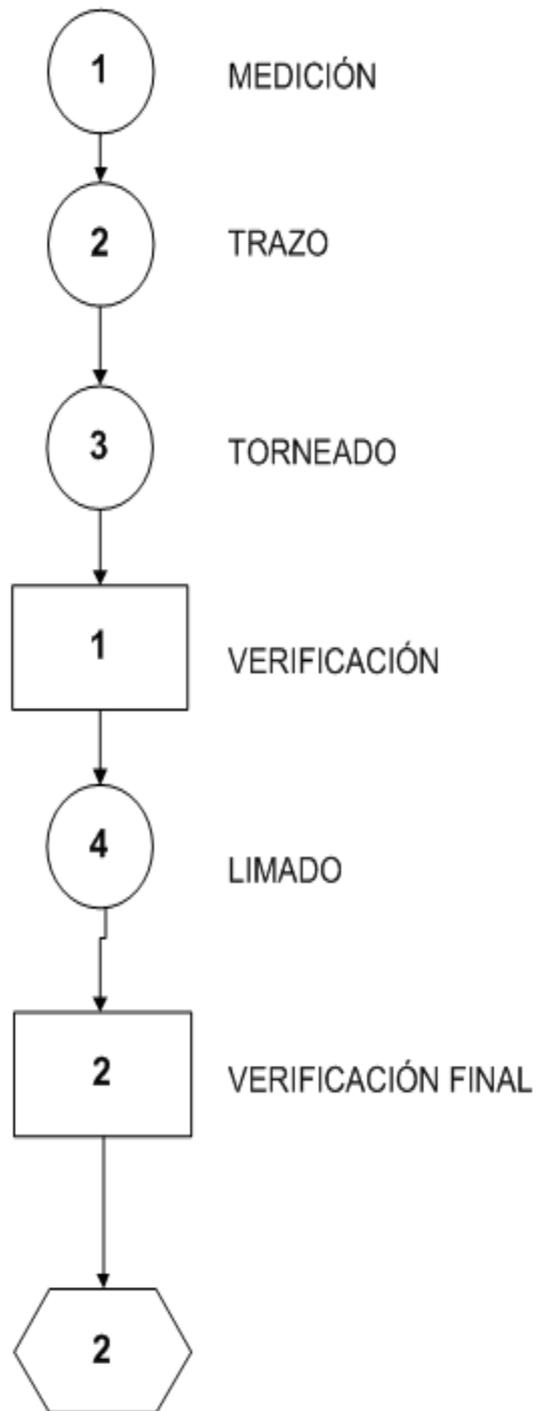
FRESADO

Material: Acero



TORNEADO

Material: Acero



CAJA DE TRANSPORTE
Material: Acero

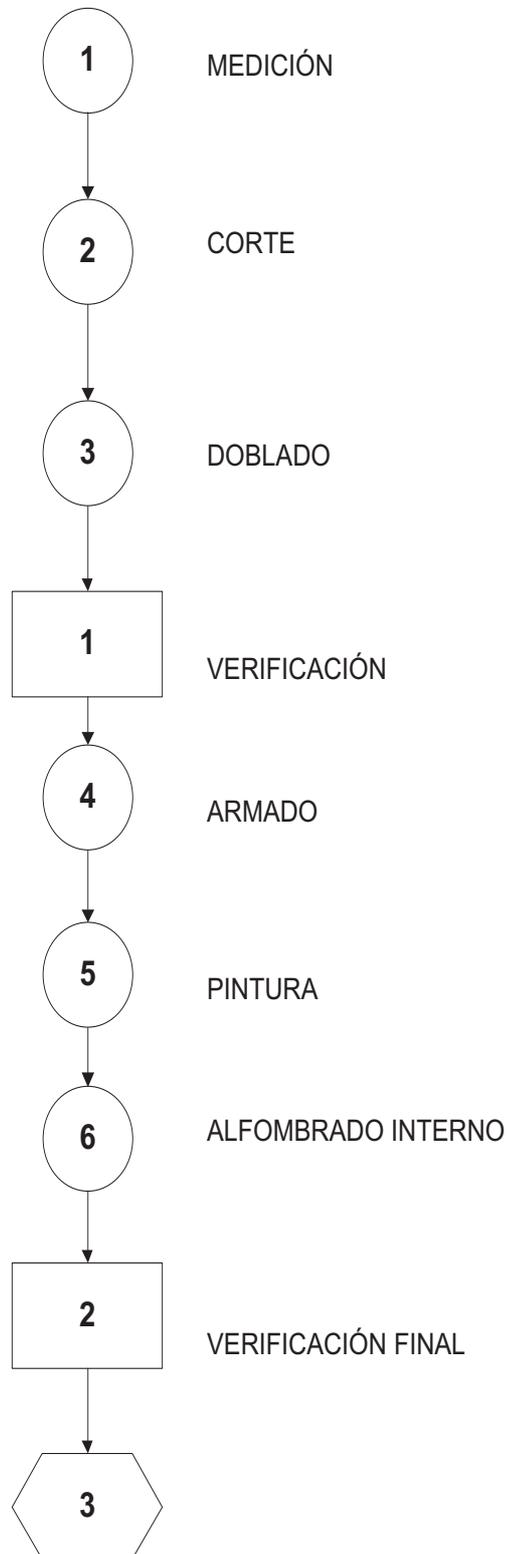
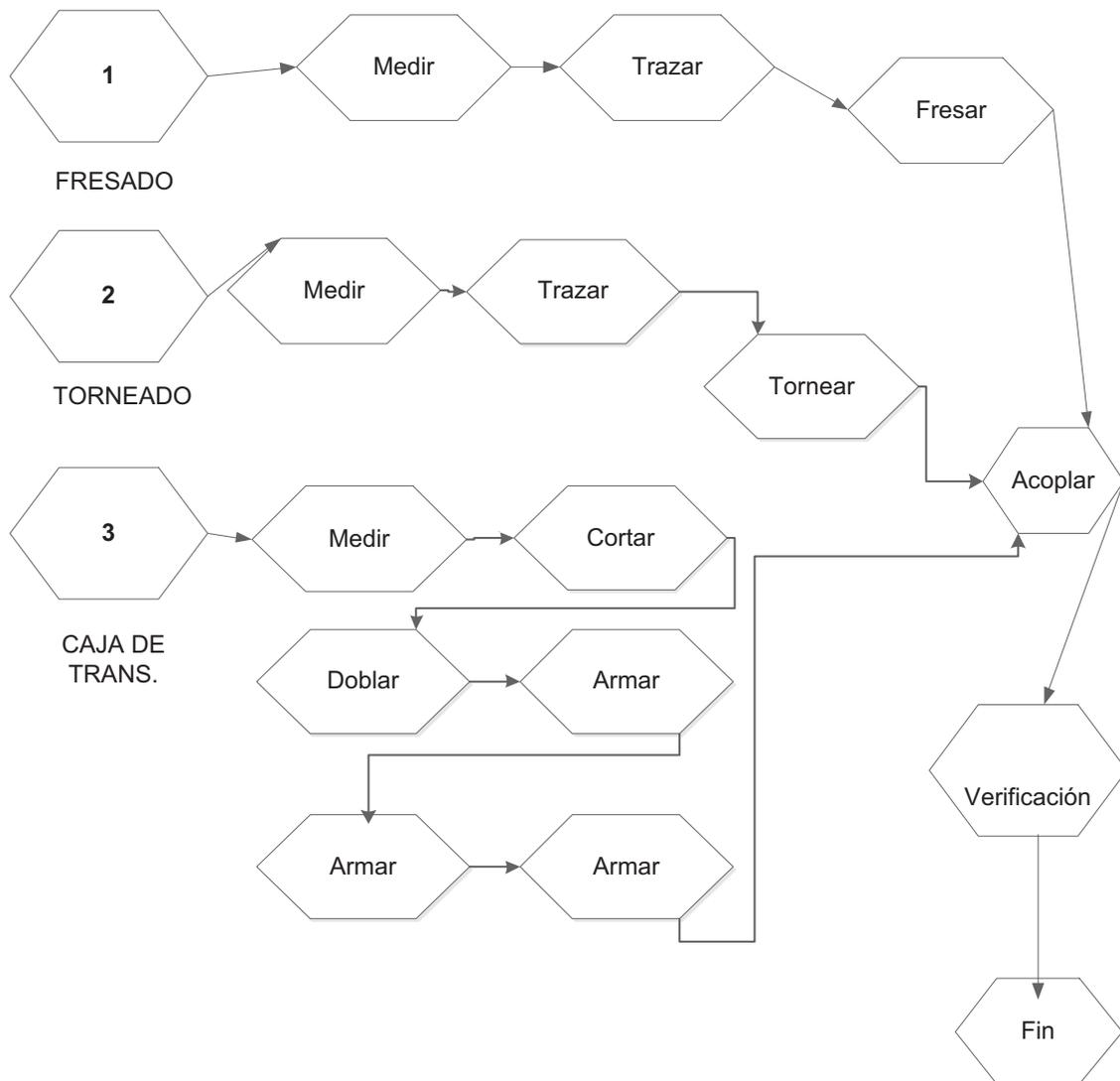


DIAGRAMA DE ENSAMBLAJE DEL CONJUNTO



3.6 Pruebas de funcionamiento y operación

Una vez finalizado el trabajo de construcción del Kit de herramientas se realizaron varias pruebas de funcionamiento, en donde se pudo comprobar la funcionalidad de los elementos, a su vez se procedió a realizar los respectivos manuales de operación y mantenimiento, al realizar las pruebas de funcionamiento se fue recopilando la información necesaria para la elaboración de una orden de trabajo para el desmontaje de los discos de turbina del motor J65 en el Taller de Motores del ITSA, la misma que pasa a conformar el manual de operación, en donde también se hacen referencia a las medidas de seguridad que se deben tomar para realización de dicha tarea.

Al realizar las pruebas de operación de las herramientas se debió tener especial cuidado ya que se estaba trabajando en motores bastante antiguos. En tal virtud se necesitó la utilización de líquidos limpiadores (WD-40) y esperar un buen tiempo hasta que el líquido haga su trabajo que consistía en la limpieza de óxidos, corrosión y remoción de suciedad para poder realizar los trabajos sin ningún inconveniente, sin provocar daños en la estructura de la turbina y el motor.

Los resultados de las pruebas de funcionamiento fueron totalmente exitosos y permitieron concluir con éxito la fase práctica del presente trabajo de graduación.

3.7 Elaboración de manuales

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

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

 I.T.S.A.	MANUAL DE OPERACIÓN		Pág. 1 de 5
	ORDEN DE TRABAJO PARA DEL DESMONTAJE DE LAS ETAPAS DE TURBINA DEL MOTOR J65		Código: ITSA-MOP
	Elaborado por: Sr. Sebastián Sevillano		Revisión N°: 001
	Aprobado por: Tlgo. Paredes Andrés	Fecha: 08 - 08 – 2011	Fecha: 08 - 08 - 2012

<p>1.0 Objetivo: Brindar al técnico la información necesaria para realizar el desmontaje del disco de turbina del motor J-65.</p> <p>2.0 Alcance: Docentes, técnicos y estudiantes que trabajen en el motor J-65.</p> <p>3.0 Referencias: N/A</p> <p>4.0 Personal Requerido: 2 Personas</p> <p>5.0 Equipo de soporte: Kit de herramientas para el desmontaje del disco de turbina.</p> <p>6.0 Equipo apoyo: Tecele</p> <p>7.0 Herramienta de Apoyo: Martillo de goma, Llaves de boca o copa N° 5/8, 9/16, 3/4, 7/16 y 1/1/8.</p> <p>8.0 Partes y/o Repuestos Ninguna</p> <p>9.0 Condiciones requeridas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El motor debe estar en una posición fija sobre su soporte basculante, en un lugar nivelado.
--

- Debe existir un ambiente suficiente mente iluminado.
- Si el trabajo lo están realizando estudiantes, debe existir la presencia de un docente o un técnico responsable de las tareas.

10.0 Condiciones de Seguridad:

- Utilizar ropa de trabajo adecuada: Overol, Botas, Guantes, Gafas de Protección.
- Obedecer las indicaciones de la persona a cargo: Docente, técnico y de las descritas en el presente manual.
- Utilizar la herramienta de forma segura y adecuada para prevenir daños personales y al motor.
- Colocar advertencias visuales o vigilar constantemente a personas que se encuentren trabajando cerca de la zona del compresor, caja de engranajes, y/o sección de admisión, para que suspendan las tareas, mientras dura el desmontaje y montaje del disco de turbina.

11.0 Procedimientos:

Ver Figuras en Anexo F

- Revise que las partes rotoras (Discos de Compresor y Turbina) giren libremente.
- Una vez que las partes rotoras han dejado de girar, proceda a colocar la herramienta N° 003 en el eje de transmisión de la Gear Box del motor, como se indica en la **Figura 001**.
- Coloque una llave de boca N°7/16 en la parte posterior de la herramienta, ésta servirá de tope y se colocará en la carcasa de entrada de aire del motor, para que las partes rotoras del motor se mantengan estáticas y no interfieran en las tareas de mantenimiento.
- Una vez que las partes rotoras se encuentren estáticas coloque la herramienta N° 001 en la turca de retención del eje de la turbina, como se muestra en la **Figura 002**.

- Con la palanca de fuerza (002), inserte en el orificio cuadrado de la copa (001) y proceda a girar en sentido anti-horario para poder quitar el torque existente en la tuerca de retención del eje de la turbina. **Figura 003.**
 - Extraiga la tuerca de retención del eje de la turbina y colóquela sobre la mesa de trabajo para realizar las tareas de inspección.
 - Proceda a desmontar la etapa estatora de la etapa de turbina, con la ayuda de una llave de boca N°7/16, o una llave de de copa N°7/16, como se muestran en las **Figuras N° 004 y 005.**
 - Una vez que se encuentre libre el área para el desmontaje de la etapa de turbina, inserte la herramienta N° 004 en los orificios de los pines de sujeción del disco de turbina, como se muestra en la **Figura N° 006.**
 - Inserte las herramientas N° 005 y 006, como se muestra en la **Figura N° 007.**
 - La herramienta N° 006, utiliza como puente los mismos álabes del disco rotor.
 - Con la ayuda de una llave de boca o corona 9/16, aplique torque sobre la herramienta N° 005, hasta que el pin de sujeción del disco rotor de la turbina, sea extraído de su cavidad. **Figura N° 008.**
 - Proceda a extraer todo el juego de pines de sujeción del disco rotor de la etapa de turbina (15).
 - Es necesario girar el disco rotor de turbina, una vez que la herramienta N° 003 haya sido retirada.
 - Una vez que el juego de pines han sido extraídos, retire las herramientas N° 004, 005, 006 y colóquelas en la caja de transporte.
 - Para poder colocar la herramienta N° 011 (4), es necesario retirar por lo menos 6 álabes del disco rotor de turbina, para aquello utilice la herramienta N° 010 (2) y un mazo de Goma. **Figura N°009.**
 - Coloque la punta plana de la herramienta N° 010 sobre la superficie de frenado del álabe del disco rotor de turbina y proceda a golpear la cabeza de la misma hasta que el seguro haya sido levantado. **Figura N° 010.**
- NOTA:** Tenga mucho cuidado de no dañar la integridad del seguro.
- Éste trabajo se lo debe realizar en 4 puntos radialmente opuestos del disco rotor de la etapa de turbina, éstos espacios permitirán colocar la herramienta N° 011 (4), como se muestra en la **Figura N° 011.**

- La herramienta N° 008 debe estar roscada en el eje de la turbina, de donde fue sustraída la turca de retención del eje de la turbina, ésta servirá como soporte para la herramienta N° 009 y poder realizar el trabajo de extracción del disco rotor de turbina. **Figura N° 012.**
- Remueva las herramientas N° 011(4) y 012 de la caja de transporte y proceda a ensamblar la herramienta, sobre la etapa de turbina como se muestra en la **Figura N° 013.**
- Proceda a ensamblar por completo la herramienta extractora del disco roto de turbina, como se muestra en la **Figura N° 014.**
- La herramienta N° 009 nos ayudará a dar el torque necesario para extraer el disco rotor de la etapa de turbina.
- Inserte la herramienta N° 009 en el eje roscado de la herramienta N° 012, hasta que la punta llegue al tope.
- Con una llave de Boca N° 11/8, gire la cabeza cuadrada del eje roscado (009). Una vez que el disco ha cedido al rededor de 1 cm de distancia, proceda a instalar el “candado” Herramienta N° 013 y 014, en la parte superior del extractor (012). **Figura N° 015**
- Para el siguiente paso, es necesario el apoyo del tecele, ya que el conjunto de la herramienta y el disco es pesado. **Figura N° 016**
- Una vez asegurada la herramienta, el disco rotor de la turbina y el gancho del tecele, continúe con la tarea de extracción del disco rotor de la etapa de turbina.
- El disco rotor de turbina y el conjunto de la herramienta estarán suspendidos en el tecele, hasta que puedan ser llevados a la mesa de trabajo, donde se realizarán las tareas de inspección, mantenimiento u overhaul de los componentes. **Figura N°017**

 I.T.S.A.	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág. 1 de 1
	KIT DE HERRAMIENTAS PARA EL DESMONTAJE DE LOS DISCOS DE TURBINA DEL MOTOR J65		Código: ITSA-MM
	Elaborado por: Sr. Sebastián Sevillano		Revisión N°: 001
	Aprobado por: Tlgo. Paredes Andrés	Fecha: 08 - 08 - 2011	Fecha: 08 - 08 - 2012

<p>1.0.- OBJETIVO:</p> <p>Documentar los distintos procedimientos de mantenimiento que se deberán realizar para mantener en perfectas condiciones el Kit de Herramientas.</p> <p>2.0.- ALCANCE:</p> <p>Docentes, Técnicos y estudiantes que trabajen en el motor J65 con el Kit de Herramientas.</p> <p>3.0.- PROCEDIMIENTO:</p> <p>El siguiente mantenimiento debe ser realizado por el personal que utilice el equipo.</p> <p>3.1.- Mantenimiento Diario (cada que se utilice).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comprobar que se encuentren todos los elementos del Kit: <ul style="list-style-type: none"> - Caja de transporte - Copa - Palanca de fuerza - Botadores - Traba para la caja de engranajes - Extractor de Pines, con sus accesorios. - Extractor de Disco, con sus accesorios. - Limpiar las herramientas y la caja de transporte con líquidos anticorrosivos y una
--

franela libre de pelusa, una vez que el trabajo haya sido culminado.

- Verificar que todos los componentes del Kit se encuentren en perfectas condiciones de operación.

4.0.- FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

3.8 Presupuesto

El presupuesto de la construcción de este proyecto se basó en proformas que se cotizaron para cada uno de los materiales y accesorios que se utilizaron llegando así a un monto total de Novecientos Treinta y Cuatro dólares americanos.

3.8.1 Rubros

Para determinar el costo total de la construcción de este proyecto se tomó en cuenta los siguientes rubros:

- Costo primario (Material).
- Maquinaria, herramienta y equipo.
- Mano de obra.
- Costo secundario (Material de Oficina)

3.8.1.1 Costo primario

Comprende el costo detallado de los materiales y accesorios utilizados.

Tabla N° 3.6: Costo primario.

N.	MATERIAL	ESP.	CANT.	P. UNITARIO	COSTO
1	Metal de la estructura de la caja		2	40.00	80.00 USD
2	Copa		1	25.00	25USD
3	Palanca de fuerza		1	40.00	40USD
4	Martillo de goma		1	5.00	5USD
5	Botadores		2	3.00	3USD
6	Bisagras		2	3.00	6 USD
7	Traba metálica		1	15.00	15USD
TOTAL					174.00 USD

Fuente: Investigación de campo.

Elaboradopor: Sr. Sebastián Sevillano

Tabla N° 3.7: Maquinaria, Herramienta y Equipos.

N°	MAQUINARIA	TIEMPO (h)	COSTO
1	Fresadora	5:00	75.00 USD
2	Suelda eléctrica	1:00	10.00 USD
3	Torno	2:00	30.00 USD
4	Taladro	1:00	10.00 USD
5	Equipo de pintura	2:00	25.00 USD
TOTAL			150.00USD

Fuente: Investigación de campo.

Elaboradopor: Sr. Sebastián Sevillano

Tabla N° 3.8: Mano de obra.

N°	DETALLE	COSTO
1	Técnico Fresador	80.00 USD
2	Técnico Tornero	50.00 USD
2	Pintor	30.00 USD
TOTAL		160.00USD

Fuente: Investigación de campo.

Elaboradopor: Sr. Sebastián Sevillano

Tabla N° 3.9: Costos secundarios.

N.	MATERIAL	COSTO
1	Pago Aranceles de Graduación.	120.00 USD.
2	Suministros de oficina.	30.00 USD.
3	Alimentación.	50.00 USD.
4	Transporte.	160.00 USD.
5	Copias e impresiones de trabajo.	50.00 USD.
6	Empastados, Anillados y CD del proyecto.	30.00 USD.
7	Varios	10.00 USD.
TOTAL		450.00 USD

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Sr. Sebastián Sevillano

Tabla N° 3.10: Costo total del proyecto.

N°.	DESIGNACIÓN	COSTO
1	Costo Primario	174.00 USD
2	Maquinaria, Herramienta y Equipos	150.00 USD
3	Mano de obra.	160.00USD
4	Costo Secundario	450.00 USD
TOTAL		934.00 USD

Fuente: Investigación de campo.

Elaboradopor: Sr. Sebastián Sevillano

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente capítulo se resumen las observaciones finales, una vez que todo el trabajo ha sido terminado y se ha comprobado las características del mismo sin ninguna falla o desperfecto.

Analizados todos los procedimientos, procesos, problemas y beneficios del Kit de Herramientas para el desmontaje de los discos de turbina del motor J65 del Taller de Motores del ITSA.

4.1 Conclusiones

- Se recopiló toda la información necesaria para la elaboración del Kit de Herramientas para el desmontaje del disco de turbina del motor J65.
- Se construyó el Kit de Herramientas basándose en un diseño inicial, el mismo que se fue rectificando a medida que avanzaban los trabajos para obtener los resultados deseados.
- El Kit de Herramientas ha sido probado y realiza su trabajo al ciento por ciento de efectividad.

Recomendaciones

- Se recomienda realizar más trabajos de este tipo ya que en el Taller de Motores del ITSA no se cuenta con toda la herramienta especial necesaria para el desarrollo completo de las prácticas para adquirir todas las habilidades y destrezas en los alumnos.
- Se recomienda poner especial atención a los procesos de trabajo y a las medidas de seguridad durante el desarrollo de la práctica para prevenir cualquier daño a los elementos del motor y en especial a las personas que se encuentren trabajando.
- Se recomienda elaborar varias órdenes de trabajo para las distintas tareas que se realicen en el Taller de motores, ya que esto ayudará a los estudiantes a familiarizarse con esta forma de trabajar, que es la forma aprobada y exigida en todos los centros de mantenimiento aeronáutico certificados.

GLOSARIO

Álabe.- Cada una de las paletas curvas de una rueda hidráulica o de una turbina.

Corrosión.- La corrosión se define como el deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno.

Descarburación.- Acto de separar parcial o totalmente el carbono de los carburos de hierro.

Energía Mecánica.- La energía mecánica es la parte de la física que estudia el equilibrio y el movimiento de los cuerpos sometidos a la acción de fuerzas.

Esmeril.- Roca negruzca formada por corindón granoso, mica y hierro oxidado que, por su extrema dureza, se utiliza para pulimentar metales, labrar piedras preciosas, etc.

Estirado.- Proceso para la producción de formas en hojas de metal. Las hojas se estiran sobre hormas conformadas en donde se deforman plásticamente hasta asumir los perfiles requeridos.

Extrusión.- En el caso de los metales, tales como aluminio o acero, se vacían en moldes de distintas formas; pueden laminarse entre rodillos, o efectuar el conformado de piezas, o por empuje, ejerciendo presión y haciendo pasar la materia prima a través de dados para que adquieran la forma deseada.

Formado.- La deformación es únicamente uno de los diversos procesos que pueden usarse para obtener formas intermedias o finales en el metal.

Kit.- Conjunto de piezas o instrumentos que sirven para realizar alguna función o desarrollar alguna actividad.

Laminado.- Este es un proceso en el cual se reduce el espesor del material pasándolo entre un par de rodillos rotatorios.

Overhaul.- Inspección mayor y reparación según sea necesario, de acuerdo a lo especificado por el programa de mantenimiento del fabricante.

Rodete.- Es el corazón de toda turbomáquina y el lugar donde avviene el intercambio energético con el fluido. Está constituido por un disco que funciona como soporte a palas, también llamadas álabes.

Temple.- Es un proceso de calentamiento seguido de un enfriamiento, generalmente rápido con una velocidad mínima llamada "crítica".

BIBLIOGRAFÍA

Libros

- F.R. Morral, Metalurgia General, Editorial Reverté, 1985
- GUILLÉN SALVADOR, Antonio. Introducción a la Neumática, 1999
- Technical Manual, Turbojet engines USAF models, J65-3, -5, -7, 1975

Página Web

- www.caballano.com/bulbo.htm
- www.faa.gov
- www.es.wikipedia.org
- www.edeltec.com
- www.google.com/images

ANEXOS

Anexo A
ANTEPROYECTO DE GRADO

1. El Problema.

1.1. Planteamiento del problema.

En el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA), ubicado en la ciudad de Latacunga, dentro de su amplia oferta académica se puede cursar la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores. Según experiencias propias al momento de realizar pasantías en compañías de aviación y mediante diálogos sostenidos con los técnicos graduados del ITSA y personal Docente de la misma, se ha llegado a la conclusión de que existe una deficiencia de parte de alumnos, al momento del uso de Herramientas y Material de Apoyo utilizados en los talleres de mecánica que dispone el ITSA, para el desmontaje y montaje de motores, lo cual incide directamente con nivel de práctica que adquieren los estudiantes de la Institución.

Este problema debe ser solucionado porque si no se lo hace nada al respecto del mejoramiento de las practicas de motores continuaremos con este tipo de falencias así el ITSA, como institución que forma técnicos en Aeronáutica tendría un nivel bajo de aceptación, al mismo tiempo que los egresados de mencionada institución no lograrían posicionarse en un buen campo laboral.

1.2. Formulación del problema.

¿Con que frecuencia los estudiantes de quinto y sexto nivel de la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores del ITSA utilizan las Herramientas y Material de Apoyo para el desmontaje y montaje de motores en el Laboratorio del “Bloque 42” del ITSA?

1.3. Justificación.

Dada la necesidad de establecer cuál es la frecuencia que los estudiantes de quinto y sexto nivel de la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores del ITSA utilizan las Herramientas y Material de Apoyo para el desmontaje y montaje de motores en el Laboratorio del “Bloque 42” del ITSA, se lleva a cabo esta investigación, para buscar soluciones que sean rápidas y factibles para elevar el nivel de destreza, capacitación y habilidades que poseen los estudiantes del ITSA con respecto al uso de Herramientas y Material de Apoyo del Laboratorio de Motores “Bloque 42” pertenecientes a la Institución. Este material va a beneficiar directamente a los estudiantes del ITSA, ya que por medio del mismo se mejoraran las destrezas y habilidades en el manejo de herramientas, se lograra un mejor nivel y eficiencia profesional, además de mejorar la imagen institucional ya que se logrará proporcionar profesionales integrales en el mantenimiento preventivo y correctivo de motores, más capacitados para la industria de la aviación.

Con el fin de evitar éste tipo de falencias, se procederá a la construcción de un Kit de Herramientas Especiales para el Desmontaje y Montaje de la etapa de Turbina de los motores J-65 que existen en el Laboratorio de Motores “Bloque 42” del ITSA, con el fin de que sean utilizados en la programación de clases prácticas, para que los señores Docentes utilicen dicho material y lograr mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje en la Institución y un mayor desenvolvimiento por parte de los señores profesores, con respecto a su cátedra de motores.

1.4. Objetivos.

- **Objetivo General.**

Utilizar y Emplear las Herramientas Especiales para el Desmontaje y Montaje de los motores J-65, así como la elaboración de un manual de operación del Material de Apoyo que ayudará al desmontaje y montaje de los mismos.

- **Objetivos Específicos.**

- Mejorar el nivel de destrezas que poseen los estudiantes de quinto y sexto nivel del ITSA, con respecto al uso y empleo de herramientas especiales para el desmontaje y montaje de motores.

- Elevar el interés de parte de los alumnos con respecto a las clases prácticas programadas, con la implementación de herramientas especiales para el desmontaje y montaje de las Etapas del motor J-65, existente en el “Bloque 42”.

- Implementar Material didáctico al Taller de Motores “Bloque 42”, para que pueda ser utilizado por los señores Catedráticos en horas de clase prácticas programadas, para lograr un mejor desenvolvimiento de su cátedra de motores.

1.5. Alcance.

- **Espacial.**

Esta investigación se va a realizar en la ciudad de Latacunga, en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico en la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores de los laboratorios del “Bloque 42”, también se realizará a las personas, quienes conforman el ITSA es así, el personal Docente, Administrativo y Alumnos.

- **Temporal.**

Esta investigación se la va a realizar desde el día 27 de Octubre del 2010, hasta el día 30 de noviembre del año en curso.

- **De contenido.**

Área: Mecánica Aeronáutica, Laboratorios de Motores “Bloque 42”

Aspecto: Mantenimiento – Motores.

2. Marco Teórico.

2.1. Antecedentes.

Dadas las circunstancias de estudio de motores a reacción en horas prácticas, la Institución ofrece conocimientos que en su mayoría son teóricas, se va a llevar a cabo esta investigación, con el fin de aportar con ideas innovadoras y que sean factibles, para superar una posible falencia detectada en los talleres de mantenimiento de motores de la Institución.

Para poder implementar herramientas especiales para el desmontaje y montaje de motores con la ayuda de docentes de la Institución, material didáctico, en éste caso Un Kit de Herramientas Especiales para el Montaje y Desmontaje de los motores J-65, así como el manual de operaciones del equipo de apoyo que ayudará al montaje y desmontaje de los mismos.

Con esto no solo lograremos que los señores catedráticos se desenvuelvan de una mejor manera y al mismo tiempo que los alumnos de mecánica aprovechen las horas de clase prácticas programadas para que ellos mismos tengan un buen desenvolvimiento como técnicos motoristas, con el fin de evitar falencias en el uso de herramientas y material de apoyo dentro del campo laboral de ésta manera elevaremos el prestigio de la Institución, alcanzaremos en mejor nivel profesional y tendremos una mejor acogida como Institución Aeronáutica.

2.2. Fundamentación teórica de Motores Jet

A continuación vamos a estudiar las partes que comprenden un motor a reacción, pero nos vamos a enfocar más en el estudio de la etapa de Turbina, que es la parte más importante de los motores JET.

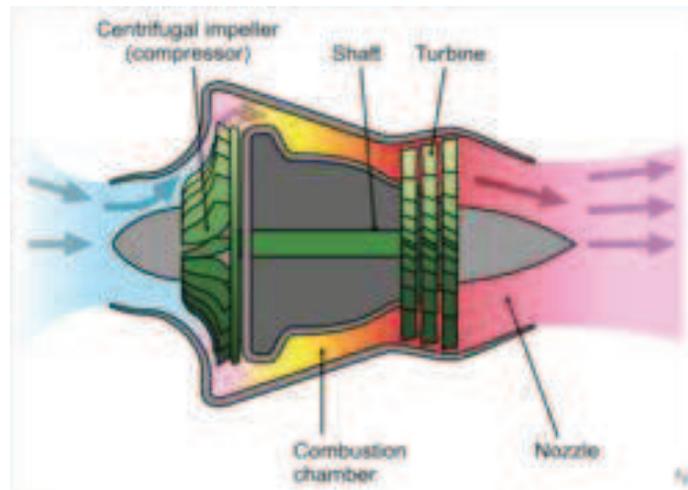
El núcleo de estos motores es una turbina de gas que, mediante la expansión de gases por combustión, produce un chorro de gas que propulsa la aeronave directamente o mueve otros mecanismos que generan el empuje propulsor.

Los turborreactores generalmente se dividen en zonas de componentes principales que van a lo largo del motor, desde la entrada hasta la salida del aire: en la zona de admisión se aloja por lo general una entrada o colector con un compresor de baja compresión y un compresor de alta compresión, en la zona de combustión es donde se inyecta el combustible y se quema en la cámara de combustión mezclado con el aire comprimido de la entrada; esto resulta en una alta entrega de flujo de gases que hace accionar finalmente una turbina (el "corazón" del motor). Por último en la salida se halla la tobera de escape que es la que dirige el flujo de gases producido por la combustión.

Los tipos más comunes de motor a reacción (conocidos simplemente como de turbina, erróneamente) son:

- Turborreactor.
- Turbo Fan.
- Turbo Hélice.
- Turbo Eje.

Turborreactor.-



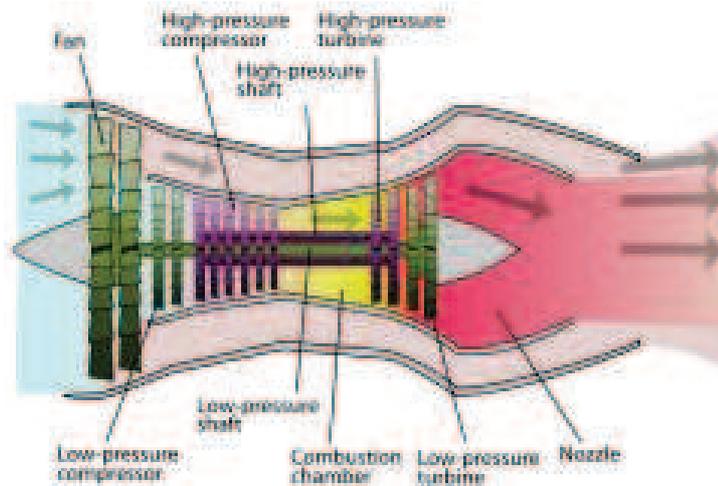
www.wikipedia.org/wiki/turbojet/operation-centrifugal_flow.png

También llamado turbo jet. Los gases generados por la turbina de gas, al ser expulsados, aportan la mayor parte del empuje del motor.

Los turbo jet fueron los primeros motores a reacción empleados en la aviación comercial y militar. Presentaban una mayor potencia sin precedentes que permitieron el desarrollo de aviones más grandes que volaran a mayores altitudes y alta velocidad.

Hoy en día, por su alta sonoridad y bajo rendimiento de combustible, solo utilizan éstos motores en aviones antiguos y algunos aviones militares.

Turbo Fan.-



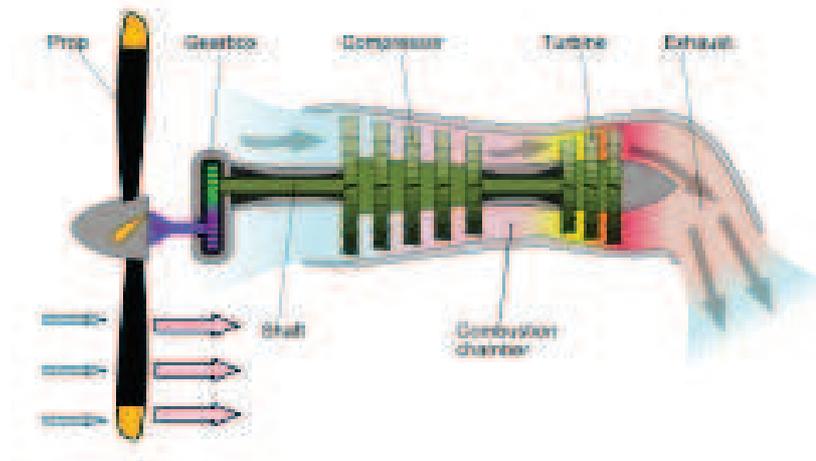
www.wikipedia.org/wiki/turbofan_operation_lbp_svg

En el motor, turbofan, los gases generados por la turbina son empleados mayoritariamente en accionar un ventilador (fan) situado en la parte frontal del sistema que produce la mayor parte del empuje, dejando para el chorro de gases de escape solo una parte del trabajo (aproximadamente el 30%).

Otro gran avance del Turbo fan fue la introducción del sistema de doble flujo en el cual, el ventilador frontal es mucho más grande ya que permite que una corriente de aire circule a alta velocidad por las paredes externas del motor, sin ser comprimido o calentado por los componentes internos.

Esto permite que este aire se mantenga frío y avance a una velocidad relativamente igual al aire caliente del interior, haciendo que cuando los dos flujos se encuentren en la tobera de escape, formen un torrente que amplifica la magnitud del flujo de salida y a la vez lo convierte en un flujo más estrecho, aumentando la velocidad total del aire de salida.

Turbo Hélice.-

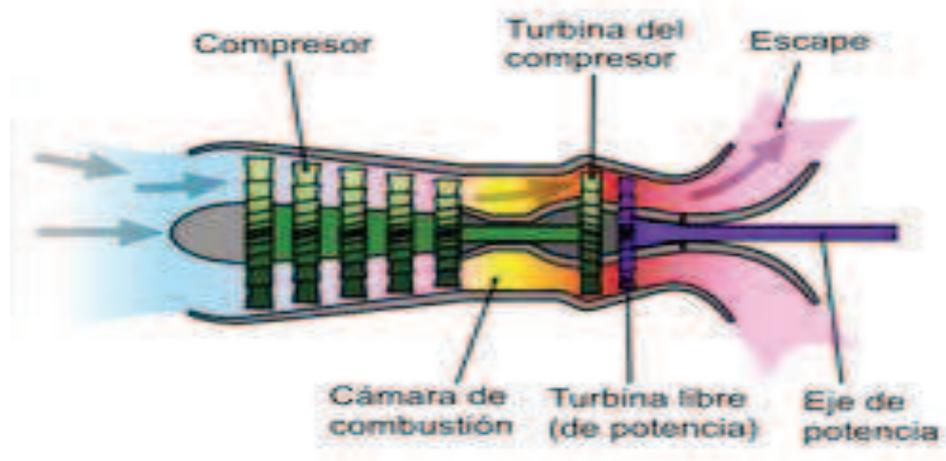


www.wikipedia.org/wiki/turboprop_operation-en.svg

La potencia que producen, se usa para mover una hélice. De manera similar a los turbo fan, los gases de la turbina se emplean en su totalidad para mover en este caso una hélice que genera el arrastre necesario para propulsar la aeronave.

Son exitosos al operar aviones utilizados principalmente en vuelos regionales que no cubren grandes distancias y también se han convertido en una opción para incrementar la potencia de aviones de pistón.

Turbo Eje.-



www.wikipedia.org/wiki/funcionamiento_de_un_turboeje.png

Un motor turbo eje es un motor de turbina de gas que entrega su potencia a través de un eje. Es similar al motor turbohélice pero, a diferencia de éste, no mueve directamente una hélice, sino un eje motor independiente.

Normalmente se utiliza como motor de aviación para propulsar helicópteros.

2.2.3. Estudio de la turbina

2.2.3.1. Turbina.-

Generador de gas que tiene como función extraer trabajo de los gases producidos en la combustión, para mantener el propio funcionamiento del generador y para el arrastre de todos los accesorios que toman de él la fuerza.

Se llama turbina al mecanismo que extrae la energía de una corriente fluida, bien sea de gas o de agua. En este proceso el fluido pierde parte de su energía (presión y temperatura totales) entregándosela a la turbina en forma de energía de rotación. En nuestro caso la energía del gas proviene de los procesos anteriores producidos en el generador, compresión y sobre todo combustión.

2.2.3.2. Constitución de la turbina

La turbina está constituida, de manera similar al compresor, por un anillo de álabes fijos llamado Estator de Turbina y un anillo de álabes giratorios llamado Rotor de Turbina.

Una Etapa o Escalón de turbina es el conjunto formado por un rotor y un estator, es decir, un disco de álabes fijos y un disco de álabes giratorios, van situados en el mismo orden enunciado de la admisión al escape, es decir, en sentido inverso al del compresor.

La turbina, en general, está formada por varias etapas de turbinas situadas unas detrás de otras.

Los álabes del rotor de turbina están dispuestos alrededor de una llanta o disco solidario al eje de giro compresor-turbina. Estos álabes absorben la energía del fluido de trabajo entregado por el estator y la comunican al disco y por tanto al eje descrito un momento de giro.

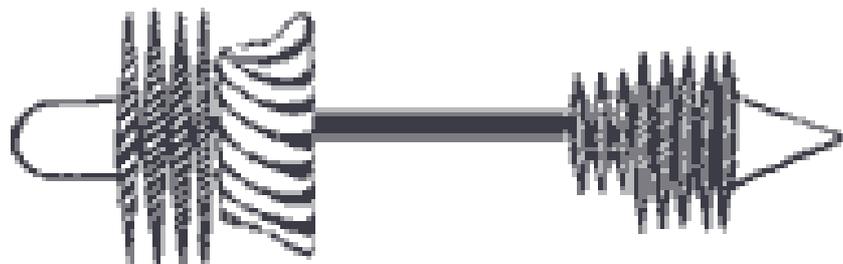
Los álabes del estator se montan en guías internas, colocadas en el Cáster de Turbina. El cárter, además lleva unas pistas por la que se deslizan las puntas de los álabes del rotor estableciendo ellos mismos en su movimiento de giro.

La función de los álabes del estator de turbina es acelerar los gases y dirigirlos hacia los álabes del rotor de turbina de su etapa.

2.2.3.3. Principio de funcionamiento de la turbina

Funcionamiento de La turbina.-

La turbina es la etapa encargada de realizar un sin número de funciones, las más importante es la de extraer energía de los gases provenientes de la cámara de combustión, para mover el compresor y caja de accesorios.



En el caso de un avión a reacción, los gases de escape que generan sus turbinas son lo que impulsan a esa aeronave hacia adelante con la misma intensidad que la de los gases que escapan hacia atrás.

Si, el principio es sencillo, pero, ¿Cómo logra la turbina generar esa cantidad de empuje? El aire, al ser gas, es comprimible que a su vez al quemarlo, expande, al quemar ese aire comprimido se obtiene una gigantesca expansión de gases (energía térmica), que al dirigirlos por una tobera de gases para su posterior aceleración, se convierte en energía de movimiento o cinética, y así lograr empujar el avión hacia adelante. Este tipo de energía se mide en estos motores en Libras de empuje.

El funcionamiento de la turbina, es totalmente inverso al funcionamiento del compresor, el proceso termodinámico que se realiza en ella es inverso al que se realiza en el compresor. La diferencia con este es que en él teníamos gradientes inversos de presión, los cuales hacían que pudiera desprenderse la corriente, mientras que en la turbina consideramos que no los hay.

2.2.3.4. Potencia producida en una turbina

La potencia que podemos obtener de cada etapa de turbina depende de tres

Factores:

- 1.- Del cambio de la velocidad tangencial que obtengamos en la corriente del fluido en los álabes.
- 2.- Revoluciones del rotor de turbina.
- 3.- Gasto de fluido de trabajo que pasa por ella.

Considerando un gasto constante vamos a analizar los límites de los otros dos factores.

1. GIRO DE LA CORRIENTE EN LOS ÁLABES

El cambio que experimenta la velocidad tangencial al pasar por el rotor, nos interesa que sea máximo ya que el trabajo que la turbina extrae del gas es función directa de dicho cambio.

Este giro en la corriente tiene su límite y si lo superamos la corriente se desprende, se separa del álabe, estos dejan de guiarla, produciéndose los mismos efectos que se producían en el compresor, aunque como ya hemos comentado anteriormente, al desplazarse el fluido en la turbina con gradientes de presión favorables (de mayor a menor presión), podemos forzar más el giro de la corriente en la turbina que en el compresor.

Las turbinas de los motores de altas prestaciones trabajan con giros de la corriente que frecuentemente alcanzan los 100° , todo ello con la intención de reducir el número total de etapas.

2. VELOCIDAD DEL ÁLABE

La potencia que produce una turbina depende también de las revoluciones que obtengamos en ella.

Debido al cambio producido en la velocidad tangencial del fluido y al gasto de gas que pase obtendremos una fuerza resultante en los álabes del rotor, la cual produce el giro del rotor, es decir, una velocidad tangencial de los álabes del rotor, o lo que es lo mismo, la velocidad de arrastre U .

Como sabemos las revoluciones son función de la velocidad de arrastre U y del radio a través de la expresión:

$$w = \frac{U}{r}$$

Si variamos, por tanto, el radio también variaremos la potencia extraída de la turbina.

Podemos recordar a este respecto que la potencia al eje tiene la expresión:

$$w_{eje} = \frac{2 * \pi * n}{60} * par$$

En la cual se aprecia su dependencia de las revoluciones n y del Par. La fuerza del Par en este caso se genera en el álabe, como hemos dicho, por la variación de la componente tangencial de la velocidad y del gasto de gas.

Las variables relacionadas anteriormente, el gasto, la variación de la velocidad tangencial y las revoluciones, se pueden combinar para la obtención de configuraciones distintas que se han ido adoptando a lo largo de la historia en las que se van variando la distancia de los álabes al eje de giro y su longitud, con lo que variamos el gasto que pasa por cada conducto formado por los álabes así como su velocidad tangencial para obtener unas potencias determinadas.

Disco pequeño y álabes cortos: Es una disposición antigua, en esta situación, la velocidad tangencial de los álabes es pequeña debido a la poca fuerza obtenida por cada álabe. La potencia obtenida, por tanto, en cada escalón también lo es ya que aunque al ser el radio pequeño la w es grande, el par es pequeño. Debemos utilizar muchos escalones para poder conseguir la potencia deseada para accionar el generador de gas o, en su caso, un Fan. El motor podía llevar hasta 10 escalones.

Disco pequeño y álabes largos: Con esta disposición se podía aumentar la potencia extraída por escalón. Este aumento lo produce un aumento de las revoluciones del generador ya que la distancia de los álabes al eje de giro sigue siendo pequeña y extraemos más fuerza por álabe. No olvidemos que es el fluido el que mueve el rotor de turbina. El aumento de las revoluciones llevaba a la necesidad de instalar un reductor de velocidad para algunos componentes como el Fan, con la complejidad mecánica que ello conlleva.

Disco grande y álabes largos: Esta es la disposición adoptada hoy día de forma estándar. En ella se sitúa entre la turbina del generador y la del Fan un conducto ascendente cuya finalidad es aumentar la distancia del álabe al eje de giro, de esta forma aumenta la velocidad tangencial del álabe pero en menor medida ya que aunque la fuerza por álabe es mayor, también lo es el radio. Esta solución tiene el inconveniente de que el gas debe seguir un camino sinuoso sufriendo pérdidas por rozamientos, pero permite un número intermedio de escalones entre las dos disposiciones anteriores y sin necesidad de instalación de reductores.

2.2.3.5. Clasificación de las turbinas

Turbinas Axial y Radial.-

Podemos hacer una primera clasificación de las turbinas en función de la dirección de la corriente fluida, en:

-Centrípetas o Radiales.

-Axiales.

El salto de presiones por escalón es del mismo orden de magnitud, tanto en las centrípetas como en las axiales, si bien estas últimas son más apropiadas para grandes gastos.

En las turbinas centrípetas el fluido se desplaza desde el exterior o periferia de la turbina hacia el centro.

Por la forma de actuación de la corriente fluida y la disposición de los elementos del motor de reacción, las turbinas centrípetas no son adecuadas para motores de propulsión en aviación. Se utilizan como turbo alimentadores en motores alternativos o en algunas unidades de potencia auxiliar (APU).

La turbina axial, recibe este nombre porque en ella la dirección del fluido de trabajo es paralela al eje del motor. El número de turbinas que tiene un motor depende de la relación de compresión y del propio tamaño del motor, es decir, cuanto mayor son los dos parámetros anteriores necesitaremos más número de escalones para extraer toda la energía del fluido.

2.2.3.6. Funcionamiento de turbinas de acción reacción

Turbina de acción-reacción

Tanto uno como otro tipo de turbina tiene sus ventajas como sus inconvenientes. De hecho en la actualidad no se emplean turbinas que sean 100% de impulso o de reacción, sino que son intermedias entre las dos, con un cierto porcentaje de participación de uno y otro principio, siendo su principio de funcionamiento el de acción y según nos desplazamos a lo largo del álabe hacia la punta su geometría va variando pasando a formar conductos convergentes, cuyo principio de funcionamiento es el de reacción. Son turbinas que se pueden denominar Turbinas de Acción-Reacción.

Además del giro que van experimentando las distintas secciones de los álabes para formar con los álabes contiguos conductos convergentes o divergentes, hay que hacer notar que independientemente cada álabe va experimentado un estrechamiento de la raíz a la punta ya que en este sentido los esfuerzos que se

van solicitando de las distintas secciones son menores. Cada sección debe soportar los esfuerzos centrífugos de la parte del álabe situada por encima de él.

El estator en cambio, que está más cerca de la cámara de combustión tiene en cambio menos problemas debido a su carácter estático.

El diseño de los álabes de los rotores de turbina se realiza con un dimensionado referido al esfuerzo de flexión, después de tener en cuenta los esfuerzos centrífugos y el límite de carga admisible hasta la rotura por termo fluencia.

Dentro de estos diseños se encuentra la diferente forma de disponer los álabes en el disco soporte del rotor, actualmente el diseño más extendido es el denominado de encastrado de abeto, siendo la disposición de los álabes la de Apoyados o en Voladizo.

La temperatura puede influir en puntos críticos, la resistencia del álabe en aquellos motores que trabajen a elevadas temperaturas a la entrada de la turbina.

Esfuerzos mecánicos y térmicos de la turbina

La turbina es el componente más exigido del motor, sobre todo el rotor ya que está sometido, aparte de condiciones de trabajo continuo a muy alta temperatura, a grandes esfuerzos de tracción debidos a la alta velocidad de giro.

La turbina es el elemento que se encuentra sometido a las condiciones más severas, tanto de presión como de temperatura. Es el primer elemento que recibe los gases provenientes de la cámara de combustión.

Si la turbina estuviera formada por una turbina doble, una de baja presión y otra de alta, es la de alta la que soporta las peores condiciones ya que la de baja

recibe el fluido de trabajo ya en parte expandido y refrigerado que procede de la turbina de alta.

En el caso de encontrarnos con una única turbina podríamos establecer la misma diferenciación entre los primeros y los últimos escalones.

Es el estator del grupo de alta presión el que trabaja a mayor temperatura, pero al permanecer inmóvil los esfuerzos a que están sometidos son solamente térmicos, debiendo tener gran resistencia a la fatiga térmica, fluencia y corrosión.

Resistencia a la fluencia de la turbina

La fluencia del material del que está formado el estator de turbina es un proceso que se manifiesta por la deformación progresiva de sus álabes debido a la carga aerodinámica que soportan en condiciones de altas temperaturas.

Esta deformación puede afectar a la geometría de los conductos internos de refrigeración con lo que empeoramos de modo progresivo las condiciones internas de refrigeración del álabe, redundando en deformaciones posteriores más severas y en un deterioro más notorio.

Resistencia a la fatiga térmica de la turbina

La fatiga térmica es un deterioro de las propiedades de resistencia de los materiales como consecuencia de encontrarse dichos materiales en condiciones de trabajo sujetas a fuertes variaciones de temperatura.

Las aceleraciones y deceleraciones de un motor son procedimientos en los que existe una modificación del flujo de combustible produciendo por tanto variaciones

en la temperatura del fluido de trabajo y por tanto de las superficies sobre las que incide.

Cuando un motor pasa de ralentí a régimen de despegue, la temperatura del metal cambia en cuestión de segundos. La temperatura de los bordes de ataque y de salida varía mucho más rápidamente que la parte central del álabe pudiendo llegar en el caso descrito hasta 400°C.

En cambio en el transcurso de una parada de motor la temperatura de entrada a turbina puede superar los 1500 K a temperaturas por debajo de 0 °C.

Tanto en uno como en otro caso las variaciones de temperatura originan en el material esfuerzos internos de tracción y compresión (ciclo de fatiga térmica) que puede provocar su fallo catastrófico.

Resistencia a la corrosión de la turbina

La corrosión que presenta esta zona es la Corrosión en Caliente, fruto de la aceleración de las reacciones del fluido de trabajo con el material de la turbina con las altas temperatura. El principal agente corrosivo es el Sulfato Sódico (SO_4Na_2) formado a partir del Dióxido de Azufre (SO_2), formado en la combustión, y del Cloruro Sódico (ClNa) que pueda venir disuelto en el aire de admisión del motor. Aquella sal se deposita sobre los álabes provocando su corrosión.

Materiales Utilizados en la Construcción de Turbinas

El Estator suele estar formado por aleaciones de cobalto, mientras que en el rotor suelen ser de níquel.

Para proteger contra la corrosión en caliente del níquel y del cobalto, se revisten estos metales depositando sobre su superficie una capa de aleaciones complejas en las que está presente el aluminio, el cual forma una capa con el níquel o con el cobalto, muy resistentes a este tipo de corrosión.

Los discos de los álabes del rotor son grandes y pesados y aunque trabajan a menor temperatura que los álabes sigue siendo muy alta y además están sometidos a importantes esfuerzos de tracción debido a las altas revoluciones que soporta siendo, por tanto, muy importante la uniformidad de resistencia mecánica en toda la superficie del disco para que no se produzcan zonas débiles donde progresen grietas prematuras. Además debe tener un límite de elasticidad alto a las temperaturas a las que trabaja para evitar en lo posible deformaciones.

En la actualidad se utilizan aleaciones de níquel y aleaciones de níquel - cromo y cobalto con adición de aluminio y titanio.

Medición de la temperatura de turbina

La resistencia de los materiales disminuye con el incremento de temperatura, por lo tanto, es necesario controlar la temperatura a que están sometidos los álabes de la turbina para no sobrepasar ciertos límites.

Lo ideal es saber la temperatura a que se encuentra el metal pero esto no es práctico debido a las condiciones de trabajo que debería soportar la sonda.

Normalmente en los aviones comerciales se mide la Temperatura del Gas Entre Etapas de Turbina (ITT) o la Temperatura de los Gases de Salida (EGT). Ambas guardan relación con la temperatura real del gas en la turbina y también con la del metal, son aproximaciones pero suficientemente válidas según corrobora la experiencia.

En general las limitaciones operativas del motor provienen de la sobre velocidad y de la sobre temperatura.

2.3 Tipos de Mantenimiento

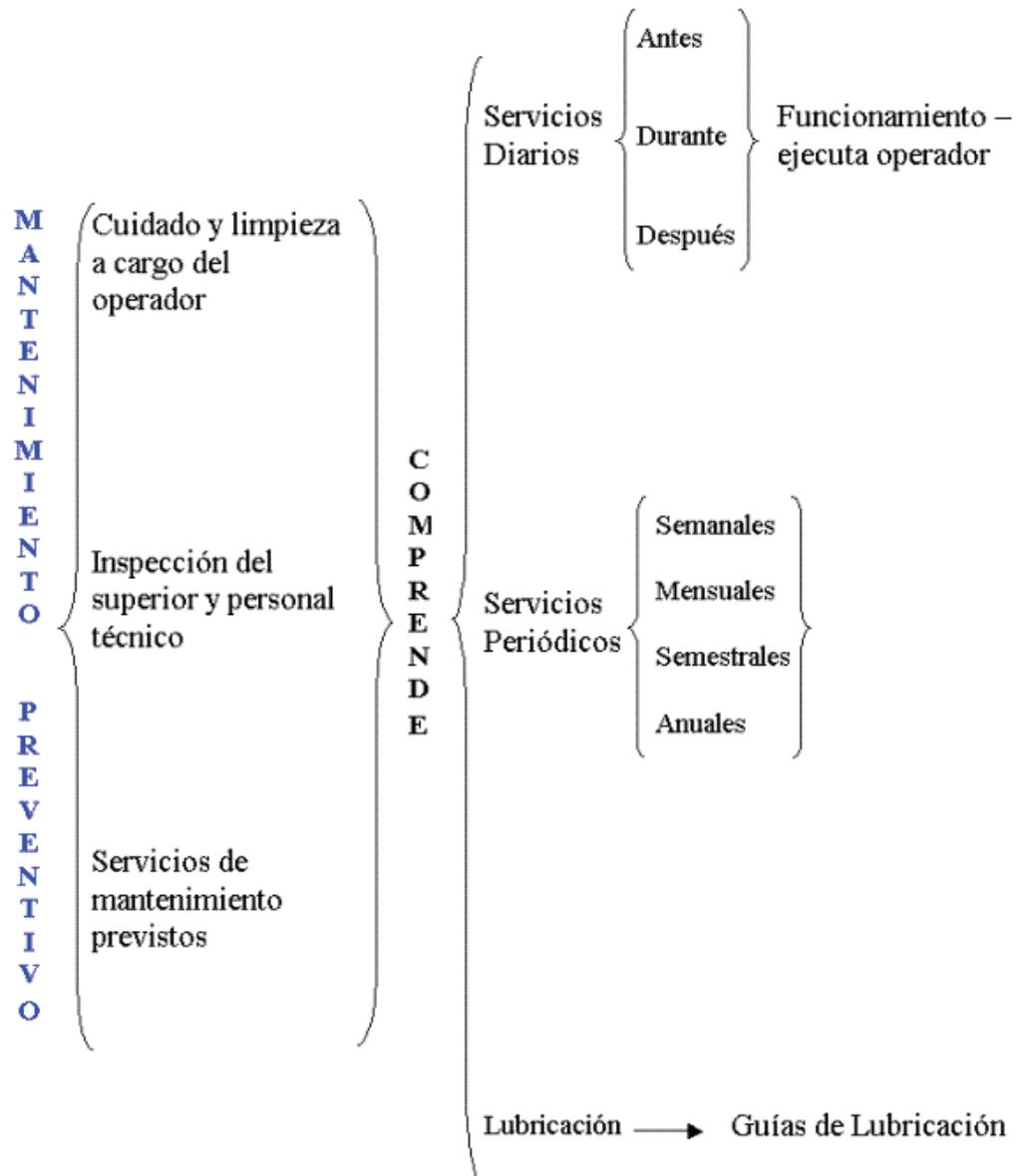
2.3.1. Mantenimiento Preventivo

Tiene por finalidad, mantener los equipos en funcionamiento y posibilitar la localización y corrección de fallas incipientes antes de que sea necesario efectuar reparaciones o reemplazos costosos. El mantenimiento preventivo consiste en:

- Cuidado y limpieza a cargo del operador.
- Inspección sistemática por el superior y el personal técnico.
- La ejecución de los servicios de mantenimiento periódicos prescriptos.

Cada equipo deberá tener asignado su operador y/o Jefe. La designación será de una duración tal que permita al personal desarrollar su sentido de responsabilidad para el equipo que tiene a su cargo, con ello se evitará el debilitamiento del sistema resultante de un continuo cambio de operadores.

El mantenimiento preventivo comprenderá los servicios diarios, periódicos y de lubricación.



a. Servicios Diarios:

Los ejecutará el operador y/o tripulación del equipo toda vez que el mismo sea puesto en funcionamiento, se ajustará a los procedimientos establecidos en los reglamentos técnicos, guías de lubricación, etc.

Los equipos que no han funcionado en el lapso de una semana recibirán en dicho lapso un servicio diario completo incluyendo una puesta en marcha de por lo

menos de 15 min. El servicio diario se ejecutará antes, durante y después del funcionamiento.

a) Servicio antes del funcionamiento:

Tendrá por objeto verificar el estado del equipo, ya que luego del último servicio “después del funcionamiento” este pudo haber sufrido golpes, caídas, fallas eléctricas, pérdidas de lubricante o combustible, etc. En consecuencia, resultará indispensable, por lo menos, un rápido control antes de volver a ponerlo en funcionamiento nuevamente.

Este servicio no deberá omitirse nunca, aún en las situaciones más adversas.

Los operadores o tripulaciones bien instruidos, deberán realizarlo como hábito en un tiempo mínimo. Completado el mismo, el responsable informará el resultado, al superior que corresponda.

b) Servicio durante el funcionamiento:

Tendrá como finalidad la detección de cualquier anomalía o deficiencia. Los operadores y/o tripulaciones deberán estar alerta ante cualquier ruido u olores no comunes, lecturas anormales en los instrumentos e irregularidades en cualquier sistema que indiquen desperfectos en el equipo.

c) Servicio después del funcionamiento:

Tendrá como finalidad dejar el equipo preparado para volverlo a emplear, prácticamente, sin demora alguna.

Lo realizarán los operadores y/o tripulaciones y consistirá en inspeccionar a fondo el equipo para detectar cualquier desperfecto que pudiera haber surgido durante su empleo.

Se corregirán todos los desperfectos surgidos durante el funcionamiento y se dará cuenta al jefe inmediato superior, de aquellos que por su naturaleza, escapan a las tareas autorizadas al primer escalón.

b. Servicios Periódicos:

Comprenderá los servicios semanales, mensuales, semestrales, anuales u en cualquier otro período medido en distancia recorrida, horas de operación cantidad de disparos, etc. que prescriban los reglamentos técnicos de cada equipo.

Los servicios periódicos serán planificados por el Jefe de la Unidad o Subunidad y programados por el Jefe de la Sección Arsenales. Este servicio será ejecutado por el mecánico, por el operador o la tripulación. Se dejará constancia de las fallas y deficiencias encontradas.

Los servicios periódicos no incluirán desarmes o desmontajes de conjuntos.

c. Servicios de Lubricación:

Se realizarán de acuerdo con las guías de lubricación correspondientes y en lo posible coincidirán con el mantenimiento periódico. Los servicios de lubricación especializada estarán a cargo de la Sección Arsenales, ejemplo: tanques.

2. Mantenimiento Correctivo

Es el que se realiza para restituir a un equipo sus condiciones de funcionamiento normales mediante la ejecución de operaciones de cambio de partes, reparación, reacondicionamiento, ajustes, calibraciones, modificaciones y asistencias técnicas necesarias. Pueden participar empresas o talleres privados, aprovechando sus instalaciones y medios zonales a fin de complementar la capacidad de apoyo de los medios orgánicos asignados.

3. ESCALONES DE MANTENIMIENTO

Con el fin de organizar todo el sistema de mantenimiento, facilitar la asignación de responsabilidades para cada nivel y posibilitar una distribución ordenada y eficiente de los recursos disponibles, la ejecución del mantenimiento se divide en cinco escalones.

- **Primer Escalón:**

Lo realiza el personal de operadores, usuarios o tripulaciones. Comprende controles diarios, limpieza, lubricación, ajustes menores y reparaciones menores que no requieran desarmar componentes o conjuntos

- **Segundo Escalón:**

Lo realiza normalmente el personal especialista, orgánico de cada elemento usuario de la fuerza comprende:

- Reemplazos de partes fuera de servicio y conjuntos que no requieran un desmontaje o ajuste mayor de los componentes y confección de partes menores.

- **Tercer Escalón:**

Lo realiza normalmente personal especialista de los elementos logísticos de apoyo directo y/u organizaciones civiles. Normalmente devuelven los equipos a usuario comprende:

- Reemplazo de partes y conjuntos, reparaciones de conjuntos, componentes y confección de partes.

- **Cuarto Escalón:**

Lo realiza personal especialista (Militar o civil) de organizaciones fijas o semi-moviles (Militares o civiles) comprende:

- Reparación de conjuntos y subconjuntos, reparación de efectos que superen la capacidad de reparación del tercer escalón y la confección de partes simples.

- **Quinto Escalón:**

Lo realiza personal especialista (Militar o civil) de organizaciones especiales fijas, para entregar los efectos finales, componentes

3. Plan de investigación

3.1 Modalidad básica

No experimental, debido a que todo el proceso de la investigación estará supervisada por personal capacitado y nos basaremos en manuales de mantenimiento existentes, con respecto a la información del motor J-65 y que posee la Institución.

3.2 Tipos de investigación

Los tipos de investigación que usaremos son:

- **Documental y bibliográfica:** Porque la información se conseguirá en manuales técnicos de aviación y documentos referentes al estudio de motores JET, ya sea Manual General de Mantenimiento, Catálogos Ilustrados de partes y herramientas de aviación.
- **De campo:** La investigación se realizara en el lugar de los hechos, que en éste caso se la va a realizar en el taller de motores del ITSA, "Bloque 42".

3.3 Niveles de investigación

- **Exploratorio:** Porque se hace investigación bibliográfica y de Campo, para dar a conocer la frecuencia con la cual los estudiantes del ITSA usan y emplean las Herramientas para el desmontaje y montaje de motores y nos ayuda a determinar nuestras conclusiones y recomendaciones.

- **Descriptivo:** Porque a través de una investigación de campo dentro de los talleres de motores “Bloque 42”, me permita hacer una descripción de lo que sucede con el uso y empleo de herramientas para el montaje y desmontaje de motores, y así poder determinar soluciones para evitar éste tipo de falencias en el “Bloque 42”.

3.4 Universo, población y muestra

- **Universo:** Personal Docente, Administrativo y Alumnos del ITSA.
- **Población:** Estudiantes de Mecánica-Motores de quinto y sexto nivel.

3.5 Plan de recolección de la información

- **¿Para qué?**

Para conocer cuál es la frecuencia en el uso y empleo de Herramientas y Material de Apoyo que tienen los alumnos de quinto y sexto nivel de la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores del ITSA, para las clases prácticas en el desmontaje y montaje de Motores Jet.

- **¿De qué personas?**

De los alumnos de quinto y sexto nivel de la Carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores del ITSA.

- **¿Sobre qué aspecto?**

Sobre la frecuencia que los Sres. Docentes y alumnos utilizan las Herramientas y Material de Apoyo para el montaje y desmontaje de Motores Jet del Taller de Mecánica, “Bloque 42”.

- **¿Quiénes?**

La persona interesada del proyecto, Sebastián Sevillano.

- **¿Cuándo?**

El día 26 de Octubre del 2010.

- **¿Dónde?**

En la ciudad de Latacunga, en el ITSA, ubicado en las calles avenida Amazonas y Javier Espinosa.

- **¿Cuántas veces?**

Una sola vez.

- **¿Qué técnicas de recolección?**

Las entrevistas

- **¿Con que instrumentos?**

Cuestionario de preguntas.

- **¿En qué situación?**

Durante el presente periodo académico

3.6 Procesamiento de la información

Proyectar la entrevista a un grupo determinado de personas que nos puedan ayudar en el tema, para poder sacar conclusiones y así dar soluciones a nuestro problema acerca del uso y empleo de Herramientas y Equipos de Apoyo, para el montaje y desmontaje de motores.

3.7 Análisis y la interpretación

Me he podido dar cuenta que, en el taller “Bloque 42” existen las herramientas necesarias pero podrían estar mejor estructuradas, pero existe una deficiencia en cuanto a Herramienta Especial, por lo que veo la necesidad de implementar un Kit

de Herramientas Especiales para el desmontaje y montaje de la etapa de turbina de los motores J-65 existentes en el taller de la Institución.

Como podemos observar en la entrevista, tenemos el apoyo del Sr. Tlgo. Andrés Paredes, Docente de la Materia Motores Turbina y nos comentó acerca de mi Tema de tesis y expresó el apoyo hacia todos los alumnos de la Institución, siempre y cuando los temas de tesis presentados, cumplan con los requerimientos y normas de calidad y seguridad.

3.8 Conclusiones

- Luego de haber analizado e interpretado la información recolectada por medio de las entrevistas realizadas al Personal Docente, Administrativo y Alumnos de la Institución, he llegado a la conclusión de que el taller necesita una dotación de herramientas especiales para desmontaje y montaje de motores en el “Bloque 42”, para poder mejorar las capacidades prácticas de los alumnos de quinto y sexto nivel del ITSA.
- Los estudiantes del ITSA, no logran un alto nivel de conocimientos prácticos, ya que en el Taller de Motores “Bloque 42”, no cuenta con suficiente Herramienta y Material de Apoyo, especialmente para el Desmontaje y Montaje de las diferentes Etapas de los Motores J-65 que posee el “Bloque 42”.
- El ITSA forma profesionales para el campo aeronáutico, capaces de construir y elaborar Herramientas y Material de Apoyo didácticos, para el montaje y desmontaje de motores, ya que poseen conocimientos necesarios para realizar dichas herramientas y que éstas cumplan las funciones para las que fueron desarrolladas y supervisadas bajo parámetros de calidad y seguridad.

3.9 Recomendaciones

- Se recomienda dotar de Herramientas Especiales para el montaje y desmontaje de Motores para así lograr elevar el nivel de conocimientos prácticos adquiridos en la Institución, ya que los conocimientos prácticos de los alumnos, son adquiridos en su mayoría en el tiempo de pasantías que ellos realizan durante un determinado periodo en el transcurso de su formación académica en el ITSA, en diferentes aerolíneas de Ecuador.
- Implementar y hacer uso de las Herramientas y Material de Apoyo para el desmontaje y Montaje de Motores, en horas de clase práctica programadas.
- Se recomienda asignar proyectos de graduación a los alumnos egresados de la institución, para que ellos mismos implementen éste tipo de Herramientas, o a su vez, material didáctico que se requiera en la Institución para poder elevar el nivel de conocimientos prácticos que se adquiere durante el transcurso de vida académica de los señores estudiantes.

4. FACTIBILIDAD DEL TEMA

4.1 Técnica

Fatibilidad Técnica	
SITUACIÓN INICIAL	PROPUESTA
No existen herramientas especiales para el desmontaje y montaje de la etapa de turbina de los motores J-65 existentes en el “Bloque 42”.	Implementar herramientas especiales para el desmontaje y montaje de etapa de turbina de los motores J-65.
Las horas de clase práctica en el uso de herramientas especiales, se las recibe de manera teórica.	Adicionar herramientas especiales y equipo de apoyo para lograr armonía en el proceso de enseñanza – aprendizaje.
Los estudiantes no logran desenvolverse al manipular y usar herramientas especiales y equipo de apoyo.	Incrementar las habilidades de los estudiantes con el uso de herramientas y equipos de apoyo en el “Bloque 42”.

4.2 LEGAL

Art.80.- El estado fomentará la ciencia y la tecnología, especialmente en todos los niveles educativos, dirigidos a mejorar la productividad, la competitividad, el manejo sustentable de los recursos naturales y a satisfacer las necesidades básicas de la población. Garantizará la libertad de las actividades científicas y tecnológicas y la protección legal de sus resultados, así como el conocimiento ancestral colectivo.

Para la ejecución de éste proyecto no existe ninguna prohibición o impedimento de parte del ITSA por consiguiente tenemos todo el respaldo legal de éste proyecto.

4.3 OPERACIONAL

Para la implementación de éste proyecto se cuenta con el apoyo de docentes del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, que poseen los conocimientos referentes al tema, además de infraestructura propia de la Institución y los conocimientos de los técnicos de aviación del GAE 45 "PAQUISHA".

4.4 ECONÓMICO FINANCIERO

Recursos:

- **Humanos:** Sebastián Sevillano, investigador del Tema.
- **Materiales:** Copas Stanley 46, palanca de fuerza, caja metálica para herramientas, soporte de madera.
- **Técnicos:** Computadora, manuales técnicos de aviación.
- **Económicos:**

Gasto	Directo	Indirecto
Copa (46)	\$40	
Palanca de Fuerza	\$50	
Mano de Obra	\$200	
Materiales varios	\$250	
Gastos Varios	\$60	
Material de Oficina		\$70
Sub-Total	\$600	\$70
Presupuesto		\$670

El proyecto tiene un costo de \$670 que no es costo relativamente alto, si observamos la necesidad de la Institución al no contar con herramientas especiales que nos ayuden al desmontaje, montaje y/o traslado de partes y accesorios del motor.

Denuncia de tema

Implementar un Kit de Herramientas Especiales para el Desmontaje y Montaje de la etapa de Turbina de los motores J-65 que existen en el Laboratorio de Motores “Bloque 42” del ITSA, con su respectivo manual de operaciones de Material de Apoyo necesarios para ésta operación, para que puedan ser aprovechados por los Sres. Docentes y alumnos de la institución, con el fin de evitar que las clases no sean sólo teóricas, sino también prácticas y lograr una armonía de aprendizaje, por parte de los alumnos de quinto y sexto nivel de la Carrera Mecánica Aeronáutica, mención Motores, del ITSA.

Cronograma de Actividades									
	1ra semana	2da semana	3ra semana	4ta semana	5ta semana	6ta semana	7ma semana	8va semana	9na semana
Tema: Elaboración de un Kit de Herramientas para el desmontaje y montaje de la etapa de turbina de los motores J-65									
Por: Sevillano Sebastián									
Fecha de Inicio: 19, Octubre 2010									
Actividades									
Recolección de información									
Presentación primer borrador									
Corrección del primer borrador									
Presentación segundo borrador									
Investigación profunda del tema de investigación									
Calculos Estructurales Herramientas									
Desarrollo de Herramientas									
Desmontaje de las etapas de Turbina del Motor J-65									
Lavado de discos de turbina, motor J-65									
Inspección visual de etapas de la turbina del motor J-65									
Montaje de las etapas de turbina, motor j-65									
Elaboración del manual de operaciones para el desmontaje y montaje de la etapa de turbina de los motores J-65									
Presentación Final, Tema de Tesis.									
Tiempo de Ejecución									

BIBLIOGRAFIA

- www.wikipedia.org/wiki/turbojet/operation- centrifugal flow.png
- www.wikipedia.org/wiki/turbofan operation lbp svg
- www.wikipedia.org/wiki/turboprop operation-en.svg
- www.wikipedia.org/wiki/funcionamiento de un turboeje.png
- <http://www.scribd.com/doc/36221306/Lab-Turbina-Francis>
- <http://members.fortunecity.com/blandengues/Educacion/mantenimiento/mantenimiento%20preventivo.htm>

Manual de Mantenimiento Motor J-65

Archivo, cortesía Tlgo. Andrés Paredes

ANEXO A1

CUESTIONARIO DE PREGUNTAS PARA LA ENTREVISTA



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

Yo, Sebastián Sevillano, estudiante egresado del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, voy a realizar una entrevista al Sr. Tigo. Andrés Paredes, con el fin de determinar la frecuencia con que los alumnos de la institución utilizan el taller de Mecánica “Bloque 42”, con el fin de determinar falencias existentes en él.

- 1. Las horas de práctica en el taller, ¿Son suficientes para el aprendizaje práctico de los alumnos de quinto y sexto nivel de Mecánica Aeronáutica, Mención Motores del ITSA?**

Son suficientes pero deberían estar mejor estructuradas y con todos los implementos, herramientas y materiales necesarios.

- 2. Usted como docente de la Institución, ¿Cree que el Taller de Mecánica “Bloque 42” del ITSA, cuenta con suficientes herramientas y material de apoyo necesario para la enseñanza práctica a los señores estudiante?**

No cuenta con todas las herramientas necesarias, especialmente herramienta especial.

- 3. Si hablásemos de conocimientos prácticos, que me puede comentar, acerca de si: ¿Los alumnos de quinto y sexto nivel y señores egresados del ITSA poseen conocimientos prácticos con respecto a trabajos que se realizan en mantenimiento?**

Poseen los conocimientos que adquieren en sus periodos de pasantías y lo que se enseña en los talleres.

4. **¿Cómo podría implementarse herramientas y material de apoyo a los talleres de Mecánica “Bloque 42” del ITSA que sean usados para la enseñanza práctica hacia los estudiantes del ITSA, sin que la Institución tenga que pagar por éste material de ayuda?**

Se pueden asignar proyectos de graduación para que los mismos alumnos que han visto las necesidades puedan implementar este tipo de herramientas.

5. **¿Estaría usted dispuesto a colaborar con los señores estudiantes egresados del ITSA para que ellos doten de herramientas y material de apoyo al Taller del Mecánica, “Bloque 42”?**

Desde luego, ya lo he venido haciendo.

6. **Como docente de la Materia de Motores Turbina en los diferentes niveles, ¿Estaría usted de acuerdo en utilizar como material de apoyo herramientas especiales, elaboradas por señores egresados de la Institución?**

Claro que si, si es que cumple con su función y está diseñada y elaborada bajo parámetros de calidad.

7. **¿Algo que nos quiera comentar, con respecto a mi tema de trabajo? “Elaboración de un Kit de Herramientas Especiales para el Desmontaje y Montaje de la etapa de Turbina de los motores J-65 que existen en el Laboratorio de Motores “Bloque 42” del ITSA”**

Es un tema que cubre una de las necesidades imperiosas en el Bloque 42 en cuanto a herramientas especiales se refiere.

Firma del Entrevistado

Sr. Tlgo. Andrés Paredes

Anexo B

Material adquirido para el proceso de desmontaje de la etapa de turbina de los motores J-65



Anexo C

Equipo de seguridad para el montaje y desmontaje de la etapa de turbina de los motores J-65

Gafas de protección



Overol



Guantes de Protección

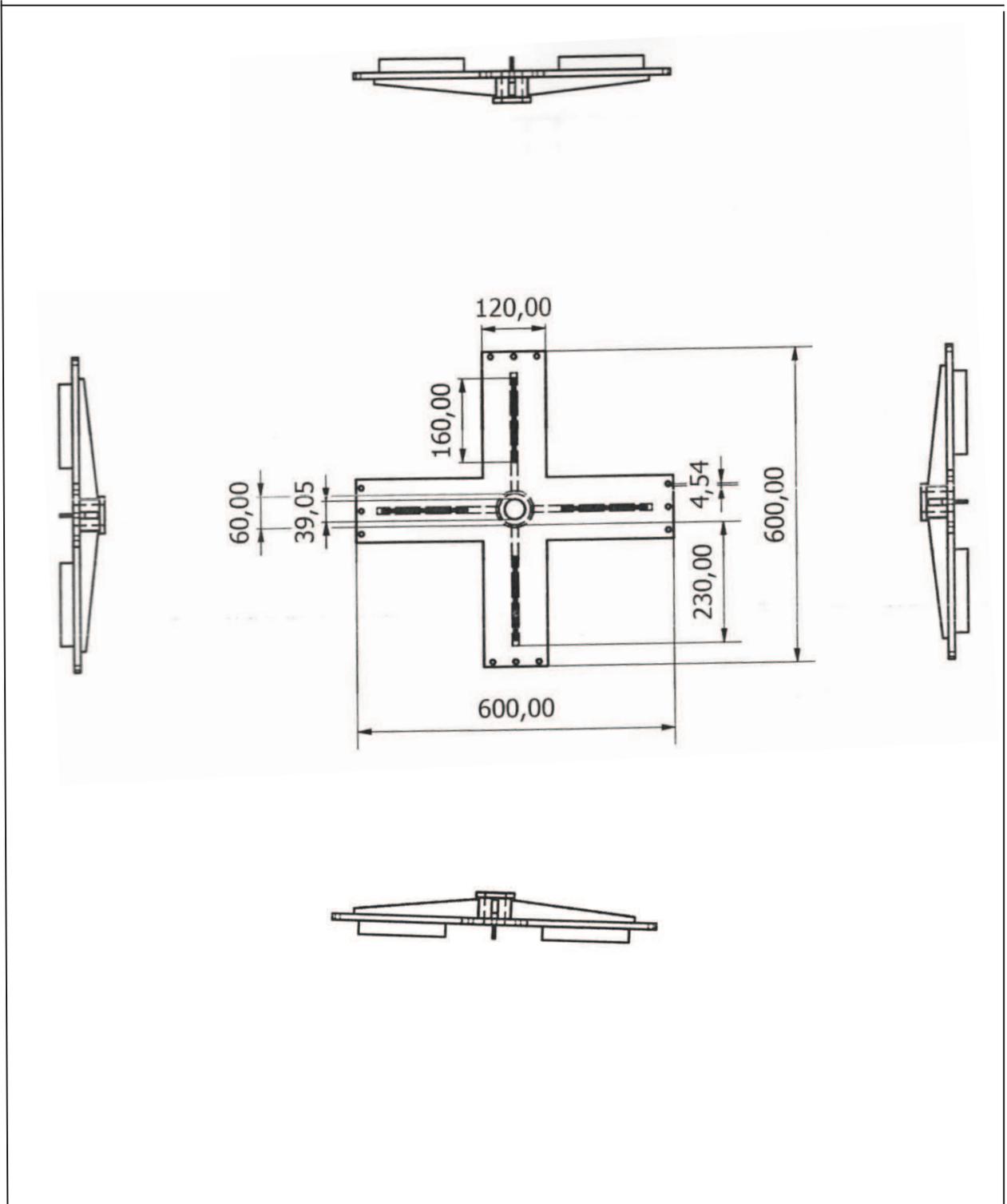


Botas con punta de acero

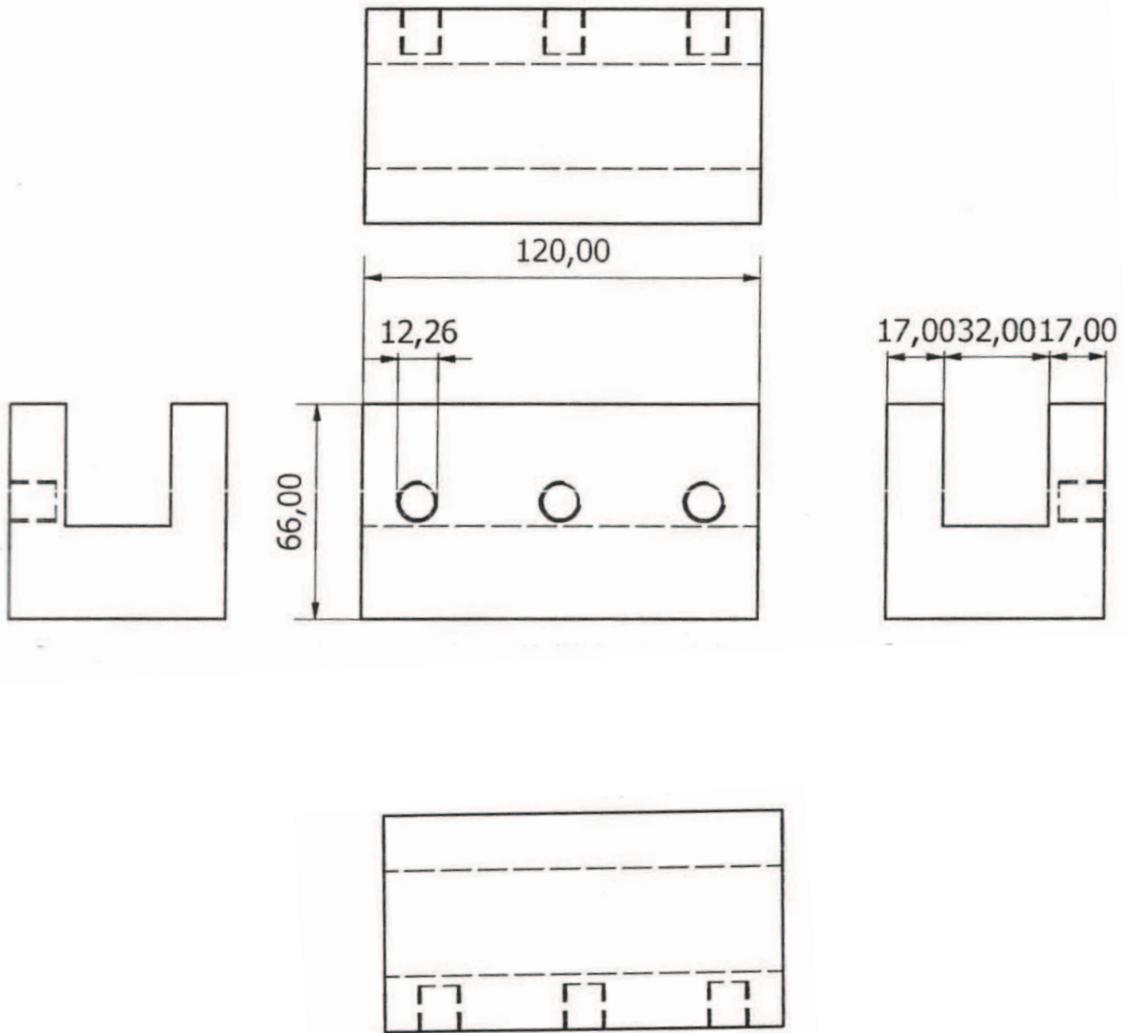


Anexo D

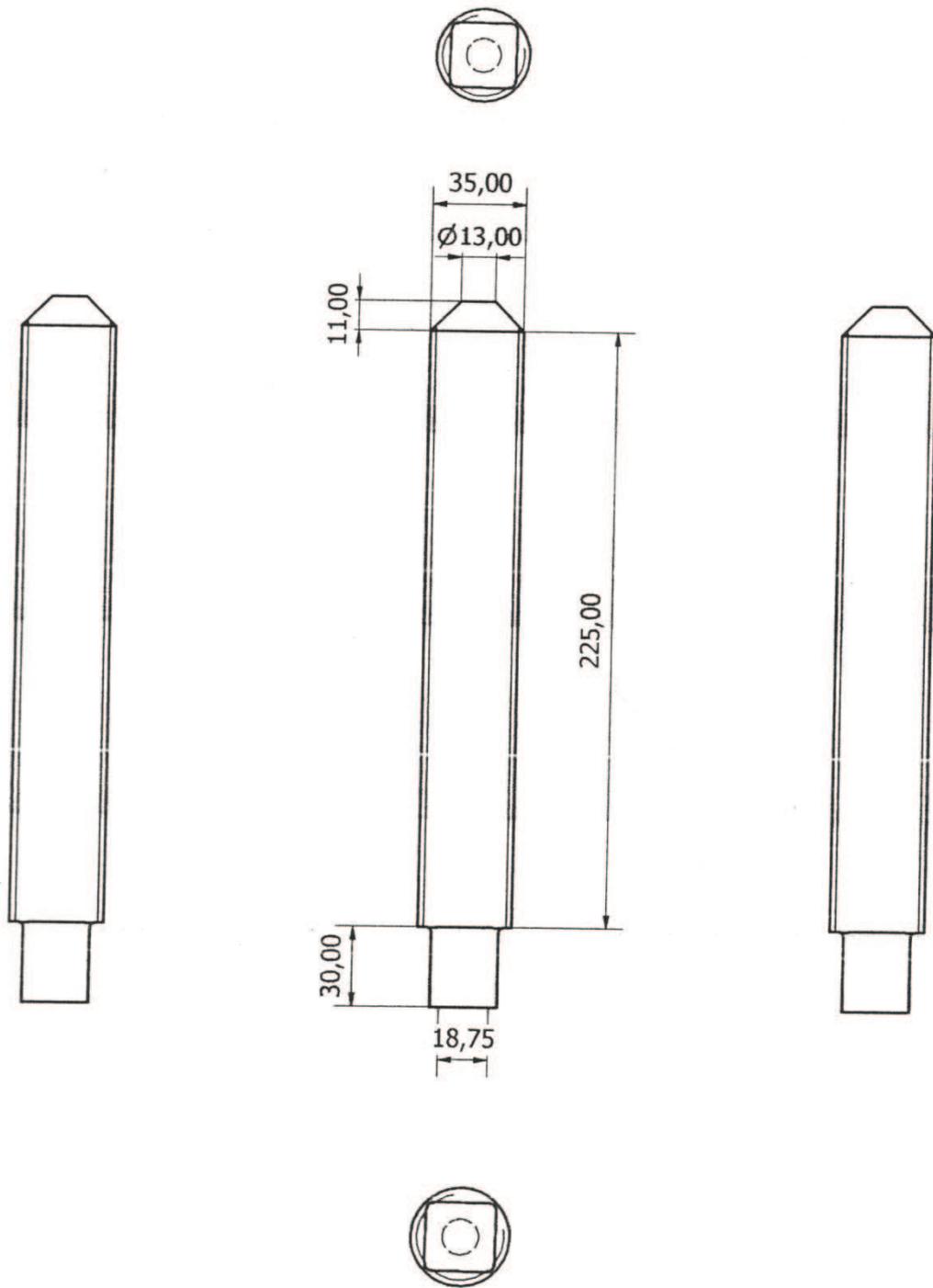
Planos y cálculos estructurales del Kit de Herramientas



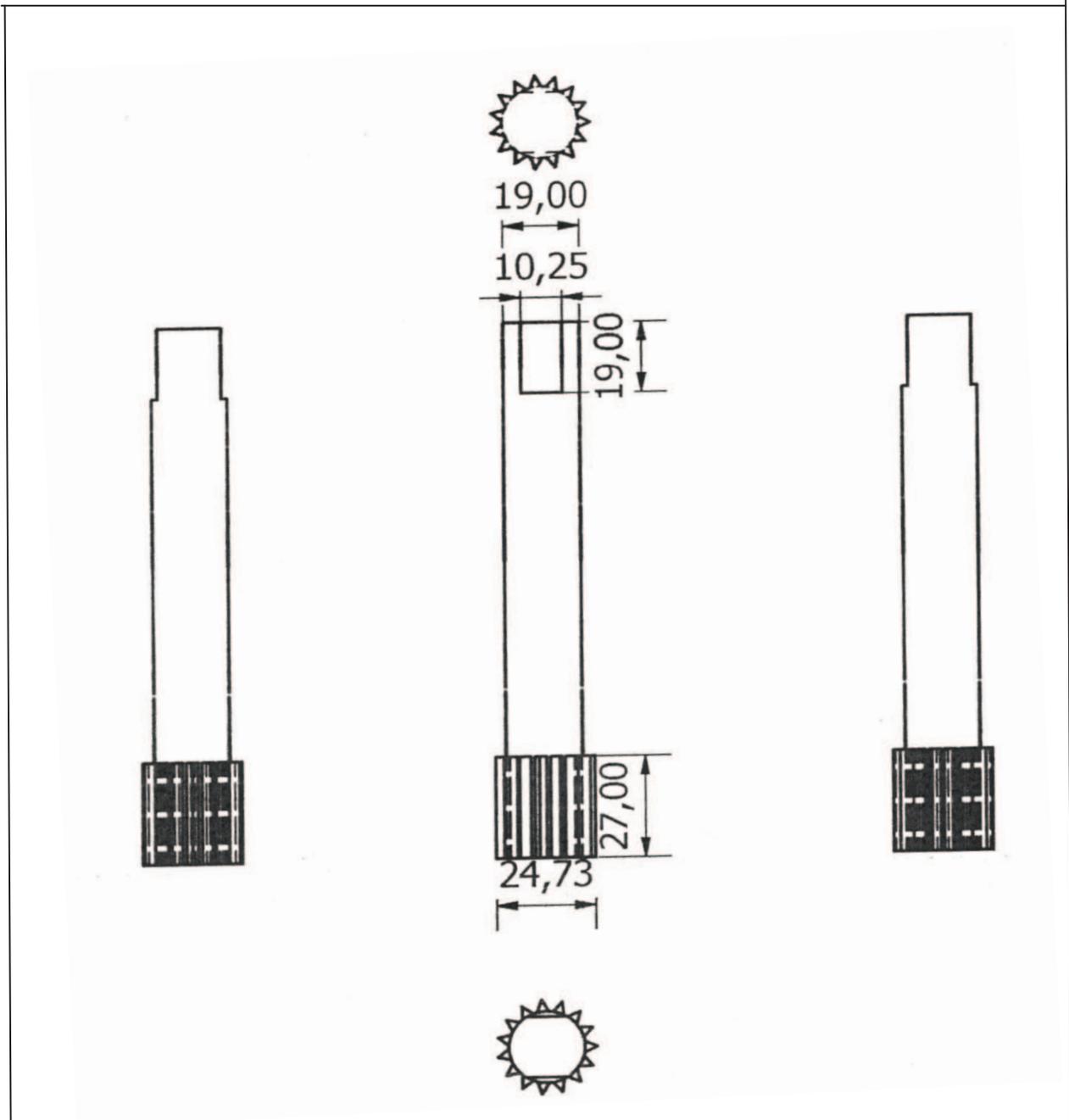
TRAT. TÉRMICO:	NINGUNO	ITSA	MECÁNICA AERONÁUTICA	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO		ESCALA:	DIB: Sevillano Sebastián
MATERIAL		1:10	DIS:	Sevillano Sebastián
ACERO A 36		012	REV:	Tlgo.AndrésParedes
SANTIAGO			FECHA:	22/08/2011



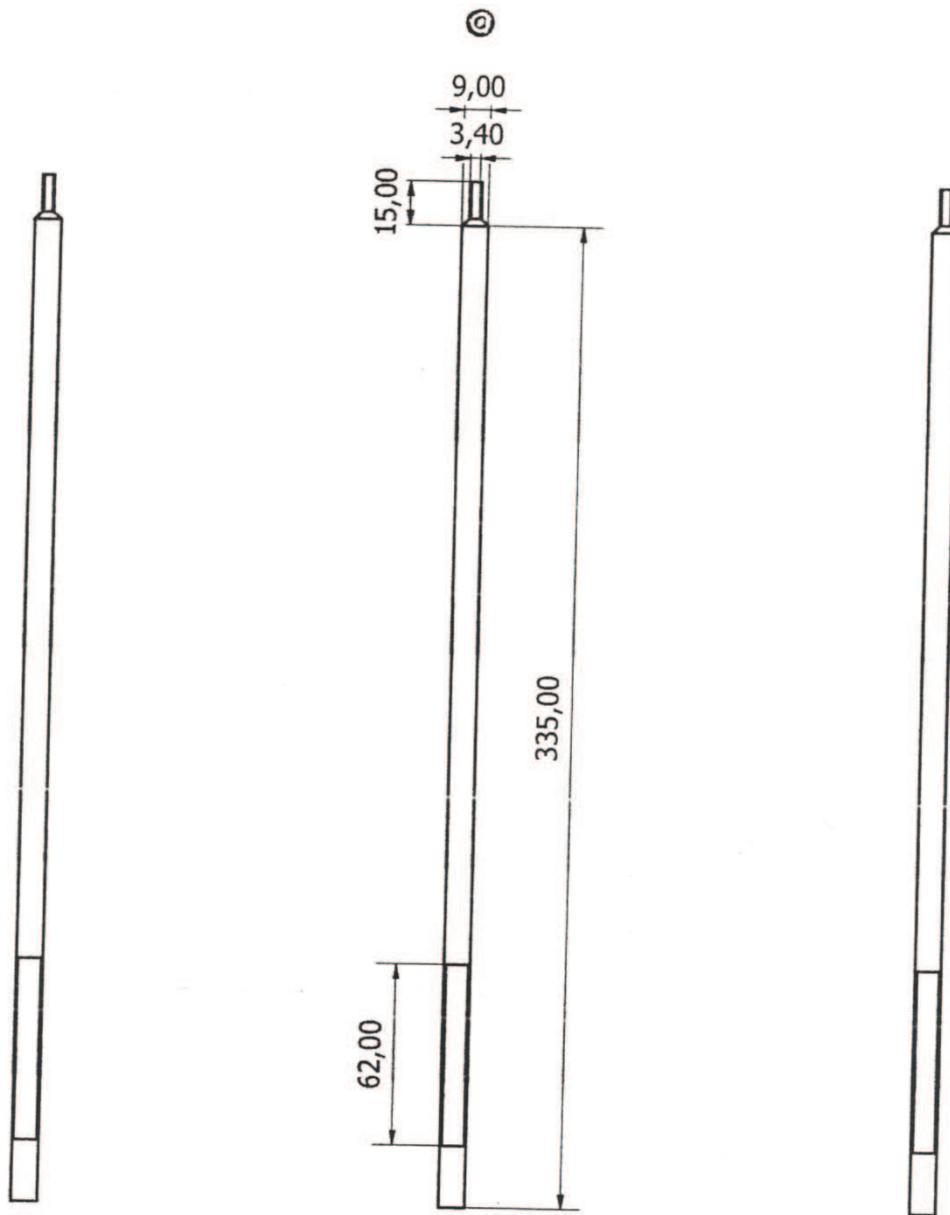
TRAT. TÉRMICO:	NINGUNO	ITSA	MECÁNICA AERONÁUTICA	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	ESCALA:	DIB:	Sevillano Sebastián
MATERIAL ACERO A 36		1:2	DIS:	Sevillano Sebastián
		011	REV:	Tlgo. Andrés Paredes
“U” DE EXTRACCIÓN			FECHA:	22/08/2011



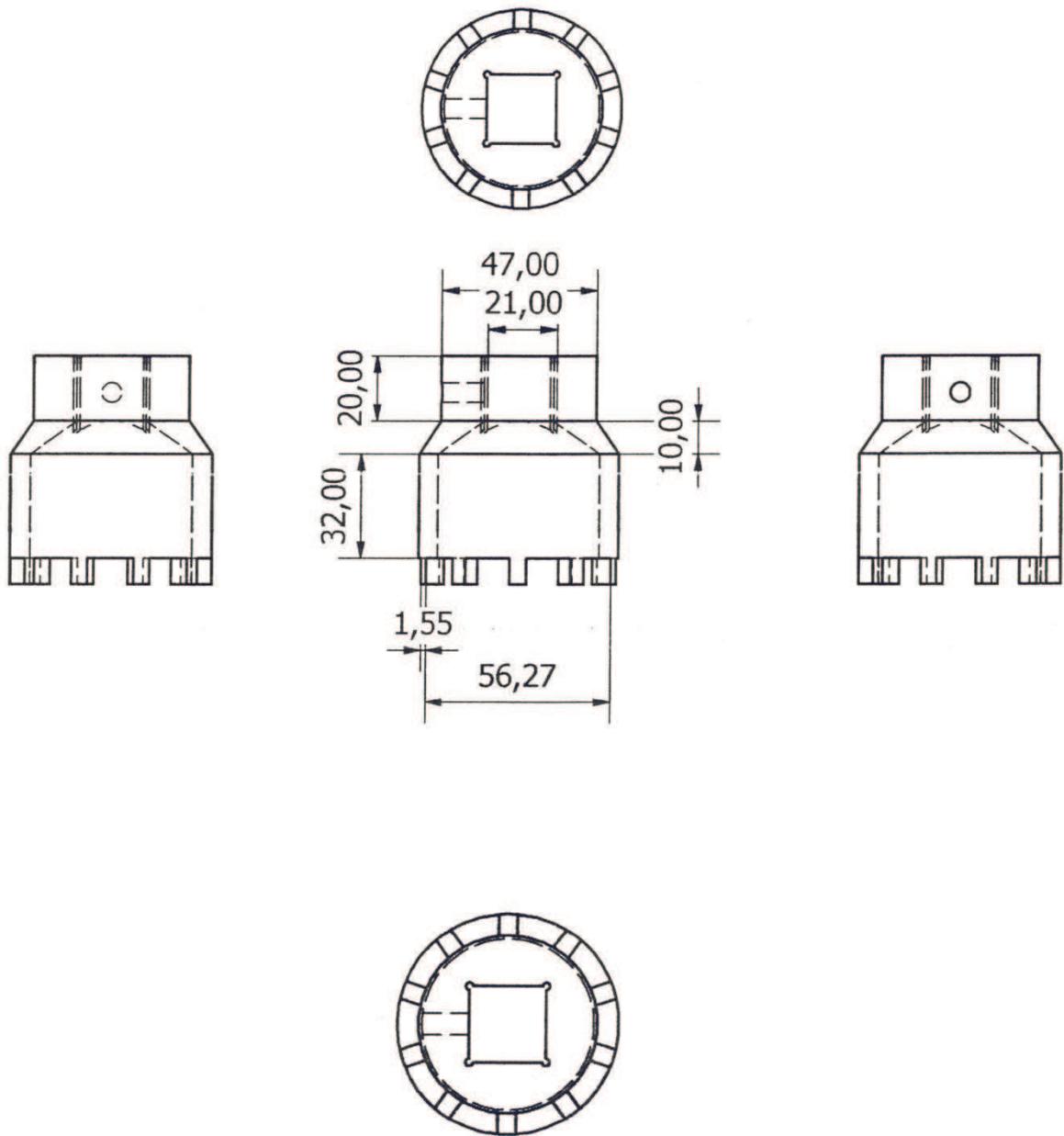
TRAT. TÉRMICO:	NINGUNO	ITSA	MECÁNICA AERONÁUTICA	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	ESCALA:	DIB:	Sevillano Sebastián
MATERIAL ACERO A 36		1:2	DIS:	Sevillano Sebastián
		009	REV:	Tlgo. Andrés Paredes
PERNO DE EXTRACCIÓN			FECHA:	22/08/2011



TRAT. TÉRMICO:	NINGUNO	ITSA	MECÁNICA AERONÁUTICA	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	ESCALA:	DIB:	Sevillano Sebastián
MATERIAL ACERO A 36		1:2	DIS:	Sevillano Sebastián
		003	REV:	Tlgo. Andrés Paredes
TRABADOR DEL MOTOR			FECHA:	22/08/2011



TRAT. TÉRMICO:	NINGUNO	ITSA	MECÁNICA AERONÁUTICA	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	ESCALA:	DIB:	Sevillano Sebastián
MATERIAL ACERO A 36		1:2	DIS:	Sevillano Sebastián
		004	REV:	Tlgo.AndrésParedes
EXTRACTOR DE PINES			FECHA:	22/08/2011



TRAT. TÉRMICO:	NINGUNO	ITSA	MECÁNICA AERONÁUTICA	
RECUBRIMIENTO:	NINGUNO	ESCALA:	DIB:	Sevillano Sebastián
MATERIAL ACERO CROMO VANADIO		1:2	DIS:	Sevillano Sebastián
		001	REV:	Tlgo.AndrésParedes
COPA 46"			FECHA:	22/08/2011

Anexo E

HERRAMIENTAS Y CAJA DE TRANSPORTE KIT DE DESMONTAJE Y MONTAJE DE LA ETAPA DE TURBINA DEL MOTOR J-65

Caja de transporte Cerrada:



Caja de transporte, primer piso: Herramientas de Apoyo



Caja de transporte, Herramientas para la extracción del disco:



Caja de transporte, Extractor del Disco de Turbina:



Anexo F
Figuras del Manual del Operación

Fig001



Fig002



Fig 003



Fig004

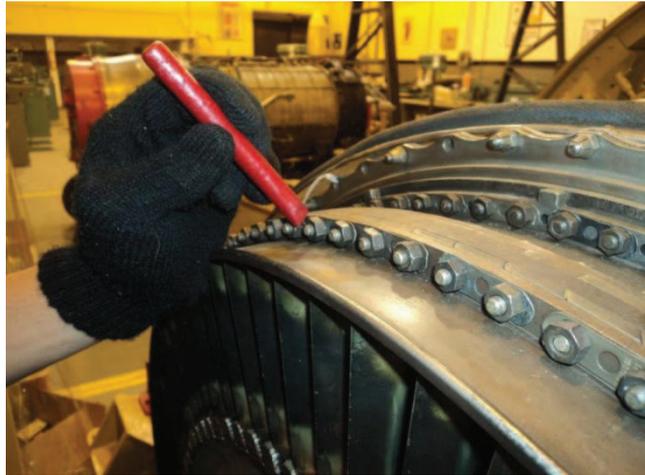


Fig 005

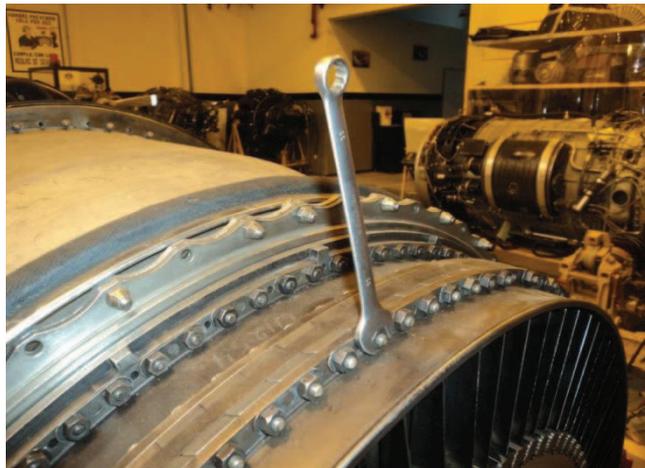


Fig 006



Fig007



Fig 008

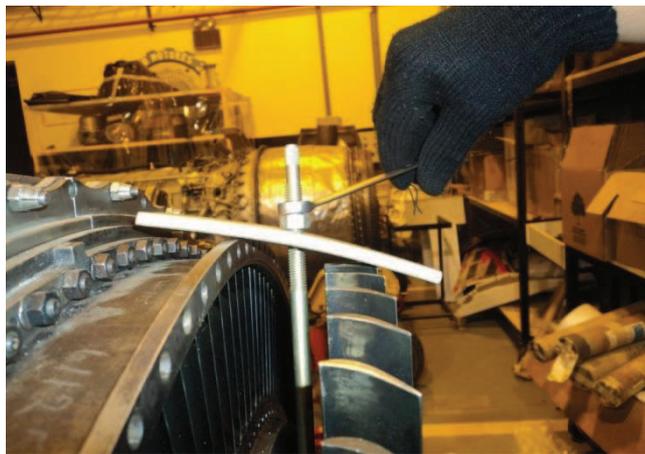


Fig 009



Fig 010



Fig 011



Fig 012



Fig 013



Fig 014



Fig 015



Fig 016



Fig 017



HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Sevillano Osorio Sebastián Alejandro

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

FECHA DE NACIMIENTO: 12 – 12 - 1989

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 1713852232

TELÉFONOS: 087034512 - 022494882

CORREO ELECTRÓNICO: los3mosqueteroscoflar@hotmail.com

DIRECCIÓN: Diego Vaca OE5 – 505 y José M. Carrión (El Condado)



ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA:

Escuela Alfonso del Hierro “La Salle” 1996 - 2001

SECUNDARIA:

Colegio Luis Napoleón Dillon 2001- 2004

Colegio Técnico Aeronáutico Coronel Maya 2004 - 2007

SUPERIOR

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico 2007 - 2010

TÍTULOS OBTENIDOS

Bachiller Técnico Industrial Especialización “Motores de Aviación”.

Suficiencia en el Idioma Inglés ITSA.

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

Pasantías, Aeropolicial (200H).

Pasantías, BAE-45 (200H).

Pasantías, Aeropolicial (160H).

Pasantías, COTRAN Ala de Combate N° 11 (160H).

Pasantías, AEROFAQ (200H).

Pasantías, TAME (200H).

CURSOS Y SEMINARIOS

Entrenamiento Práctico y Teórico del Helicóptero Bell 206-B. (Aeropolicial).

Entrenamiento Práctico del Helicóptero “Súper Puma”. (BAE – 45 Pichincha).

Entrenamiento Práctico del Helicóptero “Gazell”. (BAE – 45 Pichincha).

Curso de inglés ITSA, Suficiencia en el Idioma Inglés.

Participación en Colonias Navideñas, Campaña Rayuela Social, Cotopaxi.

REFERENCIAS PERSONALES

Ing. Henry Iza, ITSA Instructor de la cátedra de Materiales y Procesos 087241684.

Tlgo. Andrés Paredes, ITSA Instructor de la cátedra de Práctica Tutoriada de Motores Turbina 087885284.

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

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

SEVILLANO OSORIO SEBASTIÁN ALEJANDRO

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

ING. HERBERT ATENCIO

Latacunga, Septiembre 12 del 2011

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, **SEVILLANO OSORIO SEBASTIÁN ALEJANDRO**, Egresado de la carrera de **MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**, en el año 2011, con Cédula de Ciudadanía N° 1713852232, autor del Trabajo de Graduación **CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN KIT DE HERRAMIENTAS ESPECIALES PARA EL DESMONTAJE Y MONTAJE DE LA ETAPA DE TURBINA DE LOS MOTORES J-65** cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

SEVILLANO OSORIO SEBASTIÁN ALEJANDRO

Latacunga, Septiembre 12 del 2011