



**ESPE**

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

## **UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS**

### **CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**“ELABORACIÓN DE UNA GUÍA DIDÁCTICA Y CONTRUCCIÓN  
DEL KIT DE HERRAMIENTAS ESPECIALES PARA EL  
DESMONTAJE DE PARTES Y COMPONENTES DE LA  
REDUCTION GEARBOX DEL MOTOR PT6A-25 PRATT &  
WHITNEY PARA LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS”**

**REYES VIZCAÍNO CHRISTIAN XAVIER**

Trabajo de Graduación para la obtención del Título de:

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA  
MENCION MOTORES**

**2014**

## CERTIFICACIÓN

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

---

Ing. Rodrigo Bautista Zurita  
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, 23 de Octubre del 2014

## **AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, CHRISTIAN XAVIER REYES VIZCAÍNO

### **DECLARO QUE:**

El proyecto denominado “ELABORACIÓN DE UNA GUÍA DIDÁCTICA Y CONTRUCCIÓN DEL KIT DE HERRAMIENTAS ESPECIALES PARA EL DESMONTAJE DE PARTES Y COMPONENTES DE LA REDUCTION GEARBOX DEL MOTOR PT6A-25 PRATT & WHITNEY PARA LA UGT”, ha sido desarrollado en base a una investigación científica exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas constan al pie de las paginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente, este trabajo es de mi autoría.

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

Latacunga, 23 de Octubre del 2014.

---

CHRISTIAN XAVIER REYES VIZCAÍNO

## AUTORIZACIÓN

Yo, CHRISTIAN XAVIER REYES VIZCAÍNO

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “ELABORACIÓN DE UNA GUÍA DIDÁCTICA Y CONTRUCCIÓN DEL KIT DE HERRAMIENTAS ESPECIALES PARA EL DESMONTAJE DE PARTES Y COMPONENTES DE LA REDUCTION GEARBOX DEL MOTOR PT6A-25 PRATT & WHITNEY PARA LA UGT”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, 23 de Octubre del 2014.

## **DEDICATORIA**

A Dios y a mis padres

Agradezco a Dios por bendecirme, mantenerme con salud y todas las fuerzas para lograr las metas que me propuse alcanzar.

El presente trabajo va dedicado a mis padres que con todo esfuerzo y confianza me han llevado a ser un hombre con principios, valores, ayudarme y apoyarme cada día para alcanzar mis objetivos y metas.

**Sr. Christian Xavier Reyes Vizcaíno**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento siempre a Dios quien me da la vida y salud, para cada día disfrutar, sonreír lo hermoso que es vivir con las personas buenas que conozco.

A todos los docentes del Instituto quienes me impartieron sus conocimientos y que me brindaron su amistad. Al instituto por abrirme sus puertas para educarme y enseñarme a madurar en todo el tiempo de estudio.

A todos mis familiares; mis hermanos y amigos; quienes estuvieron ahí para apoyarme y brindarme de su ayuda a pesar de estar lejos de mi hogar y además agradezco por su valioso tiempo y colaboración para realizar el presente proyecto de grado.

**Sr. Christian Xavier Reyes Vizcaíno**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN .....	I
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD .....	II
AUTORIZACIÓN.....	III
DEDICATORIA .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
RESUMEN.....	XIX
ABSTRACT .....	XX

### CAPÍTULO I

#### EL TEMA

1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación e importancia.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 General .....	3
1.3.2 Específicos.....	3
1.4. Alcance .....	4

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1 Conceptos.....	5
2.1.1 Manual .....	5
2.1.2 Manual de mantenimiento.....	5

2.1.3	Manual de overhaul.....	5
2.2	Motor PT6A-25.....	5
2.2.1	Descripción y operación.....	5
2.2.2	Datos del motor.....	9
2.2.3	Secciones del motor.....	10
2.2.3.1	Sección de accesorios.....	11
2.2.3.2	Sección de entrada de aire.....	13
2.2.3.3	Sección del compresor.....	15
2.2.3.3.1	Descripción.....	15
2.2.3.3.2	Ubicación.....	15
2.2.3.3.3	Construcción.....	15
2.2.3.3.4	Álabes rotores.....	16
2.2.3.3.5	Álabes estatores.....	16
2.2.3.4	Sección de combustión.....	17
2.2.3.5	Sección de turbinas.....	18
2.2.3.5.1	Turbina del compresor.....	18
2.2.3.5.2	Turbina de potencia.....	19
2.2.3.6	Sección de escape.....	21
2.2.3.6	Sección reduction gearbox.....	22
2.2.3.6.1	Descripción y operación.....	22
2.2.3.6.2	Función.....	26
2.2.3.6.3	Partes de la cubierta posterior.....	26
2.2.3.6.4	Descripción de la primera etapa de engranajes de reducción.....	27
2.2.3.6.5	Descripción de la segunda etapa de engranajes de reducción.....	27



2.2.3.6.6	Descripción del sistema torquimetro .....	28
2.2.3.6.7	Componentes.....	28
2.2.3.6.8	Operación del torquimetro.....	28
2.3	Transición al turbohélice .....	29
2.3.1	Empuje de masa de aire que sale de la tobera.....	30
2.3.2	Tipos de turbohélice.....	30
2.3.3	Turbina libre .....	31
2.3.4	Control del turbohélice .....	32
2.3.5	Instrumentos .....	33
2.3.6	Pasos de la hélice .....	35
2.4	Guía didáctica .....	36
2.4.1	Definición .....	36
2.4.2	Funciones básicas de la guía didáctica.....	36
2.5	Herramientas mecánicas en el proceso desmontaje.....	37
2.5.1	Definición .....	37
2.6	Materiales utilizados en el proceso de construcción .....	38
2.6.1	Eje de transmisión SAE 1018 .....	38
2.6.1.1	Descripción .....	38
2.6.1.2	Propiedades mecánicas.....	39
2.6.1.3	Usos.....	39
2.6.2	Tubo redondo estructural .....	39
2.6.2.1	Ventajas .....	40
2.6.2.2	Especificaciones del tubo estructural .....	41
2.7.	Herramientas utilizadas en la construcción.....	41

2.7.1	Torno.....	41
2.7.1.1	Procesos .....	42
2.7.2	Pie de rey.....	45
2.7.2.1	Definición .....	45
2.7.2.2	Componentes.....	46
2.7.3	Galga de roscas .....	47
2.7.4	Soldador eléctrico .....	47
2.7.4.1	Descripción .....	47
2.7.4.2	Tipos de soldadores eléctricos por arco.....	48
2.7.5	Fresadora.....	49
2.7.6	Otras herramientas .....	50
2.7.7	Normas de seguridad para el proceso de construcción .....	50
2.7.7.1	Protección personal .....	50
2.7.7.2	Recomendaciones para el uso del torno y fresadora .....	51

### **CAPÍTULO III**

#### **DESARROLLO DEL TEMA**

3.1	Preliminares .....	53
3.2	Estudio de alternativas.....	54
3.2.1	Selección de la mejor alternativa .....	54
3.2	Construcción del kit de herramientas especiales .....	55
3.2.1	Descripción del kit de herramientas especiales .....	55
3.2.1	Elementos del kit de herramientas .....	58
3.2.2	Proceso de construcción.....	59
3.2.3	Orden de construcción.....	59
3.2.3.1	Puller (PWC32072) .....	59

3.2.3.2	Plato de soporte.....	63
3.2.3.3	Puller (PWC30046-57).....	65
3.2.3.4	Puller (PWC30128-5).....	68
3.2.3.5	Estructura base del plato de soporte .....	69
3.2.3.6	Puller (PWC30128-02).....	71
3.2.3.6	Puller (PWC30128-04).....	73
3.2.3.7	Socket (PWC30061) .....	75
3.2.3.8	Socket (PWC30324) .....	77
3.2.3.9	Socket (PWC32430) .....	79
3.2.3.10	Extractor santiago.....	81
3.2.3.11	Botadores.....	83
3.2.3.12	Herramienta a presión (PWC30418).....	84
3.2.3.13	Placa de ajuste .....	86
3.2.3.14	Caja de herramientas.....	87
3.2.3.15	Proceso de pintura.....	89
3.3	Diagrama de construcción y ensamblaje .....	90
3.3.1	Diagrama: Plato de soporte .....	92
3.3.2	Diagrama: Puller (PWC32072).....	93
3.3.3	Diagrama: Puller (PWC30046-57) .....	94
3.3.4	Diagrama: Puller (PWC30128-5) .....	95
3.3.5	Diagrama: Estructura base del plato de soporte .....	96
3.3.6	Diagrama: Puller (PWC30128-02) .....	97
3.3.7	Diagrama: Puller (PWC30128-04) .....	98
3.3.8	Diagrama: Socket (PWC30061).....	99

3.3.9	Diagrama: Socket (PWC30324).....	100
3.3.10	Diagrama: Socket (PWC32430).....	101
3.3.11	Diagrama: Extractor santiago.....	102
3.3.12	Diagrama: Botadores .....	103
3.3.13	Diagrama: Herramienta a presión (PWC30418) .....	104
3.3.14	Diagrama: Placa de Ajuste.....	105
3.3.15	Diagrama de construcción de la caja de transporte .....	106
3.3.16	Diagrama de ensamble del kit de herramientas.....	107
3.4	Pruebas de funcionamiento y operación.....	108
3.5	Elaboración de manuales.....	108
3.5.1	Manual de seguridad .....	109
3.5.2	Manual de operación .....	111
3.5.3	Manual de mantenimiento.....	124
3.6	Elaboración de la guía didáctica .....	126
3.6.1	Desarrollo y presentación de la guía didáctica.....	126
3.6.1.1	Portada de la guía didáctica.....	126
3.6.1.2	Presentación de la caratula.....	127
3.6.1.3	Índice de contenidos .....	127
3.6.1.4	Introducción.....	128
3.6.1.5	Normas y equipos de seguridad establecidas.....	128
3.6.1.6	Presentación del proceso de desmontaje .....	129
3.7	Análisis económico .....	138
3.7.1	Rubros .....	138
3.7.1.1	Costos primarios .....	138

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones .....	141
4.2 Recomendaciones .....	142
 GLOSARIO.....	 143
SIGLAS.....	145
Bibliografía.....	145

### ANEXOS

ANEXO A (Equipos de protección personal).....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ANEXO B (Planos y Cálculos de las herramientas especiales)	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ANEXO C (Kit de herramientas especiales).....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ANEXO D (Guía didáctica).....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
 HOJA DE VIDA.....	 <b>¡Error! Marcador no definido.</b>
HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL..	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO II

<b>Tabla</b>	<b>Pág.</b>
2.1 Especificaciones y medidas del tubo estructural.....	41

### CAPÍTULO III

<b>Tabla</b>	<b>Pág.</b>
3.1 Especificaciones y medidas del puller (PWC32072).....	62
3.2 Especificaciones y medidas del plato de soporte	64
3.3 Especificaciones y medidas del puller (PWC30046-57).....	67
3.4 Especificaciones y medidas del puller (PWC30128-5).....	69
3.5 Especificaciones y medidas de la estructura base.....	71
3.6 Especificaciones y medidas del puller (PWC30128-02).....	73
3.7 Especificaciones y medidas del puller (PWC30128-04).....	74
3.8 Especificaciones y medidas del socket (PWC30061).....	76
3.9 Especificaciones y medidas del socket (PWC30324).....	78
3.10 Especificaciones y medidas del socket (PWC32430).....	80
3.11 Especificaciones y medidas del extractor santiago.....	82
3.12 Especificaciones y medidas los botadores.....	84
3.13 Especificaciones y medidas de la herramienta a presión.....	86
3.14 Especificaciones y medidas de la placa de ajuste.....	87
3.15 Especificaciones y medidas de la caja de herramientas.....	89
3.16 Simbolización de los diagramas de procesos.....	91
3.17 Costos primarios.....	139
3.18 Mano de obra.....	139
3.19 Costos secundarios.....	140
3.20 Costo total del proyecto.....	140

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

<b>FIGURA</b>		<b>Pág.</b>
2.1	Motor PT6A-25.....	6
2.2	Esquema interno PT6A engine.....	8
2.3	Turbina libre.....	10
2.4	Estaciones del motor.....	11
2.5	Sección de accesorios.....	13
2.6	Caja de entrada de aire.....	15
2.7	Compresor PT6A-25.....	16
2.8	Cámara de combustión.....	18
2.9	Turbina de potencia.....	20
2.10	Conducto de escape.....	21
2.11	Reduction gearbox.....	24
2.12	Sistema de torquimetro.....	29
2.13	Generación de gases de escape.....	30
2.14	Turbinas libres o independientes.....	31
2.15	Control del turbohélice.....	32
2.16	Instrumentos.....	33
2.17	Nomenclatura instrumental.....	34
2.18	Pasos de la hélice.....	35
2.19	Herramientas manuales.....	37
2.20	Acero SAE 1018.....	38

2.21	Tipos de tubos estructurales.....	40
2.22	Esquemático de un torno.....	42
2.23	Proceso cilindrado.....	42
2.24	Proceso refrentado.....	43
2.25	Proceso roscado.....	44
2.26	Proceso taladrado.....	44
2.27	Moleteado de una superficie cilíndrica.....	45
2.28	Pie de rey.....	46
2.29	Galga de roscas.....	47
2.30	Soldadora eléctrica.....	49
2.31	Fresadora universal.....	50
2.32	Protección personal.....	52

### CAPÍTULO III DESARROLLO DEL TEMA

FIGURA		Pág.
3.1	Acero transmisión.....	55
3.2	Proceso de construcción del mango y moleteado.....	60
3.3	Proceso de roscado del eje.....	61
3.4	Fresado y acabado del cabezal dentado interno.....	62
3.5	Proceso de construcción y diseño del plato de soporte.....	64
3.6	Proceso de construcción del mango.....	66
3.7	Proceso de roscado del eje.....	66
3.8	Construcción del cabezal.....	67
3.9	Proceso de construcción de la herramienta puller (PWC30128-5).....	69
3.10	Proceso de construcción de la estructura base.....	70



3.11	Proceso de acabado de la estructura base.....	71
3.12	Proceso de construcción de la herramienta puller (PWC30128-02).....	72
3.13	Proceso de construcción de la herramienta puller (PWC30128-04).....	74
3.14	Proceso de construcción y diseño de la herramienta socket (PWC30061).....	76
3.15	Proceso de construcción y diseño de la herramienta socket (PWC30324).....	78
3.16	Proceso de construcción y diseño de la herramienta socket (PWC32430).....	80
3.17	Proceso de armado y diseño del extractor santiago.....	82
3.18	Proceso de construcción y diseño de los botadores.....	83
3.19	Proceso de construcción y diseño de la herramienta a presión .....	85
3.20	Proceso de construcción y diseño de la placa de ajuste.....	87
3.21	Proceso de construcción y diseño de la caja de herramientas.....	88
3.22	Proceso de pintura de las herramientas.....	90
3.23	Diagrama del proceso de construcción del plato de soporte.....	92
3.24	Diagrama del proceso de construcción del puller (PWC32072).....	93
3.25	Diagrama del proceso de construcción del puller (PWC30046-57).....	94
3.26	Diagrama del proceso de construcción del puller (PWC30128-5).....	95

3.27	Diagrama del proceso de construcción de la estructura base.....	96
3.28	Diagrama del proceso de construcción del puller (PWC30128-02).....	97
3.29	Diagrama del proceso de construcción del puller (PWC30128-04).....	98
3.30	Diagrama del proceso de construcción del socket (PWC30061).....	99
3.31	Diagrama del proceso de construcción del socket (PWC30324).....	100
3.32	Diagrama del proceso de construcción del socket (PWC32430).....	101
3.33	Diagrama del proceso de construcción del extractor santiago.....	102
3.34	Diagrama del proceso de construcción de los botadores.....	103
3.35	Diagrama del proceso de construcción de la herramienta a presión.....	104
3.36	Diagrama del proceso de construcción de la placa de ajuste.....	105
3.37	Diagrama de construcción de la caja de transporte.....	106
3.38	Diagrama de ensamble del kit de herramienta.....	107
3.39	Presentación de la portada.....	126
3.40	Presentación de la Caratula.....	127
3.41	Índice de contenido .....	127
3.42	Introducción de la guía.....	128
3.43	Normas y equipos de seguridad.....	128

3.44	Presentación del proceso de desmontaje del portador de la primera etapa.....	129
3.45	Presentación del proceso de desmontaje de componentes internos de la cubierta posterior.....	130
3.46	Presentación del proceso de desmontaje del portador de la cubierta delantera.....	131
3.47	Presentación del proceso de desmontaje de componentes del portador de la cubierta delantera.....	132
3.48	Presentación del proceso de desmontaje de los componentes externos de la cubierta frontal.....	133
3.49	Presentación del proceso de desmontaje de componentes del eje de la hélice .....	134
3.50	Presentación del proceso de desmontaje del cojinete de empuje.....	135
3.51	Presentación del proceso de desmontaje de los componentes internos de la cubierta frontal.....	136
3.52	Presentación de figuras IPC para el proceso de desmontaje.....	137

## RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo ampliar el conocimiento del estudiante en el área práctica y así fortalecer habilidades en el uso correcto de herramientas que se utilizan en el desmontaje de partes y componentes de la caja reductora. El estudiante antes de proceder con la práctica en la caja reductora se orientará con pasos que debe seguir para el proceso de desmontaje mediante una guía didáctica, que va a ayudar al estudiante a fortalecer su aprendizaje práctico y adquirir conocimientos en el área laboral-profesional. El proyecto fue analizado y diseñado de forma correcta para sus respectivas funciones en el desmontaje de partes y componentes de la caja reductora. Las herramientas fueron construidas bajo medidas estándares del material (acero de transmisión SAE 1018), para mayor resistencia en uso. La forma y acabados de las herramientas se realizaron en el proceso de torneado para que la herramienta sea fácil de utilizar en el desmontaje de partes y componentes de la caja reductora. Se realizó pruebas de desmontaje en la caja reductora, para garantizar la función de cada herramienta especial, mediante pasos descritos en la guía didáctica desarrollada. En base al análisis y requerimientos se construyó cada herramienta especial para que el estudiante pueda desarrollar sus habilidades en el desmontaje de la caja reductora y tenga conocimientos impartidos sobre la importancia y función que cumple cada componente que constituye la caja reductora.

**PALABRAS CLAVES: FORTALECER HABILIDADES, APRENDIZAJE PRÁCTICO, LABORAL PROFESIONAL, MEDIDAS ESTÁNDARES, ANÁLISIS Y REQUERIMIENTOS.**

## ABSTRACT

This project aims to expand the student's knowledge in the practice area and thus strengthen skills in the correct use of tools used in the disassembly of parts and components of Reduction Gearbox. The student prior to the practice in the Reduction Gearbox will be oriented with steps to follow for the disassembly process through a didactic guide; it is going to help the student to strengthen their practical learning and gain knowledge labor-professional in the area. The project was analyzed and designed of form correct for their respective function in the disassembly of parts and components of Reduction Gearbox. The tools were constructed under measures standard material (transmission steel SAE 1018), for greater resistance in use. The shape and finish of the tools were made in the process turning for that the tool it easy to use in the disassembly of parts and components of the Reduction Gearbox. Was performed testing of disassembly in the Reduction Gearbox to ensure the function of each special tool through steps outlined in the didactic guide developed. In Base the analysis and requirements was built each special tool to enable the student to develop their skills in disassembly of the gearbox and have knowledge imparted on the importance and function of each component that makes up the Reduction gearbox.

**KEYWORDS: STRENGTHEN SKILLS, PRACTICAL LEARNING, PROFESSIONAL WORK, STANDARD MEASURES, ANALYSIS AND REQUIREMENTS.**

## **CAPÍTULO I**

### **TEMA**

“ELABORACIÓN DE UNA GUÍA DIDÁCTICA Y CONTRUCCIÓN DEL KIT DE HERRAMIENTAS ESPECIALES PARA EL DESMONTAJE DE PARTES Y COMPONENTES DE LA REDUCTION GEARBOX DEL MOTOR PT6A-25 PRATT & WHITNEY”.

#### **1.1 Antecedentes**

Las prácticas que desempeñan los estudiantes en el taller de la Unidad son tutoriadas por docentes calificados con conocimientos de mecánica aeronáutica. Los proyectos dirigidos por tecnólogos ayudan a que el estudiante tenga comprensión en el ámbito práctico para que se puedan desenvolver en el ámbito laboral-profesional.

El objeto de este proyecto fue investigar las prácticas realizadas en la Reduction Gearbox del motor PT6A-25 del taller de la Unidad de Gestión de Tecnologías. Se ha efectuado de modo general, por lo que es necesario conocer pasos para el correcto desmontaje y montaje de partes y componentes, que ayudan al correcto rendimiento y funcionamiento de la hélice.

Este proyecto promueve el desarrollo práctico para los estudiantes de la Unidad de Gestión de Tecnologías en su rama tecnológica. Como antecedentes para realizar el presente proyecto se ha tomado en cuenta otros proyectos de grado sobre desmontaje de motores que se encuentran ubicados en el taller del Bloque 42, como en el caso de la implementación y construcción de herramientas especiales para el desmontaje de la etapa de turbina del motor J-

65 ubicado en el bloque 42. En conclusión es facilitar el aprendizaje académico en la innovación de un material para el desarrollo de prácticas académicas en el taller.

## **1.2 Justificación e importancia**

La elaboración e implementación del proyecto se la podrá aplicar a docentes y estudiantes técnicos de la Unidad de Gestión de Tecnologías, para el conocimiento respectivo del cómo realizar un correcto desmontaje de partes y componentes de la Reduction Gearbox, y qué herramientas son útiles para el mantenimiento respectivo, ya que al realizar la práctica se debe tomar en cuenta una guía con pasos sustentables para el correcto trabajo.

En este tipo de motores turbohélice que consta de una caja de reducción es de vital importancia tener conocimiento de sus partes y componentes que ayudan al motor a una mejor eficiencia operacional de la hélice.

Debido al desarrollo práctico del estudiante en el campo aeronáutico es necesario contar con guías didácticas de instrucción y herramientas especiales para el desmontaje de partes y componentes de la Reduction Gearbox, del motor PT6A-25 PRATT & WHITNEY que faciliten a la orientación del estudiante para el proceso de aprendizaje en forma práctica en este tipo de motores, cabe recalcar es de gran importancia, ya que ayuda al estudiante a seguir pasos para la correcta manipulación y utilización de las herramientas de manera correcta, así también que tenga conocimientos en procesos a seguir en el área práctica – laboral.

Los resultados del presente proyecto permitirán el desarrollo de habilidades y destrezas que satisfagan las necesidades, también beneficiará a los docentes en el desarrollo en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Por lo mencionado es importante la elaboración de una guía didáctica de instrucción y la construcción de herramientas especiales para el correcto desmontaje de partes y componentes del conjunto de la Reduction Gearbox del motor PT6A-25 PRATT & WHITNEY.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 General**

Elaborar una guía didáctica y construir el kit de herramientas especiales para el desmontaje de partes y componentes de la Reduction Gearbox ubicada en la Unidad de Gestión de Tecnologías, mediante análisis y estudios de información técnica del motor PT6A-25, para facilitar el desarrollo de prácticas a los estudiantes de la carrera de mecánica.

#### **1.3.2 Específicos**

- Recolectar suficiente información técnica de la Reduction Gearbox, para análisis y estudios para el proyecto práctico.
- Elaborar un diseño de las herramientas que se van a construir.
- Seleccionar y adquirir los mejores materiales que cumplan con los requerimientos establecidos para ser utilizados en la elaboración y construcción del trabajo práctico.
- Elaborar la guía didáctica con información técnica de la Reduction Gearbox.
- Realizar pruebas respectivas de construcción en la Reduction Gearbox.



#### **1.4. Alcance**

El presente proyecto está dirigido a la Unidad de Gestión de Tecnologías, el mismo que permite y facilita a los estudiantes como también docentes realizar los procedimientos prácticos de desmontaje en el conjunto de velocidad de la hélice.

Además, dicho proyecto mejorará notablemente las destrezas motrices de los estudiantes específicamente en el manejo de herramientas especiales y tendrán conocimientos de pasos a seguir para desmontar cualquier componente con el uso de las herramientas respectivas.

El uso de la guía didáctica como el kit de herramientas especiales se hará en el taller de la Unidad con autorización del encargado del taller o docente designado.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Conceptos**

##### **2.1.1 Manual**

Es un documento donde se encuentran de forma específica y ordenada procedimientos y herramientas de un trabajo determinado.

##### **2.1.2 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.

##### **2.1.3 Manual de overhaul**

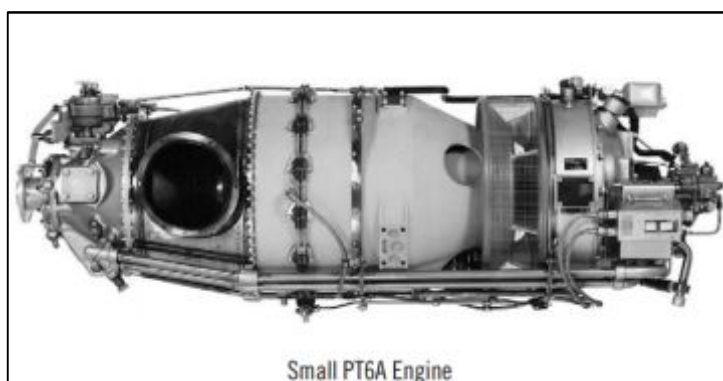
Es el conjunto de tareas y revisiones que consiste en dejar el equipo desarmado total o parcial y posteriormente ensamblado y terminado final, de acuerdo al ATA 100.

#### **2.2 Motor PT6A-25**

##### **2.2.1 Descripción y operación**

Es un motor de turbina libre ligero que incorpora un suministro de aceite, el sistema permite las operaciones de vuelo invertido. El motor utiliza dos secciones de turbina independientes: una impulsa el compresor en la sección

de generador de gas y la segunda impulsa al eje de la hélice a través de una caja de engranajes de reducción.



**Figura 2.1.** Motor PT6A-25

El motor es autosuficiente desde su gas generador accionado por el sistema de aceite que proporciona lubricación para todas las áreas del motor, la presión del torquímetro y el control de paso de la hélice.

La entrada de aire entra al motor a través de una cámara impelente anular, formado por la carcasa de entrada del compresor, donde se dirige hacia adelante al compresor. El compresor consta de tres etapas axiales combinadas con una sola etapa centrífuga, ensamblados como una unidad integral, y tiene una relación de compresión de 7: 1.

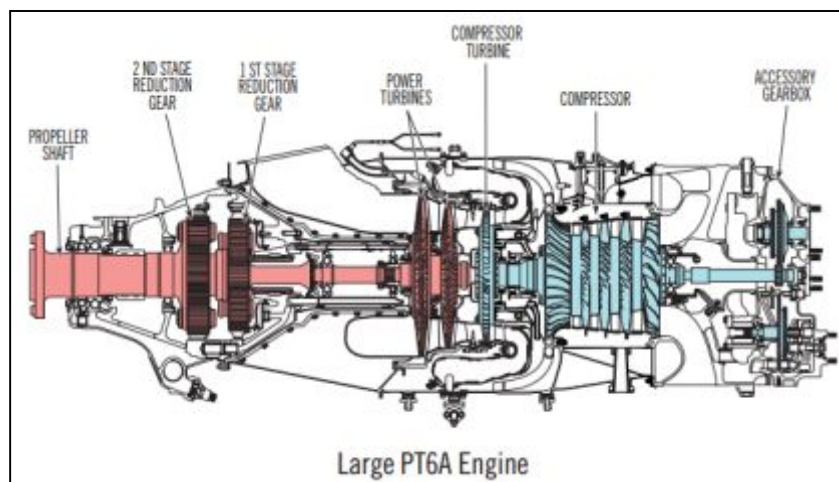
Una fila de álabes estatores, que se encuentra entre cada etapa de compresión, el aire se difunde, aumenta su presión estática y la dirige a la siguiente etapa de compresión. El aire comprimido pasa a través de tubos difusores que convierten el aire a noventa grados en una dirección y convierte la velocidad a presión estática. El aire difundido a continuación, pasa a través de álabes de enderezamiento al anillo que rodea el revestimiento de la cámara de combustión.

El revestimiento de la cámara de combustión consiste en una pieza soldada anular que tiene perforaciones de diferentes tamaños que permiten la entrada de aire del suministro del compresor. El flujo de aire cambia de dirección 180 grados, ya que entra y se mezcla con el combustible. La mezcla de combustible / aire se enciende y la resultante son gases en expansión se dirigen a las turbinas.

El combustible se inyecta en el revestimiento de la cámara de combustión a través de 14 boquillas dispuestas para abrirse. El combustible es suministrado por un colector doble que consta de tubos de transferencia y adaptadores primarios y secundarios. La mezcla de aire / combustible se enciende por dos bujías incandescentes o chispas que sobresalen en la camisa de transición. Los gases resultantes se expanden desde la camisa, invierte la dirección en la zona de salida del conducto y pasa a través de las paletas guías de entrada de la turbina del compresor a la turbina del compresor.

Las paletas de guía garantizan que los gases en expansión incidan en los álabes de turbina en el ángulo correcto, con la mínima pérdida de energía. Los gases en expansión son dirigidos hacia adelante para impulsar la turbina de potencia.

El compresor y la turbina de potencia se encuentran aproximadamente en el centro del motor con sus respectivos ejes que se extienden en direcciones opuestas.



**Figura 2.2.** Esquema interno PT6A engine

La temperatura de la Interturbine (T5) es monitoreada por una unión fría del sistema de termocupla que comprende de una barra, sondas y conjunto de arnés instalado entre el compresor y la turbina de potencia con las sondas que se proyectan en la ruta del gas. Un bloque de terminales montado en la carcasa del generador de gas proporciona un punto de conexión a la instrumentación de cabina y para un ajuste T5 termocupla montado en el exterior en la zona de entrada de aire.

Todos los accesorios accionados por motor, con la excepción del gobernador de la hélice, gobernador sobre velocidad Nf y generador tacómetro Nf están montados en la caja de accesorios en la parte posterior del motor. Estos componentes son accionados por el compresor por medio de un eje acoplado, que se extiende a través de un tubo cónico en la sección central del tanque de aceite.

El suministro de aceite del motor está contenido en un depósito integral de aceite que forma la sección trasera de la carcasa de entrada del compresor. El tanque tiene una capacidad total de 2,3 galones.

El combustible es suministrado al motor por una fuente externa presurizada impulsado por una bomba que es impulsada por el motor a la bomba de combustible y su flujo hacia el colector de combustible es controlado por la unidad de control de combustible (FCU) y una unidad de control de flujo de arranque o un divisor de flujo y válvula de descarga según el modelo del motor.

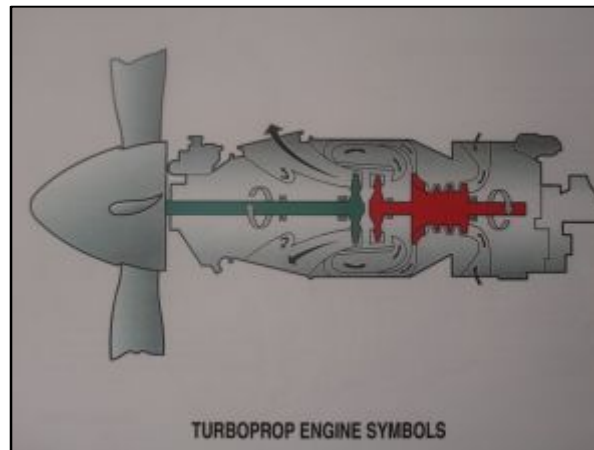
La turbina de potencia impulsa una hélice a través de una caja de engranajes de reducción planetaria de dos etapas situado en la parte delantera del motor. La caja reductora incorpora un dispositivo torquimetro integral que está instrumentado para proporcionar una indicación precisa de la potencia del motor.

La reversa de la hélice consiste de una acción simple controlada hidráulicamente por un gobernador de la hélice, que combina las funciones de una unidad de velocidad constante normal (CSU), una válvula de inversión o reversa y el gobernador de la turbina de potencia. Una varilla mecánica entre la válvula de control de Beta del gobernador de la hélice y la varilla de purga de aire permite a la FCU y al gobernador de la hélice modificar la potencia del motor para mantener la velocidad de la turbina de potencia a una velocidad ligeramente inferior del número de revoluciones seleccionado cuando se opera en el rango de control de Beta.

### **2.2.2 Datos del motor**

- Tipo de Motor : Turbo hélice de turbina libre.
- Potencia : 550 SHP.
- Relación de compresión : 7.0 a 1.

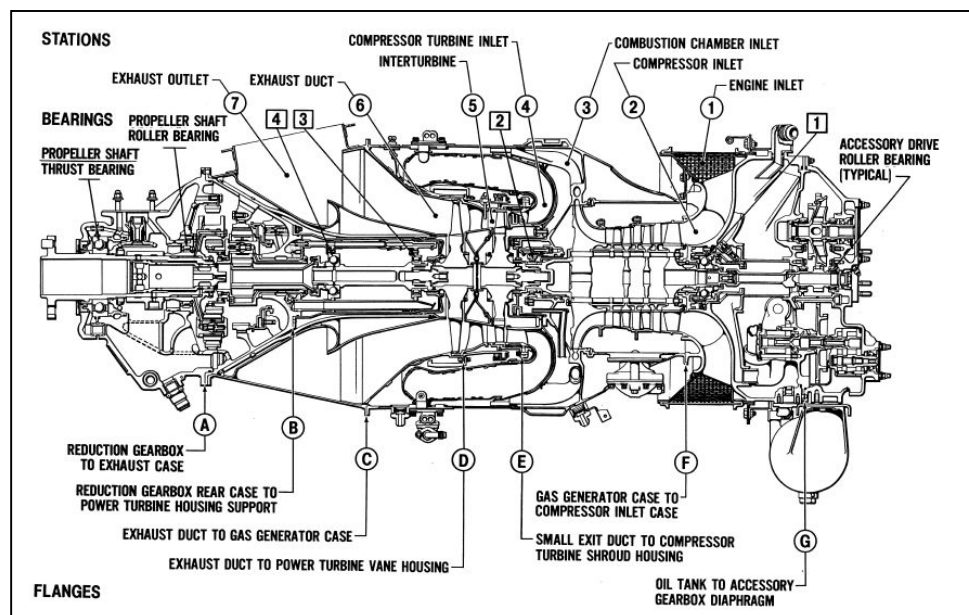
- Relación de reducción : 15 a 1.
- Cámara Combustión : Anular de flujo reverso.
- Tipo de Compresor : Mixto, 3 etapas axiales y 1 centrífuga simple.
- Tipo de Turbinas : 1era.Turbina del compresor, 2da.Turbina de potencia.



**Figura 2.3.** Turbina libre

### 2.2.3 Secciones del motor

- Sección de accesorios
- Sección de entrada de aire
- Sección del compresor
- Sección de combustión
- Sección de turbinas
- Sección de escape
- Sección de reducción



**Figura 2.4.** Estaciones del motor

### 2.2.3.1 Sección de accesorios

La caja de accesorios está situada en la parte trasera del motor (parte delantera en la serie Twin-Pac) y está compuesta de dos carcasas de aleación de magnesio (aluminio en algunos modelos) moldeadas que están unidas por su pestaña exterior por medio de pestañas que salen de la cara trasera de la carcasa de entrada de aire al compresor (inlet case). Entre la caja de accesorios y el inlet case se encuentra el diafragma o pared separadora del tanque de aceite y la caja de accesorios. Este diafragma sirve de apoyo a los cojinetes de los engranajes de la caja de accesorios y a la bomba de presión de aceite. El diafragma se une a la carcasa de accesorios por medio de cuatro tornillos.

La carcasa de accesorios sirve de apoyo a los cojinetes de los engranajes (complementarios al de los cojinetes en el diafragma). Por dentro de la caja de accesorios se encuentran dos bombas de recuperación de aceite, la del cojinete



No.2 y la de sacado de aceite de la caja de accesorios. En el exterior hay dos bombas de recuperación: la de la caja de reducción frontal y la de los cojinetes No.3 y 4, la cual vierte hacia el interior de la caja de accesorios.

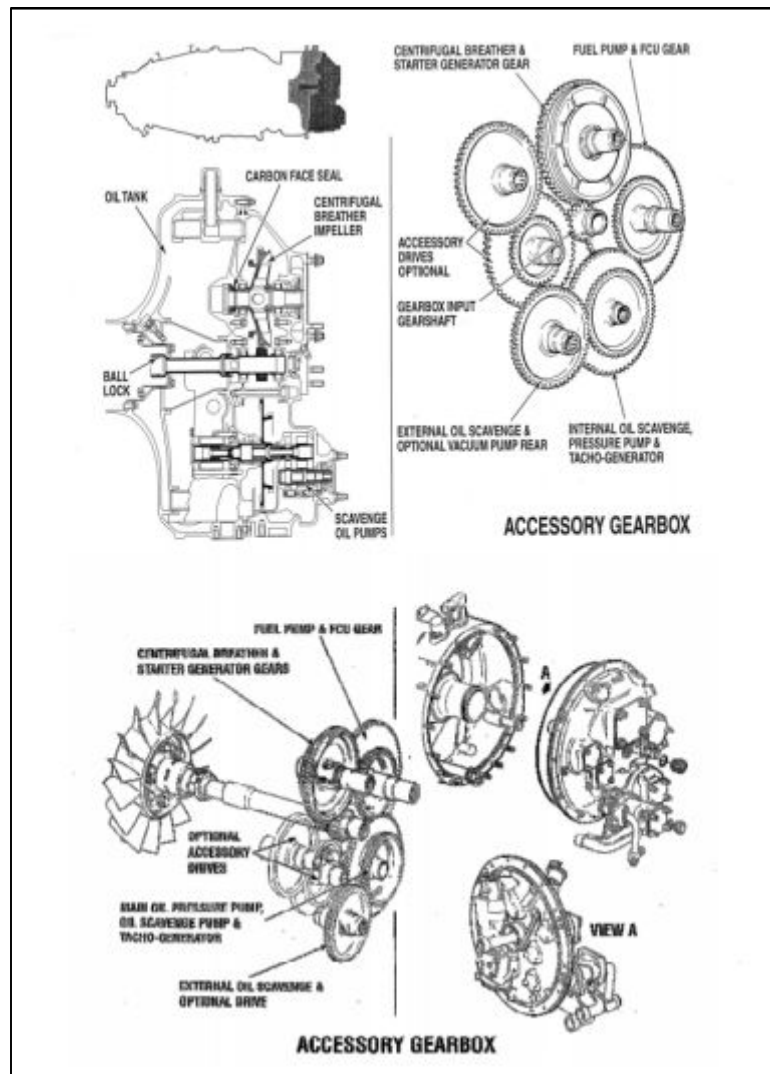
En la serie Twin-Pac el sistema es diferente: una bomba externa de recuperación recoge el aceite del cojinete No. 2 y lo tira al interior de la caja de accesorios. Una bomba grande interna recupera el aceite de la caja reductora y de los cojinetes No. 3 y 4 y lo echa dentro del tanque del aceite. Otra bomba interna recoge el aceite de dentro de la caja reductora, el proveniente del cojinete No. 2 y del cojinete No. 1, y lo deposita en el tanque de aceite.

En la parte trasera de la carcasa de accesorios se encuentran las plataformas para montar los accesorios: generador/motor de arranque, bomba de combustible con el FCU (unidad reguladora de combustible) montada “piggy-back” y tacómetro generador de Ng. En el mismo centro se encuentra un tapón grande que al sacarlo deja espacio para que se pueda meter por él una herramienta que desacopla el eje de entrada del compresor. También en la misma cara se encuentran tres plataformas para montar en ellas otros accesorios opcionales. Los ejes de salida hacia los accesorios están sellados con un retén de goma y muelle (garlac seal).

La caja de accesorios tiene en la posición de las 11 del reloj un tapón con varilla para chequear el nivel de aceite y relleno si es necesario. En el engranaje del motor de arranque se acopla una pieza (impeller) que de forma centrifuga separa el aceite del aire existente dentro de la caja de accesorios enviando el aire hacia el exterior por un agujero localizado en la posición de las 2 del reloj.

Un sello de carbón en la cara frontal del engranaje evita que aceite escape al exterior a través del sistema de ventilación.

En la serie Twin-Pac, por la parte de abajo de la caja de accesorios se encuentra la válvula reguladora de presión del aceite y una válvula de flujo unidireccional.



**Figura 2.5.** Sección de accesorios

### 2.2.3.2 Sección de entrada de aire

La sección de entrada de aire está compuesta de compresor inlet case es una pieza de fundición de aluminio circular forma por su parte delantera la

cámara de entrada de aire al compresor. Una malla metálica alrededor de la entrada de aire previene que partículas extrañas puedan entrar en el compresor. En su parte trasera forma la cámara del tanque de aceite, con pasajes para el aceite, a presión y para el de recuperación. Tiene en el fondo un tapón de drenado de aceite asegurado con un pasador.

En la parte inferior del tanque se encuentra la bomba de alimentación de aceite sujeta al diafragma de la caja de accesorios con cuatro tornillos. La bomba tiene una válvula reguladora de presión para el ajuste de la misma. En su mano derecha tiene el alojamiento de la carcasa del filtro la cual incorpora una válvula unidireccional y otra de derivación (bypass).

En el centro de la carcasa se encuentra el alojamiento del cojinete No.1 y su sello de laberinto. La lubricación del cojinete la provee un inyector atornillado a la carcasa y recibe el aceite de pasajes internos en la misma. Un tubo cónico, con empaques a ambos lados, conecta la zona del cojinete con la caja de accesorios, dejando pasar por su centro un eje el cual da movimiento a los engranajes de la caja de accesorios, incluyendo al del motor de arranque/generador el cual inicia la rotación del motor hasta que se produce la ignición y el compresor se vuelve autosuficiente.

---

(PRATT & WHITNEY, s.f., págs. 13,14,15)

(ATA 72 Maintenance Manual PT6A -25)

(Secretaria Aeronautica, 1947)



**Figura 2.6.** Caja de entrada de aire

### **2.2.3.3 Sección del compresor**

#### **2.2.3.3.1. Descripción**

- Incrementa la presión del aire de entrada, y lo dirige hacia el compresor. (relación de compresión 7.0:1).
- Provee aire bajo presión para el uso en el avión.
- Diseño convergente eficiente en altas velocidades.

#### **2.2.3.3.2. Ubicación:**

- Dentro de la sección de la caja generadora de gases.

#### **2.2.3.3.3. Construcción:**

- Fabricado de acero inoxidable.
- Consta de un compresor axial de 3 etapas y un compresor centrífugo único.

#### 2.2.3.3.4 Álabes rotores:

- Primera etapa de 16 álabes. Fabricados de titanio, la segunda y tercera etapas de 32 álabes de acero.
- Los álabes rotores se fijan a ranuras maquinadas en forma de cola de milano.

#### 2.2.3.3.5 Álabes estatores:

- La primera y segunda etapa son de 44 álabes y la tercera, es de 40 álabes fabricados de acero forjado inoxidable.
- Los álabes estatores están sostenidos por un anillo circular, al cual van soldados y sirven de cubierta.

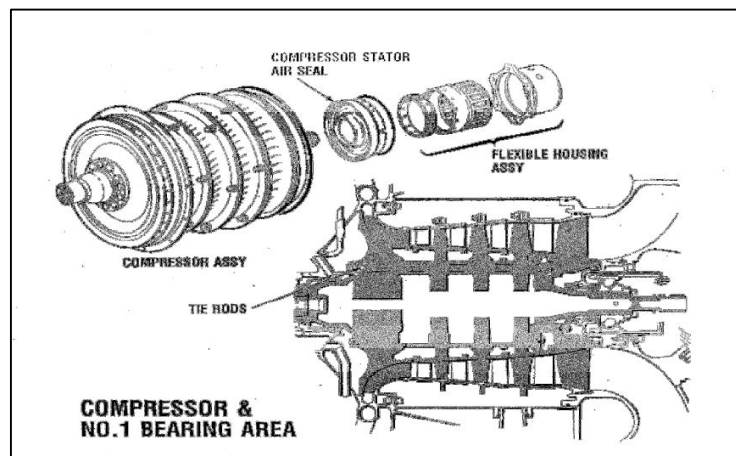


Figura 2.7. Compresor PT6A-25

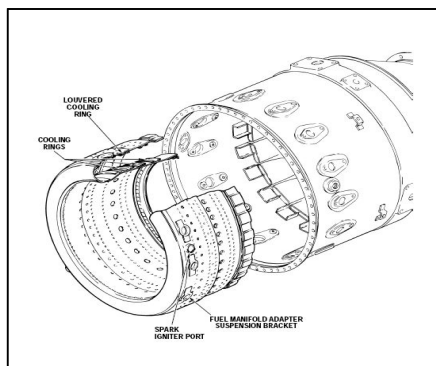
#### **2.2.3.4 Sección de Combustión**

La cámara de combustión es de flujo reverso y consiste primariamente de una cámara anular de aleación resistente al calor y abierta por un lado. Una serie de agujeros, atravesando la chapa libremente o a través de doble pared son diseñados para que provean la mejor mezcla de aire/combustible durante el arranque y durante la combustión sostenida. La dirección del aire se controla a través de aros de enfriamiento (cooling ring) que protegen las paredes de la cámara de alta temperatura interna.

Otras perforaciones de mayor diámetro aseguran que la temperatura de los gases sea homogénea y apropiada a la entrada de la turbina. La parte frontal de la cámara, que es cerrada, esta aguantada por dentro del gas generator por 7 de los 14 protectores (sheath) de los inyectores de combustible (fuel nozzles). La parte trasera exterior está sujeta por una unión deslizante en el conducto de salida grande (large exit duct) mientras que la interior se apoya en el conducto de salida pequeño (small exit duct).

Estos dos conductos forman las paredes que giran la dirección de los gases 180 grados hacia el frente y en dirección a la turbina del compresor.

El conducto grande tiene una doble pared por donde le entra aire "frío" P3 para protección contra el calor. Este se atornilla en su parte central al gas generator. El conducto pequeño se atornilla al soporte de la etapa estatora de la turbina.



**Figura 2.8.** Cámara de combustión

### 2.2.3.5. Sección de turbinas

#### 2.2.3.5.1 Turbina del compresor

La turbina del compresor consiste de un disco y de 58 (ó 59) álabes y hace girar al compresor en sentido contrario a la agujas del reloj. El disco está unido a través de un eje estriado al acople (stubshaft) del compresor y sujeto por un tornillo y una arandela retén.

Una de las estrías es más grande, maestra, para que siempre se instale en la misma posición y mantener así su balance original.

Los álabes de aleación de níquel tienen en algunos modelos una extensión fina (squeler tip) para evitar un fuerte rozamiento en caso de contacto con los segmentos. En la punta de los álabes hay una superficie plana de referencia para hacer el chequeo de alargamiento (stretch).

Pesos de balance sujetos con remaches se colocan a ambos lados del disco. Una corta extensión del disco provee una superficie de sellado para controlar el flujo de aire de refrigeración.

### **2.2.3.5.2 Turbina de potencia**

La turbina de potencia se compone de un conjunto de disco y alabes que está montado en el extremo trasero del eje de la turbina de potencia y retenido por un perno de retención y arandela. El disco tiene 41 alabes que difieren de los álabes de la turbina del compresor. El conjunto de disco y el alabe gira dentro de una cubierta de doble filo para formar un sello continuo en las puntas de los alabes cuando el motor está en marcha.

El disco de la turbina de potencia incorpora un reborde para el equilibrio de disco. El número requerido de peso y remaches se determina durante los procedimientos de equilibrio de montaje. El conjunto equilibrado del rotor de la turbina de potencia, montado dentro de la caja del eje, consiste en el cojinete N ° 4 que está montado en el extremo frontal del eje. El cojinete de rodillos N ° 3 y el sello de aire del rotor están montadas en el extremo posterior del eje, seguido por el disco de turbina.

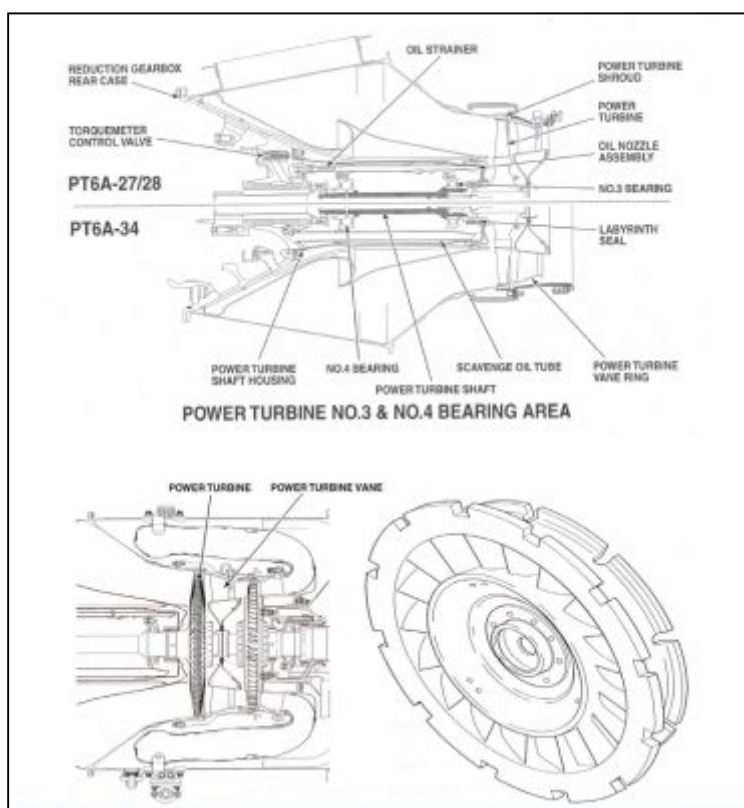
La cubierta del eje de la turbina de potencia consiste en una carcasa cilíndrica de acero fabricada con un reborde de montaje en la parte delantera. La carcasa proporciona un soporte para el eje de la turbina de potencia y los bearings N ° 3 y N ° 4. El sello de aire del estator, que se encuentra asegurado en el centro posterior de la carcasa por un anillo de retención, evita la fuga de aceite desde el área de soporte en la sección de turbina. Una cubierta del cojinete N ° 3, que actúa como escudo térmico, está garantizado por un anillo de retención, es una parte integral del conjunto de conducto de escape, rodea el extremo posterior de la carcasa.

Las pistas exteriores de los bearing N ° 3 y N ° 4 están atornilladas a las bridas internas en la carcasa. Dos tubos de transferencia de aceite se incorporan en la carcasa; un tubo proporciona aceite a presión a través de tres



boquillas a las caras delantera y trasera del cojinete N ° 3 rodillos y a la cara posterior del cojinete N ° 4 bola. El tubo, que contiene un elemento de filtro, está acoplado a un puerto en la caja trasera de la caja de engranajes de reducción por un tubo de transferencia corto.

El alojamiento del eje de la turbina de potencia, junto con el conjunto de eje, está protegido de gases calientes de escape, cuando el motor está en marcha, por una manta aislante interpuestos entre la pared interna del conducto de escape y el alojamiento del eje de la turbina de potencia y trasera asociada con la caja de engranajes de reducción.



**Figura 2.9.** Turbina de potencia

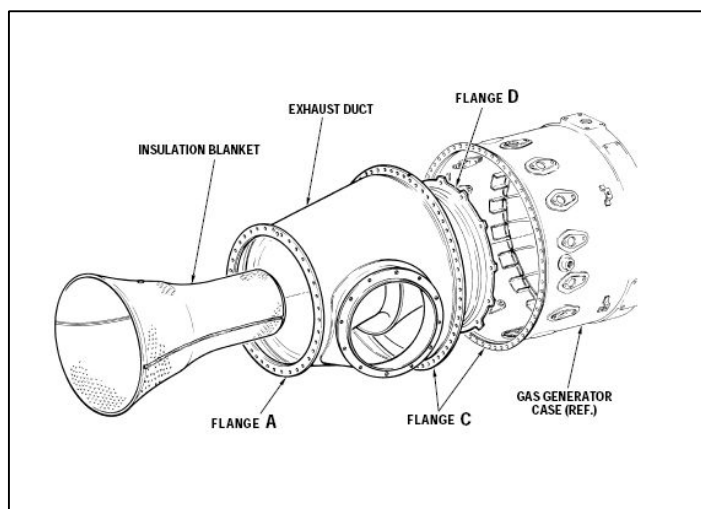
### 2.2.3.6. Sección de escape

El conducto de salida de los gases consiste en un conducto de acero resistente al calor en forma divergente con una o dos salidas al exterior, según modelo de motor.

La sección exterior cónica, que tiene dos puertas de salida con pestaña, forma la pared exterior de los gases P3 y también funciona como un miembro estructural que da soporte a la caja de reducción.

La sección interna forma la pared interna del conducto de los gases calientes y provee un compartimiento para la caja de reducción y para la carcasa de soporte de la turbina de potencia.

Un cono de material aislante protege de excesivo calentamiento a la caja reductora y a la carcasa de soporte de la turbina de potencia. Una válvula en la posición de las 6 del reloj cerca de la pestaña "C" permite la evacuación de combustible que se pueda generar durante el apagado del motor.



**Figura 2.10.** Conducto de escape

### **2.2.3.7. Sección reduction gearbox**

#### **2.2.3.7.1 Descripción y operación**

El engranaje reductor y el eje de la hélice se encuentran en la parte frontal del motor, en dos carcasas de aleación de magnesio delantera y trasera atornillados entre sí.

La caja de engranajes contiene dos etapas planetarias engranadas, unidades accesorias, torquimetro y el eje de la hélice. El engranaje de reducción de la primera etapa y torquimetro están contenidos en la carcasa o cubierta trasera, mientras que la segunda etapa reductora engranada, unidades accesorias y eje de la hélice se encuentran en la carcasa o cubierta frontal. El torque de la sección de la turbina de potencia de la hélice se transmite a través del eje de la turbina y el acoplamiento de la turbina de potencia a la primera etapa planetaria.

La primera etapa planetaria consiste de un eje de acero con un hueco corto que tiene una punta integral en el extremo delantero del engranaje y una estría externa en el extremo posterior. Las estrías externas se encajan con las estrías internas del acoplamiento de la turbina sobre el eje de la turbina de potencia y es asegurado dentro del acoplamiento por dos anillos de retención.

El anillo de primera etapa se encuentra con estrías helicoidales previstas en la carcasa trasera de la caja de engranajes de reducción. El torque desarrollado por la turbina de potencia se transmite a través del planetario y engranajes al anillo que esta opuesto por las estrías helicoidales.

Esta oposición hace que el planetario gire. La corona, aunque asegurada por las estrías helicoidales, se le permite moverse axialmente entre la carcasa y

cinco placas de retención aseguradas a la carcasa. El movimiento axial se utiliza en la aplicación del torquimetro.

La segunda etapa de reducción se aloja en la carcasa delantera de la caja de engranajes de reducción.

El soporte planetario de la primera etapa está unido al sistema planetario de engranajes de la segunda etapa por un acoplamiento flexible que también actúa para amortiguar las vibraciones entre las dos masas giratorias.

El sistema planetario de engranajes de la segunda etapa impulsa cinco engranajes planetarios montados en el soporte de la segunda etapa. Un anillo dentado de la segunda etapa se encuentra junto a las estrías de la parte delantera de la carcasa de la Reduction Gearbox mediante placas de retención.

El soporte de la segunda etapa es a su vez estriado al eje de la hélice y retenido por una arandela con tuerca. Una aleta radiada soporta el cojinete de rodillos, la segunda etapa y la parte trasera del eje de la hélice.

La corredera interna del cojinete se encuentra en la circunferencia maquinada de la extensión de soporte de la segunda etapa, mientras que la corredera exterior de la aleta radiada es atornillada a una placa de la carcasa frontal.

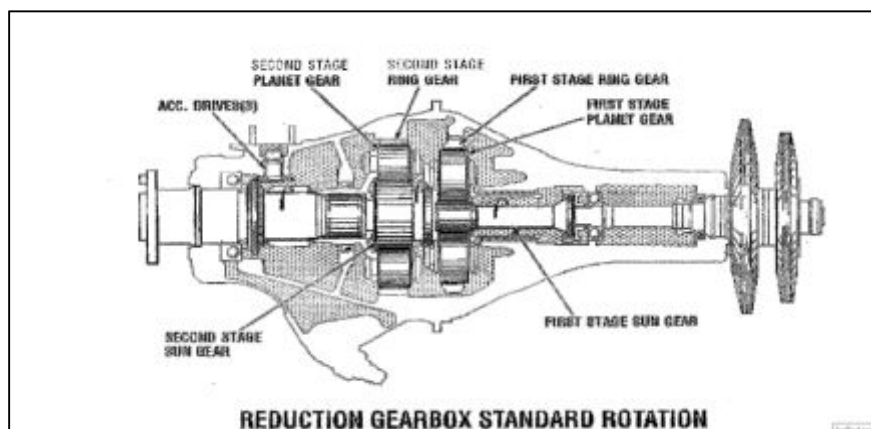
Un adaptador de tubo de transferencia de aceite de la hélice y un conjunto de boquilla se acoplan entre sí por un anillo de retención situado dentro del hueco central del eje de la hélice.

El adaptador proporciona la necesaria separación de presión de aceite para el accionamiento de la hélice, y aceite a presión para lubricación de la hélice y

rodillos delanteros de la caja de engranaje. El conjunto de boquilla y la transferencia de aceite a presión sirve para la lubricación del área del cojinete N<sup>o</sup> 4, segunda etapa (planetario engranado y acoplamiento del sistema planetario).

El aceite a presión se suministra en el tubo de transferencia de aceite través de la manga de transferencia de aceite instalado en el diámetro exterior del eje de la hélice. El manguito es suministrado por dos fuentes independientes de aceite a través de dos tubos de transferencia. El aceite del motor se suministra a la sección posterior del manguito da la dirección para el adaptador al hueco central del tubo para la transferencia.

Aceite del regulador de la hélice se suministra a la sección frontal de la manga para proporcionar presión hidráulica para el sistema servo para el paso de la hélice.



**Figura 2.11.** Reduction Gearbox

Los accesorios localizados en la parte delantera de la reduction gearbox son conducidos por un impulsor biselado engranado montado en la parte trasera del conjunto de cojinete de empuje del eje de la hélice. El eje impulsor biselado

transmite fuerza rotacional a las tres almohadillas de bloqueo sobre la parte delantera de la carcasa de la reduction gearbox.

Estas almohadillas están localizadas a las 12 en punto y aproximadamente a las 9 y 3 en punto.

Cargas de empuje de la hélice son absorbidas por el cojinete de bolas que se encuentra en la parte delantera de la sección del eje de la hélice, brida exterior de la cual está asegurada la carcasa frontal de la caja reductora. El impulsor biselado engranado cónico ajusta los cojinetes de rodillo y el carril separador del sello que se asegura al eje de la hélice por una arandela y tuerca.

Un conjunto de la cubierta del cojinete de empuje está fijado con pernos en la brida delantera de la carcasa frontal de la reduction gearbox. El conjunto de la cubierta incorpora un sello de aceite retenida por una placa tipo anillo la que facilita el cambio del sello de aceite y dos tubos de transferencia de aceite. Los tubos permiten presión de aceite en la caja reductora que debe aplicarse a la cara frontal del cojinete de empuje y recuperar el aceite para volver a la caja de engranajes de reduction a través de pasajes tubulares en el conjunto de cubierta.

El torquímetro es un dispositivo de detección de hidro-mecánica, instalado en la parte trasera de los engranajes reductores de la primera etapa en la carcasa trasera de la caja de engranajes de reducción. El torquímetro proporciona una indicación exacta de la salida de potencia del motor y consiste de un cilindro, pistón, anillos de sello, émbolo de la válvula y el resorte.

La rotación de la corona dentada es resistida por las estrías helicoidales, que imparten un movimiento axial a la corona dentada y para el pistón torquímetro.

El movimiento del pistón mueve un émbolo de la válvula contra el resorte, abriendo un orificio de dosificación y permitiendo un mayor flujo de aceite a presión en la cámara de torquimetro. El movimiento del pistón continúa hasta que la presión de aceite en la cámara de torquimetro es proporcional al torque que es absorbido por la corona dentada. Cualquier cambio en la potencia del motor recicla la secuencia hasta un estado de equilibrio nuevo.

Cerraduras hidráulicas impide q permita que el aceite de sangrado este continuamente desde la cámara del torquimetro hacia la bomba reductora de engranaje a través de un pequeño orificio desangrado en la parte superior del pistón del torquimetro.

#### **2.2.3.7.2 Función**

La función de esta es disminuir las RPM provenientes del eje, para mover la hélice a una velocidad menor.

El motivo de esto es que la hélice suele trabajar entre 900 rpm y 1900 rpm ya que velocidades superiores podrían hacer que las puntas de hélice girasen a una velocidad cercana a la del sonido, para lo cual no están diseñadas.

#### **2.2.3.7.3 Partes de la cubierta posterior**

- Eje impulsor solar
- Acoplamiento
- Tres engranajes planetarios

- Engranaje anular
- Engranaje helicoidal
- Sistema del torquimetro

#### **2.2.3.7.4 Descripción de la primera etapa de engranajes de reducción:**

Consiste de un acoplamiento, que es un eje hueco fabricado de acero. El extremo delantero tiene un engranaje recto integral, con el cual, impulsa la primera etapa de los tres engranajes planetarios que hay en el portador planetario de la primera etapa. El extremo trasero lleva estriás internas, que se acoplan con el eje de la turbina de Nf.

#### **2.2.3.7.5 Descripción de la segunda etapa de engranajes de reducción:**

Conectada a la primera etapa por un acoplamiento flexible, que también sirve para amortiguar las vibraciones que pueden producirse entre las dos masas rotantes.

El engranaje solar de la segunda etapa impulsa cinco engranajes planetarios, en el porta-planetarios de la segunda etapa.

El engranaje anular encaja en las ranuras de la caja y están aseguradas con tres placas de retención.

El portador planetario de la segunda etapa, va conectado por medio de ranuras al eje de hélice y asegurado por una tuerca de retención y una arandela de seguridad plana de tipo castillo.



Engranaje cónico impulsor: Impulsa los engranajes delanteros, situado en la parte externa delantera de la caja de engranajes de reducción.

Anillo de transferencia de aceite: El aceite es transferido dentro del eje de la hélice, para operar el conjunto.

#### **2.2.3.7.6 Descripción del sistema torquimetro:**

Se ubica en el interior de la caja de los engranajes de reducción de primera etapa, parte trasera. Es un dispositivo medidor de torque, que es hidromecánico y se usa para proporcionar la indicación exacta de la emisión de potencia del motor.

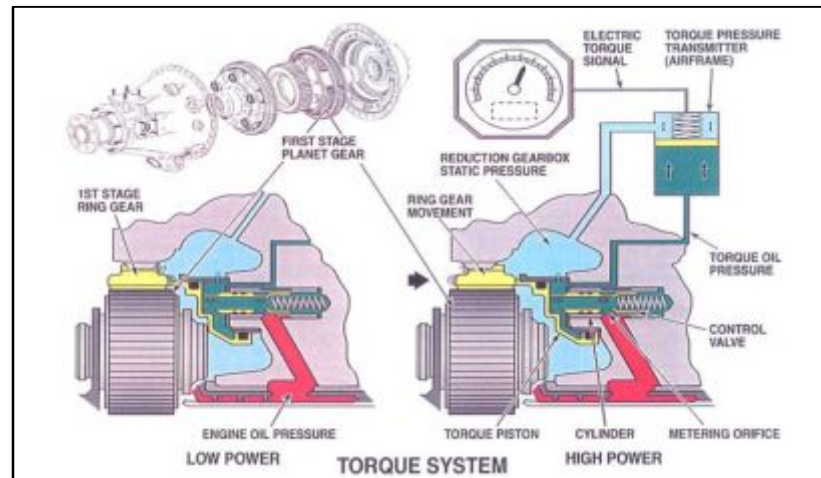
#### **2.2.3.7.7 Componentes:**

- Cilindro torquímetro.
- Pistón.
- Embolo de válvula y resorte.

#### **2.2.3.7.8 Operación del torquimetro:**

El movimiento de rotación del engranaje anular, es percibido por las estrías helicoidales, el cual, imparte un movimiento axial de retroceso al engranaje. Este movimiento es transmitido al pistón del torquimetro, esto a su vez, mueve el embolo de la válvula contra un resorte, abriendo un orificio de medición que permite que penetre un mayor flujo de aceite a presión a la cámara del torquimetro.

Este movimiento continúa, hasta que la presión de aceite en la cámara del torquimetro sea proporcional al torque que está siendo absorbido por el engranaje anular. Cualquier cambio en el ajuste de la palanca, repite la secuencia hasta alcanzar nuevamente el estado de equilibrio.



**Figura 2.12.** Sistema de torquimetro

### 2.3 Transición al turbohélice

Se puede decir que el turbohélice es un motor a reacción al cual se le ha añadido una hélice en lugar de tener el fan.

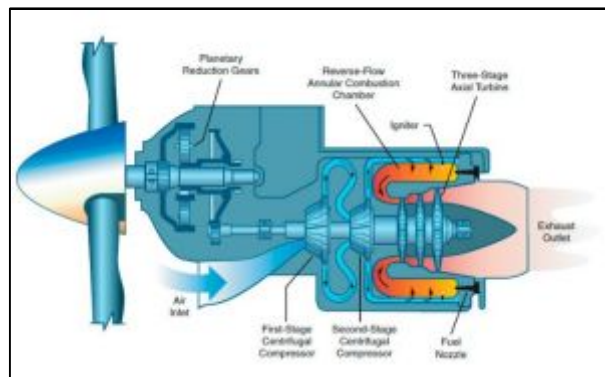
En el turbofan se consigue el empuje acelerando la masa de aire que salía por la tobera, pero en el turbohélice el empuje, o en este caso la tracción, nos la va a dar la hélice.

La hélice proporciona el 90% del empuje y la corriente que sale por la tobera tan solo el 10%.

### 2.3.1 Empuje de masa de aire que sale de la tobera

El poco empuje que sale por la tobera es sencillamente, porque se está utilizando la energía generada por el motor para hacer girar la hélice, en lugar de aprovecharla para acelerar la masa de aire a través de la tobera. En el dibujo que se visualiza debajo se puede ver cómo funciona.

El aire del exterior entra en el motor y pasa por una serie de etapas de compresión donde el aire va adquiriendo presión, luego este aire se introduce en la cámara de combustión y se mezcla con el combustible, para una vez quemado mover las diferentes fases de la turbina. Esta al estar unido a las etapas compresoras y a la hélice, mueve todo lo anterior.



**Figura 2.13.** Generación de gases de escape

### 2.3.2 Tipos de turbohélice

Dentro de los turbohélice se tiene los de eje fijo (fixed shaft) que se detalla anteriormente y los de eje partido o también conocidos como de turbina libre (split shaft / free turbine).

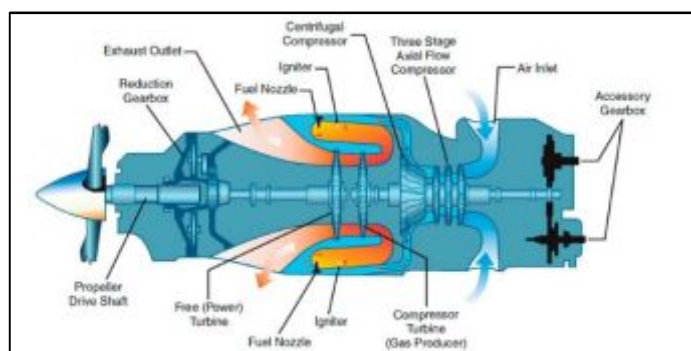
### 2.3.3 Turbina libre

En el caso del turbohélice de turbina libre ya no existe un eje continuo que une todo, si no, que la turbina va a girar independientemente.

Este tipo de turbinas tiene varias ventajas, como por ejemplo poder poner en bandera el motor sin pararlo.

Como modelo un turbohélice por excelencia, el PRATT & WHITNEY PT6A. En el dibujo que se observa debajo se visualiza como el eje está partido. En este tipo de motores el flujo del aire va de atrás a delante.

La entrada de aire por la parte de atrás del motor, se comprime y se mueve hacia delante del motor para mezclarse con el combustible y entrar en las cámaras de combustión, los gases de la combustión en este caso pasan por 2 turbinas, una de ellas unida al compresor y que es la encargada de moverlo y la otra la turbina “libre” unida a la hélice y encargada de su movimiento.



**Figura 2.14.** Turbinas libres o independientes

### 2.3.4 Control del turbohélice

En la cabina se puede encontrar 3 palancas de mando por cada motor. De izquierda a derecha tenemos la palanca de potencia (power lever) la del paso de la hélice (propeller lever) y la del combustible (condition lever.) Esta última no es como en los motores de pistón, con la que se puede ir regulando la mezcla. Normalmente es una válvula que abre o cierra el combustible y en algunos aviones tiene 3 posiciones. Fuel cutoff (corta combustible), Low idle (ralentí bajo) y High idle (ralentí alto).



**Figura 2.15.** Control del turbohélice

- **Power lever:** Ajusta la potencia del motor desde ralentí hasta la potencia máxima. Variando las RPM de Ng (Turbina) y por lo tanto aumentando o disminuyendo la potencia del motor.
- **Propeller lever:** Controla las hélices de velocidad constante a través del gobernador. El rango normal de RPM suele estar entre 1.500 y 1.900.

- **Condition Lever:** A diferencia de los motores a pistón, aquí el ajuste del combustible se realiza mediante una válvula de 3 posiciones OFF/ Low idle / High idle.

En los motores turbohélice no es necesario recortar la mezcla ya que la FCU (Fuel Control Unit) se encarga de gestionar el combustible que se introduce en el motor.

### 2.3.5 Instrumentos

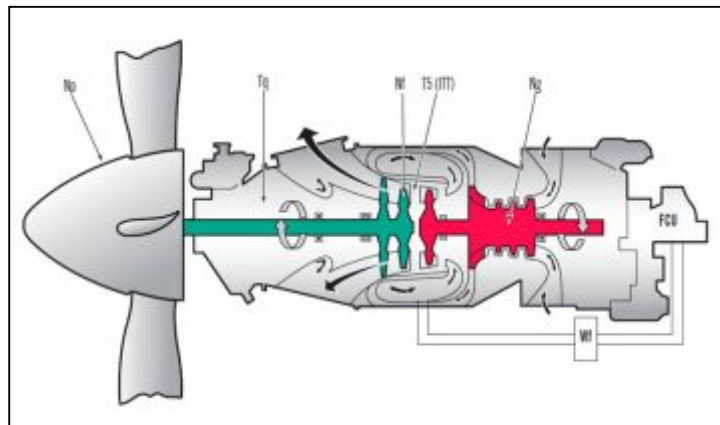
En los motores turbohélices se puede encontrar diferentes instrumentos de motor. Normalmente hay indicadores duplicados, uno por cada motor. De esta manera tenemos una indicación más clara de lo que pasa en cada uno de los motores.



**Figura 2.16.** Instrumentos

- **Temperatura ITT (Interstage Turbine Temperature):** Es la temperatura entre la turbina compresora y la turbina “libre” o de potencia. Es un dato bastante importante, ya que hay que mantener vigilada la temperatura para que no exceda de los límites marcados por el fabricante.

- **Torque:** La indicación de torque se da en pies por libra (ft/lb) y se muestra el torque que se está aplicando al eje de la hélice.
- **RPM de la hélice:** El tacómetro indica las revoluciones por minuto de la hélice.
- **N1 o Ng:** Esta indicación viene en tanto por ciento e indica el % de las revoluciones de la turbina. Como referencia en el motor PT6 el 100% equivale a 37.000 RPM. Y las RPM máximas continuas están limitadas a 101.5% Ng que equivalen a 38.100 RPM.
- **Fuel Flow:** Indicación del uso de combustible en libras por hora (PPH).



**Figura 2.17.** Nomenclatura instrumental

### 2.3.6 Pasos de la hélice

- **Paso normal o de crucero**
- **Paso bandera:** En esta posición la hélice ofrece la menor resistencia al avance, pero la máxima a la rotación. Esta posición es la utilizada en caso de fallo de motor, ya que la hélice ofrecería la mínima resistencia. La palanca de paso tendríamos que ponerla en la posición más retrasada o posición de bandera.
- **Paso corto:** En este caso la hélice ofrecería poca resistencia a la rotación y bastante resistencia al avance.
- **Reversa:** En este caso la hélice crea un empuje negativo, en lugar de dar tracción hacia delante, la da hacia detrás y de esta manera se ayuda a frenar el avión. En ningún caso el motor gira en sentido contrario. Siempre gira hacia el mismo sentido, lo único que cambia es el paso.



**Figura 2.18.** Pasos de la hélice



## **2.4 Guía Didáctica**

### **2.4.1 Definición**

De manera general la Guía Didáctica es un material educativo diseñado para orientar paso a paso el proceso de aprendizaje del estudiante.

Una guía orienta específicamente el modo de enseñanza de cualquier procedimiento y previniendo causas que se pueden desarrollar.

### **2.4.2 Funciones básicas de la guía didáctica**

#### **a) Función motivadora:**

- Despierta el interés por la asignatura y mantiene la atención durante el proceso de auto estudio.
- Motiva y acompaña al estudiante a través de una “conversación didáctica guiada”.

#### **b) Función potenciadora de la comprensión y del aprendizaje:**

- Propone metas claras que orientan el estudio de los alumnos.
- Organiza y estructura la información del texto básico.
- Vincula el texto básico con los demás materiales educativos seleccionados para el desarrollo de la asignatura.
- Completa y profundiza la información del texto básico.
- Sugiere técnicas de trabajo intelectual que faciliten la comprensión de los temas y el estudio eficaz (leer, subrayar, elaborar esquemas, desarrollar ejercicios...).

- Propone distintas actividades y ejercicios, en un esfuerzo por atender los diversos estilos de aprendizaje.
- Aclara dudas que previsiblemente pudieran obstaculizar el progreso en el aprendizaje.
- Fomenta la capacidad de organización y estudio sistemático.

**c) Función de orientación y diálogo:**

- Conduce al estudiante a trabajar con el texto básico.
- Promueve la interacción con los materiales y compañeros.

## **2.5 Herramientas mecánicas en el proceso desmontaje**

### **2.5.1 Definición**

Una herramienta es un objeto o utensilio que se elabora con la misión de facilitar el trabajo del hombre en las tareas mecánicas. Con las herramientas el hombre realiza trabajos que de otra forma tendría que gastar mucha más fuerza para hacerlo. Las Herramientas mecánicas manuales son aquellas que para usarlas solo se utiliza la mano del trabajador (fuerza muscular humana).



**Figura 2.19.** Herramientas manuales

## 2.6 Materiales utilizados en el proceso de construcción

### 2.6.1 Eje de transmisión SAE 1018

#### 2.6.1.1 Descripción

Es un acero de bajo carbono, ya que contiene 0,18% de carbono. Es fácilmente soldable y de bajo costo; sin embargo, también tiene una baja resistencia. La resistencia tensil, la presión necesaria para romper el acero, es de 63800 libras por pulgada cuadrada (440 MPa). El límite de elasticidad, la presión necesaria para doblar el acero, es de 53700 psi (370 MPa). El alargamiento describe la cantidad que una muestra de material se estira antes de romperse; para el acero 1018 es de 15,0%. El número de cuatro dígitos asignado a los diversos grados es un código que describe el acero. El primer dígito, el "1", indica un acero al carbono. El segundo dígito, el "0", indica que no hay modificaciones en la aleación. Los dos dígitos finales se relacionan a la cantidad de carbono en el acero acabado; dicha cantidad determina la resistencia y la ductilidad de la aleación final.



**Figura 2.20.** Acero SAE 1018

### **2.6.1.2 Propiedades mecánicas**

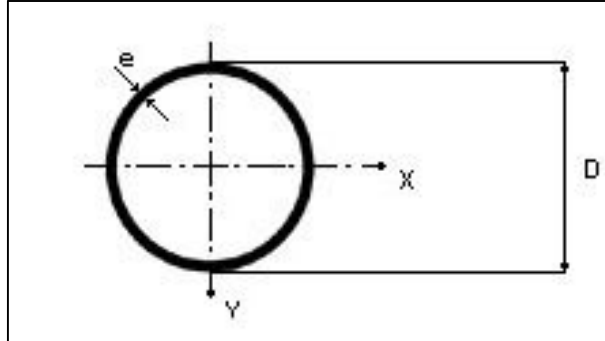
- Dureza 126 HB (71 HRb)
- Esfuerzo de fluencia 370 MPa (53700 PSI)
- Esfuerzo máximo 440 MPa (63800 PSI)
- Elongación máxima 15% (en 50 mm)
- Reducción de área 40%
- Módulo de elasticidad 205 GPa (29700 KSI)
- Maquinabilidad 76% (AISI 1212 = 100%)

### **2.6.1.3 Usos**

Se utiliza en operaciones de deformación plástica como remachado y extrusión. Se utiliza también en componentes de maquinaria debido a su facilidad para conformarlo y soldarlo. Piezas típicas son los pines, herramientas mecánicas, cuñas, remaches, rodillos, piñones, pasadores, tornillos y aplicaciones de lámina.

### **2.6.2 Tubo redondo estructural**

Se utilizan en todo tipo de elementos estructurales como columnas, vigas, cerchas, etc., y en general en cualquier otra aplicación en la que sea necesaria la resistencia y fiabilidad que ofrecen las secciones tubulares.



**Figura 2.21.** Tipos de tubos estructurales: redondos

### 2.6.2.1 Ventajas

Los tubos estructurales soldados ofrecen grandes ventajas sobre los clásicos perfiles estructurales:

- Por su forma cerrada y bajo peso presentan un mejor comportamiento a esfuerzos de torsión y resistencia al pandeo.
- Facilidad de montaje, permitiendo la realización de uniones simples por soldadura.
- Superficies exteriores reducidas, sin ángulos vivos ni rebabas, permitiendo un fácil mantenimiento y protección contra corrosión.

## 2.6.2.2 Especificaciones del tubo estructural

Tabla 2.1

### Especificaciones y medidas del tubo estructural

Díámetro exterior	Espesor	Masa por unidad de longitud	Área de la sección transversal	Momento de inercia de flexión	Radio de giro	Módulo de flexión elástico	Módulo de flexión plástico	Momento de inercia de torsión	Módulo de torsión	Área superficial por metro lineal	Longitud nominal por tonelada
D	T	M	A	I	i	W <sub>e</sub>	W <sub>p</sub>	I <sub>t</sub>	C <sub>t</sub>	A <sub>s</sub>	m
mm	mm	kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> /m	m
21.3	2.0	0.95	1.21	0.571	0.686	0.536	0.748	1.14	1.07	0.0669	1050
	2.5	1.16	1.48	0.664	0.671	0.623	0.889	1.33	1.25		863
	3.0	1.35	1.72	0.741	0.656	0.696	1.01	1.48	1.39		739
26.9	2.0	1.23	1.56	1.22	0.883	0.907	1.24	2.44	1.81	0.0845	814
	2.5	1.5	1.92	1.44	0.867	1.07	1.49	2.88	2.14		665
	3.0	1.77	2.25	1.83	0.852	1.21	1.72	3.27	2.43		566
33.7	2.0	1.56	1.99	2.51	1.12	1.49	2.01	5.02	2.98	0.106	640
	2.5	1.92	2.45	3.00	1.11	1.78	2.44	6.00	3.56		520
	3.0	2.27	2.89	3.44	1.09	2.04	2.84	6.88	4.08		440
42.4	2.0	1.99	2.54	5.19	1.43	2.45	3.27	10.4	4.90	0.133	502
	2.5	2.46	3.13	6.26	1.41	2.95	3.99	12.5	5.91		407
	3.0	2.91	3.71	7.25	1.40	3.42	4.67	14.5	6.84		343
	4.0	3.79	4.83	8.99	1.36	4.24	5.92	18.0	8.48		264

## 2.7. Herramientas utilizadas en la construcción

### 2.7.1 Torno

El torno mecánico es una máquina-herramienta para mecanizar piezas por revolución arrancando material en forma de viruta mediante una herramienta de corte. Ésta será apropiada al material a mecanizar pudiendo estar hecha de acero al carbono, acero rápido, acero rápido al cobalto, widia, cerámica, diamante, etc. y que siempre será más dura y resistente que el material mecanizado.

El torneado es un proceso de maquinado en el cual una herramienta de una sola punta remueve material de la superficie de una pieza de trabajo cilíndrica en rotación; la herramienta avanza linealmente y en una dirección paralela al

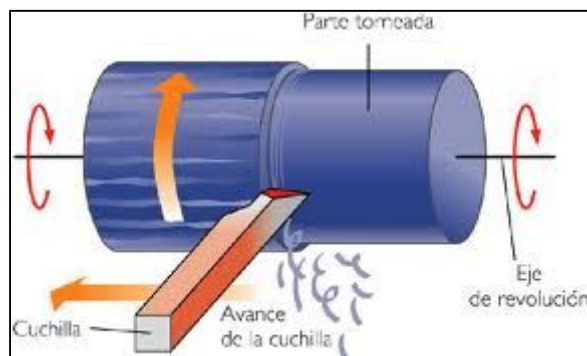
eje de rotación. El torneado se lleva a cabo tradicionalmente en una herramienta llamada torno, la cual suministra la potencia para tornear la pieza a una velocidad de rotación determinada con avance de la herramienta y profundidad de corte específicos.



**Figura 2.22.** Esquematizado de un torno

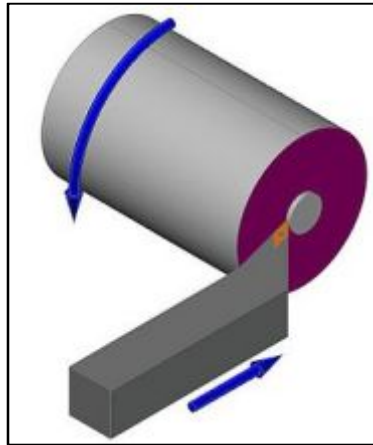
### 2.7.1.1 Procesos

- **Cilindrado:** Permite la obtención de una geometría cilíndrica de revolución. Puede aplicarse tanto a exteriores como a interiores.



**Figura 2.23.** Proceso de Cilindrado

- **Refrentado:** Permite la obtención de superficies planas perpendiculares al eje de rotación de la máquina.

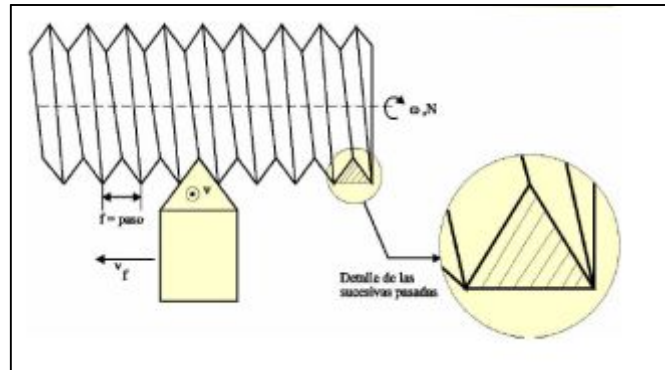


**Figura 2.24.** Proceso Refrentado

- **Roscado:** Permite la obtención de roscas, tornillos en el caso de roscado exterior y tuercas en el caso de roscado interior. La operación de roscado, tanto en interiores como exteriores, no es más que un caso particular de la operación de cilindrado en lo referente a su cinemática, variando respecto a aquélla las condiciones de corte y la geometría de la herramienta.

La figura siguiente esquematiza un proceso de roscado. Tal y como puede apreciarse, el avance de la herramienta se hace coincidir con el paso de la rosca. El número de pasadas a realizar, suele ser elevado si se compara con una operación de cilindrado equivalente, debido a la limitación del espesor de viruta indeformada en cada una de las pasadas, a fin de obtener una geometría aceptable en la rosca.





**Figura 2.25.** Proceso roscado

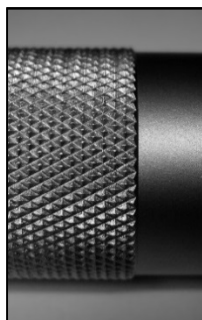
- **Taladrado:** Permite la obtención de taladros coaxiales con el eje de rotación de la pieza. Para ello se sitúa una broca en el extremo del contrapunto y se desplaza éste con el movimiento de avance hasta conseguir el taladrado de la pieza.



**Figura 2.26:** Proceso taladrado

- **Moleteado:** Permite el marcado de la superficie cilíndrica de la pieza a fin de facilitar la rotación manual de la misma. El moleteado no es una operación de mecanizado propiamente dicha, puesto que no elimina material de la preforma. Se utiliza para marcar con una geometría estriada alguna de las superficies de revolución de la pieza, a fin de facilitar su

amarre manual, impidiendo que ésta resbale en el contacto con la mano por efecto del sudor o la grasa depositada sobre la superficie.



**Figura 2.27:** Moleteado de una superficie cilíndrica

## 2.7.2 Pie de rey

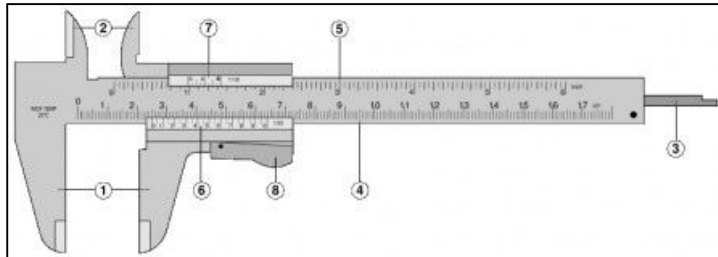
### 2.7.2.1 Definición:

El calibre, también denominado cartabón de corredera o pie de rey, es un instrumento para medir dimensiones de objetos relativamente pequeños, desde centímetros hasta fracciones de milímetros ( $1/10$  de milímetro,  $1/20$  de milímetro,  $1/50$  de milímetro). En la escala de las pulgadas tiene divisiones equivalentes a  $1/16$  de pulgada, y, en su nonio, de  $1/128$  de pulgadas. Consta de una "regla" con una escuadra en un extremo, sobre la cual se desliza otra destinada a indicar la medida en una escala. Permite apreciar longitudes de  $1/10$ ,  $1/20$  y  $1/50$  de milímetro utilizando el nonio.

Mediante piezas especiales en la parte superior y en su extremo, permite medir dimensiones internas y profundidades.

Posee dos escalas: la inferior milimétrica y la superior en pulgadas.

### 2.7.2.2 Componentes:



**Figura 2.28:** Pie de rey

- Mordazas para medidas internas.
- Mordazas para medida de profundidades.
- Escala con divisiones en centímetros y milímetros.
- Escala con divisiones en pulgadas y fracciones de pulgada.
- Nonio para la lectura de las fracciones de milímetros en que esté dividido.
- Nonio para la lectura de las fracciones de pulgada en que esté dividido.
- Botón de deslizamiento y freno.

### 2.7.2.3 Aplicación:

Calibre de precisión utilizado en mecánica por lo general, que se emplea para la medición de piezas que deben ser fabricadas con la tolerancia mínima posible. Las medidas que toma pueden ser las de exteriores, interiores y de profundidad.

---

(Manuel Rivas Cabezuelo, 2010)  
 (Acero grado de maquinaria, s.f.)  
 (Constructalia, s.f.)  
 (Proceso de fabricacion torneado, s.f.)  
 (Ivan Bohman, 1935)  
 (Takeoffbriefing, s.f.)

### 2.7.3 Galga de roscas

Una galga de roscas es una herramienta utilizada para medir el paso de la rosca de un tornillo. La galga de roscas se utiliza como herramienta de referencia para determinar el paso de la rosca de un tornillo o de un agujero con rosca interior. Esta herramienta no se utiliza como instrumento de medida de precisión. Este mecanismo permite al usuario determinar el perfil de una rosca dada y clasificarla rápidamente según su forma y paso. Este mecanismo también ahorra tiempo, ya que evita al usuario medir y contar el paso de rosca del elemento roscado.



**Figura 2.29:** Galga de roscas

### 2.7.4 Soldador eléctrico

#### 2.7.4.1 Descripción

El soldador eléctrico proporciona la posibilidad de conseguir un buen acabado en trabajos de unión de metales, con mejores resultados que los realizados mediante otros métodos. Los soldadores eléctricos sirven para unir materiales, en especial metálicos, mediante el calor generado por la energía eléctrica.

Normalmente se recomienda utilizar un soldador de baja potencia, para que no se dañen los circuitos eléctricos. En cuanto a los tipos de soldadores, dependen de las características del trabajo a realizar. Existen diversos tipos de soldadores eléctricos.

#### **2.7.4.2 Tipos de soldadores eléctricos por arco**

Los equipos de soldadura tienen unos generadores (conocidos como grupos), para poder regular la intensidad del voltaje con que se planea trabajar.

- a) Soldador de electrodos:** Es uno de los soldadores más comunes. Para lograr la soldadura, se utilizan varillas denominadas electrodos, por las cuales pasa la corriente y se genera el arco, fundiendo al electrodo. Es uno de los equipos más económicos. Una de las partes a soldar se la conecta a masa, mientras que el electrodo lleva la carga positiva.
  
- b) Soldador de arco con electrodo desnudo en atmósfera controlada:** Este último método utiliza un sistema de arco conjuntamente con un gas que protege de la oxidación a la pieza. Se puede efectuar con electrodos consumibles de Tungsteno, o TIG, que pueden ser con o sin aporte. El gas que más se usa es el argón, ya que es muy específico para ciertas soldaduras.



**Figura 2.30:** Soldadora eléctrica

### 2.7.5 Fresadora

Una fresadora es una máquina herramienta utilizada para realizar mecanizados por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos. 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 cualificado profesionalmente.



**Figura 2.31:** Fresadora universal

### 2.7.6 Otras herramientas

- Lima
- Lija N° 240
- Brocas
- Rápida de corte
- Esmeril
- Terraja
- cepillo de alambre

### 2.7.7 Normas de seguridad para el proceso de construcción

#### 2.7.7.1 Protección personal

1. **Gafas:** Protección contra impactos, sobre todo cuando se mecanizan metales duros, frágiles o quebradizos.
2. **Guantes de fuerza:** Protección contra cortaduras de las manos y muñecas.

3. **Zapatos de seguridad:** Protección contra los pinchazos, cortes por virutas y contra la caída de piezas pesadas.
4. **Tapones u orejeras:** Protección a los oídos en ambientes adversos de ruido .Se utilizan por ejemplo en las obras, en los aeropuertos, al disparar o en un sitio donde hace mucho ruido.
5. **Overol o ropa ligera:** Protección de limallas o viruta, se debe usar ropa ligera para realizar movimientos de manejo de la herramienta.

#### **2.7.7.2 Recomendaciones para el uso del torno y fresadora**

- Verificar los seguros de ajuste y aflojamiento del torno y fresadora, estén correctamente colocados.
- Antes de tornear verificar si la pieza a tornear este correcta y firmemente sujeta y que en su movimiento no encontrará obstáculos.
- Verificar que la pieza a fresar estén bien sujeta por las mordazas.
- Verificar si los tornillos sujeción estén correctamente ajustados del portaherramientas.
- Que no haya ninguna pieza o herramienta abandonada sobre el torno o la fresadora, que pueda caer o salir despedida.
- La persona que va usar el torno debe ser capacitada antes de manejar la misma.





**Figura 2.32:** Protección personal

## CAPÍTULO III

### DESARROLLO DEL TEMA

#### 3.1 Preliminares

La infraestructura de los talleres de la Unidad de Gestión de Tecnologías es de gran calidad para la enseñanza y aprendizaje de los estudiantes. Dentro de ellos se pueden observar maquinaria de trabajo, maquetas, y más proyectos de estudiantes graduados y además se pueden observar bancos de pruebas para diferentes componentes de la aeronave.

Con el transcurso del tiempo, los talleres necesitan desarrollar nuevos proyectos con el fin de mejorar la educación del estudiante. Por tal motivo, el proyecto **“ELABORACIÓN DE UNA GUÍA DIDÁCTICA Y CONTRUCCIÓN DEL KIT DE HERRAMIENTAS ESPECIALES PARA EL DESMONTAJE DE PARTES Y COMPONENTES DE LA REDUCTION GEARBOX DEL MOTOR PT6A-25 PRATT & WHITNEY PARA LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS.”** permitirá al estudiante poseer una fuente de información tanto escrita como práctica para su estudio y además mejorará su comprensión y dudas al desmontar la Reduction Gearbox.

Actualmente en los talleres de la Unidad carecen de herramientas especiales para el desmontaje de partes y componentes de este tipo de motores PT6-A (turbohélices), por ese motivo el estudiante no tiene conocimiento de manera directa de observar características fundamentales internas de la Reduction Gearbox, que le ayudan a la secuencia de funcionamiento del equipo.

Por la misma situación, la elaboración de la guía didáctica y la construcción de herramientas beneficiarán a La Unidad para la preparación de los nuevos profesionales Tecnólogos y así tengan conocimiento y desenvolvimiento en el área laboral profesional.

### **3.2 Estudio de alternativas**

Para la elaboración de la guía didáctica se tomó en cuenta información técnica del manual de overhaul del motor PT6A-25. Para el proceso de construcción del kit de herramientas se realizó una búsqueda de la formas de algunas de las herramientas a construirse. Además se desmontó la Reduction Gearbox con la finalidad de investigar que herramientas especiales son necesarias de construir.

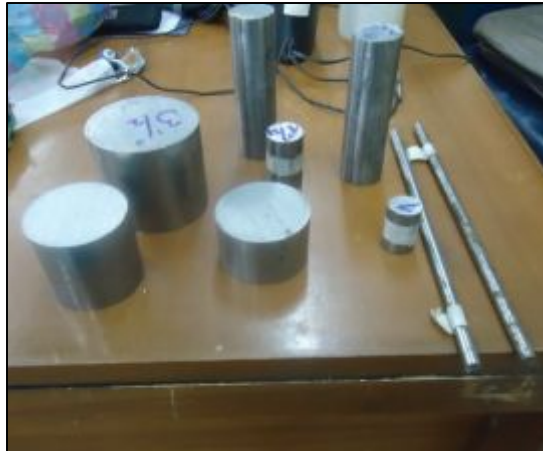
Por tal motivo se diseñó algunas herramientas acorde a las medidas de los componentes a desmontar y se mejoró de acuerdo a las pruebas de su desempeño de funcionamiento. Por lo descrito no se realizó el estudio de alternativas de solución por lo que no existe comparación, ni selección de diseños de mejores características que presentan.

En cuanto al material que se utilizó en la construcción, se propuso mediante un análisis de resistencia y esfuerzo para el proceso estético de presentación y sea fácil de utilizar.

#### **3.2.1 Selección de la mejor alternativa**

Para el proceso de construcción de las herramientas se debe tomar en cuenta parámetros importantes que ayudan al rendimiento y funcionamiento respectivo de cada una de ellas. Por tal motivo se escogió y se utilizó materiales

respectivos que brindan las características necesarias para realizar el proceso de construcción y finalmente sea fácil de manejar para su correcto uso.



**Figura 3.1.** Acero Transmisión

Para la elaboración de la guía didáctica se debe tomar en cuenta procedimientos técnicos respectivos del manual de overhaul. Además se realizó la práctica para verificación de partes y componentes que estén completos en el conjunto de la Reduction Gearbox para la construcción de las herramientas y desarrollo de la guía didáctica.

### **3.3 Construcción del kit de herramientas especiales**

#### **3.3.1 Descripción del Kit de herramientas especiales**

El kit de herramientas especiales está compuesto por:

1. **Socket (PWC30061):** Encargada de aflojar y desmontar la tuerca de retención del portador engranado de la primera etapa, ha sido diseñada con

las medidas respectivas para sujeción correcta y el desmontaje adecuado de la tuerca de retención.

2. **Puller (PWC30128-5):** De forma tipo T encargada de extraer y desmontar los coladores o separadores de los pines del portador engranado de la primera etapa. Diseñada con una rosca para el apriete y extracción del componente.
3. **Socket (PWC30324):** Encargada de aflojar y desmontar la tuerca de retención del portador engranado de la segunda etapa, ha sido diseñada con las medidas respectivas para sujeción correcta y el desmontaje adecuado.
4. **Puller (PWC30046 - 57):** Encargada de extraer y desmontar el sello de aceite del generador tacómetro de la cubierta frontal, ha sido diseñada con una cabeza dentada externa para sujeción del componente y un mango movable para dar fuerza de empuje al extraer el sello de aceite.
5. **Puller (PWC32072):** Encargada de extraer y desmontar el cobertor o tapa del tubo de transferencia de aceite de la cubierta frontal, ha sido diseñada con una cabeza dentada interna para sujeción del componente y un mango movable para dar fuerza de empuje al extraer el cobertor.
6. **Puller (PWC30128-02):** De forma tipo T encargada de extraer y desmontar el tubo de transferencia de aceite de la cubierta frontal. Diseñada con una rosca para el apriete y extracción del componente.

7. **Socket (PWC32430):** Encargada de aflojar y desmontar la tuerca de retención del eje de la hélice, ha sido diseñada con las medidas respectivas para sujeción correcta y el desmontaje adecuado.
8. **Puller (PWC30128 - 04):** De forma tipo T encargada de extraer y desmontar el adaptador del tubo de transferencia de aceite de eje de la hélice de la cubierta frontal. Diseñada con una rosca para el apriete y extracción del componente.
9. **Estructura y plato de soporte:** Encargado para la fijación y soporte de la Reduction Gearbox para comodidad y facilidad para trabajar en el desmontaje de partes y componentes de la misma.
10. **Herramienta a presión (PWC30418):** Encargado de desmontar todo el conjunto de cubierta y cojinete de empuje, con ayuda de una prensadora que emite presión a pocos tiempos sobre la base de la herramienta para dicho desmonte.
11. **Botadores 3/16", 1/4", 3/8":** Herramienta utilizada para el desmontaje de partes o componentes de diámetros de difícil acceso o de empuje mediante golpes a pocos tiempos. Son de material de grilon lo cual no daña al metal de los componentes a desmontar.
12. **Extractor santiago:** Herramienta que se utiliza para extraer o desmontar partes de la Reducción Gearbox montadas a presión.
13. **Pernos de seguridad:** Los cuales ayudan a la sujeción de la Reduction Gearbox con el plato de soporte, para seguridad del personal que va a desmontar

**14. Placa de ajuste:** Sirve como soporte del tornillo de fuerza del extractor santiago.

Todas las herramientas especiales se encuentran en la caja de madera diseñada especialmente para cada una de ellas.

Además de la implementación del kit de herramientas, se desarrolló una guía didáctica para el proceso de desmontaje de la Reduction Gearbox y el correcto manejo de cada herramienta especial.

### **3.3.2 Elementos del Kit de herramientas**

- Socket (PWC30061)
- Puller (PWC30128-5)
- Socket (PWC30324)
- Puller (PWC30046 - 57)
- Puller (PWC32072) ; 2 cabezales
- Puller (PWC30128-02)
- Socket (PWC32430)
- Puller (PWC30128 - 04)
- Estructura y plato de soporte
- pernos de seguridad del plato
- Caja de madera
- Extractor santiago
- Botadores 3/16", 1/4", 3/8"
- Placa de ajuste
- Herramienta a presión (PWC30418)
- Guía Didáctica para el desmontaje de la Reduction Gearbox

### **3.3.3 Proceso de construcción**

El proceso de construcción lleva como finalidad conocer y diseñar herramientas necesarias para el proceso de desmontaje de la Reduccion Gearbox y sean fáciles para el manejo manual.

### **3.3.4 Orden de construcción**

La construcción del kit de herramientas se la llevó acabo por etapas de maquinado, que se presenta continuación.

#### **3.3.4.1 Puller (PWC32072)**

##### **➤ Materiales y herramientas**

- Galga de roscas
- Moleteador
- Broca 3/8"
- Galga de roscas
- Pie de rey
- Acero SAE 1018
- Lima
- Cepillo de alambre
- Torno
- Fresadora
- Tuercas de seguridad

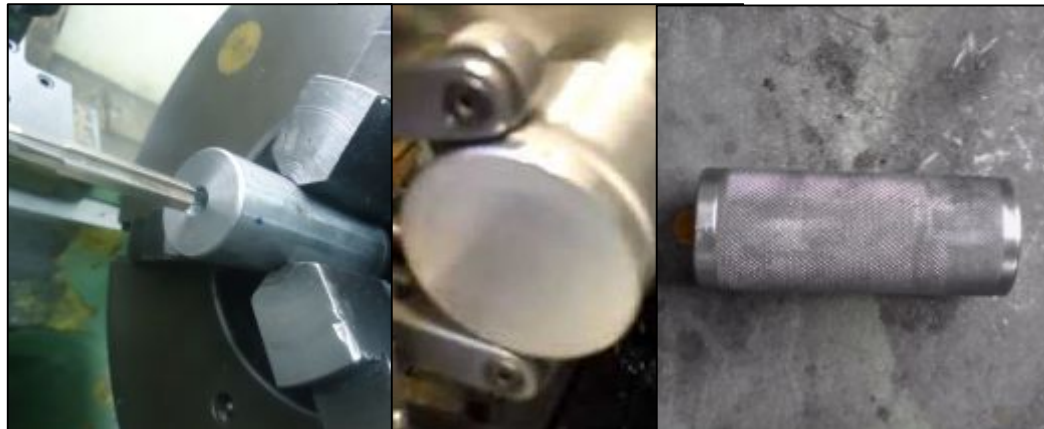


### ➤ Procedimiento

Se construyó el puller con un acero eje de transmisión SAE 1018 que se caracteriza por tener 0.18% de carbono, está acorde a la resistencia y esfuerzo que se necesita para desmontar el componente respectivo.

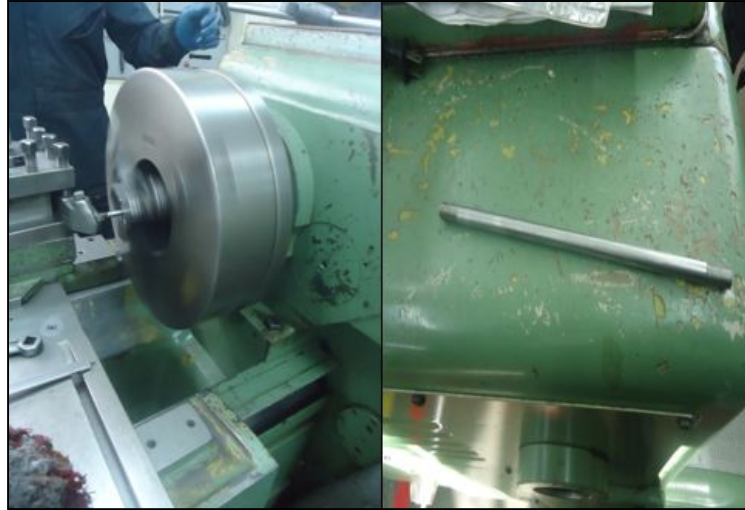
Se realizó el proceso de torneado con un eje de acero macizo para darle la forma al diseño propuesto del mango. Con una broca 3/8" se realizó el orificio interno del mango donde se aloja el eje corredizo, se siguió el proceso de moleteado exterior del mango para seguridad de agarre de la herramienta, utilizando el moleteador en el torno.

Para finalización de construcción del mango se realizó el proceso de refrentado en los extremos del mismo mediante el proceso de torneado.



**Figura 3.2.** Proceso de construcción del mango y moleteado

Para la construcción del eje corredizo se realizó las roscas en cada extremo del eje mediante el proceso de torneado, donde se ajustan las cabezas y las tuercas de 3/8" de seguridad.



**Figura 3.3.** Proceso de roscado del eje

A continuación se construyeron dos cabezales los cuales en su parte posterior se les realizó una rosca con un machuelo de 3/8", con la finalidad que se ajusten y aseguren al eje corredizo del mango.

Se tomó medidas con el pie de rey y la galga de roscas a las cubiertas o tapas que se van a desmontar con los cabezales, se procedió con el fresado de una de las cabezas para darle el diseño correspondiente para montar en la cubierta o tapa que se va a extraer.

Por consiguiente se siguió el proceso de torneado de la segunda cabeza donde se realizó la rosca que se ajusta en una de las tapas o cubiertas para el correspondiente desmontaje.

Finalmente se limó y se cepilló los restos de material adheridos en la herramienta construida.



**Figura 3.4.** Fresado y acabado del cabezal dentado interno

**Tabla 3.1**

**Especificaciones y medidas del Puller (PWC32072)**

No	DESCRIPCIO N	CANT	DIAMETRO INTERIOR	DIAMETRO EXTERIOR	LONGITU D	HILO S
1	Mango Moleteado	1	11 mm	38 mm	101.6 mm	N/A
2	Eje o pasador	1	N/A	11 mm	25.4 cm	N/A
3	Roscas del eje	2	N/A	11 mm	19 mm	10
4	Cabezal (1)	1	11 mm (AFT) 13.4 mm (FWD)	30 mm	24 mm (AFT) 7 mm (FWD)	10 (AFT) N/A (FWD) )
5	Cabezal (2)	1	11 mm (AFT) 16 mm (FWD)	30 mm	31 mm	10 (AFT) 6 (FWD)

### 3.3.4.2 Plato de soporte

#### ➤ **Materiales y herramientas**

- Broca ½ “, 9/16”
- Pie de rey
- Machuelo ½”
- Acero SAE 1018
- Lima
- Cepillo de alambre
- Flexómetro
- Torno
- Fresadora

#### ➤ **Procedimiento**

El plato de soporte fue diseñado con el acero eje de transmisión SAE 1018 que tiene 0.18% de carbono, está acorde a la resistencia y esfuerzo que se necesita para el soporte de la Reduction Gearbox.

Se procedió a realizar un molde del cabezal del eje de la hélice para tomar las medidas de las distancias y diámetros de cada orificio utilizando el pie de rey para el proceso de fresado.

Por consiguiente, se realizó el proceso de fresado con las brocas de 9/16” y 1/12” para realizar los orificios guías como también los orificios de ajuste de los pernos de seguridad, se utilizó el machuelo de ½” correspondiente para realizar la rosca interna de los orificios de ajuste.

Finalmente se realizó el proceso de torneado de cilindrado en la parte posterior del plato donde se ajusta a la estructura base, donde también se realizó la rosca interna para la sujeción en la estructura base, se limó y se cepilló restos adheridos al material.



**Figura 3.5.** Proceso de construcción y diseño del plato de soporte

**Tabla 3.2**

**Especificaciones y medidas del plato de soporte**

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIAMETRO	LONGITUD	HILOS
1	Orificio base con rosca	1	57.5 mm	15 mm	9
2	Orificios de sujeción con roscas	8	15 mm	15 mm	10
3	Orificios guías	2	15.8 mm	15 mm	N/A
4	Orificio base del cabezal de la hélice	1	64.7 mm	15 mm	N/A
5	Plato	1	153 mm	30mm	N/A

### 3.3.4.3 Puller (PWC30046-57)

#### ➤ **Materiales y herramientas**

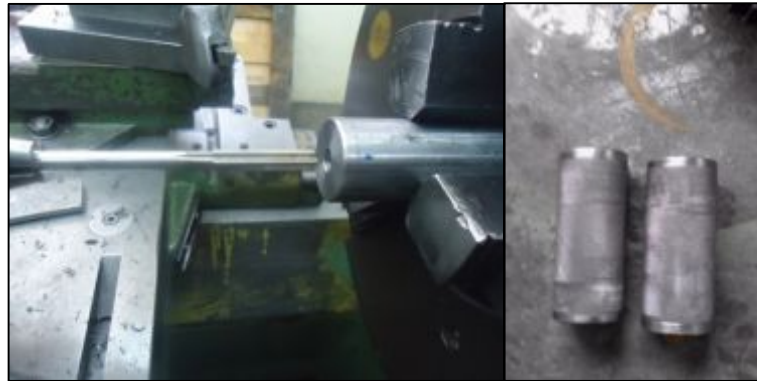
- Galga de roscas
- Moleteador
- Broca 3/8"
- Galga de roscas
- Pie de rey
- Acero SAE 1018
- Lima
- Cepillo de alambre
- Torno
- Fresadora
- 3 Tuercas de seguridad

#### ➤ **Procedimiento**

Se construyó el puller con un acero eje de transmisión SAE 1018 que se caracteriza por tener 0.18% de carbono, está acorde a la resistencia y esfuerzo que se necesita para desmontar el componente respectivo.

Se realizó el proceso de torneado con un eje de acero macizo para darle la forma al diseño propuesto del mango. Con una broca 3/8" se realizó el orificio interno del mango donde se aloja el eje corredizo, se siguió el proceso de moleteado exterior del mango para seguridad de agarre de la herramienta, utilizando el moleteador en el torno.

Para finalización de construcción del mango se realizó el proceso de refrentado en los extremos del mismo mediante el proceso de torneado.



**Figura 3.6.** Proceso de construcción del mango

Para la construcción del eje corredizo se realizó las roscas en cada extremo del eje, donde se ajustan las cabezas y dos tuercas de 3/8" de seguridad.



**Figura 3.7.** Proceso de roscado del eje

A continuación se construyó un cabezal donde se realizó en su parte posterior una rosca con un machuelo de 3/8", con la finalidad que se ajuste al eje corredizo del mango. Se tomó medidas con el pie de rey a la abertura del sello o tapón donde se va a montar el cabezal para extraer, con la finalidad de

construir al mismo, con la forma y diseños respectivos. Se procedió con el torneado de la parte delantera del cabezal para darle la función mencionada como herramienta. Finalmente se limó y se cepillo los restos de material adheridos en la herramienta construida.



**Figura 3.8.** Construcción del cabezal

**Tabla 3.3**

**Especificaciones y medidas del Puller (PWC30046-57)**

No	DESCRIPCIÓN	CANT.	DIAMETRO INTERIOR	DIAMETRO EXTERIOR	LONGITUD	HILOS
1	Mango Moleteado	1	11 mm	38 mm	101.6 mm	N/A
2	Eje o pasador	1	N/A	11 mm	25.4 cm	N/A
3	Roscas del eje	2	N/A	11 mm	19 mm	10
4	Cabeza parte posterior	1	11 mm	26 mm	25 mm	16
5	Cabeza parte frontal (Dentada)	1	23mm	26 mm	0.5 mm	N/A



#### 3.3.4.4 Puller (PWC30128-5)

##### ➤ **Materiales y herramientas**

- Galga de roscas
- Terraaja 3/16"
- Pie de rey
- Acero SAE 1018
- Lima
- Cepillo de alambre
- Torno

##### ➤ **Procedimiento**

Se construyó el puller con dos barras de acero eje de transmisión SAE 1018 que se caracteriza por tener 0.18% de carbono, está acorde a la resistencia y esfuerzo que se necesita para extraer el componente respectivo.

Se procedió a tomar medidas del diseño propuesto de la herramienta a construir con el pie de rey, a continuación se cortó las dos barras en sus medidas establecidas. Se soldaron las dos barras (soldadura TIG) para darle la forma en T, en el extremo de la herramienta en T se realizó la rosca utilizando la terraaja 3/16", para la extracción correspondiente del componente.

A continuación se realizó el refrentado en los extremos de la barra superior mediante el proceso de torneado, finalmente se limó y se cepillo restos de material adheridos en la rosca y en los puntos de suelda realizados.



**Figura 3.9.** Proceso de construcción de la herramienta puller (PWC30128-5)

**Tabla 3.4**

**Especificaciones y medidas del Puller (PWC30128-5)**

No.	DESCRIPCIÓN	CANT.	DIAMETRO	LONGITUD	HILOS
1	Eje superior	1	8 mm	63.5 mm	N/A
2	Eje inferior	1	8 mm	101.6 mm	N/A
3	Rosca del eje inferior	1	4.8 mm	mm	10

**3.3.4.5 Estructura base del plato de soporte**

➤ **Materiales y herramientas**

- Flexómetro
- Galga de roscas
- Acero SAE 1018
- Tubo estructural
- Disco de corte
- Torno

➤ **Procedimiento**

Para la construcción de la estructura base del plato de soporte, se midió con el flexómetro y se cortó en 9 partes el tubo estructural de la siguiente manera: 3 tubos principales de igual medida para soporte de la base y el plato, 3 tubos (superiores) de igual medida para unión entre la base de la estructura y los tubos de soporte de la base y el plato, y los 3 últimos tubos (inferiores) de igual medida para unión y sujeción entre tubos de soporte.



**Figura 3.10.** Proceso de construcción de la estructura base

A continuación se tomó la medida de la rosca del plato de soporte con la galga de roscas, con la finalidad de realizar mediante el proceso de torneado una rosca en el cilindro base donde se ajusta el plato.

Por consiguiente, se soldaron los tubos estructurales principales y superiores ya mencionados en el cilindro base mediante suelda eléctrica. Se dio puntadas de unión a los demás tubos para darle la forma del trípode y fijarle, para corrección respectiva de suelda en todas las uniones. Finalmente se lijo restos de material de las uniones de la base y los tubos soldados.



**Figura 3.11.** Proceso de acabado de la estructura base

**Tabla 3.5**

**Especificaciones y medidas de la estructura base**

No.	DESCRIPCIÓN	CANT.	DIAMETRO INTERIOR	DIAMETRO EXTERIOR	LONGITUD
1	Tubos de soporte	3	28 mm	31.7 mm	80 cm
2	Tubos superiores	3	28 mm	31.7 mm	6 cm
3	Tubos inferiores	3	28 mm	31.7 mm	26.1 cm
4	Base del plato	1	57.5mm	57.5mm	96.8 mm

**3.3.4.6 Puller (PWC30128-02)**

➤ **Materiales y herramientas**

- Galga de roscas
- Terraaja 7/16"
- Pie de rey
- Acero SAE 1018
- Lima
- Torno

### ➤ Procedimiento

Se construyó el puller con dos barras de acero eje de transmisión SAE 1018 que se caracteriza por tener 0.18% de carbono, está acorde a la resistencia y esfuerzo que se necesita para extraer el componente respectivo.

Se procedió a tomar medidas del diseño propuesto de la herramienta a construir con el pie de rey, a continuación se cortó las dos barras en sus medidas establecidas. Se soldaron las dos barras (soldadura TIG) para darle la forma en T, en el extremo de la herramienta en T se realizó la rosca utilizando la terraja 7/16" para la extracción correspondiente del componente.

A continuación se realizó el refrentado en los extremos de la barra superior mediante el proceso de torneado, finalmente se limó y se cepillo restos de material adheridos en la rosca y en los puntos de suelda realizados.



**Figura 3.12.** Proceso de construcción de la herramienta puller (PWC30128-02)

**Tabla 3.6****Especificaciones y medidas del puller (PWC30128-02)**

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIAMETRO	LONGITUD	HILOS
1	Eje superior	1	6.5 mm	63.5 mm	N/A
2	Eje inferior	1	9.5 mm	153.5 mm	N/A
3	Rosca del eje inferior	1	mm	12.7mm	16

**3.3.4.7 Puller (PWC30128-04)**➤ **Materiales y herramientas**

- Galga de roscas
- Terraaja 9/16"
- Pie de rey
- Acero SAE 1018
- Lima
- Cepillo de alambre
- Torno

➤ **Procedimiento**

Se construyó el puller con dos barras de acero eje de transmisión SAE 1018 que se caracteriza por tener 0.18% de carbono, está acorde a la resistencia y esfuerzo que se necesita para extraer el componente respectivo.

Se procedió a tomar medidas del diseño propuesto de la herramienta a construir con el pie de rey, a continuación se cortó las dos barras en sus medidas establecidas. Se soldaron las dos barras (soldadura TIG) para darle la

forma en T, en el extremo de la herramienta en T se realizó la rosca utilizando la terraja 9/16" para la extracción correspondiente del componente.

A continuación se realizó el refrentado en los extremos de la barra superior mediante el proceso de torneado, finalmente se limó y se cepillo restos de material adheridos en la rosca y en los puntos de suelda realizados.



**Figura 3.13.** Proceso de construcción de la herramienta puller (PWC30128-04)

**Tabla 3.7**

**Especificaciones y medidas del puller (PWC30128-04)**

No.	DESCRIPCIÓN	CANT.	DIAMETRO	LONGITUD	HILOS
1	Eje superior	1	9.5 mm	63.5 mm	N/A
2	Eje inferior	1	12.7 mm	101.6 mm	N/A
3	Rosca del eje inferior	1	12.7mm	20 mm	16

### 3.3.4.8 Socket (PWC30061)

#### ➤ **Materiales y herramientas**

- Pie de rey
- Acero SAE 1018
- Lima
- Broca 9/16"
- Marcador
- Torno
- Fresadora

#### ➤ **Procedimiento**

Se construyó el socket con un acero eje de transmisión SAE 1018 que se caracteriza por tener 0.18% de carbono, está acorde a la resistencia y esfuerzo que se necesita para desmontar el componente respectivo.

Para el proceso de construcción se midió con el pie de rey el diámetro y altura de la tuerca de retención del portador de la cubierta posterior montada en la Reduction Gearbox, para el proceso de torneado del material y construcción del diseño de la herramienta.

Se procedió con el proceso de torneado para la reducción y refrentado del material, con la finalidad de obtener un diámetro específico y una altura adecuada para el diseño y construcción de los dientes de agarre de la herramienta.

A continuación se marcó en el material las aberturas o espacios donde se realizó el proceso de fresado utilizando una broca 9/16" para darle la forma de



los dientes de agarre de la herramienta, se limó restos de material adheridos en la superficie dentada.

Finalmente en la parte superior de la herramienta se midió y se realizó un cuadro mediante el proceso de refrentado y reducción en el torno con las medidas de una copa o dado específico para facilitar el manejo de la herramienta y el desmontaje del componente correspondiente.



**Figura 3.14.** Proceso de construcción y diseño de la herramienta Socket (PWC30061)

**Tabla 3.8**

**Especificaciones y medidas del Socket (PWC30061)**

No.	DESCRIPCIÓN	CANT.	DIAMETRO	LONGITUD	ALTURA
1	General	1	62 mm	N/A	38 mm
2	Cuadro de manejo (parte superior)	1	N/A	22.3 mm	24 mm
3	Dentada de agarre (parte inferior)	8	N/A	5 mm	6 mm

### 3.3.4.9 Socket (PWC30324)

#### ➤ Materiales y herramientas

- Pie de rey
- Acero SAE 1018
- Lima
- Broca 9/16"
- Torno
- Fresadora

#### ➤ Procedimiento

Se construyó el socket con un acero eje de transmisión SAE 1018 que se caracteriza por tener 0.18% de carbono, está acorde a la resistencia y esfuerzo que se necesita para desmontar el componente respectivo.

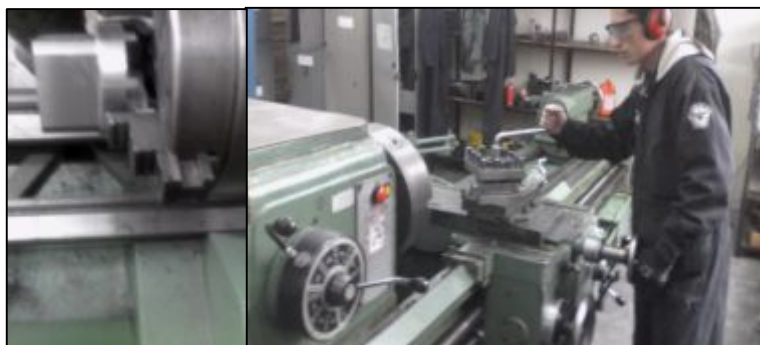
Para el proceso de construcción se midió con el pie de rey el diámetro y altura de la tuerca de la tuerca de retención del portador de la cubierta delantera montada en la Reduction Gearbox, para el proceso de torneado del material.

Se procedió con el proceso de torneado para la reducción y refrentado del material, con la finalidad de obtener un diámetro específico y una altura adecuada para el diseño y construcción de los dientes de agarre de la herramienta.

A continuación se marcó en el material las aberturas o espacios donde se realizó el proceso de fresado utilizando una broca 9/16" para darle la forma

de los dientes de agarre de la herramienta, se limó restos de material adheridos en la superficie dentada.

Finalmente en la parte superior de la herramienta se midió y se realizó un cuadro mediante el proceso de refrentado y reducción en el torno con las medidas de una copa o dado específico para facilitar el manejo de la herramienta y el desmontaje del componente correspondiente.



**Figura 3.15.** Proceso de construcción y diseño de la herramienta socket (PWC30324)

**Tabla 3.9**

**Especificaciones y medidas del Socket (PWC30324)**

No.	DESCRIPCIÓN	CANT.	DIAMETRO	LONGITUD	ALTURA
1	General	1	67 mm	N/A	38.2 mm
2	Cuadro de manejo (parte superior)	1	N/A	27 mm	24 mm
3	Dentada de agarre (parte inferior)	8	N/A	5 mm	5 mm

### 3.3.4.10 Socket (PWC32430)

#### ➤ **Materiales y herramientas**

- Pie de rey
- Acero SAE 1018
- Lima
- Broca 9/16"
- Torno
- Fresadora

#### ➤ **Procedimiento**

Se construyó el socket con un acero eje de transmisión SAE 1018 que se caracteriza por tener 0.18% de carbono, está acorde a la resistencia y esfuerzo que se necesita para desmontar el componente respectivo.

A continuación se realizó un orificio en toda la longitud del material con diámetro superior al del eje de la hélice mediante el proceso de torneado, con la finalidad de montaje de la herramienta a la tuerca de retención que se encuentra en el eje de la hélice.

Para el proceso de construcción y diseño de los dientes de agarre se midió con el pie de rey el diámetro y altura de la tuerca de retención montada en el eje de la hélice para el proceso de torneado del material.

Se procedió con el proceso torneado para la reducción y refrentado del material, con la finalidad de obtener un diámetro específico y una altura adecuada para el diseño y construcción respectiva de los dientes de agarre de la herramienta.

A continuación se marcó en el material las aberturas o espacios donde se realizó el proceso de fresado utilizando una broca 9/16" para darle la forma de los dientes de agarre de la herramienta, se limó restos de material adheridos en la superficie dentada.

Finalmente se realizó un medio orificio en la parte lateral donde soldó un eje de acero de 3/8" de diámetro, como diseño de un mango de fuerza de la herramienta construida, para el desmontaje y montaje de la tuerca de retención.



**Figura 3.16.** Proceso de construcción y diseño de la herramienta socket (PWC32430)

**Tabla 3.10**

**Especificaciones y medidas del socket (PWC32430)**

No.	DESCRIPCIÓN	CANT.	DIAMETRO EXTERIOR	DIAMETRO INTERIOR	LONGITUD	ALTURA
1	General	1	95 mm	70 mm	N/A	63 mm
2	Dentada de agarre (parte inferior)	8	N/A	N/A	5 mm	10 mm
3	Mango de fuerza	1	12 mm	N/A	199.6 mm	N/A

### 3.3.4.11 Extractor Santiago

#### ➤ **Materiales y herramientas**

- Brazos de sujeción
- 1 cuerpo de ajuste
- 3 Placas de sujeción
- Tornillo de ajuste
- 6 Pernos y tuercas de ajuste

#### ➤ **Procedimiento**

Se construyó el extractor con material acorde a la resistencia y esfuerzo que se necesita para desmontar el componente respectivo.

Para la construcción y diseño del extractor se ensambló las piezas propuestas según el diseño realizado. Se ensambló en el cuerpo de ajuste del extractor las 3 placas con los pernos y tuercas correspondientes para su ajuste, por consiguiente se ajustó los 3 brazos con las placas mediante pernos y tuercas respectivas. A continuación, se montó el tornillo de ajuste en el interior del cuerpo del extractor para la fuerza de extracción del componente.

Se realizó las pruebas de funcionamiento del extractor en los correspondientes componentes. El diseño y construcción del extractor se considera una herramienta común que tiene la misma finalidad de los extractores (santiago) del mismo tipo.



**Figura 3.17.** Proceso de armado y diseño del extractor Santiago

**Tabla 3.11**

**Especificaciones y medidas del extractor santiago**

No.	DESCRIPCIÓN	CANT.	DIAMETRO EXTERIOR	DIAMETRO INTERIOR	LONGITUD	ALTURA
1	Tornillo de ajuste	1	16 mm	12.5 mm	210 mm	N/A
2	Brazos de agarre	3	N/A	N/A	220 mm	N/A
3	Montantes de los brazos	2	N/A	N/A	70 mm	22 mm
4	Cuerpo de ajuste de los montantes	1	N/A	N/A	30 mm	22 mm
5	Pernos y tuercas de ajuste	6	15 mm	10 mm	30 mm	N/A

### 3.3.4.12 Botadores

#### ➤ Materiales y herramientas

- Barra de Grilon 1 m
- Lija 240
- Flexómetro
- Cierra

#### ➤ Procedimiento

Para la construcción de los botadores, se tomó medidas con el flexómetro de los diámetros de los componentes que se va a desmontar con los botadores. Se cortó con una cierra la barra de grilon en tres partes correspondientes a la medida propuesta para uso como herramienta.

Para la reducción del diámetro de las barras se procedió a utilizar la lija 240 hasta reducirlas a la medida respectiva. Se lijó restos adheridos al material.



**Figura 3.18.** Proceso de construcción y diseño de los botadores



**Tabla 3.12****Especificaciones y medidas los botadores**

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIAMETRO	LONGITUD
1	Botador 3/16"	1	4 mm	97 mm
2	Botador 1/4"	1	6 mm	138 mm
3	Botador 3/8"	1	9 mm	240 mm

**3.3.4.13 Herramienta a presión (PWC30418)**➤ **Materiales y herramientas**

- Acero SAE 1018
- Tol
- Flexómetro
- Suelda TIG
- Moladora
- Disco de corte
- Pie de rey
- Lima

➤ **Procedimiento**

Se construyó la herramienta a presión (PWC30418) con acero eje de transmisión SAE 1018 que se caracteriza por tener 0.18% de carbono, está acorde a la resistencia y esfuerzo que se necesita para desmontar a presión el componente respectivo.

Para la construcción de la herramienta a presión se midió con el flexómetro la longitud del eje de la hélice con la finalidad de liberar en su totalidad el conjunto de cubierta y cojinete de empuje, también se tomó medidas con el pie de rey los diámetros de los orificios del cabezal del mismo eje donde va montada la herramienta.

Con disco de corte y la moladora se cortó de una plancha un pedazo de tol en forma de un cuadrado, se midió y se dibujó en el tol la separación y los diámetros, que cada barra de la herramienta debe de tener para el montaje correspondiente en los orificios del cabezal, por consiguiente se soldaron (Suelda TIG) las 4 barras en el pedazo de tol de acuerdo al diseño respectivo.

Finalmente se limó los restos adheridos en los bordes del tol por efecto del corte y las superficies de los extremos de las barras.



**Figura 3.19.** Proceso de construcción y diseño de la herramienta a presión

**Tabla 3.13****Especificaciones y medidas de la herramienta a presión (PWC30418)**

No.	DESCRIPCIÓN	CANT.	DIAMETRO	LONGITUD	ALTURA	ESPESOR
1	Barras de acero SAE1018	4	12 mm	245 mm	N/A	N/A
2	Pedazo de tol (cuadrado)	1	N/A	100 mm	100 mm	4 mm

**3.3.4.14 Placa de ajuste**➤ **Materiales y herramientas**

- Tol
- Flexómetro
- Moladora
- Disco de corte
- Pulidora
- Lima

➤ **Procedimiento**

Para el proceso de construcción de la placa de ajuste, se midió con el flexómetro el diámetro del eje de la hélice donde se va hacer uso dicha placa, se procedió a dibujar en una plancha de tol un rectángulo estándar correspondiente a las medidas tomadas del diámetro del eje.

A continuación se cortó con la moladora y el disco de corte el rectángulo dibujado sobre la plancha. Finalmente se pulió los bordes y se limó restos adheridos al material.



**Figura 3.20.** Proceso de construcción y diseño de la placa de ajuste

**Tabla 3.14**

**Especificaciones y medidas de la placa de ajuste**

No.	DESCRIPCIÓN	CANT.	LONGITUD	ALTURA	ESPESOR
1	Pedazo de tol (rectangular)	1	65 mm	38 mm	3 mm

**3.3.4.15 Caja de herramientas**

➤ **Materiales y herramientas**

- Plancha de tabla
- 2 bisagras
- 1 aldaba y candado
- Manija
- esponja
- aerosol verde
- estilete

### ➤ Procedimiento

Para la construcción de la caja se consiguió un pedazo de esponja de forma rectangular donde se realizó el trazado y diseño de cada herramienta. A continuación se cortó con la cuchilla del estilete caliente la figura trazada en la esponja, se removió restos del corte efectuado y se pintó con el aerosol de color verde hasta que el color este uniforme.

A continuación, se tomó en cuenta las medidas de la esponja para la construcción de la caja de madera, donde se realizó el trazado de las caras laterales, superior e inferior en la plancha de madera, por consiguiente se cortó cada parte trazada de la plancha donde posteriormente se procedió al ensamble de cada cara para darle forma a la caja de herramientas.

Se realizó el proceso de pintura y lacado de la caja donde finalmente se montó 2 bisagras en la parte posterior de la caja para unión de la base y la cubierta, una aldaba en la parte delantera para cierre de la misma, y la manija en la parte posterior para comodidad de transporte de la caja de herramientas.



**Figura 3.21.** Proceso de construcción y diseño de la caja de herramientas

**Tabla 3.15****Especificaciones y medidas de la caja de herramientas**

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LONGITUD	FONDO	ALTURA
1	Esponja	1	980 mm	400 mm	80 mm
2	Caja de madera	1	1003 mm	405 mm	135 mm

**3.3.4.16 Proceso de pintura**

Para realizar el proceso de pintura del kit de herramientas especiales, se utilizó los siguientes materiales:

- Presión de aire
- Soplete
- Primer
- Catalizador
- Pintura

**➤ Procedimiento**

Para el proceso de pintura se realizó la limpieza de cada herramienta, se removió los residuos adheridos por el proceso de soldadura, torneado y fresado. A continuación se realizó el proceso anticorrosivo a cada herramienta, se las pintó con una capa de primer para prevenir la corrosión en el metal, por consiguiente se realizó la mezcla de la pintura gris con el catalizador, de igual manera la pintura amarilla para reducir el tiempo de secado.

Finalmente se procedió con la pintada de cada herramienta especial, se verificó a cada una de ellas de que no existan manchas de primer y se las codificó para su identificación correspondiente.



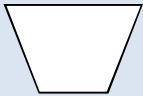
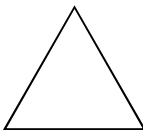
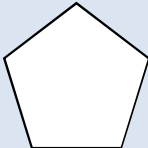

**Figura 3.22.** Proceso de pintura de las herramientas

### **3.4 Diagrama de construcción y ensamblaje**

Los diagramas de procesos tienen como objetivo describir cada uno de los procedimientos realizados mediante el uso de símbolos. En la siguiente tabla se puede observar las figuras que serán utilizados en los diagramas.

Tabla 3.16

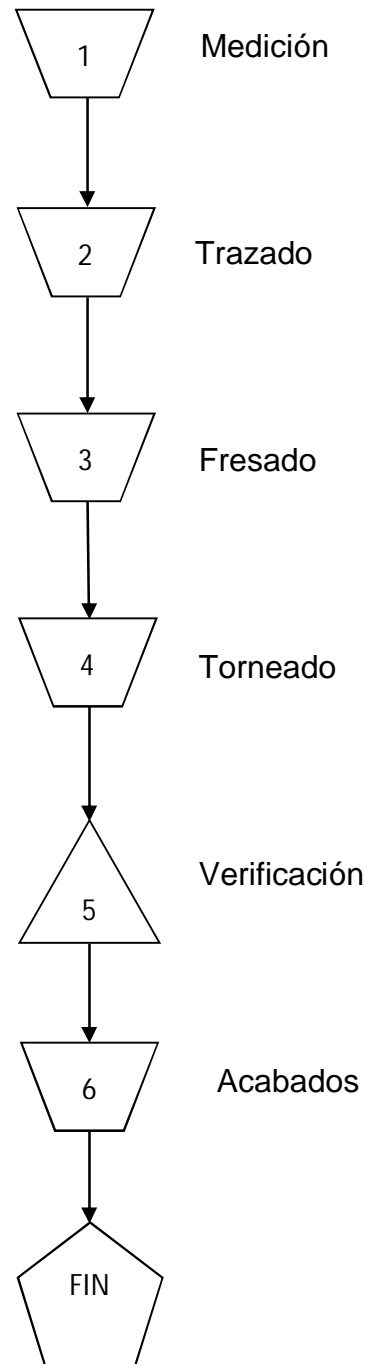
## Simbolización de los diagramas de procesos

No.	ACTIVIDAD	FIGURA	DETALLE
1	Operación		Se realiza una acción o se fabrica algo
2	Inspección o comprobación		Se verifica o se inspecciona cada uno de los detalles
3	Ensamble		Proceso terminado
4	Conector		Secuencia del proceso



### 3.4.1 Diagrama: Plato de soporte

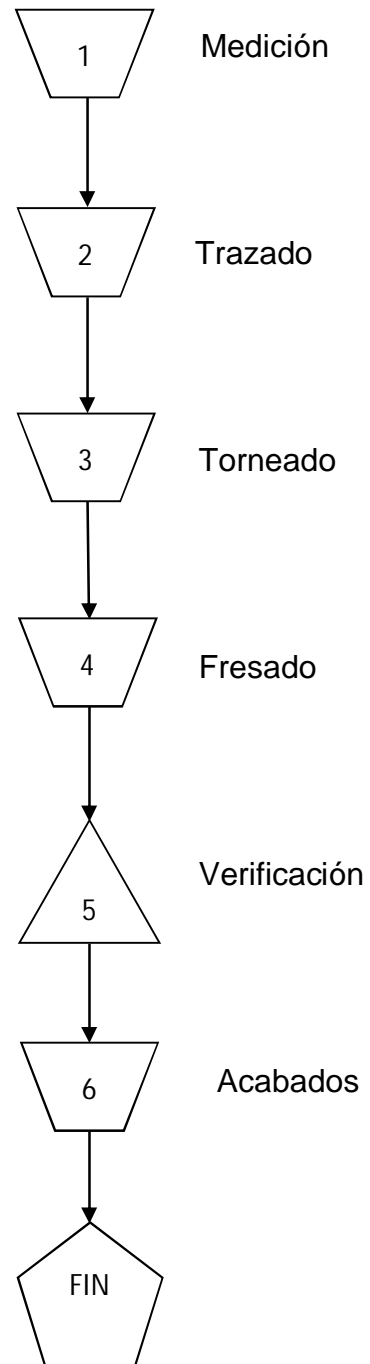
Material: Acero SAE 1018 (eje de transmisión)



**Figura 3.23.** Diagrama del proceso de construcción del plato de soporte

### 3.4.2 Diagrama: Puller (PWC32072)

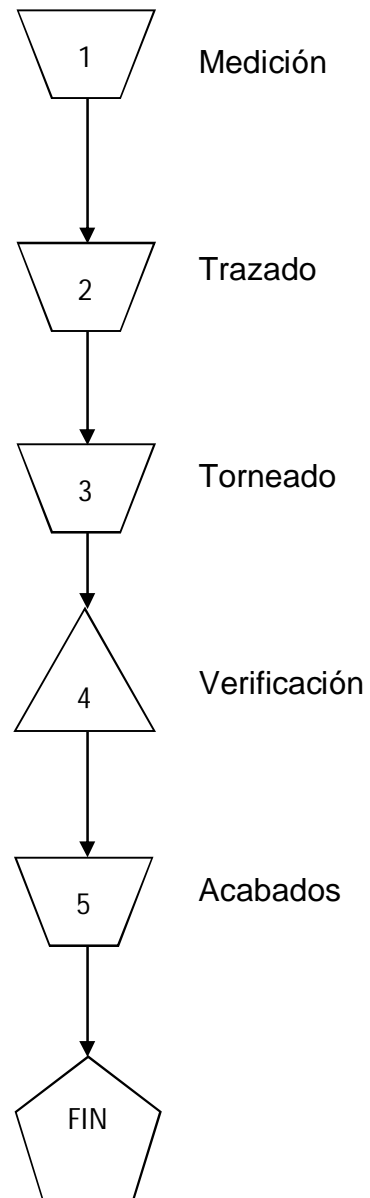
Material: Acero SAE 1018 (eje de transmisión)



**Figura 3.24.** Diagrama del proceso de construcción del puller (PWC32072)

### 3.4.3 Diagrama: Puller (PWC30046-57)

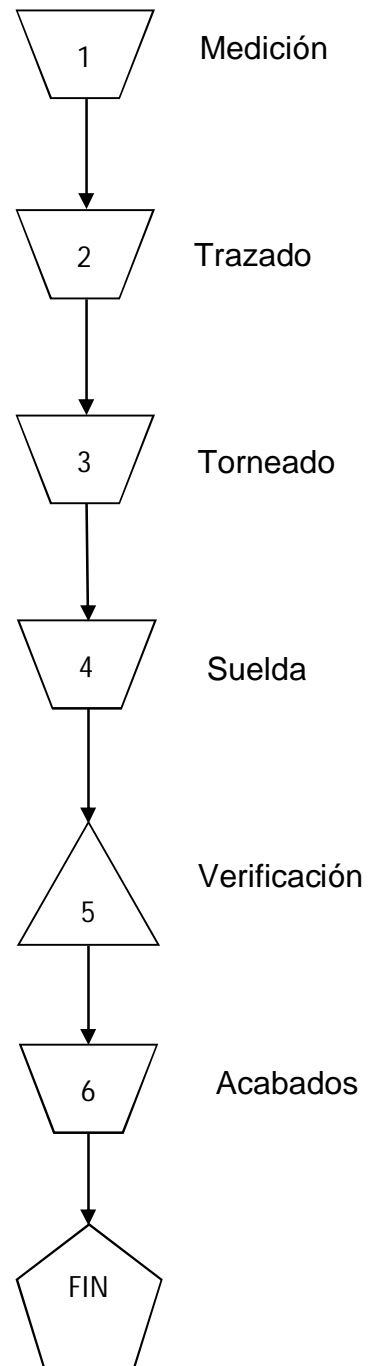
Material: Acero SAE 1018 (eje de transmisión)



**Figura 3.25.** Diagrama del proceso de construcción del puller (PWC30046-57)

### 3.4.4 Diagrama: Puller (PWC30128-5)

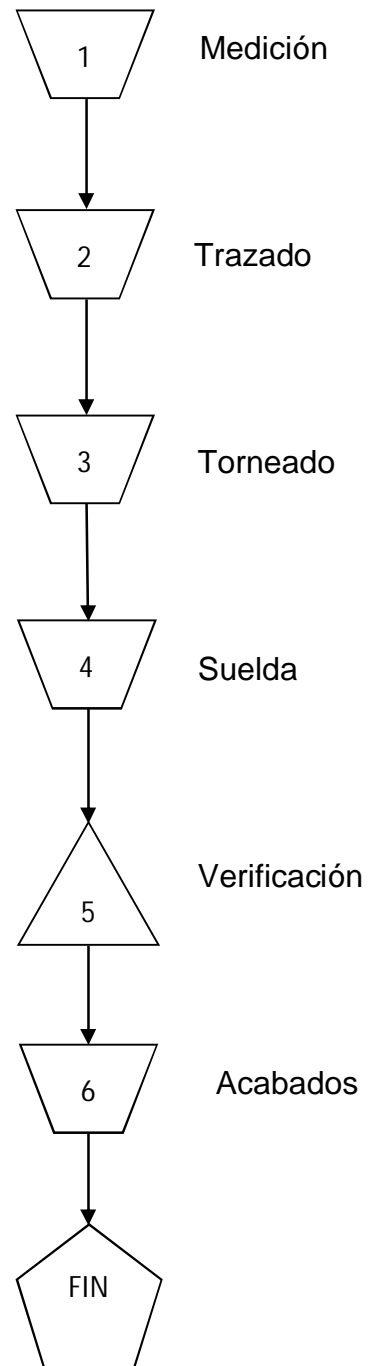
Material: Acero SAE 1018 (eje de transmisión)



**Figura 3.26.** Diagrama del proceso de construcción del puller (PWC30128-5)

### 3.4.5 Diagrama: Estructura base del plato de soporte

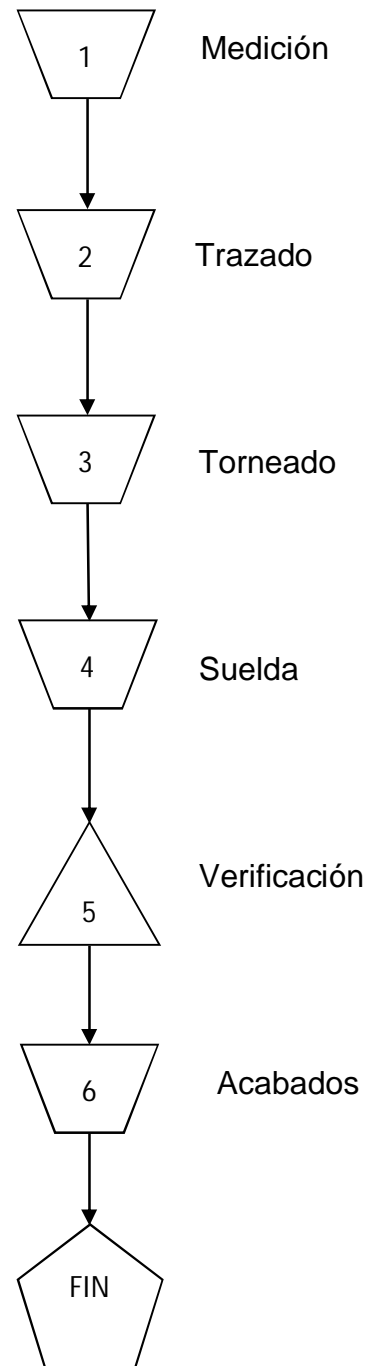
Material: tubo estructural redondo y acero SAE 1018 (eje de transmisión)



**Figura 3.27.** Diagrama del proceso de construcción de la estructura base

### 3.4.6 Diagrama: Puller (PWC30128-02)

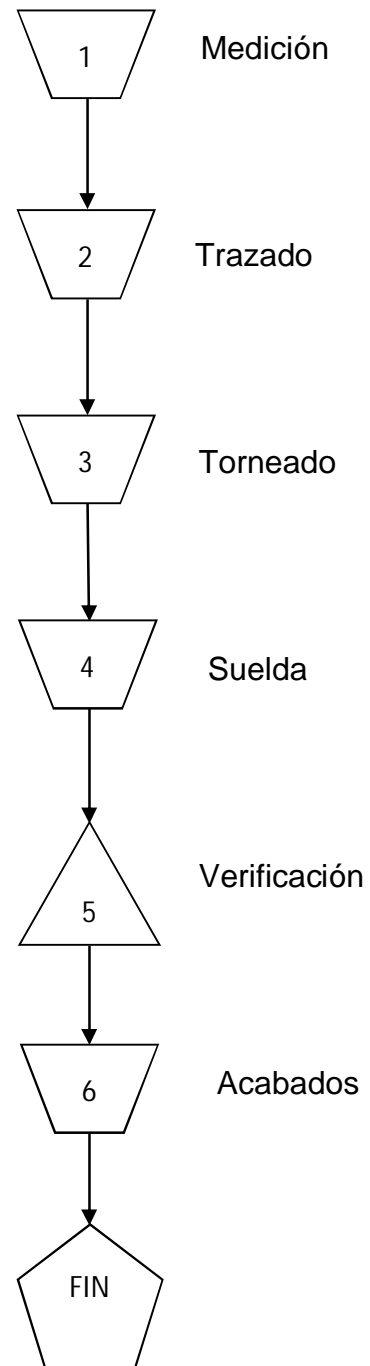
Material: Acero SAE 1018 (eje de transmisión)



**Figura 3.28.** Diagrama del proceso de construcción del puller (PWC30128-02)

### 3.4.7 Diagrama: Puller (PWC30128-04)

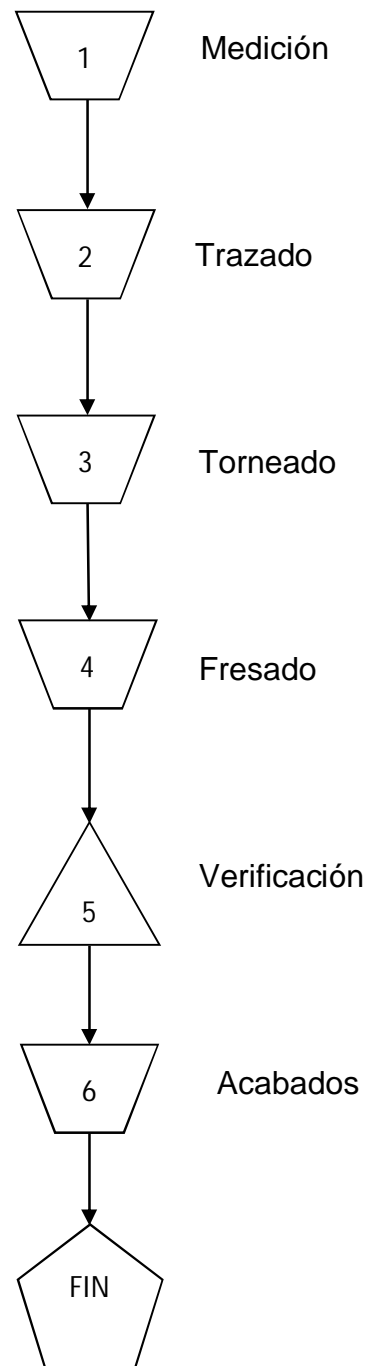
Material: Acero SAE 1018 (eje de transmisión)



**Figura 3.29.** Diagrama del proceso de construcción del puller (PWC30128-04)

### 3.4.8 Diagrama: Socket (PWC30061)

Material: Acero SAE 1018 (eje de transmisión)

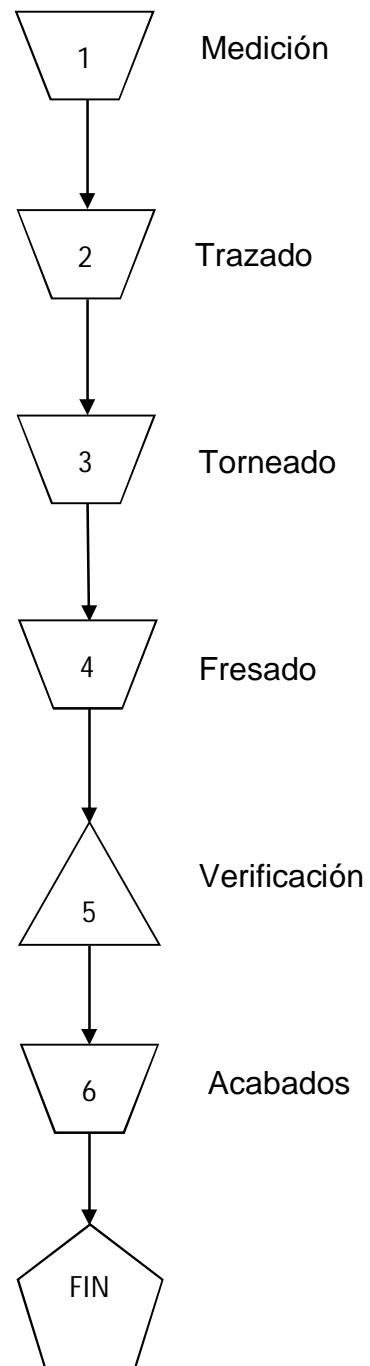


**Figura 3.30.** Diagrama del proceso de construcción del socket (PWC30061)



### 3.4.9 Diagrama: Socket (PWC30324)

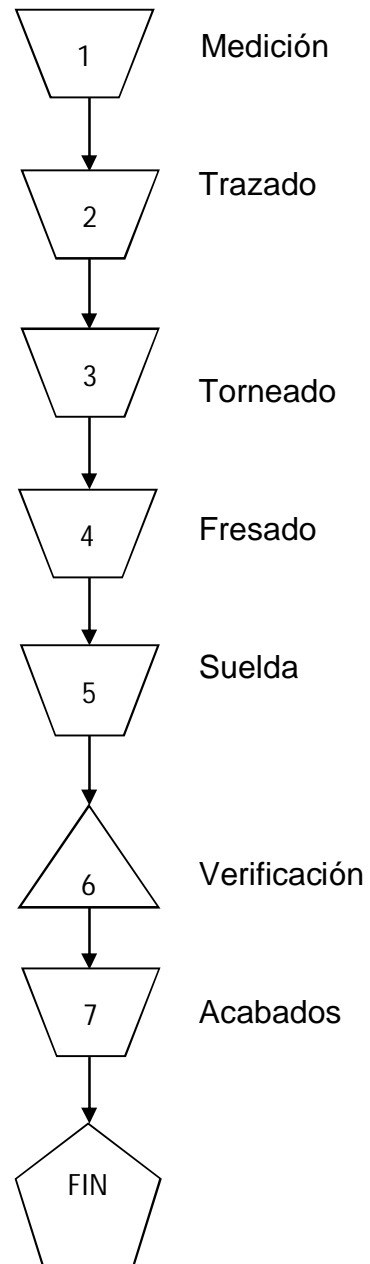
Material: Acero SAE 1018 (eje de transmisión)



**Figura 3.31.** Diagrama del proceso de construcción del socket (PWC30324)

### 3.4.10 Diagrama: Socket (PWC32430)

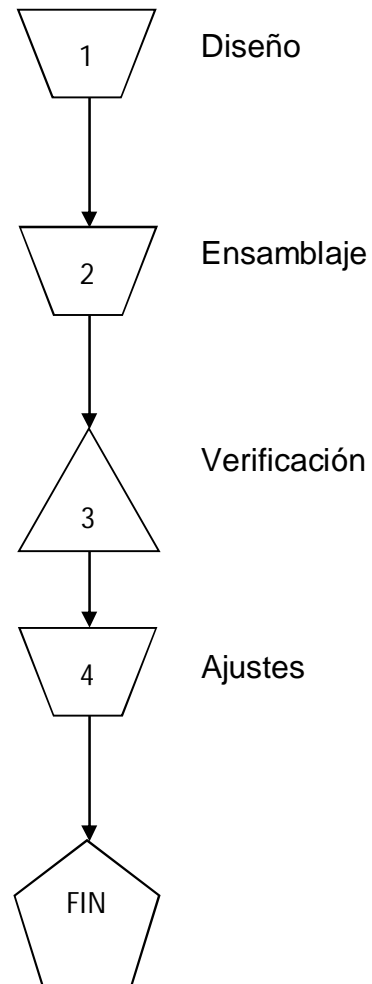
Material: Acero SAE 1018 (eje de transmisión)



**Figura 3.32.** Diagrama del proceso de construcción del socket (PWC32430)

### 3.4.11 Diagrama: Extractor santiago

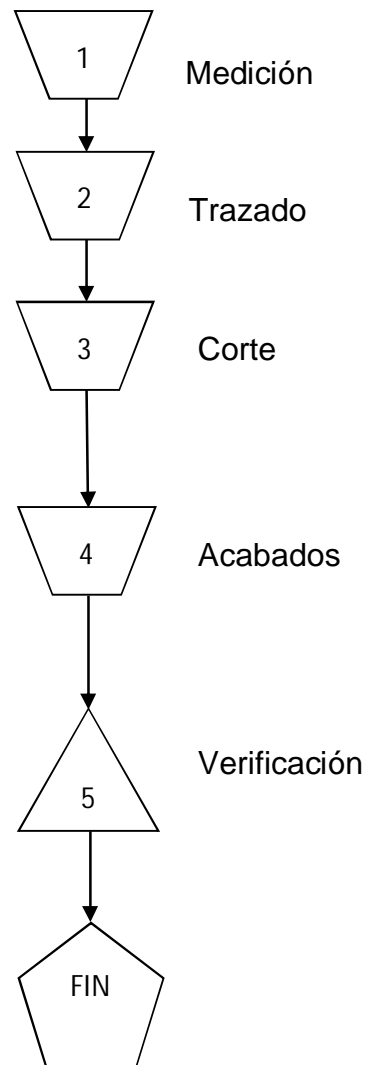
Material: Acero SAE 1018 (eje de transmisión)



**Figura 3.33.** Diagrama del proceso de construcción del extractor santiago

### 3.4.12 Diagrama: Botadores

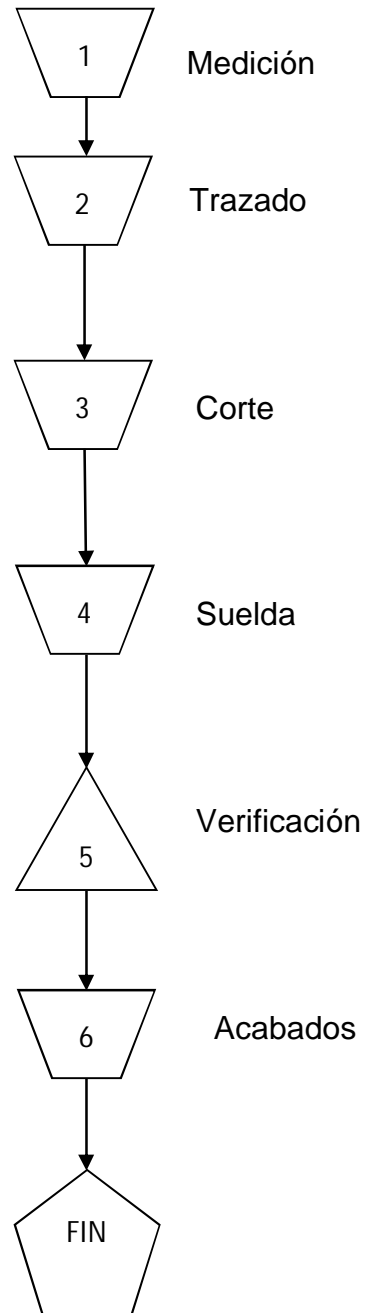
Material: Grilon



**Figura 3.34.** Diagrama del proceso de construcción de los botadores

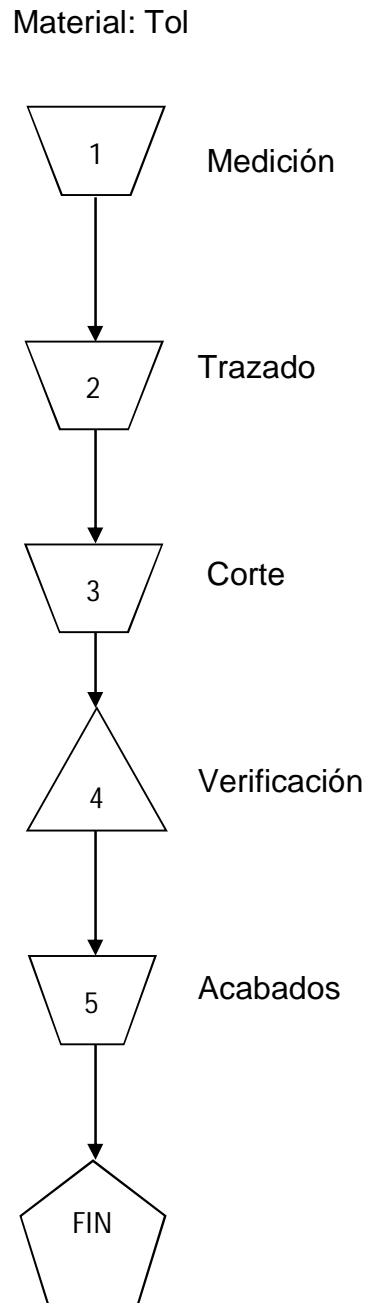
### 3.4.13 Diagrama: Herramienta a presión (PWC30418)

Material: Acero SAE 1018 (eje de transmisión)



**Figura 3.35.** Diagrama del proceso de construcción de la herramienta a presión

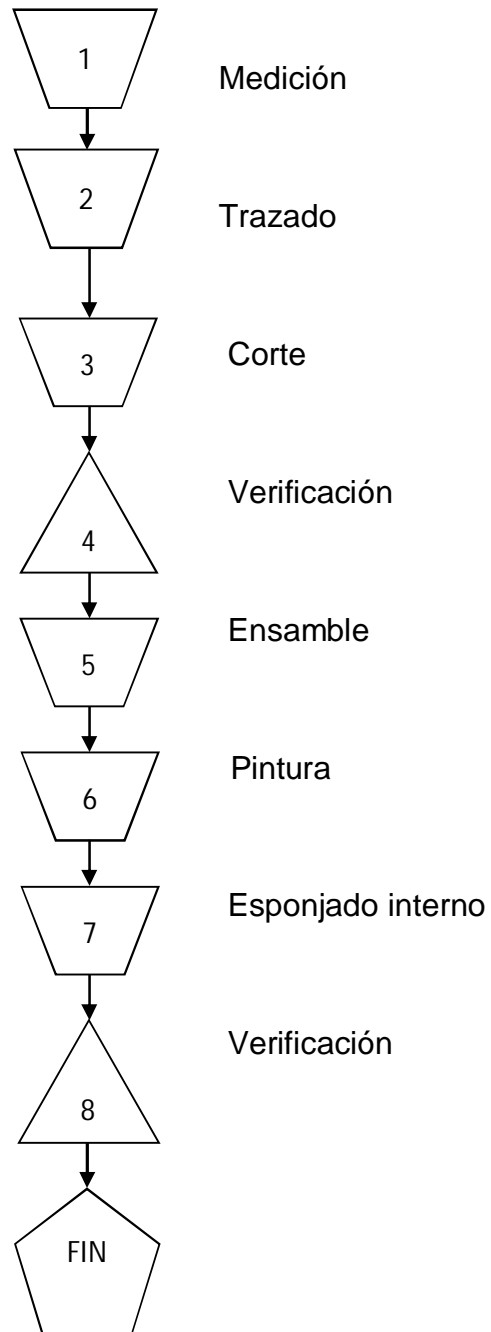
### 3.4.14 Diagrama: Placa de ajuste



**Figura 3.36.** Diagrama del proceso de construcción de la placa de ajuste

### 3.4.15 Diagrama de construcción de la caja de transporte

Material: Madera



**Figura 3.37.** Diagrama de construcción de la caja de transporte

### 3.4.16 Diagrama de ensamble del kit de herramientas

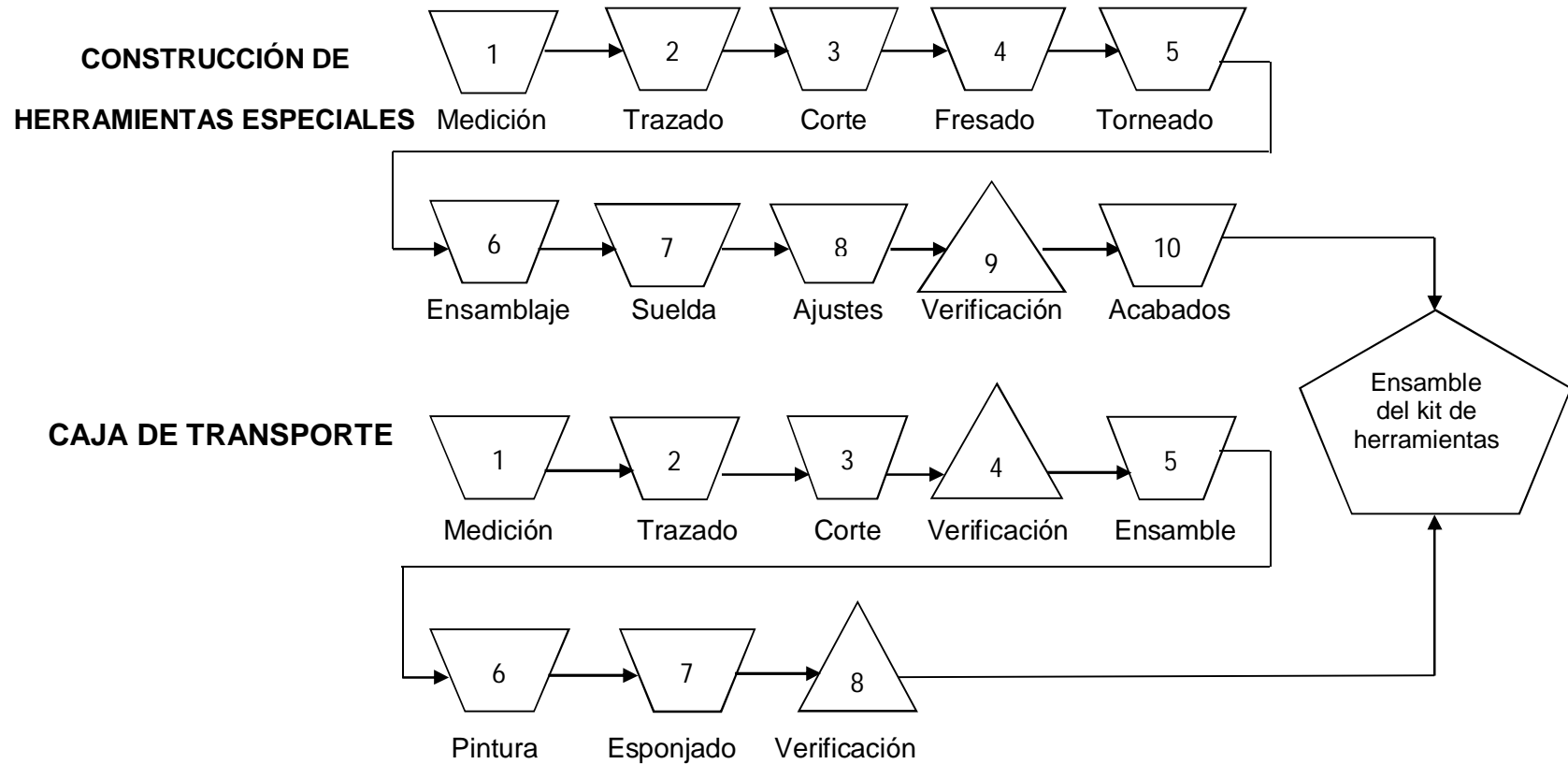


Figura 3.38. Diagrama de ensamble del kit de herramienta



### **3.5 Pruebas de funcionamiento y operación**

Una vez finalizado la construcción del kit de herramientas se realizó pruebas de funcionamiento en donde se pudo comprobar cada herramienta especial construida para el desmontaje de la Reduction Gearbox y a la vez se pudo recopilar información para realizar la guía de desmontaje. Se procedió a realizar los respectivos manuales de seguridad, operación y mantenimiento basados en la guía realizada en la cual se sustenta todos los pasos para realizar el desmontaje respectivo.

Cuando se realizó el funcionamiento de las herramientas especiales se tuvo la necesidad de utilizar aceite y grasa para el desmontaje y montaje de partes y componentes de la Reduction Gearbox. La prueba de funcionamiento fue un éxito ya que se comprobó y se verifico la funcionabilidad de las herramientas construidas.

### **3.6 Elaboración de manuales**

El presente proyecto consta de tres manuales que se presentan a continuación.

### 3.6.1 Manual de seguridad

<b>UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS</b>	
	<b>Manual de Seguridad</b>
<b>KIT DE HERRAMIENTAS ESPECIALES PARA EL DESMONTAJE DE PARTES Y COMPONENTES DE LA REDUCTION GEARBOX</b>	
<b>Elaborado por:</b> Christian Xavier Reyes Vizcaíno	<b>Revisión</b> No. 1
<b>Aprobado por:</b> Ing. Rodrigo Bautista	<b>Fecha:</b> Septiembre 2014
<p><b>I. Objetivo</b></p> <p>Indicar los procedimientos de seguridad que se deben seguir para operar el kit de herramientas especiales y realizar el proceso de desmontaje de la Reduction Gearbox.</p> <p><b>II. Manual de seguridad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar ropa de trabajo adecuada: overol, botas, guantes, gafas de protección.</li> <li>- El personal capacitado, obligatoriamente debe hacer uso de la guía didáctica para realizar el desmontaje de la Reduction Gearbox.</li> </ul> <p style="text-align: right;">CONTINUA →</p>	

- Obedecer las indicaciones de la persona a cargo: Docentes y técnicos.
- Utilizar las herramientas de forma segura y adecuada para prevenir daños personales y a la Reduction Gearbox.
- El área donde se va realizar el desmontaje debe estar libre de obstáculos para evitar percances personales.
- Tomar en cuenta las normas de seguridad establecidas o sustentadas en la guía didáctica antes de realizar el proceso de desmontaje.

## 3.6.2 Manual de operación

<b>UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS</b>	
	<b>Manual de Operación</b>
<b>KIT DE HERRAMIENTAS ESPECIALES PARA EL DESMONTAJE DE PARTES Y COMPONENTES DE LA REDUCTION GEARBOX</b>	
<b>Elaborado por:</b> Christian Xavier Reyes Vizcaíno	<b>Revisión</b> No. 1
<b>Aprobado por:</b> Ing. Rodrigo Bautista	<b>Fecha:</b> Septiembre 2014
<p><b>I. Objetivo</b></p> <p>Indicar los procedimientos que se deben seguir para realizar el desmontaje de la Reduction Gearbox utilizando el kit de herramientas.</p> <p><b>II. Manual de operación</b></p> <p><b>1. Alcance:</b></p> <p>Docentes, técnicos y estudiantes capacitados.</p> <p style="text-align: right;">CONTINUA →</p>	

**2. Personal Requerido:**

2 Personas

**3. Información técnica del proceso y operación:**

Guía didáctica para el desmontaje de partes y componentes de la Reduction Gearbox.

**4. Equipo para el desmontaje**

Kit de herramientas especiales para el desmontaje de partes y componentes de la Reduction Gearbox.

**5. Herramientas de Apoyo:**

Rache de cuadro  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{3}{8}$ , juego de copas en pulgadas, juego de llaves de boca o mixtas en pulgadas, martillo de bola, desarmador plano, pinza y marcador.

**6. Condiciones requeridas:**

a) Verifique que dentro de la caja de almacenamiento se encuentre las siguientes herramientas especiales:

- 1) Extractor Santiago
- 2) Placa de ajuste

CONTINUA 

- 3) Botadores (3/16,1/4,3/8)
- 4) Puller (PWC30128-5)
- 5) Puller (PWC30128-02)
- 6) Puller (PWC30128-04)
- 7) Pernos de seguridad del plato de soporte
- 8) Socket (PWC30061)
- 9) Socket (PWC32430)
- 10) Socket (PWC30324)
- 11) Puller (PWC32072) (x2 cabezales)
- 12) Puller (PWC30046-57)
- 13) Herramienta a presión
- 14) Guía Didáctica para el desmontaje de partes y componentes de la Reduction Gearbox.

- b)** Tener en cuenta las normas de seguridad que se debe seguir en el taller y las mencionadas en el manual de seguridad.

## **7. Procedimiento**

*PRECAUCIÓN: Fije la Reduction Gearbox sobre el plato de soporte para realizar el respectivo desmontaje asegure los pernos de seguridad del plato con una llave 7/8".*

CONTINUA →

## DESMONTAJE DEL PORTADOR ENGRANADO DE LA PRIMERA ETAPA O CUBIERTA POSTERIOR

- Para liberar las dos etapas o cubiertas de la Reduction Gearbox, desmonte los pernos con una Rache de cuadro  $\frac{1}{4}$ ", extensión de 3" y copa  $\frac{3}{8}$ ", sujete las tuercas con una llave de boca de  $\frac{1}{4}$ " para el respectivo desmontaje. Finalmente libere las dos cubiertas utilizando un desarmador plano y el martillo de bola para la separación de las mismas.
- Desmonte con una pinza el anillo de retención y el pasador montados en el portador engranado, en la parte frontal de la cubierta posterior.
- Libere el portador engranado de la cubierta posterior.
- Afloje los seguros de la arandela de sujeción utilizando un desarmador plano y un martillo de bola, luego de haber aflojado desmonte la tuerca de retención del centro del portador engranado con el socket (PWC30061), tome en cuenta que los dientes del socket estén bien alineados en las hendiduras de la tuerca de retención, ayúdese con la Rache de cuadro  $\frac{3}{8}$ " y copa 32 mm para el respectivo desmontaje. Retire la arandela de sujeción.

**Nota:** El desmontaje de la tuerca de retención es en sentido anti horario.

CONTINUA 

- Desmante los anillos de retención utilizando una pinza y retire el anillo estriado, el acoplamiento flexible y el engranaje central. Tome en cuenta las posiciones de los anillos para el correspondiente montaje.
- Afloje las arandelas de seguridad de cada perno utilizando un desarmador plano y el martillo de bola, y desmante los pernos de cada engranaje con la llave de boca de 1”.
- Remueva cada pin de los engranajes del planetario y desmante cada conjunto de engranajes y sus ejes. Señale con un marcador el orden de desmontaje de cada pin y eje de los engranajes para su correspondiente montaje.

**NOTA:** *Los pins de bloqueo montados en los pins de los engranajes del portador, son ajustes de interferencia. Sólo deben ser removidos si el reemplazo es necesario.*

- Desmante los restrictores de aceite del portador con el puller (PWC30128-5). Enrosque el puller en cada restrictor de aceite y hale con fuerza para desmontarlos.

#### **DESMONTAJE DE PARTES INTERNAS DE LA CUBIERTA POSTERIOR**

- Desmante pernos y placas de retención utilizando la Rache de cuadro ¼”, extensión de 3” y copa 7/16”.Remueva la corona engranada de la cubierta posterior.

CONTINUA →



- Remueva el pistón torquimetro.
- Afloje las arandelas de seguridad utilizando un desarmador plano y el martillo de bola, desmonte los pernos con la Rache de cuadro ¼", extensión 3" y copa 3/8". Retire el cilindro torquimetro de la cubierta posterior.
- Remueva la válvula torquimetro y el resorte del mango de la cubierta posterior.

**NOTA:** *La válvula torquimetro del manguito es un ajuste de interferencia en la cubierta posterior. Sólo deben ser removidos si la reparación es necesaria.*

- Remueva los tubos de transferencia de la cubierta posterior.

#### **DESMONTAJE DE PARTES DEL PORTADOR DE LA SEGUNDA ETAPA O CUBIERTA DELANTERA.**

- Desmonte el anillo de retención que sujeta el tubo de transferencia de aceite del cojinete No.4 montado en el eje de la hélice utilizando una pinza. Desmonte el tubo de transferencia de aceite del conjunto portador con un botador 1/4" o 3/16" y el martillo de bola.

CONTINUA →

- Afloje arandela de sujeción utilizando un desarmador plano y el martillo de bola, luego de haber aflojado desmonte la tuerca de retención que asegura el portador de la segunda etapa o cubierta al eje de la hélice usando el socket (PWC30324), tome en cuenta que los dientes del socket estén bien alineados en las hendiduras de la tuerca de retención, ayúdese con la Rache de cuadro 3/8" y copa 32 mm para el respectivo desmontaje. Retire la arandela de sujeción.

**Nota:** El desmontaje de la tuerca de retención es en sentido anti horario.

- Desmonte el conjunto portador de la segunda etapa o cubierta del eje de la hélice usando extractor (Santiago), sujete cada gancho del extractor en cada extremo del portador distribuido correctamente, coloque una placa en el centro del portador para el ajuste y fuerza del tornillo del extractor, a continuación ajuste el tornillo del extractor con una llave de boca 11/16" hasta desmontar el portador.
- Afloje las arandelas de seguridad de cada perno utilizando un desarmador plano y el martillo de bola, desmonte los pernos de cada engranaje con la llave de boca de 1".
- Remueva cada pin de los engranajes del planetario y desmonte cada conjunto de engranajes y sus ejes. No trate de remover los pasadores de seguridad de los pins. Sólo se removerá si es necesaria, para reparación.

CONTINUA →

**NOTA:** Mantenga los ejes y conjuntos de engranajes reunidos como se establece para garantizar el posterior ensamblaje en posiciones originales. Marque partes no identificadas " 1, 2, 3 ,4 y 5 " de acuerdo a la posición en que este portada.

- Desmonte tubos o boquillas de aceite del portador planetario de la segunda etapa utilizando un botador 3/16" y el martillo de bola.

### **DESMONTAJE DE PARTES Y COMPONENTES EXTERNOS DE LA CUBIERTA FRONTAL**

- Desmonte las tuercas que sujetan el generador tacómetro de la cubierta frontal utilizando la Rache de cuadro  $\frac{1}{4}$ , extensión 3" y copa 5/16. Remueva el portador de sello de aceite de la base de la cubierta donde se ubica el generador tacómetro utilizando el puller o extractor (PWC30046 - 57). Arme la herramienta especial puller, coloque la cabeza dentada dentro del sello de aceite, gire para su ajuste y hale del mango con fuerza para desmontar el sello.
- Desmonte las tuercas que sujetan el gobernador de la hélice de la cubierta frontal con una Rache de cuadro  $\frac{1}{4}$ ", extensión 3" y una copa 3/8". Remueva el gobernador de la hélice.
- Desmonte los pernos y las arandelas que fijan el cobertor o tapa del tubo de transferencia de aceite, utilice la Rache de cuadro  $\frac{1}{4}$ ", extensión de 3" y copa 3/8".

CONTINUA 

- Remueva el cobertor o tapa con el puller (PWC32072). Arme la herramienta especial puller, coloque la cabeza sobre el cobertor o tapa y hale del mango con fuerza para desmontar.
- Desmunte el tubo de transferencia con el extractor o puller (PWC30128-02). Enrosque la herramienta especial puller en el tubo de transferencia, hale con fuerza para desmontar.
- Desmunte los pernos y las arandelas que sujetan el tubo de transferencia de aceite, utilice la Rache de cuadro  $\frac{1}{4}$ ", extensión de 3" y copa  $\frac{3}{8}$ ". Remueva el tubo con el extractor (PWC32072). Arme la herramienta especial puller enrosque la cabeza al tubo y hale del mango con fuerza para desmontar.
- Desmunte el perno y la arandela que asegura el plug del filtro recuperador de aceite de la cubierta delantera con una Rache de cuadro  $\frac{1}{4}$ ", extensión de 3" y copa 12 puntas de  $\frac{1}{4}$ ". Desmunte el plug con el extractor o puller (PWC32072). Arme la herramienta especial puller, coloque la cabeza sobre el cobertor o tapa y hale del mango con fuerza para desmontar.
- Desmunte los pernos que sujetan el conector del transmisor torquimetro de la cubierta frontal. Desmunte el conector utilizando el puller o extractor (PWC32072). Arme la herramienta especial puller, enrosque la cabeza al conector, hale con fuerza del mango para desmontar.

CONTINUA 

## DESMONTAJE DEL EJE DE LA HÉLICE Y COMPONENTES DEL COJINETE DE EMPUJE

**PRECAUCIÓN:** *No girar la carcasa o cubierta frontal durante las siguientes operaciones. Puede causar daño al biselado de los ejes engranados cónicos instalados en la carcasa frontal por contacto del mango de transferencia de aceite.*

- Desmonte las tuercas de la cubierta del cojinete de empuje con una llave 9/16" o copa profunda de 12 puntas 9/16".
- Libere la cubierta del cojinete de empuje para la separación del eje y la cubierta frontal de la Reduction Gearbox utilice como ayuda un desarmador plano y el martillo de bola para la separación, realice palanca en los bordes del cojinete para su desmontaje. Levante cuidadosamente la cubierta frontal del eje de la hélice y coloque en un lugar seguro para su posterior desmontaje.

**NOTA:** *Si se experimenta dificultad en remover, golpee alrededor del borde de la cubierta frontal donde se ubica el cojinete de empuje.*

- Desmonte el mango de transferencia de aceite del eje de la hélice utilizando el botador 3/8" o 1/4" y el martillo de bola. A una altura considerable ayúdese con el extractor santiago.

CONTINUA



- Afloje la arandela de sujeción utilizando un desarmador plano y el martillo de bola, luego de haber aflojado desmonte la tuerca de retención que asegura el engranaje cónico y el cojinete de empuje del eje de la hélice usando el socket (PWC32430), tome en cuenta que los dientes del socket estén bien alineados en las hendiduras de la tuerca de retención, aplique fuerza sobre el mango de la herramienta especial para el desmontaje respectivo. Retire la arandela de sujeción.

**Nota:** El desmontaje de la tuerca de retención es en sentido anti horario.

- Remueva el engranaje cónico y la arandela espaciadora del eje de la hélice.
- Desmonte todo el conjunto del cojinete de empuje y cubierta con la herramienta a presión (PWC30418). Coloque las patas de la herramienta dentro de los orificios del cabezal del eje de la hélice para realizar la presión correspondiente sobre el conjunto de la cubierta del cojinete de empuje, a continuación con la ayuda de una prensadora haga presión a pocos tiempos sobre la herramienta hasta desmontar el conjunto de la cubierta y el cojinete de empuje.
- Desmonte los pernos y las arandelas del anillo retenedor con la Rache de cuadro 1/4", extensión 3" y copa 1/4". Remueva el anillo de la cubierta del cojinete de empuje.
- Desmonte cuidadosamente el sello reforzador y el sello del anillo de aceite de la cubierta del cojinete de empuje.

CONTINUA 

**NOTA:** Las dos guías en el eje de la hélice son un ajuste de interferencia y no deberán removerse a menos que sea necesaria una reparación.

- Retire el anillo de retención y desmonte el adaptador del tubo de transferencia de aceite con el puller (PWC30128 - 04). Enrosque el puller en el adaptador del tubo de transferencia y hale para desmontar.
- Desmonte la boquilla de aceite del tubo de transferencia. Utilice el botador 3/8" o 1/4" y el martillo de bola.

**NOTA:** El sello de aceite y el empaque pueden haberse instalado alternativamente como reparación de campo.

- Desmonte los dos manguitos o boquillas de la cubierta del cojinete de empuje con la llave de boca 5/8" x 11/16".

#### **DESMONTAJE DE PARTES Y COMPONENTES INTERNOS DE LA CUBIERTA FRONTAL**

- Afloje arandelas con un desarmador plano y el martillo de bola, desmonte los pernos utilizando una Rache de cuadro 1/4" y copa 7/16", remueva las arandelas y placas de retención.
- Retire la corona engranada de la cubierta o carcasa frontal, si se le hace complicado el desmontaje de la corona utilice el botador 3/8" y el martillo para el correspondiente desmontaje desde el interior de la carcasa.

CONTINUA 

- Afloje arandelas con el desarmador plano y el martillo de bola. Desmonte los pernos y arandelas que aseguran el cojinete de la cubierta frontal utilizando la Rache de cuadro  $\frac{1}{4}$ ", extensión de 3" y copa  $\frac{3}{8}$ ". Utilice como ayuda un desarmador plano como palanca en los extremos del cojinete para fácil desmontaje.
- Desmonte la galería de transferencia de aceite de la carcasa delantera utilizando el botador  $\frac{3}{16}$ " y el martillo de bola.

***PRECAUCIÓN:*** Antes del desmontaje de los anillos retención, anillos de espaciadores y los ejes engranados cónicos, deben estar debidamente identificados y marcados para el montaje respectivo de cada conjunto.

- Desmonte los anillos de retención y los anillos espaciadores que aseguran los ejes engranados cónicos de accionamiento dentro de la carcasa frontal de la Reduction Gearbox, utilice una pinza. Retire los ejes engranados cónicos.



### 3.6.3 Manual de mantenimiento

<b>UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS</b>	
	<b>Manual de Mantenimiento</b>
<b>KIT DE HERRAMIENTAS ESPECIALES PARA EL DESMONTAJE DE PARTES Y COMPONENTES DE LA REDUCTION GEARBOX</b>	
<b>Elaborado por:</b> Christian Xavier Reyes Vizcaíno	<b>Revisión</b> No. 1
<b>Aprobado por:</b> Ing. Rodrigo Bautista	<b>Fecha:</b> Septiembre 2014
<p><b>I. Objetivo</b></p> <p>Indicar los procedimientos que se deben seguir para dar el mantenimiento respectivo al kit de herramientas especiales.</p>	
<p><b>II. Manual de mantenimiento</b></p> <p><b>1. Alcance:</b></p> <p>Docentes, técnicos y estudiantes capacitados.</p> <p><b>2. Procedimiento:</b></p> <p>El siguiente mantenimiento debe ser realizado por el personal que utilice el equipo:</p>	
CONTINUA →	

- Comprobar que se encuentren todas las herramientas en la caja, cada vez que se utilice.
- Verificar que la codificación de las herramientas no se encuentren borradas y se pueda identificar.
- Periódicamente limpiar cada herramienta especial ya que se produce por el uso limallas y residuos.
- Mantener en buen estado la guía didáctica.
- Limpiar si es necesario la caja de herramientas.
- Verificar cada tres meses, puntos de suelda y ajuste de pernos de fijación de la estructura y plato de soporte.
- Inspeccionar cada seis meses, pintura y corrosión en la estructura y plato de soporte.

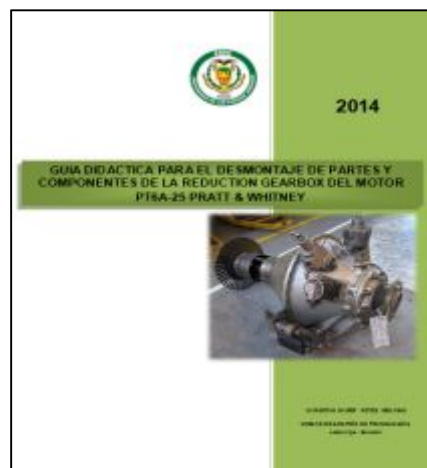
### 3.7 Elaboración de la guía didáctica

El proceso de elaboración de la guía didáctica lleva como finalidad seguir las normas y procedimientos correspondientes que se debe llevar a cabo para el desmontaje de partes y componentes que conforma la Reduccion Gearbox y conocer el uso correcto de las herramientas especiales que se deben utilizar para dicho desmontaje.

Para el desarrollo y elaboración del contenido de la guía se tomó en cuenta la información técnica del manual de overhaul del motor PT6A-25, se realizó el desmontaje respectivo de la Reduccion Gearbox donde se inspeccionó y se verificó las partes y componentes para el proceso de elaboración de la guía con imágenes tomadas de cada una de ellas e información proporcionada del manual mencionado.

#### 3.7.1 Desarrollo y presentación de la guía didáctica

##### 3.7.1.1 Portada de la guía didáctica



**Figura 3.39.** Presentación de la portada

### 3.7.1.2 Presentación de la caratula



Figura 3.40. Presentación de la caratula

### 3.7.1.3 Índice de contenidos

UNIDAD DE GESTION DE TECNOLOGIAS	
<b>INDICE</b>	
INTRODUCCION	1
MEDIDAS DE SEGURIDAD PREVIAS AL DESMONTAJE	3
1) Personal Armado	3
2) Equipo de Protección	3
DESMONTAJE DE LA REDUCTION GEARBOX	4
1) DESMONTAJE DEL PORTADOR ENGRANADO DE LA PRIMERA ETAPA O CUBIERTA POSTERIOR	4
1.1 Proceso	8
1.2 Herramientas	8
1.3 Partes y Componentes	9
2) DESMONTAJE DE PARTES INTERIAS DE LA CUBIERTA POSTERIOR	10
2.1 Proceso	10
2.2 Herramientas	12
2.3 Partes y Componentes	13
3) DESMONTAJE DE PARTES DEL PORTADOR DE LA SEGUNDA ETAPA O CUBIERTA DELANTERA	14
3.1 Proceso	14
3.2 Herramientas	17
3.3 Partes y Componentes	18
4) DESMONTAJE DE PARTES Y COMPONENTES EXTERNOS DE LA CUBIERTA FRONTAL	19
4.1 Proceso	19
4.2 Herramientas	22
4.3 Partes y Componentes	23
5) DESMONTAJE DEL EJE DE LA HÉLICE Y COMPONENTES DEL COUNTER DE EMPUJE	23

Figura 3.41. Índice de contenidos

### 3.7.1.4 Introducción



Figura 3.42. Introducción de la guía

### 3.7.1.5 Normas y equipos de seguridad establecidas

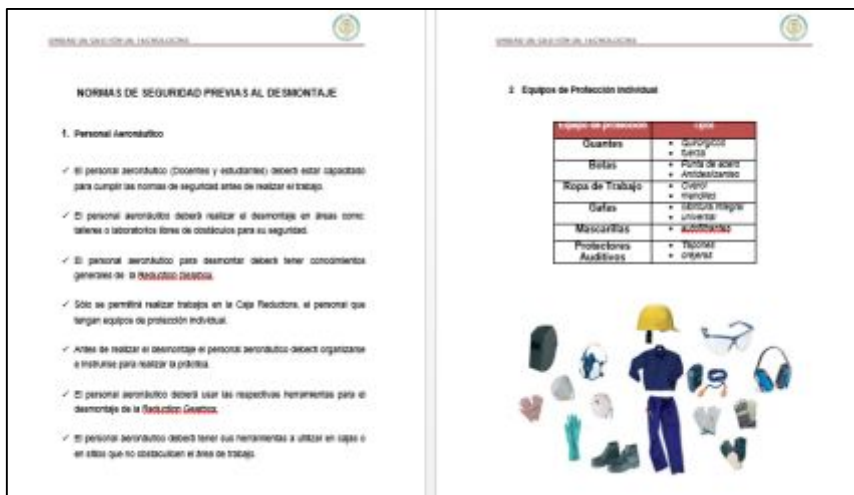


Figura 3.43. Normas y equipos de seguridad

### 3.7.1.6 Presentación del proceso de desmontaje

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

**DESMONTAJE DE LA REDUCTION GEARBOX**



**PRECAUCIÓN:** Fije la *Reducción Gearbox* sobre el plato de soporte para realizar el respectivo desmontaje, por consiguiente coloque obligatoriamente los pernos de seguridad del plato con una llave 7/8".



**NOTA:** En la parte posterior o final de cada tema correspondiente al proceso de desmontaje de la *Reducción Gearbox*, se muestra una tabla con los partes y componentes, con la finalidad para un mejor conocimiento y óptimo manejo en las respectivas figuras que se encuentran en los anexos de este guía.

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

**1. DESMONTAJE DEL PORTADOR ENGRAMADO DE LA PRIMERA ETAPA O CUBIERTA POSTERIOR**



**1.1 HERRAMIENTAS:**

N°	Herramienta	Uso/propósito
1	Copa	3/8" y 32 mm
2	Pinza	N/A
3	Desarmador Plano	N/A
4	Martillo de bola	N/A
5	Flache	Cuadro 1/8" y 3/8"
6	Wedge	3"
7	Llave de boca	1/2", 1"
8	Cuscar	(PWC300R)
9	Pala	(PWC3125R)

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

**1.2 PROCESO:**

a) Para liberar las dos etapas o cubiertas de la *Reducción Gearbox*, monte la caja sobre el plato de soporte para realizar el desmontaje, desmonte los pernos con una flache de cuadro 1/8", extensión de 3" y copa 3/8", sujete las tuercas con una llave de boca de 1/2" para el respectivo desmontaje. Finalmente libere las dos cubiertas utilizando un desarmador plano y el martillo de bola para la separación de las mismas.




b) Retire la cubierta posterior y desmonte con una pinza el anillo de retención y el pasador montados en el portador engranado, en la parte frontal de la cubierta posterior.



**Figura 3.44.** Presentación del proceso de desmontaje del portador de la primera etapa

**ÁREA DE SERVICIO DE TECNOLOGÍA 1**

1) Libere el portador engranado de la cubierta posterior.




2) Afije los seguros de los lados de la armadura de sujeción utilizando un desarmador plano y un martillo de bola. Luego de haber afijado desmonte la tuerca de retención del centro del portador engranado con el juego (PUNCIÓN), tome en cuenta que los dientes del axial están bien alineados en las hendiduras de la tuerca de retención. Ayúdese con la llave de cuatro 30° y cope 12 mm para el respectivo desmontaje. Retire la armadura de sujeción.

**Nota:** El desmontaje de la tuerca de retención es en sentido anti horario.



**ÁREA DE SERVICIO DE TECNOLOGÍA 1**

4) Desmonte los anillos de retención utilizando una pisa y retire el axial soñado, el acoplamiento flexible y el engranaje normal. Tome en cuenta las posiciones de los anillos para el correspondiente montaje.



5) Afije las arandelas de seguridad de cada parte afijando un desarmador plano y el martillo de bola, y desmonte los pernos de cada engranaje con la llave de boca 34.1°.



**ÁREA DE SERVICIO DE TECNOLOGÍA 1**

6) Remueva cada pin de los engranajes del planetario y desmonte cada conjunto de engranajes y sus ejes. Señale con un marcador el orden de desmontaje de cada pin y eje de los engranajes para su correspondiente montaje.



**Conjunto de engranajes y eje**

**NOTA:** Los pins de bloqueo montados en los pins de los engranajes del planetario son iguales de referencia. Esto deberá ser removido si el reemplazo es necesario.

7) Desmonte las arandelas de axial del portador con el juego (PUNCIÓN-4). Encoque el pulso en cada (cañote) de anillo y hale con fuerza para desmontarlos.



**ÁREA DE SERVICIO DE TECNOLOGÍA 1**

**1.2 PARTES Y COMPONENTES:**  
(ver Hoja 1)

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD POR UNO
12	PERNO	3020111
13	ARANDELA	3020001
14	BUJÍA	3720111
15	Anillo de retención	3020001
16	PERNO	3020001
17	ANILLO DE RETENCIÓN	3020111
18	Anillo de retención	3020111
19	Arandela de retención	3720001
20	Arandela flexible	3720001
21	Engranaje normal	3020001
22	PERNO	3720111
23	Arandela de seguridad de cada conjunto de engranaje	3020001
24	PIR DE ORO CONJUNTO DE ENGRANAJE	3020001
25	Conjunto de engranajes	3020001
26	EJE DE ORO CONJUNTO DE ENGRANAJE	3020001
27	ENGRANAJE DE ORO	3020001

**ÁREA DE SERVICIO DE TECNOLOGÍA 1**

**2. DESMONTAJE DE PARTES INTERNAS DE LA CUBIERTA POSTERIOR**



**2.1 HERRAMIENTAS:**

Nº	HERRAMIENTA	CANTIDAD
1	CAJÓN	3021111
2	PERNO	3021111
3	DESARMADOR PLANO	3021111
4	MAQUIL	3020111
5	MARTILLO DE BOLA	3021111
6	CONJUNTO	3021111

**ÁREA DE SERVICIO DE TECNOLOGÍA 1**

**2.2 PROCESO:**

8) Desmonte pernos y placas de retención utilizando la llave de cuatro 12°, extensión de T° y cope 118°. Remueva la tuerca engranada de la cubierta posterior.



9) Remueva el pin de bloqueo.



**Figura 3.45.** Presentación del proceso de desmontaje de componentes internos de la cubierta posterior

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍA

c) Afije las arandelas de seguridad utilizando un desarmador plano y el martillo de bota, desmonte los pernos con la Rache de cuadro 1/2", extensión 2" y copa 3/8". Retire el cilindro **topoliteño** de la cubierta posterior.



d) Remueva la válvula **topoliteña** y el resorte del mango de la cubierta posterior.



**NOTA:** La válvula **topoliteña** del mango es un ajuste de interferencia en la cubierta posterior. Solo deben ser removidos si la reparación es necesaria.

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍA


e) Remueva los tubos de transferencia de la cubierta posterior:



**3.1 PARTES Y COMPONENTES:**  
VER FIGURA C

FIG. ITEM	DESCRIPCIÓN	NÚMERO DE PARTE
240	Pernos	31003713
210	Arandelas de seguridad	3121512
213A	Placas de retención	3122292
250	Copias estriadas	311194
240	Mazos <b>topoliteños</b>	311183
330	Placas	312210-20
240	Arandelas de seguridad	311939
330	Cuadro <b>topoliteño</b>	311183
350	Válvulas	311237
360	Mazo de <b>topoliteño</b>	310424

**3. DESMONTAJE DE PARTES DEL PORTADOR DE LA SEGUNDA ETAPA O CUBIERTA DELANTERA.**




**3.1 HERRAMIENTAS:**

Nº	Herramienta	Descripción
1	Llave de bota	1 - 1/2"
2	Pinza	NA
3	Llave/llavero plano	NA
5	Martillo	3"
6	Botón	(PVC 30324)
7	Llave/llavero	5" de abertura
8	Martillo de bota	NA
9	Martillo	NA
10	Soportes	3/16" - 1/4"
11	Rache	Cuadro 3/8"
12	Copa	3/8"

**3.2 PROCESO:**

a) Desmonte el anillo de retención que sujeta el tubo de transferencia de aceite del soporte No. 4 montado en el eje de la hélice utilizando una pinza. Desmonte el tubo de transferencia de aceite del conjunto portador con un botador 1/4" x 3/16" y el martillo de bota.



**NOTA:** Para realizar el proceso b) y c) monte la cubierta frontal sobre el plato de soporte y realice el desmontaje respectivo.

b) Afije arandela de sujeción utilizando un desarmador plano y el martillo de bota. Luego de haber afijado desmonte la tuerca de retención que asegura el portador de la segunda etapa o cubierta al eje de la hélice usando el socket (PVC 30324), tome en cuenta que los dientes del socket están bien alineados en las herraduras de la tuerca de retención, ayúdese con la Rache de cuadro 3/8" y copa 3/8" para el respectivo desmontaje. Retire la arandela de sujeción.

**NOTA:** El desmontaje de la tuerca de retención es en sentido anti horario.





Figura 3.46. Presentación del proceso de desmontaje del portador de la cubierta delantera




UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍA S

c) Desmonte el conjunto portador de la segunda etapa o cubierta del eje de la hélice usando extractor (Santiago), realice ajustes de posición de cada gancho del extractor para el ajuste correcto en el componente a desmontar, sujete cada gancho del extractor en cada extremo del portador distribuido con simetría, coloque una placa en el centro del portador para el ajuste y fuerza del tornillo del extractor, a continuación ajuste el tornillo del extractor con una llave de boca 11/16" hasta desmontar el portador.




Conjunto portador del eje de la hélice

d) Afije las arandelas de seguridad de cada perno utilizando un desarmador plano y el martillo de bola, desmonte los pernos de cada engranaje con la llave de boca de 1".




UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍA S

e) Remueva cada pin de los engranajes del planetario y desmonte cada conjunto de engranajes y sus ejes. No trate de remover los pasadores de seguridad de los g606. Sólo se removerá si es necesario, para reparación.



NOTA: Mantenga los ejes y conjuntos de engranajes reunidos como se establezca para garantizar el posterior ensamblaje en posiciones originales. Marque partes no identificadas "1, 2, 3, 4 y 5" de acuerdo a la posición en que este portado.

f) Desmonte tubos o boquillas de aceite del portador planetario de la segunda etapa utilizando un botador 3/16" y el martillo de bola.



Tubos y boquillas de aceite


UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍA S

3.3 PARTES Y COMPONENTES:  
VER FIGURA 3

ITEM	DESCRIPCIÓN	NÚMERO DE PARTE
132	Arbol de helicoid	AC2L10-120
263	Arandelas de seguridad	3037212
252	Tuerca de helicoid	3037214
80	Tubo de transferencia de aceite	3073180
422	Arandelas de seguridad	3039452
412	Partes del conjunto de engranajes	3132142-01
363	Ejes de engranajes	3132141-01
323A	Conjunto de engranajes	3040330CL
305	Ejes	3037085
212	Tubos y boquillas de aceite	3073182
242	Portador segunda etapa	3073132

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍA S

4. DESMONTAJE DE PARTES Y COMPONENTES EXTERNOS DE LA CUBIERTA FRONTAL



4.1 HERRAMIENTAS:

Nº	Nombre herramienta	Referencia
1	Caja	3132-010-10
2	Martillo	CLASIFICADO 10"
3	Caja profunda (TC puntas)	310"
4	Caja (12 puntas)	74"
5	Desarmador	2"
6	Botón	310402012L
7	Botón	310402120-120
8	Botón	310402006-107

Figura 3.47. Presentación del proceso de desmontaje de componentes del portador de la cubierta delantera

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍA 3

**4.3 PROCESO:**

a) Desmonte las tuercas que sujetan el generador tacómetro de la cubierta frontal utilizando la Rache de cuadro 1", extensión 3" y copa 5/16. Remueva el portador de sello de aceite de la base de la cubierta donde se ubica el generador tacómetro utilizando el **puñal** o extractor (PWC3004E - 57). Arme la herramienta especial **puñal**, coloque la cabeza dentada dentro del sello de aceite, gire para su ajuste y hale del mango con fuerza para desmontar el sello.




b) Desmonte las tuercas que sujetan el gobernador de la hélice de la cubierta frontal con una Rache de cuadro 1", extensión 3" y una copa 3/8". Remueva el gobernador de la hélice.




UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍA 3

b) Desmonte los pernos y las arandelas que fijan el cobertor o tapa del tubo de transferencia de aceite, utilice la Rache de cuadro 1", extensión de 3" y copa 3/8". Remueva el cobertor o tapa con el **puñal** (PWC30272). Arme la herramienta especial **puñal**, coloque la cabeza sobre el cobertor o tapa y hale del mango con fuerza para desmontar.




c) Desmonte el tubo de transferencia con el extractor o **puñal** (PWC30120-02). Encoque la herramienta especial **puñal** en el tubo de transferencia, hale con fuerza para desmontar.




---

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍA 3

d) Desmonte los pernos y las arandelas que sujetan el tubo de transferencia de aceite, utilice la Rache de cuadro 1", extensión de 3" y copa 5/8". Remueva el tubo con el extractor (PWC30272). Arme la herramienta especial **puñal**, encoque la cabeza al tubo y hale del mango con fuerza para desmontar.




e) Desmonte el perno y la arandela que asegura el plug del filtro recuperador de aceite de la cubierta delantera con una Rache de cuadro 1", extensión de 3" y copa 1/2 puntas de 1/4". Desmonte el plug con el extractor o **puñal** (PWC30272). Arme la herramienta especial **puñal**, coloque la cabeza sobre el cobertor o tapa y hale del mango con fuerza para desmontar.




UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍA 3

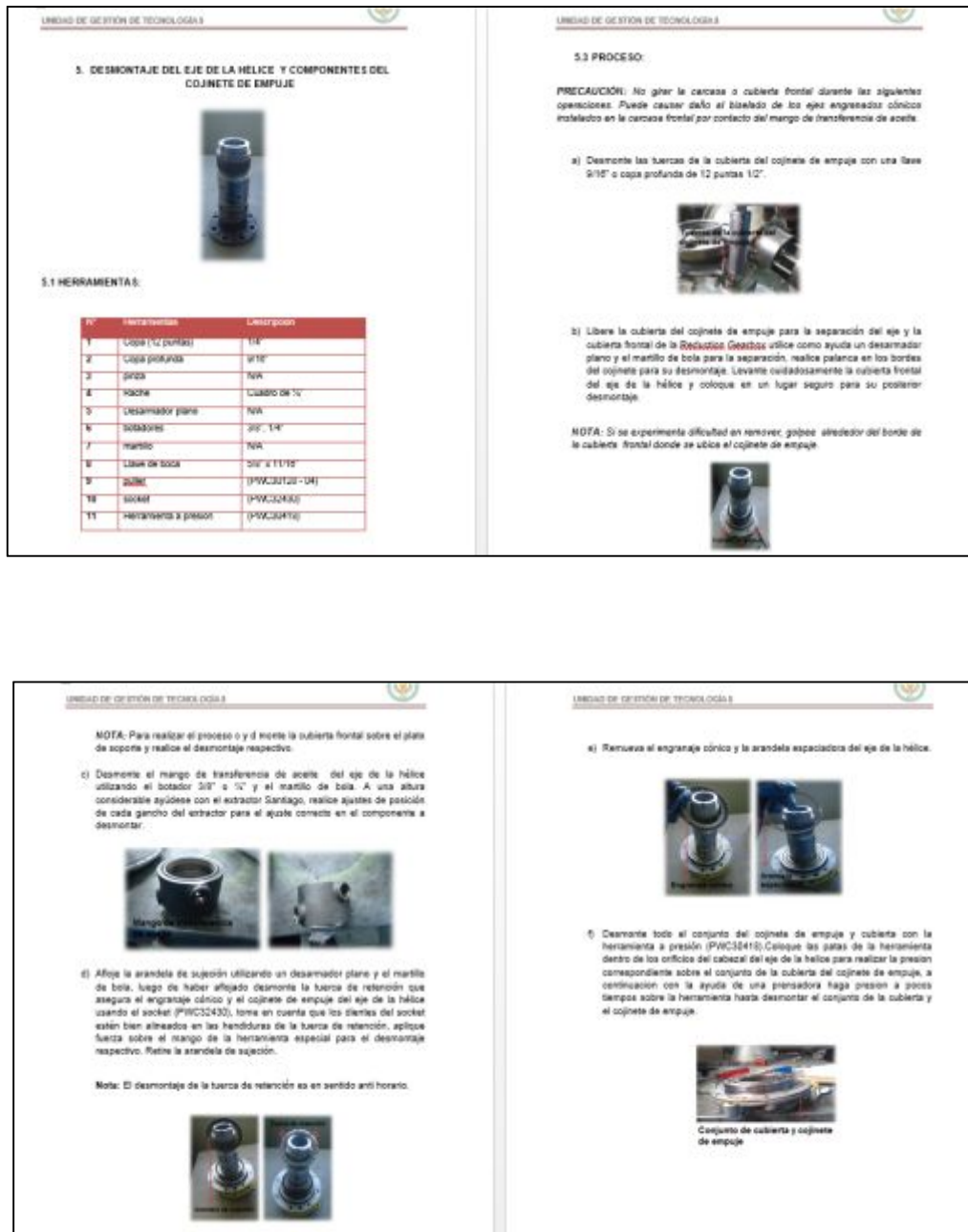
f) Desmonte los pernos que sujetan el conector del transmisor localizado de la cubierta frontal. Desmonte el conector utilizando el **puñal** o extractor (PWC30272). Arme la herramienta especial **puñal**, encoque la cabeza al conector, hale con fuerza del mango para desmontar.




**4.3 PARTES Y COMPONENTES:**  
VER PLANOS 4

ITEM	DESCRIPCIÓN	REBA-HÉLIX PARTS
100	Tuercas	3012001
130	Sello de aceite	3020307
210	Pernos	3020308
220	Arandelas	3020309
230	Cobertor de transferencia de aceite	3030111
250	Tubo de transferencia de aceite	3020300
260	Tubo de transferencia de aceite	3020340
70	Conector del transmisor del localizador	3031101
240	Plug del filtro recuperador de aceite	3001219

**Figura 3.48.** Presentación del proceso de desmontaje de los componentes externos de la cubierta frontal



**Figura 3.49.** Presentación del proceso de desmontaje de componentes del eje de la hélice

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

g) Desmonte los pernos y las arandelas del anillo retenedor con la llave de cuadro 1/4", extensión 3" y copa 1/4". Remueva el anillo de la cubierta del cojinete de empuje.



h) Desmonte cuidadosamente el sello reforzador y el sello del anillo de aceite de la cubierta del cojinete de empuje.



NOTA: Las dos guías en el eje de la hélice son un ajuste de interferencia y no deberán removerse a menos que sea necesaria una reparación.

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

i) Retire el anillo de retención y desmonte el adaptador del tubo de transferencia de aceite con el **puller** (PWC3D123 - 04). Enroque el **puller** en el adaptador del tubo de transferencia y hale para desmontar.

NOTA: En caso de traba o ajuste demasiado del adaptador, coloque el **puller** enroscado en el adaptador en el **astacalle**, por consiguiente ajuste el **astacalle** para fijación del **puller**, con un martillo de bola golpeo el tubo de transferencia hasta desmontar del adaptador.



j) Desmonte la boquilla de aceite del tubo de transferencia. Utilice el botador 3/8" o 1/2" y el martillo de bola.



NOTA: El sello de aceite y el empaque pueden haberse instalado alternativamente como reparación de campo.

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

k) Desmonte los dos manguitos o boquillas de la cubierta del cojinete de empuje con la llave de boca 5/8" x 11/16".



**PARTES Y COMPONENTES:**  
ver Hoja 4

NO. ITEM	DESCRIPCIÓN	NÚMERO DE PARTE
70	Tuerca	302110
113	Cubierta del cojinete de empuje	3027807
150	Mango transportador de aceite	3076623
208	Arandela de sujeción	3009191
213	Tuerca de retención	3004192
190	Engranaje conico	3004235
108	Arandela espaciadora	3002444
213	Cojinete de empuje	3009147
15	Anillo de retención	A53217-148
25	Adaptador del tubo de transferencia	3012148
30	Boquilla de aceite	3012148
20	Pernos	M52995-08
30	Arandelas	3001504
10	Anillo	3024889
30	Sello	3012899
208	Sello de aceite	3033335
123	Boquillas	M59193-04
142	Boquillas	M59193-01

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

**6. DESMONTAJE DE PARTES Y COMPONENTES INTERNOS DE LA CUBIERTA FRONTAL**



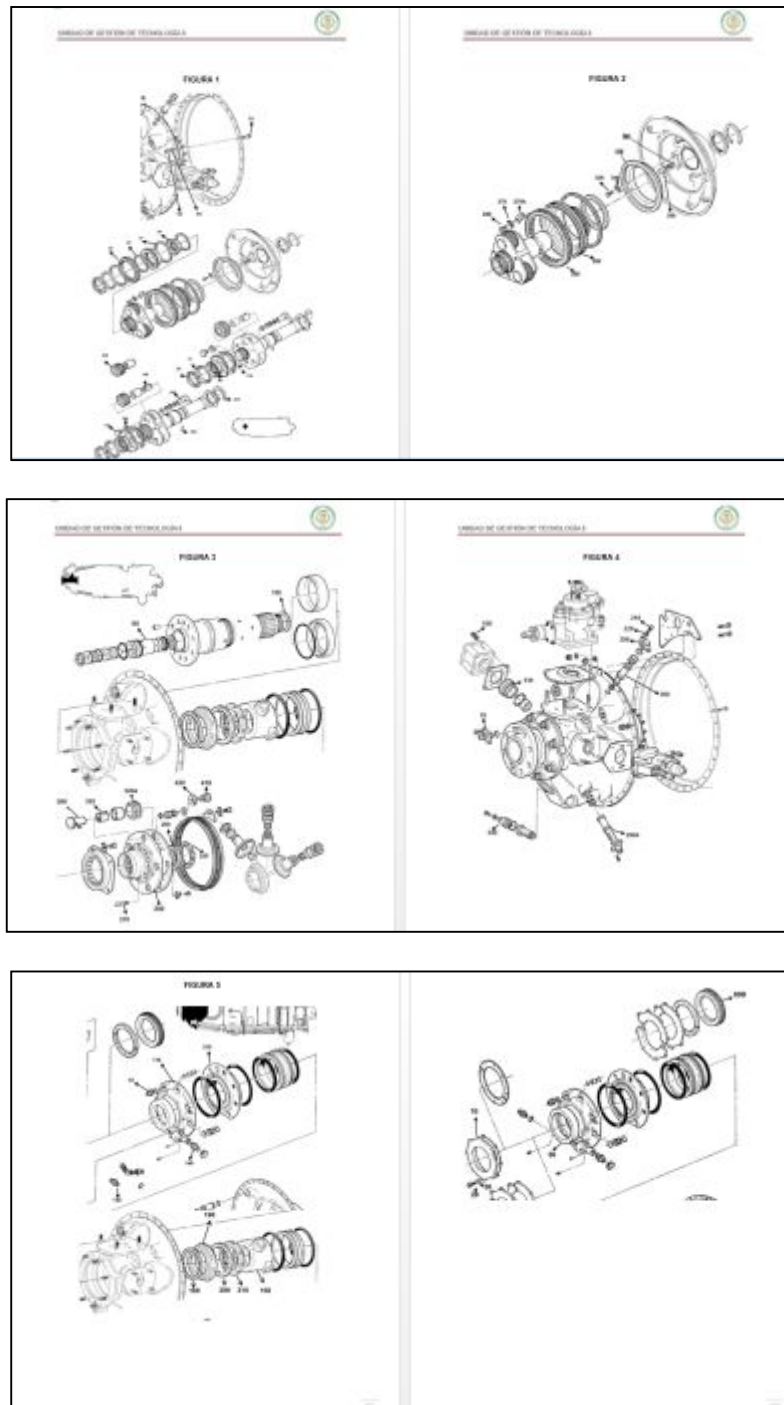
**6.1 HERRAMIENTAS:**

Nº	Herramienta	Descripción
1	Llave	11/16"
2	llave	Cuadro de 1/4"
3	Extensión	3"
4	Desarmador plano	N/A
5	Martillo de bola	N/A
6	Pinza	N/A
7	Botador	3/8", 1/2"

Figura 3.50. Presentación del proceso de desmontaje del cojinete de empuje



**Figura 3.51.** Presentación del proceso de desmontaje de los componentes internos de la cubierta frontal



**Figura 3.52.** Presentación de figuras IPC para el proceso de desmontaje

### **3.8 Análisis económico**

El análisis económico se realizó mediante el estudio de cotizaciones y gastos realizados durante el desarrollo del proyecto de grado.

#### **3.8.1 Rubros**

Para el costo total del trabajo de graduación se tomó en cuenta los siguientes rubros:

- Costo primario.
- Maquinaria, herramientas y equipos.
- Mano de obra.
- Costo secundario.

##### **3.8.1.1 Costos primarios**

Detalle de materiales y accesorios de apoyo utilizados en el trabajo practico de graduación.

Tabla 3.17

## Costos primarios

N°	Materiales	Descripción	Cantidad	P. Unitario	Costo
1	Eje de transmisión	3 ¾" X 2 1/2"	1	\$ 12.00	\$ 12.00
2	Eje de transmisión	1 ¼" X 2"	2	\$ 3.00	\$ 6.00
3	Eje de transmisión	3/8" X 11"	3	\$ 2.50	\$ 7.50
4	Eje de transmisión	½" X 6"	1	\$ 2.30	\$ 2.30
5	Eje de transmisión	1" X 1 ½"	2	\$ 2.50	\$ 5.00
6	Eje de transmisión	5/16" X 8"	1	\$ 2.00	\$ 2.00
7	Eje de transmisión	¼" X 6"	2	\$ 1.50	\$ 3.00
8	Eje de transmisión	2 ¾" X 2"	1	\$ 7.75	\$ 7.75
9	Eje de transmisión	1 ½" X 5"	2	\$ 4.50	\$ 9.00
10	Eje de transmisión	2 1/2" X 6"	1	\$ 9.50	\$ 9.50
11	Eje de transmisión	7/16 X 6"	1	\$ 3.25	\$ 3.25
12	Eje de transmisión	3 ½" X 2 ¾"	1	\$ 9.00	\$ 9.00
13	Eje de transmisión	6 ¼ x 1 3/8"	1	\$ 25.00	\$ 25.00
14	Tubo estructural circular	4 m	1	\$ 30.00	\$ 30.00
15	Machuelo 7/16	7/16"	1	\$ 3.00	\$ 3.00
16	Desarmador plano	5 /16"	1	\$ 2.50	\$ 2.50
17	Extractor santiago	6"	1	\$ 20.00	\$ 20.00
18	Tuercas	3/8"	6	\$ 0.05	\$ 0.30
19	Pernos de Acero	½"	3	\$ 10.00	\$ 30.00
20	Botadores	1/32", 3/32"	2	\$ 2.50	\$ 5.00
21	Planchas de madera	2 m x 2m	2	\$ 30.00	\$ 60.00
			<b>VALOR</b>	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 252.10</b>

Tabla 3.18

## Mano de obra

No.	Detalle	Costo
1	Técnico Tornero y Fresador	\$ 200.00
2	Pintor	\$ 50.00
<b>VALOR TOTAL</b>		<b>\$ 250.00</b>



Tabla 3.19

## Costos secundarios

N°	Material	Costo
1	Copias e impresiones	\$ 60.00
2	Suministros de oficina	\$ 35.00
3	Transporte	\$ 130.00
4	Vivienda	\$ 80.00
5	Alimentación	\$ 150.00
6	Empastados, Anillados y CD	\$ 35.00
7	Varios	\$ 20.00
<b>VALOR TOTAL</b>		<b>\$ 510.00</b>

Tabla 3.20

## Costo total del proyecto

N°	Descripción	Costo
1	Costos primarios	\$ 252.10
2	Mano de obra	\$ 250.00
3	Costos secundarios	\$ 510.00
<b>VALOR TOTAL</b>		<b>\$ 1,012.10</b>

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- La recopilación de la información fue necesaria para la elaboración de la guía didáctica y construcción del kit de herramientas para el desmontaje de partes y componentes de la Reduction Gearbox.
- Las herramientas construidas se basó en un diseño inicial y a medida de pruebas de funcionamiento se fue rectificando para alcanzar los objetivos deseados.
- Se construyeron las herramientas especiales con el material (Acero SAE 1018), que se caracteriza por su resistencia y esfuerzo necesario para el desmontaje de las partes y componentes de la Reduction Gearbox.
- Se elaboró la guía didáctica con la finalidad de que el estudiante siga los correctos pasos de desmontaje y utilización del kit de herramientas especiales para la Reduction Gearbox.
- La elaboración de la guía didáctica y la construcción del kit de herramientas permitirá el perfeccionamiento académico en los alumnos de Mecánica Aeronáutica.
- La adquisición de los materiales, el diseño y construcción del kit herramientas fueron factibles para realizar el presente proyecto.

## 4.2 Recomendaciones

- Leer y seguir los pasos de la guía didáctica antes de realizar el desmontaje de la Reduction Gearbox.
- Se recomienda al estudiante realizar dicho desmontaje con una persona encargada del taller o a su vez un docente que tenga conocimientos de mecánica aeronáutica.
- Es recomendable que los estudiantes tengan conocimiento de las medidas de seguridad expuestas en la guía didáctica antes de realizar el proceso de desmontaje de la Reduction Gearbox.
- Leer los manuales de operación y mantenimiento antes de utilizar las herramientas especiales y así evitar daños.

## GLOSARIO

- **Overhaul:** Es el conjunto de tareas y revisiones e inspecciones que consiste en dejar el equipo desarmado total o parcial y posteriormente ensamblado y terminado final, de acuerdo al ATA 100.
- **Fuerza Centrífuga:** Es una fuerza que se aleja del centro, se produce cuando se obliga a un cuerpo a dar vueltas.
- **Ensamble:** Unir, acoplar dos o más piezas, especialmente de madera, haciendo encajar la parte saliente de una en la entrante de la otra.
- **Álabe estatores:** Cada una de las paletas fijas curvas de una rueda hidráulica o una turbina.
- **Termocuplas:** Las termocuplas son usados como sensores de temperatura. Son capaces de medir un amplio rango de temperaturas de gases de escape.
- **Inlet case:** Entrada de la carcasa.
- **Cooling ring:** Anillos o aros de enfriamiento.
- **Fuel nozzles:** inyectores de combustible. Es el dispositivo encargado de producir el aerosol de combustible dentro de la cámara de combustión.
- **Sheath:** protectores de gas del generador. Son envolturas de metal que sirven para evitar fugas de gas.
- **Small exit duct:** Conducto de salida pequeño.

- **Large exit duct:** Conducto de salida grande.
- **Stubshaft:** Eje estriado del compresor.
- **Bearings:** Cojinetes o rodamientos del motor. Son puntos de apoyo de ejes y árboles para sostener su peso, guiarlos en su rotación y evitar deslizamientos.
- **Movimiento helicoidal:** El movimiento helicoidal es un movimiento rototraslatorio que resulta de combinar un movimiento de rotación en torno a un eje dado con un movimiento de traslación a lo largo de ese mismo eje.
- **Sistema servo:** Es un tipo de sistema de control de estado de funcionamiento normal de un mecanismo variable.
- **Torquimetro:** Proporciona una indicación exacta de la salida de potencia del motor.
- **Power lever:** Palanca de potencia del motor.
- **Propeller lever:** Palanca de paso de la hélice.
- **Condition lever:** Palanca de condición de combustible del motor.
- **Refrentado:** Permite la obtención de superficies planas perpendiculares al eje de rotación de la máquina.
- **Tronzado:** Permite cortar o tronzar la pieza perpendicularmente al eje de rotación de la pieza.

- **Moletado:** Permite el marcado de la superficie cilíndrica de la pieza a fin de facilitar la rotación manual de la misma.
- **Galga de roscas:** Una galga de roscas es una herramienta utilizada para medir el paso de la rosca de un tornillo.
- **Fresadora:** Una fresadora es una máquina herramienta utilizada para realizar mecanizados por arranque de viruta mediante el movimiento de una herramienta rotativa de varios filos.
- **Puller o extractor:** Es un dispositivo o herramienta normalmente sólida y de forma variable que cumple la función de extraer uniformemente mecanismos con alto grado de ajuste.
- **Socket o zócalo:** Es una herramienta normalmente cilíndrica y dentada que cumple la función de aflojar y desmontar anillos retenedores de conjuntos de mecanismos.

### SIGLAS

- **Nf:** R.P.M de turbina de potencia.
- **Ng:** R.P.M. de turbina generadora de gases o N1.
- **ATA:** Air Transport Association.
- **FCU:** Fuel Control Unit.
- **CSU:** unidad de velocidad constante normal.
- **ITT:** Interstage Turbine Temperature.

## BIBLIOGRAFÍA

- Secretaria Aeronautica. (1947). *Manual descriptivo y de mantenimiento PT6A engine*. Buenos Aires.
- Manuel Rivas Cabezuelo. (2010). *ACEROS ESPECIALES*. HORSORI.
- Felipe torre. (2010). *Fabricación Mecánica*. Thomson.

## NETGRAFÍA

- *Acero grado de maquinaria*. (s.f.). Obtenido de Acero grado de maquinaria: [www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%201018.pdf](http://www.sumiteccr.com/Aplicaciones/Articulos/pdfs/AISI%201018.pdf) es. (en línea)
- *Constructalia*. (s.f.). Obtenido de Constructalia: [http://www.constructalia.com/espanol/productos/estructuras/tubos/tubo\\_estructural\\_redondo#.U8HiKf15NzM](http://www.constructalia.com/espanol/productos/estructuras/tubos/tubo_estructural_redondo#.U8HiKf15NzM) (en línea)
- *De maquinas y herramientas*. (s.f.). Obtenido de De maquinas y herramientas: <http://www.demaquinasyherramientas.com/tipos-de-soldadores-electricos>(en línea)
- *Directindustry*. (s.f.). Obtenido de El salon only de la industria: [www.directindustry.es/fabricante-industrial/galga-paso-rosca-82729.html](http://www.directindustry.es/fabricante-industrial/galga-paso-rosca-82729.html) (en línea)
- Ivan Bohman. (1935). *Introducción y especificaciones del Acero*. Obtenido de [www.ivanbohman.com.ec](http://www.ivanbohman.com.ec) (en línea)
- *Metrología*. (s.f.). <http://www.metrologia.fullblog.com.ar/calibre-pie-de-rey> (en línea)
- PRATT & WHITNEY. (s.f.). *know your PT6A*. Obtenido de know your PT6A: [www.pwc.ca/files/en/Know\\_your\\_PT6A.Pdf](http://www.pwc.ca/files/en/Know_your_PT6A.Pdf) (en línea)
- *Proceso de fabricacion torneado*. (s.f.). Obtenido de <http://quintoemec.wikispaces.com/file/view/procesos+de+torneado.pdf> (en línea)
- *Takeoffbriefing*. (s.f.). Obtenido de Takeoffbriefing: [www.takeoffbriefing.com/transicion-al-turbohelice/](http://www.takeoffbriefing.com/transicion-al-turbohelice/) (en línea)
- UNITED TURBINE CORP. (s.f.). *PT6 DESCRIPTIVE COURSE AND GUIDE TO TROUBLESHOOTING*. Obtenido de PT6 DESCRIPTIVE COURSE AND GUIDE TO <http://www.unitedturbine.com/pdfs/PT6%20Training%20Manual> (en línea)

