

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**“CONSTRUCCIÓN DE UN EXTRACTOR DE TORNILLOS PARA
LOS PANELES DE ACCESO CON SUPERFICIES PLANAS DEL
FUSELAJE DEL AVIÓN KFIR-CE”**

POR:

VILCA TUMBACO WILSON ROLANDO

Trabajo de graduación como requisito para la obtención del Título de:

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2009

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. WILSON ROLANDO VILCA TUMBACO, como requerimiento parcial para la obtención del Título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA.

Ing. Juan Medina.
DIRECTOR DEL TRABAJO
DE GRADUACIÓN

Latacunga 20-11-09

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi difunto y muy querido hermano Marco Antonio Vilca Tumbaco quien fue quien me apoyo moralmente y económicamente a seguir con mis estudios superiores y sé que desde el cielo se sentirá orgulloso de mí, porque he cumplido con este objetivo que fue muy importante para los dos, a mi madre Rosa María Tumbaco Casa y a mi padre Luis Enrique Vilca Casa, quienes con su esfuerzo, apoyo, comprensión y amor, han sido el impulso más importante para cumplir con esta meta de culminar mis estudios superiores y poder obtener el título de Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica.

A mis hermanos Jorge, Fabián y Cumanda quienes me apoyan con sus consejos y presencia, que me brindan apoyo en los momentos que más lo necesitaba. Para ellos mis mejores deseos.

Wilson Rolando Vilca Tumbaco.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios por haber estado conmigo siempre y haber estado junto a mí en todos estos años de estudio y haber mostrado que el siempre cumple sus promesas.

A todos los profesionales del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico por su paciencia, respeto y ayuda en todo momento para el logro de esta meta.

Al Ing. Juan Medina por haber dirigido mi trabajo de graduación.

A toda mi familia, cuñadas, cuñado, sobrinos y sobrinas quienes son también una razón más para seguir adelante en la vida.

A mis amigos incondicionales que siempre estuvieron ahí para ayudarme, gracias a todos.

Wilson Rolando Vilca Tumbaco.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Página

Portada.....	I
Certificación.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Índice de Contenidos.....	V
Índice de Tablas.....	VI
Índice de Cuadros.....	VII
Índice de Figuras.....	VIII
Índice de Anexos.....	IX
Resumen.....	1
Summary.....	2

CAPÍTULO I

EL TEMA

1 Antecedentes.....	3
1.2 Justificación.....	4
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4 Alcance.....	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Metales estructurales.....	6
2.1.1 Propiedades de los metales.....	6
2.1.2 Cualidades de los metales.....	8
2.2 Metales ferrosos para aviones.....	9
2.3 Metales no ferrosos para aviones.....	11
2.4 Sujetadores.....	13
2.4.1 Pernos para aviones.....	13

2.4.2 Tuercas para aviones.....	15
2.4.3 Tipos de tuercas para aviones.....	15
2.4.3.1 Tuercas sin cierre automático.....	15
2.4.3.2 Tuercas de cierre automático.....	16
2.4.4 Tornillos para aviones.....	17
2.4.4.1 Tipos de tornillos.....	18
2.5 Destornilladores.....	20
2.6 Planteamiento y estudio de alternativas.....	22
2.6.1 Planteamiento de alternativas.....	22
2.7 Estudio de factibilidad.....	22
2.7.1 Primera alternativa.....	23
2.7.2 Segunda alternativa.....	24
2.8 Parámetros de evaluación.....	26
2.8.1 Factor mecánico.....	26
2.8.2 Factor económico.....	27
2.8.3 Factor complementario.....	27
2.9 Matriz de evaluación y decisión.....	27
2.10 Selección de la mejor alternativa.....	28

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares.....	29
3.2 Diseño.....	29
3.3 Cálculos básicos.....	30
3.4 Construcción.....	41
3.4.1 Estructura del extractor de tornillos.	41
3.4.1.1 Brazo ranurado.....	41
3.4.1.2 Tornillo compensador de momento.....	42
3.4.1.2.1 Buje con roscado interno del tornillo compensador de momento.....	44
3.4.1.3 Tornillo extractor.....	47
3.4.1.3.1 Buje con roscado interno para el tornillo extractor.....	50
3.4.1.4 Tornillos de fijación.....	53
3.4.1.5 Pasador del eje del tornillo de sujeción.....	54

3.4.2 Herramienta ensamblada.....	55
3.5 Diagrama de operación y ensamblaje.....	56
3.5.1 Diagrama de operación de la construcción del brazo ranurado.....	57
3.5.2 Diagrama de operación de la construcción del tonillo compensador de momento.....	58
3.5.3 Diagrama de operación de la construcción del tornillo extractor.....	60
3.5.4 Diagrama de operación de la construcción del tornillo de fijación.....	62
3.5.5 Diagrama de operación de la construcción del pasador.....	64
3.5.6 Diagrama de ensamble de la herramienta	65
3.6 Tipos de maquinas y herramientas utilizados en la construcción.....	67
3.7 Pruebas de funcionamiento	68
3.8Manuales.....	70
3.8.1 Manual de operación.....	70
3.8.2 Manual de mantenimiento.....	70
3.8.3 Manual de seguridad.....	71
3.8.4 Hojas de registro.....	71
3.9Presupuesto.....	76
3.9.1 Análisis económico.....	76
3.9.1.1 Costo de los materiales empleados en la construcción.....	76
3.9.1.2 Costo de alquiler de las máquinas.....	77
3.9.1.3 Costo de alquiler de las herramientas.....	78
3.9.1.4 Costo de mano de obra.....	79
3.9.1.5 Varios.....	79
3.9.2 Costo total de la construcción del extractor de tornillos.....	79
3.10 Pruebas y análisis de resultados.....	80

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.....	81
Recomendaciones.....	82
Glosario de términos.....	83
Bibliografía.....	85
Anexos	

ÍNDICE GENERAL DE TABLAS

CAPÍTULO II

Tabla 2.1 Ventajas y desventajas de la primera alternativa.....	24
Tabla 2.2 Ventajas y desventajas de la segunda alternativa.....	25
Tabla 2.3 Matriz de evaluación y decisión.....	27

CAPÍTULO III

Tabla 3.1. Símbolos que se utiliza en los diagramas de operación y ensamble....	56
Tabla 3.2 Datos técnicos de las máquinas utilizadas en la construcción.....	67
Tabla 3.3 Datos técnicos de las herramientas utilizadas en la construcción.....	67
Tabla 3.4 Parámetros de las pruebas de funcionamiento.....	68
Tabla 3.5 Codificación de manuales.....	71
Tabla 3.6 Costo de los materiales empleados en la construcción.....	77
Tabla 3.7 Costo de alquiler de las máquinas empleados en la construcción.....	78
Tabla 3.8 Costo de alquiler de las herramientas empleados en la construcción...	78
Tabla 3.9 Costos de mano de Obra.....	79
Tabla 3.10 Costo total de la construcción del extractor de tornillos.....	79

ÍNDICE GENERAL DE CUADROS

CAPÍTULO II

Cuadro 2.1 Índice Numérico SAE.....	10
-------------------------------------	----

ÍNDICE GENERAL DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Fig. 2.1 Dureza.....	6
Fig. 2.2 Fragilidad.....	7
Fig. 2.3 Ductilidad.....	7

Fig. 2.4 Perno de cabeza hexagonal.....	14
Fig. 2.5 Perno de cabeza hexagonal perforada.....	14
Fig. 2.6 Perno de cabeza de orquilla.....	14
Fig. 2.7 Perno de cabeza hendida para llave interior.....	15
Fig. 2.8 Tuerca hexagonal plana.....	15
Fig. 2.9 Tuerca almenada.....	16
Fig. 2.10 Tuerca de seguridad de baja temperatura.....	16
Fig. 2.11 Tuerca de seguridad de alta temperatura.....	16
Fig. 2.12 Tuerca de sujeción o ancla.....	17
Fig. 2.13 La cabeza redonda.....	18
Fig. 2.14 La cabeza de botón.....	18
Fig. 2.15 Tornillos de cabeza plana o avellanada.....	19
Fig. 2.16 Tornillos de cabeza taladrada y de cabeza de arandela.....	19
Fig. 2.17 Tornillos de cabeza Philips, Reed y Prince.....	19
Fig. 2.18 Tornillos para láminas metálicas y tornillos impulsores.....	19
Fig. 2.19 Destornilladores.....	20
Fig. 2.20 Destornilladores plano.....	20
Fig. 2.21 Tornillos de cabeza en cruz.....	21
Fig. 2.22 Destornillador angular.....	21
Fig. 2.23 Extractor de tornillos.....	23
Fig. 2.24 Extractor de tornillo adaptable al martillo neumático.....	25

CAPÍTULO III

Fig.3.1 Extractor de tornillos.....	30
Fig.3.2 Tornillo compensador de momento.....	30
Fig.3.3 Brazo ranurado y bujes.....	34
Fig.3.4 Acople del brazo ranurado.....	34
Fig.3.5 Acople del brazo ranurado	35
Fig.3.6 Brazo ranurado.....	36
Fig.3.7 Tornillo extractor.....	37
Fig.3.8 Tambor deslizante y pasador.....	39
Fig.3.9 Platina de acero 705.....	42
Fig.3.10 Brazo ranurado.....	42

Fig.3.11 Varilla de acero705.....	43
Fig.3.12 Proceso de rectificación de la varilla.....	43
Fig.3.13 Proceso de roscado.....	43
Fig.3.14 Manija de regulación.....	44
Fig.3.15 Cojincillo.....	44
Fig.3.16 Varilla de acero 705.....	44
Fig.3.17 Proceso de corte del acero 705.....	45
Fig.3.18 Proceso de desbaste tipo escalón.....	45
Fig.3.19 Buje desbastado tipo escalón.....	45
Fig.3.20 Desbaste del buje tipo ranurado.....	46
Fig.3.21 Desbaste en forma de “T” del buje.....	46
Fig.3.22 Buje del tornillo compensador de momento.....	47
Fig.3.23 Tornillo compensador de momento.....	47
Fig.3.24 Acero705.....	47
Fig.3.25 Proceso de rectificado de la varilla.....	48
Fig.3.26 Proceso de roscado externo.....	48
Fig.3.27 Corte del material.....	48
Fig.3.28 Proceso de taladrado.....	49
Fig.3.29 Varilla roscada milimétrica.....	49
Fig.3.30 Punta hexagonal del tornillo extractor.....	49
Fig.3.31 Acero 705.....	50
Fig.3.32 Proceso de corte del acero 705.....	50
Fig.3.33 Desbaste tipo escalón del buje.....	51
Fig.3.34 Buje del tornillo compensador de momento.....	51
Fig.3.35 Proceso de desbaste del buje.....	51
Fig.3.36 Proceso de desbaste tipo “T” del buje.....	52
Fig.3.37 Buje del tornillo extractor.....	52
Fig.3.38 Tornillo extractor.....	52
Fig.3.39 Acero 705.....	53
Fig.3.40 Piezas torneadas.....	53
Fig.3.41 Acople del tornillo de fijación.....	53
Fig.3.42 Acoples ranurados.....	54
Fig.3.43 Tornillos de fijación.....	54
Fig.3.44 Acero 705.....	54

Fig.3.45 Proceso de moldeo del material.....	55
Fig.3.46 Pasador del tornillo de fijación.....	55
Fig.3.47 Herramienta ensamblada.....	55

INDICE DE ANEXOS

Anexo A Trabajo de investigación.	
Anexo B (Del trabajo de investigación). Hoja de observación.	
Anexo C (Del trabajo de investigación). Hoja de la encuesta.	
Anexo D (Del trabajo de investigación). Encuesta.	
Anexo E (Del trabajo de investigación). Fotos.	
Anexo F (Del trabajo de investigación). Extractor de tornillos.	
Anexo G Tabla de equivalencias (pulgada, milímetros).	
Anexo H Equivalencia, propiedades y características del acero.	
Anexo I Tipos de roscas.	
Anexo J Certificado de aceptación.	
Anexo K Planos.	

RESUMEN

Para la construcción de la herramienta se tomó en cuenta las características del material y procedimientos a los que se sometió el material para llevar a cabo su manufacturación, con respecto a sus características se consideró las propiedades, cualidades de los metales, el uso de los metales ferrosos para aeronaves, el sistema de numeración SAE para los aceros ya que por medio de esto se identifica los distintos tipos de acero, las características y usos de las aleaciones del acero, se menciona también el uso de los metales no ferrosos para aeronaves como el aluminio y sus aleaciones, tipos, características y usos, también otro tipo de materiales como el titanio, cobre, el magnesio y aleaciones de magnesio, también se tomó en cuenta los tipos y características de los pernos, tuercas, donde se mencionan solo los más utilizados en aviación, tornillos para aeronaves como: tornillos estructurales, tornillos de máquina, tornillos de auto rosca miento, tipos de tornillos, destornilladores, sus características y usos.

Al considerar los procedimientos en la construcción de la herramienta se describen los procesos que se utilizaron en su manufacturación, las operaciones de torneado, procesos de fresado, trabajos en el cepillo de codo y otros.

Una vez realizada la construcción se procedió a realizar las pruebas funcionales para determinar la efectividad de la herramienta y luego de obtener resultados satisfactorios se procedió a realizar los manuales de operación, mantenimiento, seguridad y hoja de registro cuya intención es tener una correcta utilización de la herramienta e incrementar la vida útil.

SUMARY

For the construction of the tool I take into account the characteristics of the material and procedures to those that underwent the material to carry out their production, with regard to their characteristics it was considered the properties, qualities of the metals, the use of the ferrous metals for airships, the numeration system SAE for the steels since by means of this it is identified the different steel types, the characteristics and uses of the alloys of the steel, it is also mentioned the use of the nonferrous metals for airships for example the aluminum and their alloys, types, characteristic and uses, also another type of materials as the titanium, copper, the magnesium and alloys of magnesium, I also take into account the types and characteristic of the bolts, nuts, it is mentioned those more used in aviation, screws for airships like: structural screws, machine screws, self tapping screws, types of screws, screwdrivers, their characteristics and uses.

When considering the procedures in the construction of the tool, the processes are described that were used in their manufacturación, the operations of turn, processes of mill , works in the brush mechanic and others

Once carried out the construction you proceeded to carry out the functional tests to determine the effectiveness of the tool and after obtaining satisfactory results you proceeded to carry out the operation manuals, maintenance, security and registration leaf whose intention is to have a correct use of the tool and to increase the useful life.

CAPÍTULO I

TEMA

1.1 Antecedentes

La sección de mantenimiento del Avión Kfir-Ce del hangar de aviones militares no cuenta con un extractor de tornillos para el desmontaje de paneles de acceso con superficies planas para avión Kfir-Ce, esta afirmación lo respalda la investigación desarrollada sobre la optimización de las herramientas especiales en la sección de mantenimiento del hangar militar, específicamente en la sección de mantenimiento del avión Kfir-Ce (Ver anexo A).

El trabajos de desmontaje del los paneles de acceso se ven afectados al tener la presencia de tornillos sobre ajustados en el fuselaje del avión, este sobre ajuste se produce por varias causas de las cuales destaco, la corrosión, las operaciones de vuelos en las que la aeronave se somete a vibraciones, altas velocidades y altas temperaturas especialmente en la sección caliente del motor y su alrededor.

Para realizar entonces la extracción de tornillos sobre ajustado se requiere un extractor de tornillos apropiado para este motivo, que sea únicamente utilizado en este avión y con la medida apropiada de paso de los tornillos.

Es por lo tanto una prioridad la construcción de este extractor de tornillos para los paneles con superficies planas del fuselaje del avión Kfir-Ce ya que por la ausencia de esta herramienta especial se realiza procedimientos más prolongados para la extracción de los tornillos sobre justados.

Con el extractor de tornillos se facilitará la extracción de los tornillos sobre ajustados ya que esta herramienta es especialmente diseñada para este tipo de trabajo y nos proporciona eficiencia al remover los tornillos sobres ajustados, la disminución de la prolongación de tiempo y la satisfacción de realizar un trabajo bien hecho en un menor tiempo.

1.2 Justificación

La sección de mantenimiento del Avión Kfir-Ce al no contar con el extractor de tornillos para el desmontaje de paneles de acceso, da como resultado el incremento de tiempo al realizar las tareas de la extracción de los tornillos sobre ajustados de los paneles de acceso. Por tal razón, se justifica la construcción de un EXTRACTOR DE TORNILLOS que cumpla con los requerimientos para la operación antes mencionada.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Construir un extractor de tornillos para los paneles de acceso con superficies planas del fuselaje del avión Kfir-Ce, con normas técnicas para mejorar la eficiencia de los aerotécnicos que realizan los trabajos de mantenimiento al avión Kfir-Ce.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar el estudio técnico para la construcción del extractor de tornillos para los paneles de acceso con superficies planas del fuselaje del avión Kfir-Ce.
- Realizar un diseño básico de la estructura del extractor de tornillos.
- Ejecutar la construcción del extractor de tornillos.
- Realizar las pruebas funcionales correspondientes.
- Elaborar los manuales de operación, mantenimiento, seguridad, del extractor de tornillos.

1.4 Alcance

La construcción de esta herramienta extractora de tornillos tiene por alcance satisfacer las necesidades para el desmontaje de los paneles de acceso con superficies planas del fuselaje del avión Kfir-Ce, específicamente en la sección de mantenimiento de esta aeronave.

Y como fuente bibliográfica para los alumnos del “INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO”.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Metales estructurales

Los metales se adaptan a los métodos de producción y a los procedimientos de mantenimiento y reparación de los aviones modernos. Ellos han eliminado prácticamente el uso de tela y madera. Por lo tanto es importante examinar las propiedades y cualidades de estos metales, tal como se usan en la construcción de aeronaves.

2.1.1 Propiedades de los metales: Consideremos los términos, de interés primordial en el mantenimiento del avión, como:

a) Dureza: Se refiere a la habilidad de un metal para resistir abrasión, penetración, acción de corte o deformación permanente.

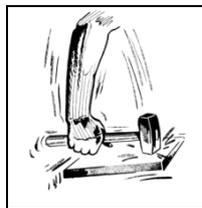


Figura 2.1 Dureza

b) Fragilidad: Es la propiedad de un metal que permite que se doble o se deforme muy poco, porque puede romperse o rajarse sin cambiar de forma.



Figura 2.2 Fragilidad

c) Maleabilidad: Un metal que puede ser martillado, laminado o formado en diferentes formas sin que se raje ni se rompa o tenga otros efectos dañinos. Esta propiedad es necesaria en el metal laminado que es trabajado en formas curvas tales como las cubiertas de motores, contornos aerodinámicos y extremos del ala.

d) Ductilidad: Es la propiedad de un metal que permite que sea permanentemente estirado, doblado o retorcido en diferentes formas sin que se rompa. Los metales dúctiles se usan en los aviones debido a su facilidad de formación y resistencia.

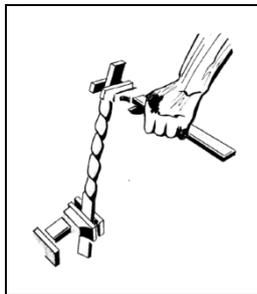


Figura 2.3 Ductilidad

e) Elasticidad: Es la propiedad que le permite a un metal recobrar su forma original cuando se quita la fuerza que causa el cambio de la forma y son muy utilizados en la construcción de aviones.

f) Tenacidad: Un material que posee tenacidad soportará desgarraduras o roturas por esfuerzo cortante y es una propiedad conveniente en los metales para aviones.

g) Conductividad: Es la propiedad que le permite a un metal conducir calor o electricidad. En la aviación, la conductividad eléctrica también se debe tener en cuenta junto con la puesta a masa para eliminar la interferencia de radio.

h) Contracción y expansión: Son reacciones producidas en los metales como resultado del calentamiento o del enfriamiento. Un alto grado de calor aplicado a un metal hará que se expanda, el enfriar un metal caliente lo contraerá.

i) Propiedades corrosivas: La corrosión es la destrucción o la picadura de la superficie o de la estructura interna de los metales. Debido a las secciones delgadas y a los factores de seguridad usados en el diseño y construcción de los aviones, sería peligroso escoger un material sujeto a una corrosión excesiva.

La corrosión se puede reducir o impedir usando mejores grados de metales comunes; bañando las superficies con una capa delgada de pintura, de estaño, de cromo o de cadmio; o por un proceso electroquímico.

2.1.2 Cualidades de los metales

Teniendo en cuenta las propiedades generales de los metales, podemos ahora considerar los requisitos determinados que deben satisfacer los metales.

Resistencia, peso y confiabilidad: Estos tres factores determinan los requerimientos que ha de llenar cualquier material usado en la construcción y reparación de estructuras de aviones.

Las estructuras de los aviones deben ser resistentes, livianas en peso y confiable como sea posible.

Todos los metales deben tener una buena proporción de resistencia por las demandas de dimensiones, peso y uso.

2.2 Metales ferrosos para aviones

En la reparación de aviones se requiere una gran variedad de materiales. Ya que se toma en cuenta las diferentes necesidades con respecto a la resistencia, peso, durabilidad y resistencia, de la estructura o pieza determinada.

Si se le añade carbón al hierro, en porcentajes que varíen hasta aproximadamente 1.00%, el producto será muy superior al hierro y se clasifica como acero al carbono. Un metal base (como el hierro) al cual se le han añadido pequeñas cantidades de otros metales, se llama una aleación. La adición de otros metales es para cambiar o mejorar las propiedades químicas o físicas del metal básico.

a) Índice numérico SAE

La clasificación del acero de la Sociedad de Ingenieros de Automóviles (SAE) se usa en las especificaciones para todos los aceros de alto grado usados en la construcción de aviones y automóviles. Un sistema índice numérico identifica la composición de los aceros SAE.

Cada número SAE consiste en un grupo de dígitos, el primero de los cuales representa el tipo del acero; el segundo, el porcentaje del elemento de aleación principal y por lo general los últimos dos o tres dígitos representan el porcentaje en centésimos de 1% de carbón en la aleación. Por ejemplo, el número SAE 4150 indica un acero al molibdeno que contiene 1% de molibdeno de 0.50% de carbón.

Cuadro 2.1 Índice Numérico SAE

Tipo de Acero	Clasificación
Carbón	1xxx
Níquel	2xxx
Níquel-cromo.	3xxx
Molibdeno	4xxx
Cromo	5xxx
Cromo-vanadio	6xxx
Tungsteno	7xxx
Silicio-manganeso	9xxx

b) Tipos, características y usos de acero: Consideremos las aleaciones de acero y sus usos en la aviación.

c) Los aceros al carbono

c.1) Acero de bajo carbono: Es el acero que contiene carbono en porcentajes que varían de 0.10 a 0.30%.

c.2) Acero de contenido medio de carbono: Es el acero que contiene carbono en porcentajes que varían de 0.30 a 0.50%.

c.3) Acero de alto contenido de carbono: Es el acero que contiene carbono en porcentajes que varían de 0.50 a 1.00%.

Tipos características y usos de las aleaciones de acero: La adición de otros elementos en cantidades variables aumenta la dureza del acero.

d) Los aceros al níquel: Los aceros al níquel son producidos combinando el níquel con acero al carbono y se usa extensamente para las piezas de los aviones tales como pernos, terminales, cufias, abrazaderas y pasadores.

e) Los aceros al cromo: El acero al cromo tiene altas propiedades de dureza, resistencia y oposición a la corrosión. Se puede usar para artículos tales como las bolas y rodillos de los cojinetes de antifricción.

f) Los, aceros al cromo-níquel o aceros inoxidables: Estos son metales resistentes a la corrosión. Algunas de sus aplicaciones comunes son la fabricación de colectores, tubos y múltiples de escape, piezas estructurales etc.

g) Los aceros al cromo-vanadio: Estos aceros cuando se tratan térmicamente tienen resistencia, tenacidad y oposición al desgaste y a la fatiga, este acero, se usa para cojinetes de bola y de rodillo.

i) El inconel: El inconel es una aleación de níquel-cromo-hierro, de apariencia muy semejante al acero inoxidable

2.3 Metales no ferrosos para aviación

Se refiere a todos los metales que tienen elementos que no sean el hierro como su principal constituyente, e incluye el aluminio, titanio, cobre y magnesio y sus aleaciones y además, aleaciones metálicas tales como el monel.

a) Aluminio y aleaciones de aluminio: El aluminio ocupa el segundo lugar en la escala de maleabilidad, el sexto en ductilidad y es muy resistente a la corrosión. El aluminio combinado con diferentes porcentajes de otros metales (generalmente cobre, manganeso, magnesio y cromo), forma las aleaciones que se usan en la construcción de aviones.

a.1) Usos y características: El aluminio es usado más ampliamente en la construcción de aviones modernos. La característica sobresaliente del aluminio es su peso liviano, no es magnético y es un excelente conductor de electricidad.

b) Titanio y aleaciones de titanio: Para piezas y conjuntos, el titanio y las aleaciones de titanio ofrecen gran resistencia con un peso razonable y características de funcionamiento adecuadas.

b.1) Tipos, características y usos: Las aleaciones de titanio se están usando mucho para las ruedas de compresores de los motores de propulsión a chorro, paletas del compresor, anillos espaciadores, compartimientos de alojamiento y para piezas de la estructura, tales como superficies de montaje del motor, conductos, superficies del ala, mamparos contra incendio y planchas de blindaje.

Tanto el titanio comercialmente puro como el de aleación pueden soportar grandes cantidades de trabajo en frío sin rajarse.

c) El cobre y aleaciones de cobre

c.1) El cobre: Se usa principalmente en los aviones para el sistema eléctrico y para los tubos y conexiones de puesta a masa de los instrumentos.

c.2) El latón: El latón es una aleación de cobre, tiene excelentes cualidades de resistencia a la corrosión cuando está en contacto con el agua salada.

c.3) Los bronce: Son aleaciones de cobre que contienen estaño, son más útiles, especialmente para fabricar los acoplamientos de tubo de los aviones.

c.4) El bronce de manganeso: Es una aleación de cobre y cinc resistente a la corrosión, excepcionalmente fuerte y resistente. Se usa en la fabricación de catapultas, trenes de aterrizaje y soportes.

c.5) El bronce de silicio: El bronce de silicio es muy fuerte, tiene muy buenas cualidades de resistencia a la corrosión y su uso es muy variado.

c.6) El cobre de berilio: Este metal es que sus propiedades físicas se pueden aumentar mucho por medio del tratamiento térmico.

d) El monel: Es la aleación principal de alto contenido de níquel, combina propiedades de gran fortaleza y excelente resistencia a la corrosión, el monel se ha usado con éxito para la fabricación de engranajes y cadenas, piezas de funcionamiento de los trenes de aterrizaje retráctiles y piezas estructurales sujetas a la corrosión.

e) El monel-K: El monel -K ha sido usado con buenos resultados para los engranajes, cadenas y miembros estructurales de los aviones que están expuestos a ataques corrosivos.

g) El magnesio y las aleaciones de magnesio: El magnesio no tiene suficiente resistencia en su estado puro para usos estructurales, pero cuando se mezcla con zinc, aluminio y manganeso se produce una aleación que tiene la más alta relación de resistencia a peso, si se le compara con cualquiera de los metales más comúnmente usados.

2.4 Sujetadores

Hay varios tipos de dispositivos sujetadores que permiten el desmontaje o reemplazo rápido de las piezas del avión que se debe quitar y volver a poner a intervalos frecuentes, El remachar o soldar estas piezas cada vez que se quitan, pronto debilitarían o dañarían la unión. Los pernos y los tornillos estructurales son dispositivos sujetadores que proporcionan la seguridad requerida de fijación y rigidez. Los pernos se usan en los lugares en que se requiere una mayor resistencia y en los lugares en donde la resistencia no es necesaria, se usan tornillos.

2.4.1 Pernos para aviones: Los pernos para aviones se fabrican de acero resistente a la corrosión bañados de cadmio o de zinc, de acero resistente a la corrosión sin baño alguno, o de aleación de aluminio anodizado.

a) Perno de cabeza hexagonal: El perno común de cabeza hexagonal de uso general se emplea para las aplicaciones generales que implican cargas tanto de tensión como esfuerzo cortante.

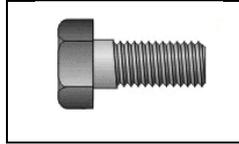


Figura 2.4 Perno de cabeza hexagonal

b) Perno de cabeza hexagonal perforada: Es similar al de cabeza hexagonal corriente, excepto que esta torneada a tolerancia más precisa, tiene la cabeza perforada en tres partes es un poco más profunda y su sección de roscado es un poco más larga, vienen con roscas finas y gruesas.

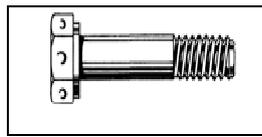


Figura 2.5 Perno de cabeza hexagonal perforada

c) Perno de cabeza de orquilla: Son pernos de uso especial, se usan en lugares en donde ocurre una gran resistencia al esfuerzo cortante y nunca en esfuerzos de tensión.

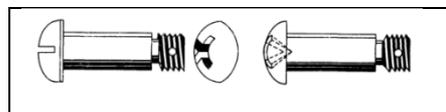


Figura 2.6 Perno de cabeza de orquilla

d) Perno de cabeza hendida para llave interior: Estos pernos están hechos de acero de alta resistencia y se usa en lugares en que ocurren tensiones severas.

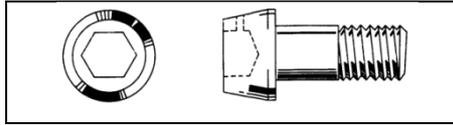


Figura 2.7 Perno de cabeza hendida para llave interior

2.4.2 Tuercas para aviones

Las tuercas para los aviones se fabrican en una variedad de formas y tamaños, se hacen de acero al carbono bañado en cadmio, acero inoxidable, etc., y se pueden obtener con roscas hacia la derecha o hacia la izquierda.

2.4.3 Tipos de tuercas para aviones: Las tuercas para aviones se pueden dividir en dos grupos generales, tuercas sin cierre automático y tuercas de cierre automático.

2.4.3.1 Tuercas sin cierre automático: Tuerca que se debe afianzarse por medio de un dispositivo de fijación externa como contratuercas, chavetas, y otros

a) Tuerca hexagonal plana: Es de una construcción resistente y es adecuada para soportar grandes cargas de tensión.

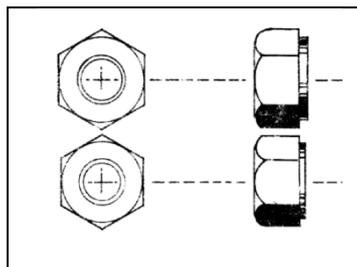


Figura 2.8 Tuerca hexagonal plana

b) Tuerca almenada: Es bastante resistente y puede soportar grandes cargas de tensión su ranura está destinada para acomodar una chaveta o alambre de seguridad.

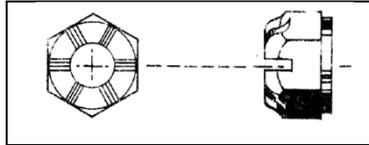


Figura 2.9 Tuerca almenada

2.4.3.2 Tuercas de cierre automático: Las tuercas de cierre automático o de seguridad no necesitan ningún medio auxiliar de afianzamiento, sino que tienen en si dispositivos de fijación que forman parte integral de su construcción.

a) Tuerca de seguridad de baja temperatura: Tiene fibra de nylon insertada del final de la tuerca con un agujero ligeramente más pequeño que el diámetro mayor del perno usado lo que asegurara la fijación del perno al tornillo. No se debe usar en temperatura que exceda los 250 °F

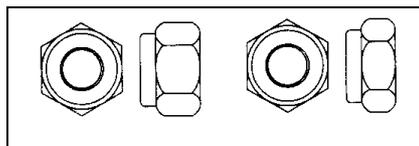


Figura 2.10 Tuerca de seguridad de baja temperatura

b) Tuerca de seguridad de alta temperatura: Algunas tuercas tal como la tuerca de 12-puntas, tienen una sección adelgazada cerca del fin que es el que comprime el paso de los hilos del perno para asegurarlo. Y se puede utilizar en temperaturas de hasta 1400°F.

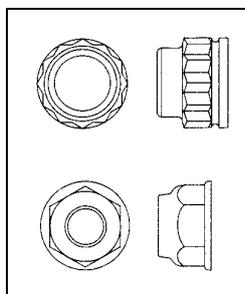


Figura 2.11 Tuerca de seguridad de alta temperatura

c) Tuerca de sujeción o ancla: Es una tuerca de auto seguridad con una base plana que se extiende hacia los lados para remachar la tuerca a la pieza de metal.

Se usan en las partes más comunes de inspección del avión como los agujeros de inspección ya que se solo se tiene acceso por la parte exterior del avión y se dispone de tuercas de sujeción para baja y alta temperatura.

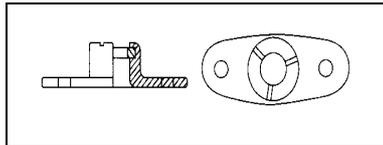


Figura 2.12 Tuerca de sujeción o ancla.

2.4.4 Tornillos para aviones: Los tornillos son los dispositivos de sujeción comúnmente en los aviones. Ellos se diferencian de los pernos en cuanto a que son hechos de material menos resistente también ellos tienen una hendidura en la cabeza que sirve para colocar y retirar el tornillo con un destornillador y pueden ser instalados por fuera de la estructura del avión para que no cause resistencia en el vuelo.

Los tornillos para los aviones se pueden clasificar en tres grupos:

1. Los tornillos estructurales: Estos tornillos se fabrican de acero de aleación, han sido sometidos al tratamiento térmico adecuado y también se puede usar como pernos estructurales. Tienen un largo definido y la misma resistencia al corte que un perno del mismo tamaño. Estos tornillos estructurales se fabrican con cabeza redonda y cabeza embutida.

2. Tornillos de máquina: Los tornillos de maquina usualmente son de los tipos de cabeza plana (embutida), de cabeza redonda, de cabeza de arandela. Estos son tornillos para usos generales se fabrican de acero de bajo contenido de carbón, bronce, acero resistente a la corrosión y aleación de aluminio.

3. Tornillos de auto roscamiento: Estos tornillos se usan para fijar partes removibles a piezas fundidas, tales como placas de identificación y piezas en las cuales el tornillo corta sus propias roscas después que la pieza ha sido parcialmente taladrada. Se usan para la fijación temporal de laminas metálicas que se van a remachar y para el montaje permanente de piezas no estructurales.

2.4.4.1 Tipos de tornillos

a) La cabeza redonda: Normalmente usado para las aplicaciones no estructurales y es hecho en acero y latón. La mayoría tiene una clase 2 de hilos disponible hilos gruesos y finos. La hendedura de la cabeza de estos tornillos más comunes es los Phillips, estos tornillos se usan para trabajos en general.

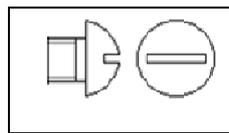


Figura 2.13 La cabeza redonda

b) La cabeza de botón: Parecida a los tornillos cabezas redondas también se disponible con hendedura o Phillips. Se usan por razones de apariencia y aerodinámica.

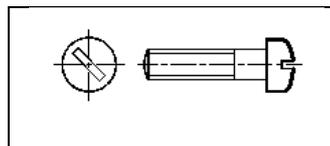


Figura 2.14 La cabeza de botón

c) Tornillos de cabeza plana o avellanada: Estos tornillos se usan en huecos avellanados donde se desea tener una superficie plana.

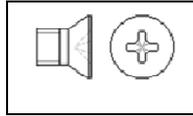


Figura 2.15 Tornillos de cabeza plana o avellanada

d) Tornillos de cabeza taladrada y de cabeza de arandela: El tornillo de cabeza de arandela, se usa para sujetar materiales donde se desea tener una mayor superficie de apoyo de la cabeza en la estructura.

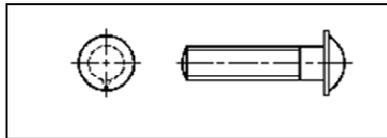


Figura 2.16 Tornillos de cabeza taladrada y de cabeza de arandela

e) Tornillos de cabeza Philips, Reed y Prince: Son de ranuras especiales que requieren un destornillador especial en los diferentes tornillos.

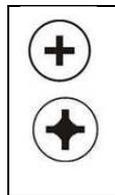


Figura 2.17 Tornillos de cabeza Philips, Reed y Prince

f) Tornillos para láminas metálicas: Se usan para sujetar láminas y decorados livianos interiores. Estos tornillos vienen con cabeza redonda, cabeza de botón o cabeza plana.

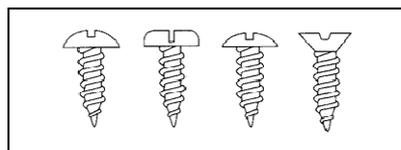


Figura 2.18 Tornillos para láminas metálicas

Nota de precaución: para la instalación de los tornillos, use el tipo correcto de destornillador. Los destornilladores Phillips y los destornilladores Reed y Price no son intercambiables.

Para que no se dañe la cabeza de los tornillos escoja y utilice los destornilladores del tamaño apropiado.

2.5 Destornilladores: Los destornilladores son herramientas de mano diseñados para apretar o aflojar los tornillos ranurados de fijación.

Las partes principales de un destornillador son el mango, la cuña o vástago y la hoja o boca.



Figura 2.19 Destornilladores

a) Los destornilladores plano: Los uso de los destornilladores planos han sido limitados en la aviación, porque ellos pueden resbala fuera de la hendedura del tornillo y puede dañar el componente.

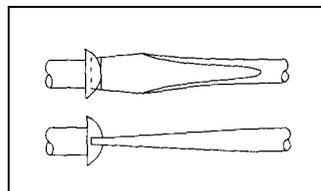


Figura 2.20 Destornilladores planos

b) Tornillos de cabeza en cruz: Dos tipos de destornilladores con puntas de cruz que se usan en aviación son los destornilladores Philips, los Reed y Prince. La punta del destornillador Philips es roma, sin filo, mientras que la punta del destornillador Reed y Prince es afilada.

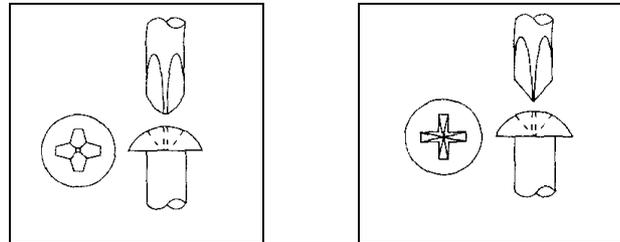


Figura 2.21 Tornillos de cabeza en cruz

c) Destornillador angular: El destornillador angular tiene los dos extremos doblados en un ángulo de 90 grados. Se usa para apretar o aflojar tornillos en áreas donde no encajan destornilladores comunes. Las dos puntas están a ángulos rectos entre sí para facilitar la remoción de tornillos en áreas que limitan el giro del destornillador.

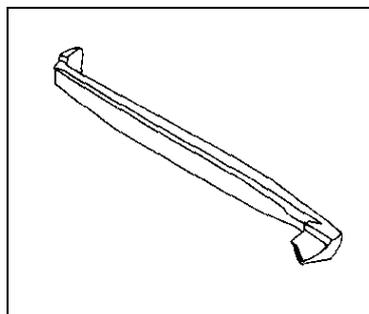


Figura 2.22 Destornillador angular

2.6 Planteamiento y estudio de alternativas

2.6.1 Planteamiento de alternativas

Para realizar el planteamiento de alternativas se ha tomado en cuenta las alternativas que pudieran ser necesarias, una de ellas es el extractor de tornillos para los paneles de acceso con superficies planas esta herramienta es muy útil y adecuada para este tipo de trabajo, ya que está diseñada con el fin de extraer tornillos sobre ajustados, este sobre ajuste se presenta por múltiples razones las más importantes son la corrosión, la vibración que se produce en la aeronave al someterla a operaciones de vuelo y alta temperatura que se produce en la sección caliente del motor y su alrededor.

Otro de las alternativas que se han tomado en cuenta es el extractor de tornillos adaptable al martillo neumático, el cual extrae tornillos sobre ajustados, para este fin se debe ensamblar la punta ápex en el extractor de tornillos y luego este extractor de tornillos se le debe adaptar al martillo neumático.

Entonces se ha escogido de estas dos alternativas las mismas dos por que presentan alternativas factibles para su construcción.

Extractor de tornillos.

Extractor adaptable al martillo neumático.

2.7 Estudio de factibilidad

Para el estudio de factibilidad se toma en consideración las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas antes mencionadas y de esta manera escoger la mejor alternativa, analizando las condiciones mecánicas, financieras y complementarias para su construcción.

2.7.1 Primera alternativa

Herramienta extractora de tornillos para los paneles de acceso con superficies planas.

Esta herramienta está diseñada con el propósito de extraer tornillos que presenten sobre ajuste y funciona de la siguiente forma:

1. Se ensamblan las partes constitutivas del extractor.
2. Segundo se debe anclar la herramienta al panel de acceso, con este fin se busca un tornillo que se pueda extraer fácilmente con el berbiquí, para colocar el tornillo de fijación de la herramienta y de esa forma anclar la herramienta.
3. Se regula la herramienta de forma que presione la punta ápex a la cabeza del tornillo.
4. Luego se procede a girar el tornillo extracto con la palanca de fuerza que posee en su extremo superior y de esta forma se extrae el tornillo sin producir daño ni a la estructura de avión ni al tornillo.

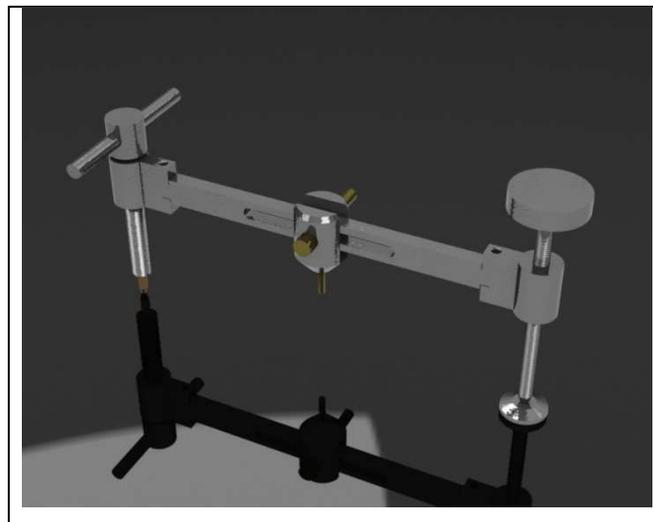


Figura. 2.23 Extractor de tornillos

Tabla N°2.1. Ventajas y desventajas de la primera alternativa.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>Extrae tornillos sobre ajustados sin dañar su cabeza</p> <p>La construcción de su estructura no es muy compleja.</p> <p>No necesita fuente de energía porque es mecánico (manual).</p> <p>Es de fácil operación</p> <p>Ningún esfuerzo físico forzoso del técnico al manipularlo.</p> <p>Ahorra tiempo</p> <p>Solo necesita una persona para operarla.</p> <p>No ocupa demasiado espacio</p>	<p>Solo se puede ocupar para un tipo de rosca.</p> <p>Necesita un punto de anclaje.</p> <p>Solo se puede utilizar en donde exista espacio suficiente, para su normal funcionamiento.</p>

2.7.2 Segunda alternativa

Extractor de tornillos adaptable al martillo neumático

El extractor de tornillo adaptable al martillo neumático es una herramienta que tiene en su extremo una adaptación para alojar un dado y este dado aloja la punta ápex (punta hexagonal), mientras que el otro extremo de esta herramienta se la ensambla al martillo neumático.

El proceso para estos extractores es el siguiente:

1. Se ensambla en el extremo de extractor de tornillos el dado con la punta ápex correspondiente y la palanca de fuerza en su respectivo sitio ya armado el extractor se acopla al martillo neumático.
2. Se presiona desde el martillo neumático, produciendo una fuerza que se transmite al extractor de tornillos y la punta Ápex.
3. Luego se activa el martillo neumático y de esta forma con cada golpe que produce se deberá también realizar una fuerza circular con la palanca de fuerza, de esta forma se realiza la extracción del tornillo sobre ajustado.



Figura. 2.24 Extractor de tornillo adaptable al martillo neumático

Tabla N°2.2. Ventajas y desventajas de la segunda alternativa

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>Extrae tornillos sobre ajustados.</p> <p>Su construcción es económica.</p>	<p>Puede causar daño a la estructura de la aeronave.</p> <p>En ocasiones se necesita más de una persona para realizar la operación de remoción de los tornillos.</p> <p>Se necesita una fuente neumática para su funcionamiento.</p> <p>Se necesita más tiempo para realizar la operación de remoción de los tornillos sobre ajustados.</p> <p>Puede dañar la cabeza del tornillo y de esta manera se entorpece el trabajo.</p>

2.8 Parámetros de evaluación

Para la evaluación de las alternativas se tomará en consideración las ventajas y desventajas y se seleccionara la opción que obtenga una mayor calificación, y los parámetros de evaluación seleccionados son:

Factor mecánico

- Facilidad de construcción.
- Facilidad de operación.
- Mantenimiento.
- Material.

Factor económico

- Costo de construcción.

Factor complementario

- Tamaño.
- Forma.

Cada uno de los parámetros será descrito a continuación.

2.8.1 Factor mecánico

- **Construcción:** Las construcción de los elementos o piezas deben caracterizarse por ser óptimas y seguras para que cumplan con los requerimientos de funcionamiento y operatividad.
- **Facilidad de operación:** Toda herramienta esta creada para facilitar el trabajo del hombre y por lo tanto debe ser de fácil operación, por lo que es necesario que el extractor de tornillos sea de fácil operación.
- **Mantenimiento:** El mantenimiento que es algo imprescindible para tener en óptimas condiciones todas las herramientas, equipos, máquina y etc.

Por lo que es primordial que el mantenimiento de la herramienta sea fácil de ejecutar y al menor costo.

- **Material:** Los materiales con los que construirán deben ser adecuados para su construcción y accesibles para su adquisición.

2.8.2 Factor económico

- **Costo de fabricación:** El factor económico es crucial, ya que se busca realizar un trabajo bien hecho pero con el ahorro máximo de recurso económico.

2.8.3 Factor complementario

- **Tamaño:** Es el espacio que utilizará el extractor de tornillos.
- **Forma:** Es muy importante pues la forma influye en el funcionamiento.

2.9 Matriz de evaluación y decisión

Tabla N°2.3: Matriz de evaluación y decisión.

PARÁMETRO DE EVALUACIÓN	F. POND X	ALTERNATIVAS			
		1	1xi	2	2xi
Construcción.	0.7	0.6	0.45	0.4	0.21
Facilidad de operación y control.	0.7	0.7	0.49	0.5	0.35
Mantenimiento.	0.6	0.6	0.52	0.3	0.22
Material.	0.7	0.6	0.48	0.4	0.28
Costo de fabricación.	0.6	0.5	0.35	0.3	0.23
Tamaño.	0.5	0.5	0.25	0.4	0.25
Forma.	0.4	0.4	0.20	0.3	0.20
TOTAL	1		4.16		2.7

2.10 Selección de la mejor alternativa

Finalizado el estudio técnico, y después de haber analizado las alternativas y evaluado los parámetros muy minuciosamente, se ha llegado a establecer que la mejor alternativa de construcción, es la primera alternativa, el extractor de tornillo para los paneles de acceso con superficies planas, ya que tiene el mayor puntaje y en consecuencia adjunta las mejores condiciones de construcción, operación, mantenimiento, costo y demás factores complementarios.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares

El modelo que se escogió para la construcción del extractor de tornillos ha sido el modelo que se encuentra en el hangar militar, sección de mantenimiento del avión MirajeF1 que se localiza en el pañol de herramientas (Extensión: 2104) de las instalaciones del hangar militar de la Base Aérea Cotopaxi de la FAE (Latacunga-Cotopaxi), tal herramienta fue construida por “Avions Marcel Dassault” y se la considera como material de servicio, ref. MS 1388, fecha de fabricación: 12-79. El cual se tomó como modelo básico para la construcción del extractor de tornillos y que se utilizará en el avión Kfir-Ce. El cual ayudará a los técnicos de mantenimiento del avión a realizar de forma eficiente y sin pérdida de tiempo la extracción de los tornillos sobre ajustados de los paneles de acceso, ya que la herramienta estará a disposición de los señores aerotécnicos en cualquier momento que lo requieran.

3.2 Diseño

Para el diseño del extractor de tornillos se utilizó el acero 705 que es el equivalente al acero AISI/SAE 4340 (ver anexo H) para cada una de las piezas que conforman la herramienta, porque es uno de los aceros recomendados para realizar este tipo de herramienta, ya que combina alta resistencia mecánica con buena tenacidad características fundamentales para nuestra herramienta y también este acero no requiere un tratamiento térmico.

3.3 Cálculos básicos de la herramienta extractora de tornillos del avión Kfir-Ce.

Para el presente cálculo, tenemos la siguiente herramienta extractora de tornillos del avión Kfir-Ce:

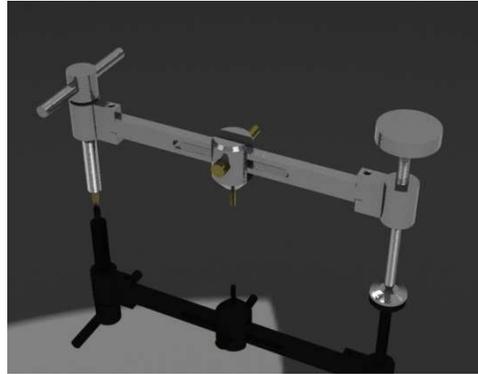


Figura 3.1 Extractor de tornillos

La cual ha sido dividida en 4 secciones con el objeto de verificar su resistencia.

Sección 1: Corresponde al tornillo compensador de momento, mediante el cual la máquina consigue aplicar una fuerza de reacción en el extremo contrario, para ejecutar la extracción de los tornillos. La parte es la siguiente:

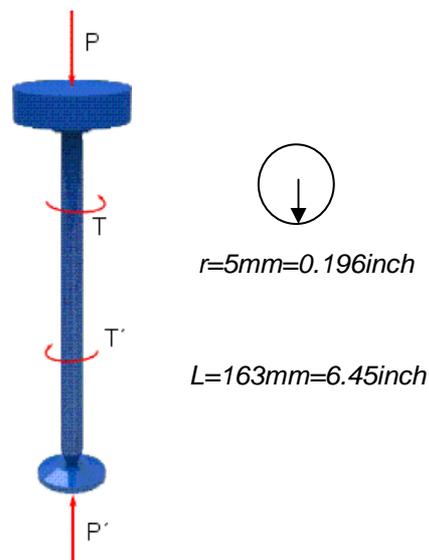


Figura 3.2 Tornillo compensador de momento

Sobre esta sección se aplican: una fuerza axial con su reaccionante y un par de torsión igual con su respectiva reacción.

Para encontrar el esfuerzo axial que se está produciendo se aplica la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (\text{Ec.3.1})$$

Donde:

P: Carga

A: Área

$$\sigma = \frac{50 \text{ [lb]}}{3.14 \cdot (0.196 \text{ [inch]})^2}$$

$$\sigma = \frac{414.5035110 \text{ [lb]}}{\text{[in]}^2}$$

El valor del esfuerzo normal es de: 414.5 psi.

Para encontrar la elongación se aplica la siguiente fórmula:

$$\delta = \frac{P \cdot L}{A \cdot E} \quad (\text{Ec.3.2})$$

Donde:

δ : Elongación.

P: Carga

L: Longitud

A: Área

E: Módulo de elasticidad

$$\delta = \left(\frac{(50 \text{ [lb]}) \cdot (6.45 \text{ [inch]})}{[3.14 \cdot (0.196 \text{ [inch]})^2] \cdot \left[29732736.23 \frac{\text{[lb]}}{\text{[inch]}^2} \right]} \right)$$

$$\delta = \frac{322.50 \text{ [lb] [in]}}{[0.12062624 \text{ [in]}^2] \left[\frac{2.97327362310^7 \text{ [lb]}}{\text{[in]}^2} \right]}$$

$$\delta = 0.00009001 \text{ inch}$$

El valor del módulo de elasticidad corresponde según las tablas del acero AISI/SAE 4340(ver anexo H). La deformación será de: 0.00009001inch.

Para encontrar el esfuerzo por torsión se aplica la siguiente fórmula:

$$\tau = \frac{T \cdot \rho}{J} \tag{Ec.3.3}$$

Donde:

τ :Esfuerzo por torsión

T: Momento de torsión o momento de un par.

ρ : Distancia desde el centro del eje, Radio.

J: Momento polar de inercia.

Momento de torsión o momento de un par.

$$T = F \cdot d \tag{Ec.3.4}$$

$$T = 50 \text{ [lb]} \cdot 0.196 \text{ [inch]}$$

$$T = 9.800 \text{ [lb] [in]}$$

Momento polar de inercia.

Donde: $c=r$.

$$J = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot c^4 \tag{Ec.3.5}$$

$$J = \frac{1}{2} \cdot 3.14 \cdot (0.196 \text{ [inch]})^4$$

$$J = 0.002316988818 \text{ [in]}^4$$

Esfuerzo por torsión.

$$\tau = \frac{9.800 \text{ [lb]} \cdot \text{[inch]} \cdot 0.196 \text{ [inch]}}{0.002316988818 \text{ [inch]}^4} \quad (\text{Ec.3.3})$$

$$\tau = \frac{829.0070220 \text{ [lb]}}{\text{[in]}^2}$$

$$\tau = 829 \text{ psi}$$

El valor del esfuerzo por torsión es de 829 psi.

El material con el que está construido el tornillo compensador de momento es acero AISI/ SAE 4340 con las siguientes características (ver anexo H):

Sy: Esfuerzo de fluencia del material: 65 kg/mm²=6500 kg/cm²=92257.8 lb/pulg²

Aplicación de la teoría del esfuerzo cortante máximo:

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{S_y}{2N} \quad (\text{Ec.3.6})$$

Donde:

$\tau_{\text{máx}}$: Esfuerzo cortante máximo

N: Factor de seguridad para el diseño= 2

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{92257.8 \text{ lb/in}^2}{4} = 23064 \text{ lb/in}^2$$

Como:

$\tau_{\text{por torsión}} (829 \text{ psi}) < \tau_{\text{máx}} (23064 \text{ psi})$. Cumple las condiciones para un diseño correcto.

Sección 2

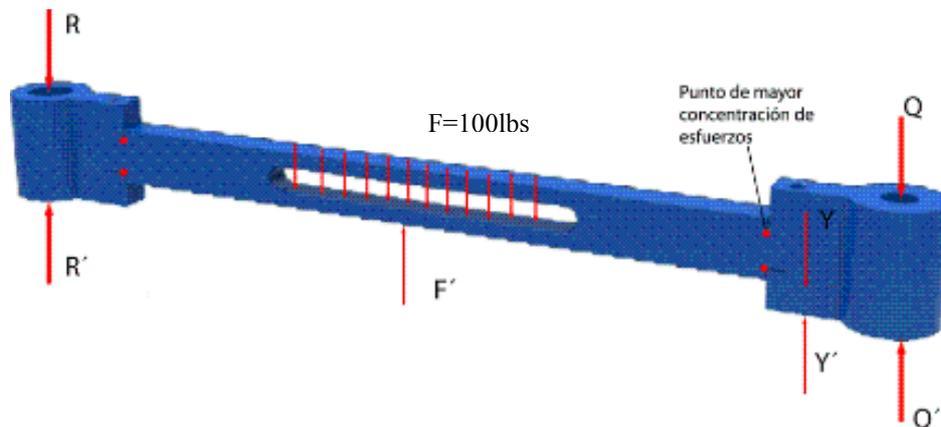


Figura 3.3 Brazo ranurado y bujes.

Iniciando los cálculos de derecha a izquierda, tenemos una carga Q que se aplica de manera axial sobre el tornillo compensador de momento que corresponde a la parte 1, sin embargo sobre el área del soporte se aplica una carga “Y” y “Y”” respectivamente, así, los esfuerzos normales que se generan son:

$$\sigma = \frac{Y}{A} \quad (\text{Ec.3.7})$$

Donde:

Y: Carga

A: Área

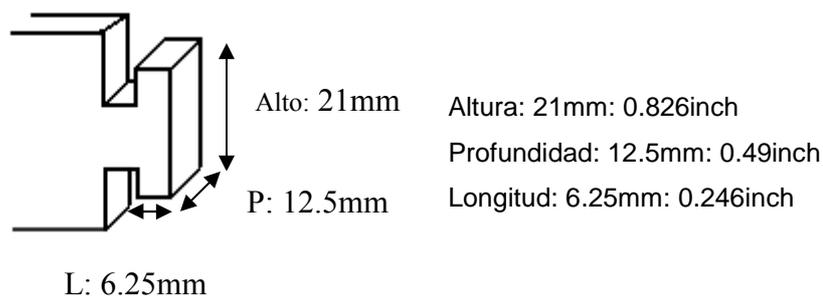


Figura 3.4 Acople del brazo ranurado

$$\sigma = \frac{50 \text{ lb}}{(0.24 \text{ inch}) \cdot (0.49 \text{ inch})} \quad (\text{Ec.3.7})$$

$$\sigma = 425 \text{ lb/in}^2$$

El valor de 425 psi corresponde a los esfuerzos normales por efecto de las cargas “Y” y su reaccionante.

En los puntos de concentración mayor de esfuerzos, llamaremos como S una carga que se aplica de manera tangencial al área donde están ubicados dichos puntos, siendo los esfuerzos cortantes correspondientes:

$$\tau = \frac{S}{A} \quad (\text{Ec.3.8})$$

Donde:

S: Carga

A: Área

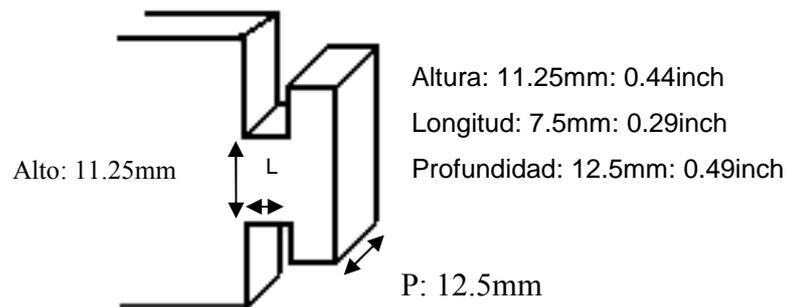


Figura 3.5 Acople del brazo ranurado

$$\tau = \frac{50 \text{ lb}}{(0.44 \text{ inch}) \cdot (0.49 \text{ inch})} \quad (\text{Ec.3.8})$$

$$\tau = 231.9 \text{ lb/in}^2$$

El valor del esfuerzo cortante en los puntos antes nombrados es de 231.9 psi.

En la barra de desplazamiento del tornillo de fijación, asumimos se aplica una carga de 100 libras fuerza, lo cual origina un esfuerzo cortante de:

$$\tau = \frac{F}{A} \quad (\text{Ec.3.9})$$

Longitud: 120mm: 4.72inch

Altura: 9mm: 0.35inch

Profundidad: 12.5mm: 0.49inch

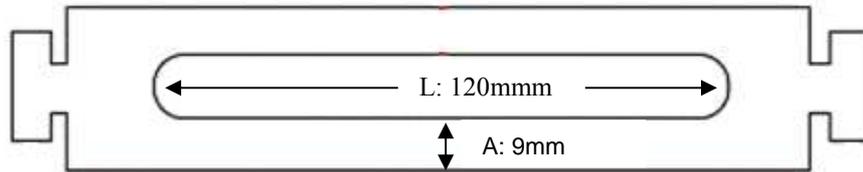


Figura 3.6 Brazo ranurado

$$\tau = \frac{100 \parallel lb \parallel}{(0.35 \parallel inch \parallel \cdot 0.49 \parallel inch \parallel)} \quad (\text{Ec.3.9})$$

$$\tau = 583.09 \parallel lb \parallel \parallel in \parallel^2$$

Los esfuerzos serán de 583.09 psi.

El material con el que está construido el brazo ranurado es acero AISI/ SAE 4340 con las siguientes características (Ver anexo H):

Sy: Esfuerzo de fluencia del material: 65 kg/mm²=6500 kg/cm²=92257.8 lb/pulg²

Aplicación de la teoría del esfuerzo cortante máximo:

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{S_y}{2N} \quad (\text{Ec.3.10})$$

Donde:

$\tau_{\text{máx}}$: Esfuerzo cortante máximo

N: Factor de seguridad para el diseño= 2

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{92257.8 \text{ lb/in}^2}{4} = 23064 \text{ lb/in}^2$$

Como:

$\tau_{\text{cortante}}(583.\text{psi}) < \tau_{\text{máx}}(23064\text{psi})$. Cumple con las condiciones para un diseño correcto.

Sección 3

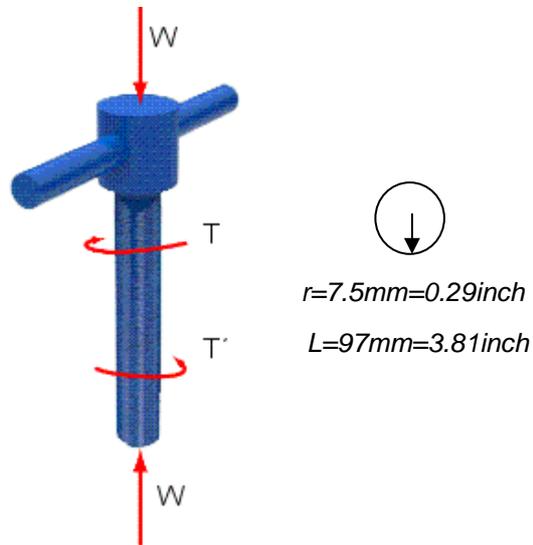


Figura 3.7 Tornillo extractor

Sobre la sección 3 se aplican: una fuerza axial con su reaccionante y un par de torsión igual con su respectiva reacción.

Procederemos a los cálculos de los respectivos esfuerzos:

Esfuerzos axiales:

$$\sigma = \frac{W}{A} \quad (\text{Ec.3.11})$$

Donde:

W: Carga

A: Área

$$\sigma = \frac{50 \text{ [lb]}}{3.14 \cdot (0.29 \text{ [inch]})^2}$$

$$\sigma = \frac{189, \text{ [lb]}}{\text{[in]}^2}$$

El valor del esfuerzo normal es de: 189 psi.

La elongación resultante será:

$$\delta = \frac{P \cdot L}{A \cdot E} \quad (\text{Ec.3.12})$$

Donde:

δ : Elongación.

P: Carga

L: Longitud

A: Área

E: Módulo de elasticidad

$$\delta = \left(\frac{(50 \text{ [lb]}) \cdot (3.81 \text{ [inch]})}{[3.14 \cdot (0.29 \text{ [inch]})^2] \cdot \left[\frac{29732736.23 \text{ [lb]}}{\text{[inch]}^2} \right]} \right)$$

$$\delta = \frac{190.50 \text{ [lb] [in]}}{[0.264074 \text{ [in]}^2] \left[\frac{2.97327362310^7 \text{ [lb]}}{\text{[in]}^2} \right]}$$

El valor del módulo de elasticidad corresponde según las tablas del acero AISI/SAE 4340 (ver anexo H). La deformación será de: 0.000024871in.

El esfuerzo por torsión, será:

$$\tau = \frac{T \cdot \rho}{J} \quad (\text{Ec.3.13})$$

Donde:

τ :Esfuerzo por torsión.

T: Momento de torsión o momento de un par.

ρ : Distancia desde el centro del eje, Radio.

J: Momento polar de inercia.

$$J = \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot c^4 \quad (\text{Ec.3.14})$$

$$J = \frac{1}{2} \cdot 3.14 \cdot (0.29 \text{ [[inch]])}^4$$

$$J = 0.01110431170 \text{ [[in]]}^4$$

Momento de torsión o momento de un par.

$$T = F \cdot d \quad (\text{Ec.3.15})$$

$$T = 50 \text{ [[lb]]} \cdot 0.29 \text{ [[inch]]}$$

$$T = 14.50 \text{ [[in]]} \text{ [[lb]]}$$

Esfuerzo por torsión.

$$\tau = \frac{14.50 \text{ [[lb]]} \cdot \text{[[inch]]} \cdot 0.29 \text{ [[inch]]}}{0.01110431170 \text{ [[inch]]}^4} \quad (\text{Ec.3.13})$$

$$\tau = \frac{378.6817332 \text{ [[lb]]}}{\text{[[in]]}^2}$$

El valor del esfuerzo por torsión es de 378.6 psi.

Sección 4

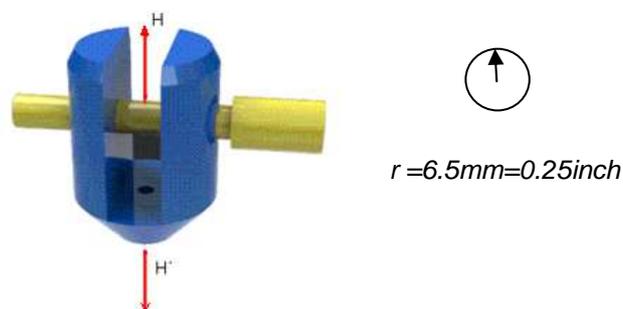


Figura 3.8 Tambor deslizante y pasador

El pin que cruza el tambor desplazable, va dentro de la ranura de la barra de la sección 3, por lo cual este elemento estará directamente sometido a una carga H y su reacción H'. Siendo así el valor del esfuerzo:

$$\tau = \frac{H}{A} \quad (\text{Ec.3.16})$$

$$\tau = \frac{100 \text{ [lb]}}{3.14 \cdot (0.25 \text{ [inch]})^2}$$

$$\tau = 509.55 \text{ psi}$$

El esfuerzo cortante en el punto asumido de aplicación de la carga es de 509.55 psi.

El material con el que está construido pasador es acero AISI/ SAE 4340 con las siguientes características (Ver anexo H):

Sy: Esfuerzo de fluencia del material: 65 kg/mm²=6500 kg/cm²=92257.8 lb/pulg²

Aplicación de la teoría del esfuerzo cortante máximo:

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{S_y}{2N} \quad (\text{Ec.3.17})$$

Donde:

$\tau_{\text{máx}}$: Esfuerzo cortante máximo

N: Factor de seguridad para el diseño= 2

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{92257.8 \text{ lb/in}^2}{4} = 23064 \text{ lb/in}^2$$

Como:

$\tau_{\text{cortante}}(509.55 \text{ Psi}) < \tau_{\text{máx}}(23064 \text{ Psi})$. Cumple las condiciones para un diseño correcto.

De los resultados anteriormente obtenidos en cada una de las secciones de la herramienta, se concluye que:

- Los valores calculados, están dentro del rango de los esfuerzos máximos del material AISI/SAE 4340.
- El diseño de la herramienta es óptimo para el desempeño de su trabajo.
- El material, geometría y dimensiones de la herramienta son apropiados para el fin planificado.

3.4 Construcción

En este capítulo se toma en cuenta los principales procesos por los que pasó el material acero 705 equivalente a AISI /SAE 4340 (Ver anexo H) hasta llegar a la forma deseada, la construcción de la herramienta se realizó por partes, cada uno de las piezas por separado y basadas en las dimensiones del plano de la herramienta (Ver anexo K) y sus respectivas equivalencias de pulgadas a milímetros (Ver anexo G) para luego ensamblarla, dando como resultado la construcción del extractor de tornillos para los paneles de acceso con superficies planas para el fuselaje del avión Kfir-Ce.

3.4.1 Estructura del extractor de tornillos. La herramienta está conformada por cinco partes principales designadas como:

1. Brazo ranurado.
2. Tornillo compensador de momento.
3. Tornillo extractor.
4. Tornillo de fijación.
5. Pasador del tornillo de fijación.

3.4.1.1 Brazo ranurado.

Esta es la parte del extractor la cual determina la forma de la herramienta y por lo tanto da la forma de los paneles de acceso que desmontará, ya que esta pieza constituye el cuerpo del extractor. El brazo ranurado es recto, en consecuencia esta herramienta está diseñada para desmontar solo paneles con superficies planas.

Para realizar el brazo ranurado del extracto se utilizó platina de acero 705.



Figura.3.9 Platina de acero 705 PL (38x12x250) mm

Esta platina fue sometido a corte, de acuerdo a las dimensiones trazadas que tiene el brazo ranurado del extractor (ver anexo K), se realizó su ranura en la fresadora con una fresa de vástago con diámetro de $\frac{1}{2}$ " y de igual forma se realizó el desbaste del material en las dos punta del brazo ranurado para los acoples del buje del tornillo extractor y tornillo compensador de momento en la fresadora con una fresa de vástago $\frac{9}{32}$ ".



Figura.3.10 Brazo ranurado

También se le realizó pequeños destajes en cada uno de las puntas del brazo ranurado del extractor en el cual se alojarán los topes de seguridad.

3.4.1.2 Tornillo compensador de momento

Este tornillo ejerce una fuerza al otro extremo del brazo ranurado donde está el tornillo extractor, lo que compensará la fuerza de momento que está ejerciendo en el otro extremo del tornillo extractor, tal tornillo compensador de momento cuenta con una punta esférica en donde está alojada una superficie especial re-

donda del cojincillo, la cual presionará la fuerza del tornillo hacia el fuselaje sin causar daño a pesar de la presión que se está ejerciendo, ya que la punta de este tornillo compensador de momento cuenta con una forma especial de cojincillo.



Figura.3.11 Varilla de acero 705

Y se le rectificó en el torno para obtener el diámetro de 10mm de acuerdo al plano (Ver Anexo K)



Figura.3.12 Proceso de rectificación de la varilla

Luego se realizó el roscado externo en la varilla con un paso de 1,5 mm obteniendo de este modo una rosca métrica de paso normal, (M10x1, 5) (ver anexo I)



Figura.3.13 Proceso de roscado

Se procedió a cortar la varilla con roscado externo a la medida de 138mm según el plano (Ver anexo K) y a soldarlo a la manija reguladora, con electrodo E 6011.



Figura.3.14 Manija de regulación

Tenemos también la forma especial de cojincillo de la punta del tornillo compensador de momento que tiene las dimensiones de acuerdo al plano (Ver anexo K).



Figura.3.15 Cojincillo.

3.4.1.2.1 Buje con roscado interno del tornillo compensador de momento.

Para lo que se utilizó acero 705.



Figura.3.16 Varilla de acero 705

Se procedió a cortar según la medida del plano que es de 35mm (Ver anexo K).



Figura.3.17 Proceso de corte del acero 705

Se procedió a realizar el roscado interno del buje en el torno, con un paso de 1,5 mm el cual se acoplará a la varilla roscada que tiene el mismo paso, también fue sometido a un proceso de desbaste de material tipo escalón en el cepillo, por circunstancias de ergonomía y para aliviar el peso, hasta darle la forma apropiada.



Figura.3.18 Proceso de desbaste tipo escalón



Figura.3.19 Buje desbastado tipo escalón

Después se procedió a darle forma de ranura a la parte plana del buje con una fresa 7/16", que servirá para el acople apropiado entre una de las punta del brazo ranurado y el buje del tornillo compensador de momento.



Figura.3.20 Desbaste del buje tipo ranura

Se le dio forma en "T" con una fresa para ranura de diámetro 13/16" y espesor 1/4" de iguales características de medida de las puntas del brazo ranurado.

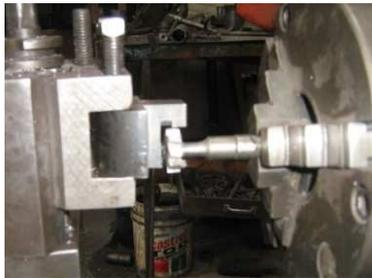


Figura.3.21 Desbaste en forma de "T" del buje

Se le realizó también los alojamientos para los topes de seguridad por lo que se taladró según la medida del plano (Ver anexo K) con una broca 5/32" para luego realizar un roscado interno con un machuelo 3/16" para alojar el tope de seguridad y para proporcionarle la forma redonda se desbastó el buje en el esmeril y de esta forma está listo el buje para ser ensamblada en el tornillo compensador de momento.



Figura.3.22 Buje del tornillo compensador de momento

Se ensambló a la varilla roscada su respectivo buje y se remachó el cojincillo en su punta obteniendo el tornillo compensador de momento ensamblado.



Figura.3.23 Tornillo compensador de momento

3.4.1.3 Tornillo extractor

Para lo que utilizó acero 705.



Figura.3.24 Acero705

Se le procedió a desbastar en el torno hasta obtener un diámetro de 15 mm.



Figura.3.25 Proceso de rectificación de la varilla

Después se le realizó el roscado externo en el torno con un paso de 1 mm obteniendo de este modo una rosca métrica de paso fino, (M15x1) (Ver anexo I)



Figura.3.26 Proceso de roscado externo

Y se le corto a la medida de 121 mm de acuerdo al plano.



Figura.3.27 Corte del material.

Se realizó un orificio con el taladro con una broca de 13/32" para luego ensamblar la palanca de fuerza.



Figura.3.28 Proceso de taladrado

Y de esta forma se obtuvo la varilla roscada milimétrica.



Figura.3.29 Varilla roscada milimétrica

Para darle la forma especial de alojamiento de la punta Ápex en su extremo primero se taladro en el torno con una broca 7/32", luego se le calentó con la llama de la suelda autógena hasta una temperatura alta y se embutió la punta Ápex con ayuda de un combo, dando como resultado la forma especial que se requería y por último se le dejó enfriar al ambiente.



Figura.3.30 Punta hexagonal del tornillo extractor

3.4.1.3.1 Buje con roscado interno para el tornillo extractor.

Para lo que se utilizó acero 705.



Figura.3.31 Acero 705

Se procedió a cortar según la medida del plano que es de 35 mm (Ver anexo K).



Figura.3.32 Proceso de corte del acero 705

Y se procedió a realizar el roscado interno en la varilla con un paso de 1mm, el cual se acoplara a la varilla roscada milimétrica.

Este buje fue sometido a un proceso de desbaste de material tipo escalón en el cepillo, por circunstancias de ergonomía y para aliviar el peso, hasta darle la forma apropiada según los planos de construcción.



Figura.3.33 Desbaste tipo escalón del buje

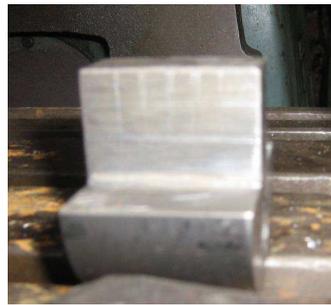


Figura. 3.34 Buje del tornillo compensador de momento

Después se procedió a darle forma de ranura a la parte plana del buje con una fresa 7/16", que servirá para el acople apropiado entre una de las punta del brazo ranurado y el buje del tornillo extractor.



Figura.3.35 Proceso de desbaste del buje

Después se le dio forma en "T" con una fresa para ranura de diámetro 13/16" y espesor 1/4" de iguales características de medida de las puntas del brazo ranurado.

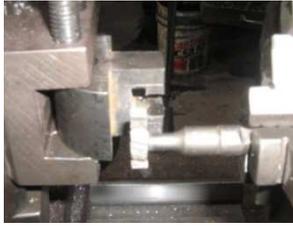


Figura.3.36 Proceso de desbaste tipo "T" del buje.

Se le realizó también los alojamientos para los topes de seguridad por lo que se taladro según la medida del plano (Ver anexo K) con una broca 5/32" para luego realizar un roscado interno con un machuelo 3/16" para alojar el tope de seguridad y para proporcionarle la forma redonda se desbastó el buje en el esmeril y de esta forma está listo el buje para ser ensamblada en el tornillo compensador de momento.



Figura.3.37 Buje del tornillo extractor

Se ensambla a la varilla roscada su respectivo buje obteniendo el tornillo extractor ensamblado.



Figura.3.38 Tornillo extractor

3.4.1.4 Tornillo de fijación

Para realizar el tornillo de fijación primero se tuvo que fabricar el tambor deslizante para luego unirlo al tornillo apropiado.



Fig.3.39 Acero 705

Y se le procedió a dar su forma especial en el torno de acuerdo a las medidas del plano (Ver anexo K).



Figura.3.40 Piezas torneadas.

Luego se realizó el taladrado con una broca $\frac{1}{2}$ " que servirá para asegurar el tambor deslizante al brazo ranurado con el pasador.



Figura.3.41 Acople del tornillo de fijación.

Para realizar la ranura en el tabor deslizante se utilizó una fresa tipo vástago de ½" dando como resultado la siguiente forma.



Figura.3.42 Acoples ranurados.

Se le procedió a soldar con electrodo E6011 el tornillo al tambor deslizante y así tenemos los tornillos de fijación.



Figura.3.43 Tornillos de fijación.

3.4.1.5 Pasador del tornillo de fijación

Para lo que se utilizó el acero 705 y se procedió de acuerdo a las medidas del plano (Ver anexo K).



Fig.3.44 Varilla de acero 705

Se le dio la forma requerida en el torno de acuerdo al plano.



Figura.3.45 Proceso de moldeo del material

Forma especial del pasador del tornillo de fijación.



Figura.3.46 Pasador de tornillo de fijación.

Y se procede a ensamblar la herramienta.

3.4.2 Herramienta ensamblada



Figura.3.47 Herramienta ensamblada

3.5 Diagramas de operación y ensamblaje

Es la representación gráfica de los pasos secuenciales y lógicos dentro de los procesos productivos, este diagrama permite visualizar el ensamblaje y sub ensamblaje de la generación de productos

Para lo cual se utilizará símbolos como:

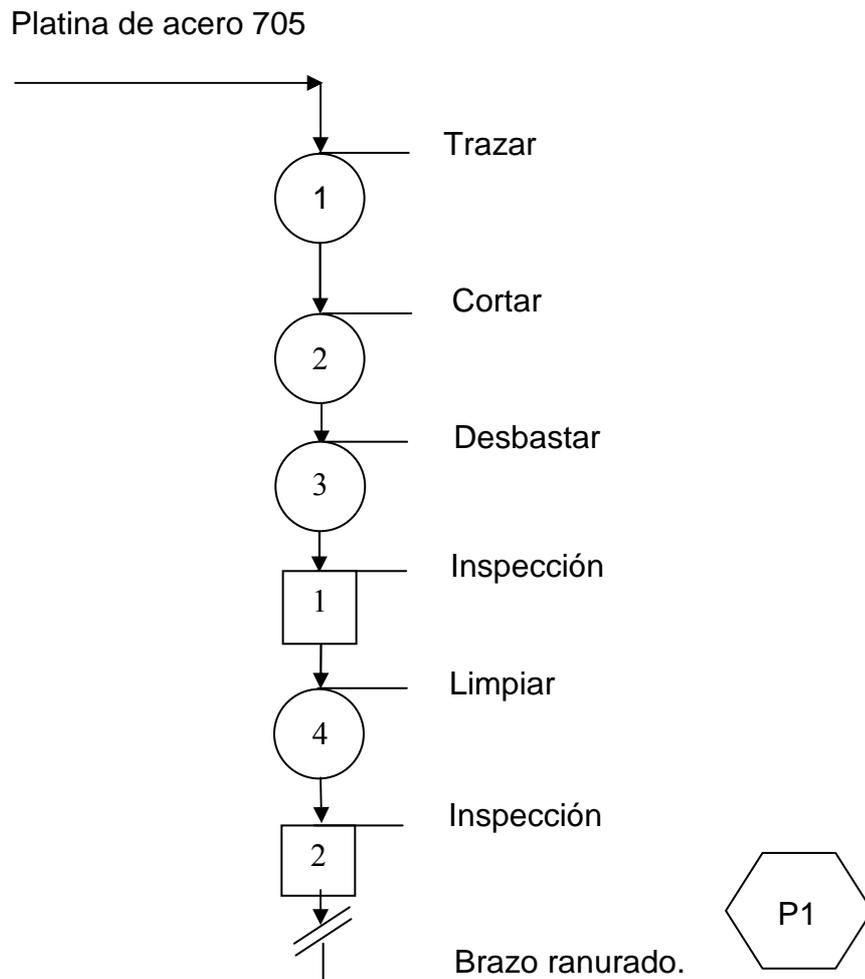
Tabla 3.1. Símbolos que se utiliza en los diagramas de operación y ensamble.

NÚMERO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
1		Operación
2		Inspección
3		Pieza terminado
4		Herramienta Ensamblada

Pasos para la elaboración del diagrama de operación

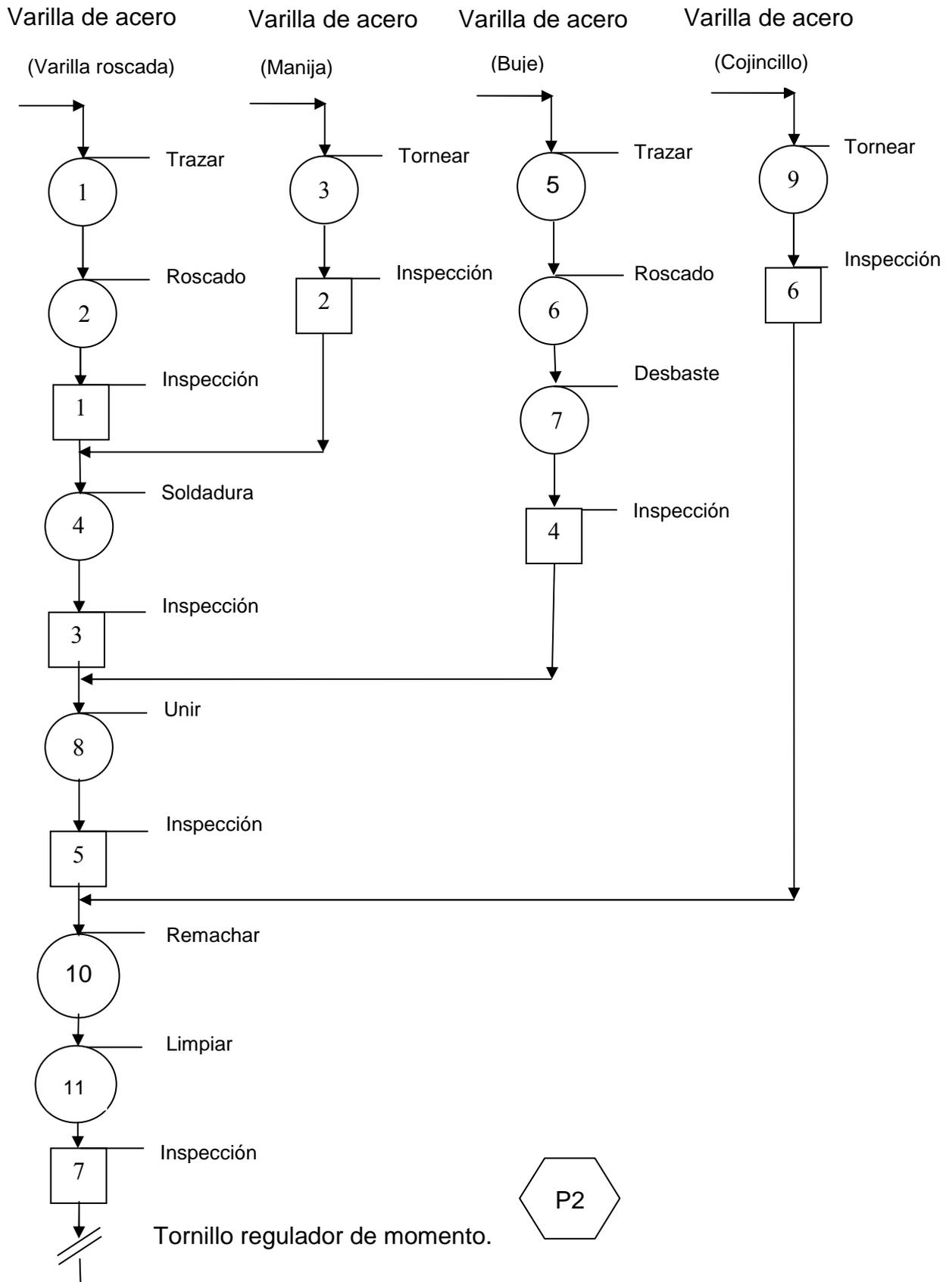
1. Se toma en consideración líneas horizontales para indicar el ingreso de la materia prima.
2. Para indicar los pasos de transformación de la materia prima se ubica el símbolo de operación e inspección respectivamente.
3. Se toma en consideración secuencia numérica para operación y otras para inspección de la siguiente manera.
4. Unir los sub ensambles, es decir siempre colocar, las partes más pequeñas a las más grandes.

3.5.1 Diagrama de operación de la construcción del brazo ranurado.



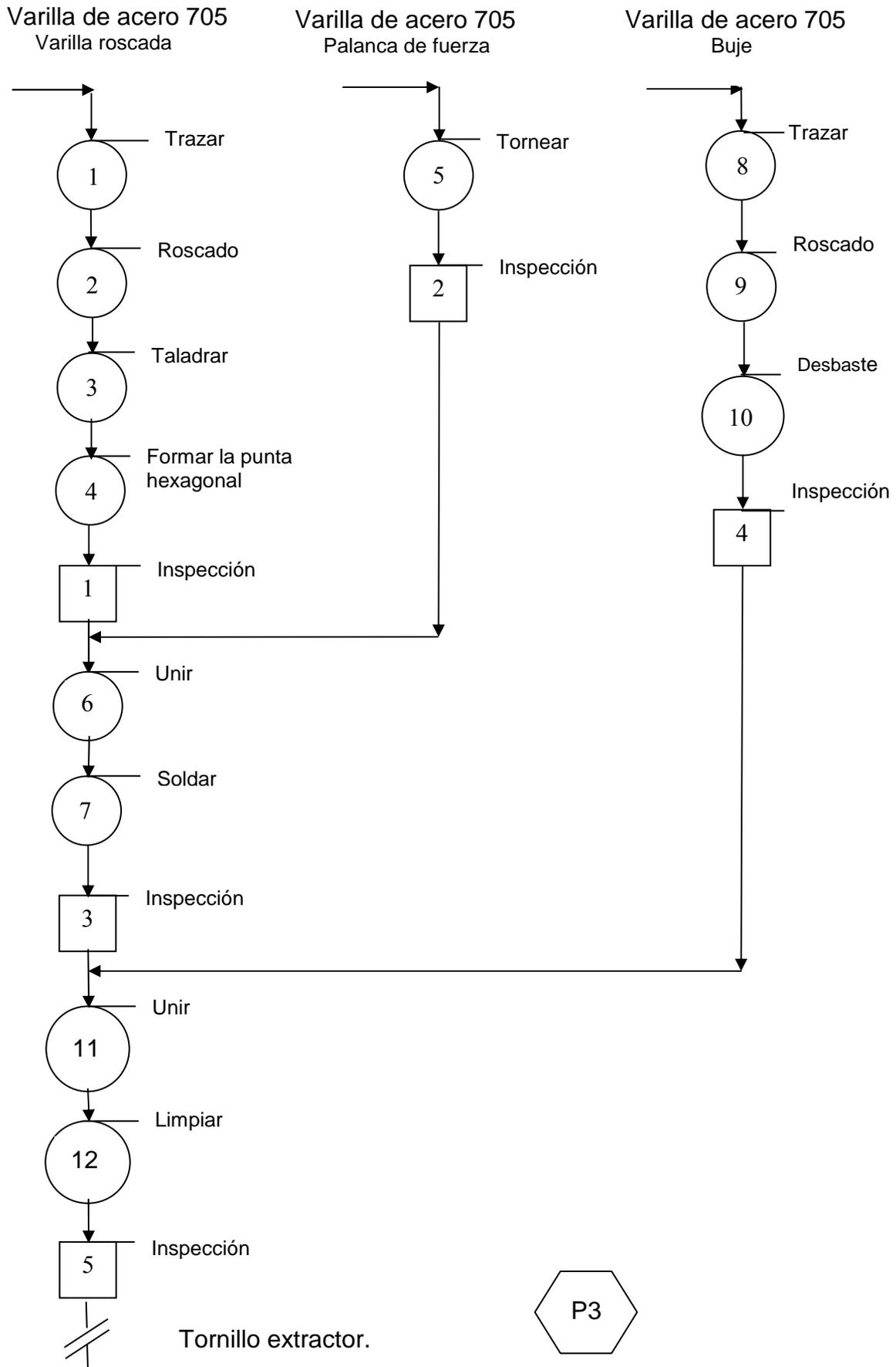
NÚMERO		DESCRIPCIÓN	Máquina Equipo y Herramienta
Operación	Inspección		
1		<ul style="list-style-type: none"> • Trazar en la platina según el plano (Ver anexo K). 	H1-H3
2		<ul style="list-style-type: none"> • Cortar según la medida. 	H5
3		<ul style="list-style-type: none"> • Desbastar la platina. 	M2
	1	❖ Inspección de acabados.	
4		<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar el brazo ranurado. 	
	2	❖ Inspección final.	

3.5.2 Diagrama de operación de la construcción del tornillo regulador de momento.



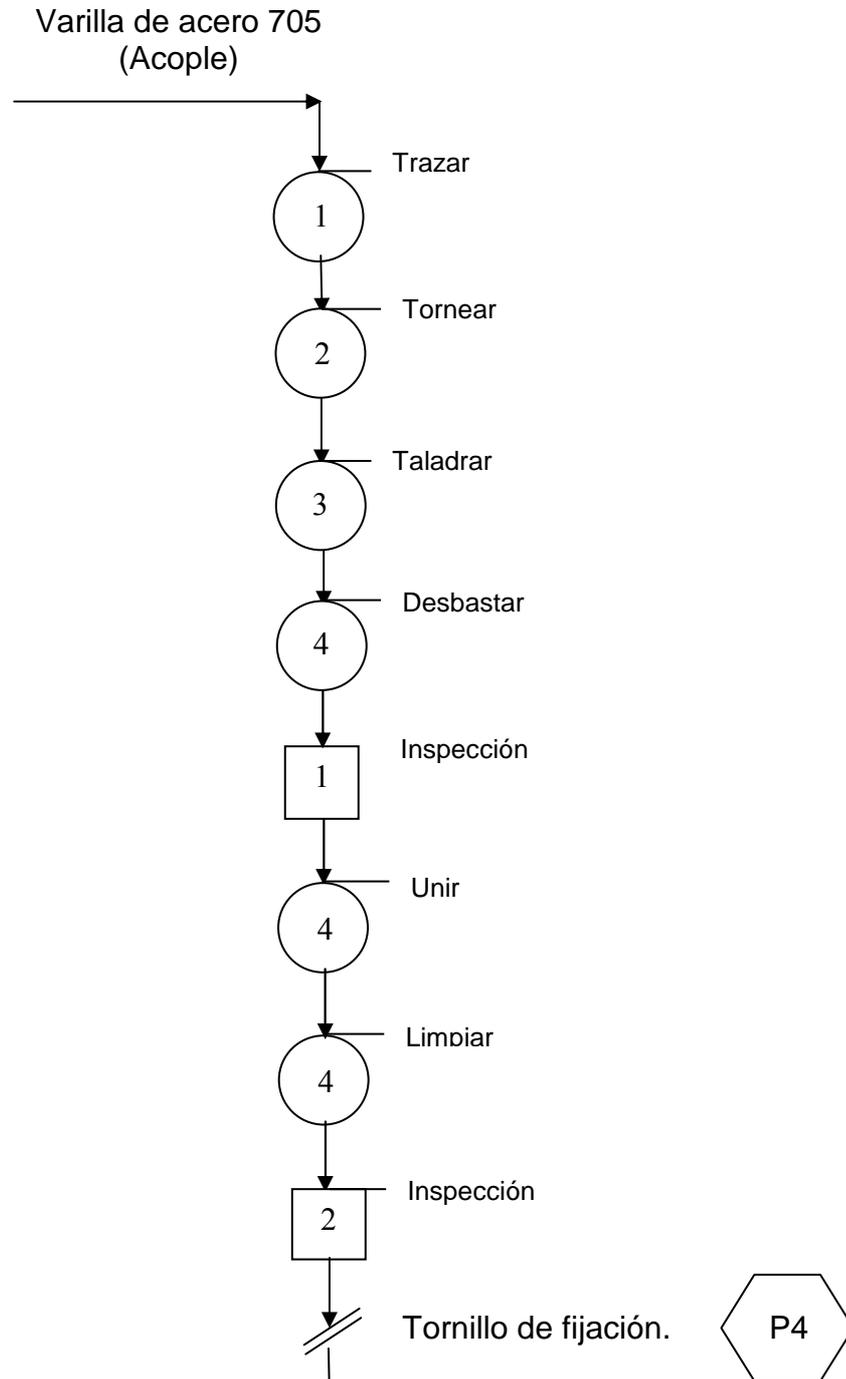
NÚMERO		DESCRIPCIÓN	Máquina Equipo y Herramienta
Operación	Inspección		
1		<ul style="list-style-type: none"> • Trazar la medida según el plano (Ver anexo K) 	H1,H3
2		<ul style="list-style-type: none"> • Roscado externo en la varilla. 	M1
	1	❖ Inspección del roscado.	
3		<ul style="list-style-type: none"> • Tornear la manija de regulación de acuerdo al plano. 	M1
	2	❖ Inspección de la manija de regulación	
4		<ul style="list-style-type: none"> • Soldar la manija a la varilla rosca- cada con electrodo E 6011. 	M5
	3	❖ Inspección de la soldadura.	
5		<ul style="list-style-type: none"> • Trazar el buje en la varilla (Ver anexo K). 	H1
6		<ul style="list-style-type: none"> • Roscado interno en la varilla. 	M1
7		<ul style="list-style-type: none"> • Desbastar en la fresa y cepillo de codo según las medidas del plano. 	M2.M3
	4	❖ Inspección del buje.	
8		<ul style="list-style-type: none"> • Unir enroscado el buje a la varilla rosca- da. 	
	5	❖ Inspección de la unión.	
9		<ul style="list-style-type: none"> • Tornear el cojincillo según las medidas del plano. 	M1
	6	❖ Inspección del cojincillo.	
10		<ul style="list-style-type: none"> • Remachar el cojincillo a la varilla rosca- da. 	H7
11		<ul style="list-style-type: none"> • Limpiar. 	
	7	❖ Inspección final.	

3.5.3 Diagrama de operación de la construcción del tornillo extractor.



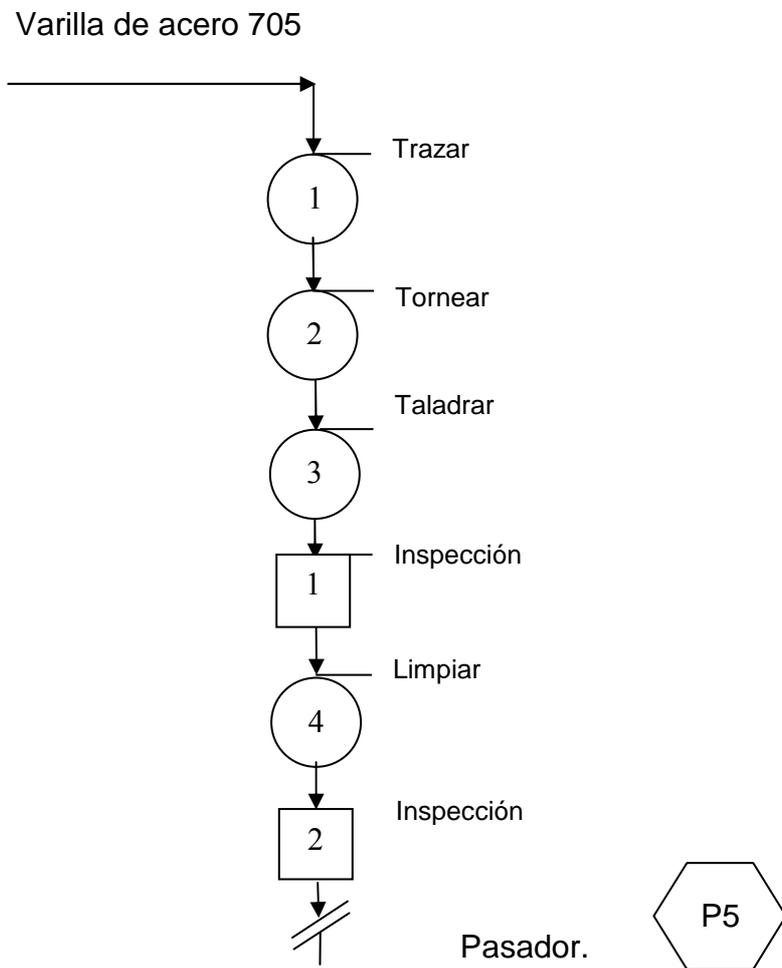
NÚMERO		DESCRIPCIÓN	Máquina Equipo y Herramienta
Operación	Inspección		
1		<ul style="list-style-type: none"> Trazar según el plano (Ver anexo K). 	H1,H3
2		<ul style="list-style-type: none"> Roscado externo de la varilla. 	M1
3		<ul style="list-style-type: none"> Taladrar el orificio para la palanca de fuerza. 	M4
4		<ul style="list-style-type: none"> Formar la punta hexagonal del tornillo. 	H8
	1	❖ Inspección de la varilla roscada.	
5		<ul style="list-style-type: none"> Tornear la palanca de fuerza. 	M1
	2	❖ Inspección de la palanca de fuerza.	
6		<ul style="list-style-type: none"> Unir la palanca de fuerza a la varilla roscada. 	
7		<ul style="list-style-type: none"> Soldar los seguros en la palanca de fuerza con electrodo E 6011. 	M5
	3	❖ Inspección de la varilla roscada y palanca de fuerza.	
8		<ul style="list-style-type: none"> Trazar el buje. 	M4
9		<ul style="list-style-type: none"> Roscado interno del buje. 	M1
10		<ul style="list-style-type: none"> Desbastar en la fresa y en el cepillo de codo según el plano. 	M2,M3
	4	❖ Inspección del buje.	
11		<ul style="list-style-type: none"> Unir roscando el buje a la varilla roscada. 	
12		<ul style="list-style-type: none"> Limpieza del tornillo extractor 	
	5	❖ Inspección final	

3.5.4 Diagrama de operación de la construcción del tornillo de fijación



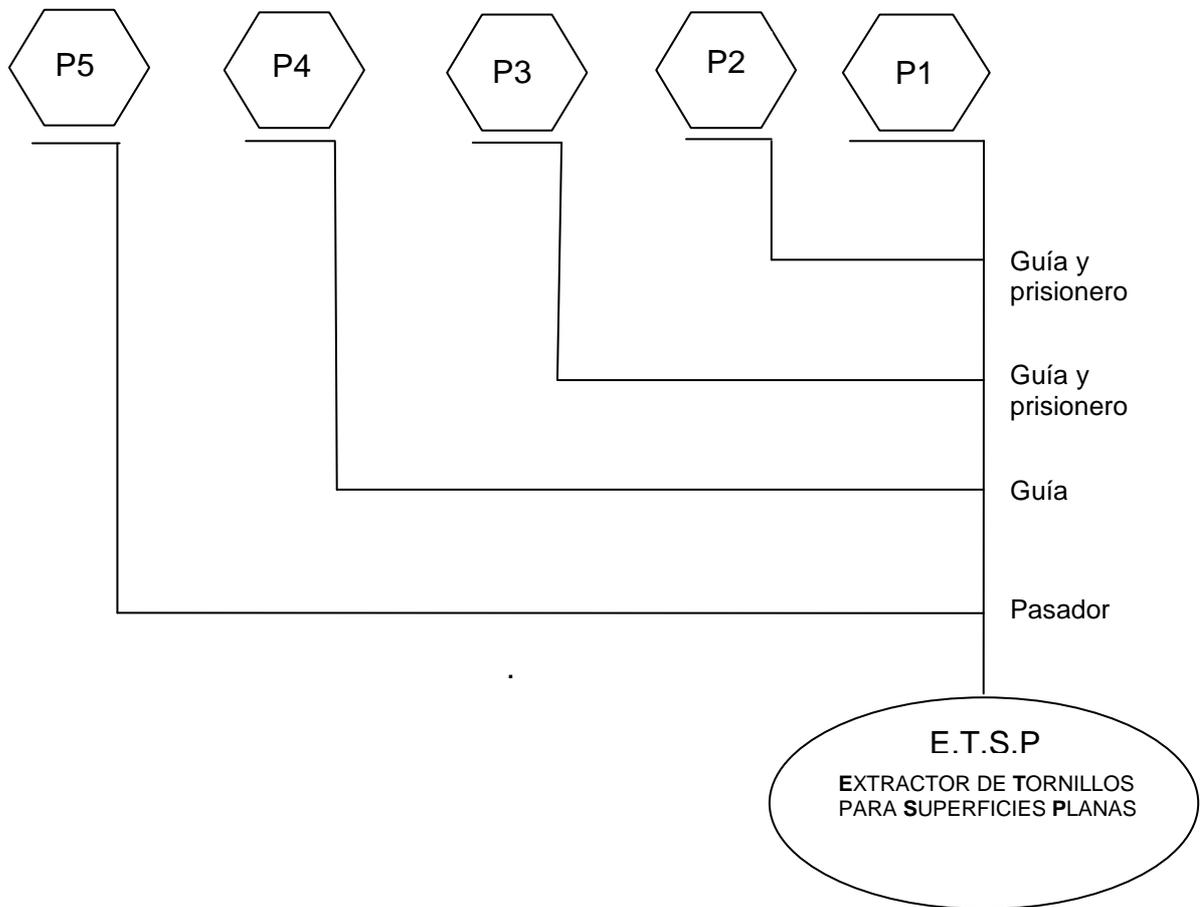
NÚMERO		DESCRIPCIÓN	Máquina Equipo y Herramienta
Operación	Inspección		
1		<ul style="list-style-type: none"> Trazar en la varilla según el plano (Ver anexo K) 	H1,H3
2		<ul style="list-style-type: none"> Tornear el tambor deslizante según las medidas del plano. 	M1
3		<ul style="list-style-type: none"> Taladrar el orificio en el tambor deslizante para el pasador. 	M4
4		<ul style="list-style-type: none"> Desbastar el tambor deslizante en la fresadora. 	M2
	1	❖ Inspección de acabados.	
5		<ul style="list-style-type: none"> Unir de tornillo de fijación al tambor deslizante con electrodo E 6011. 	
6		<ul style="list-style-type: none"> Limpiar el tornillo de fijación. 	
	2	❖ Inspección final.	

3.5.5 Diagrama de proceso de construcción del pasador del tornillo de fijación.

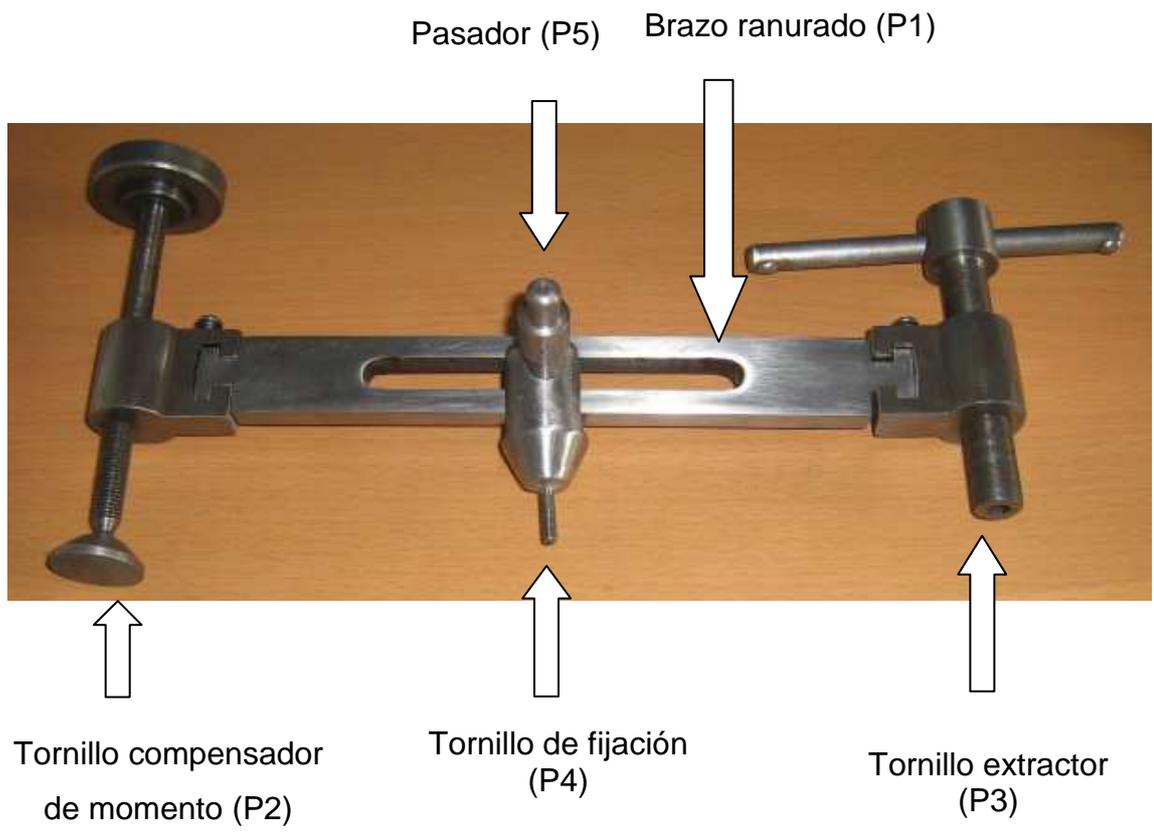


NÚMERO		DESCRIPCIÓN	Máquina Equipo y Herramienta
Operación	Inspección		
1		<ul style="list-style-type: none"> Trazar en la varilla según el plano (Ver anexo K). 	H1,H3
2		<ul style="list-style-type: none"> Tornear el pasador. 	M1
3		<ul style="list-style-type: none"> Taladrar el orificio. 	M4
	1	❖ Inspección de acabados.	
4		<ul style="list-style-type: none"> Limpiar el pasador. 	
	2	❖ Inspección final.	

3.5.6 Diagrama de ensamblaje de la herramienta extractora de tornillos para los paneles de acceso con superficies planas del fuselaje del avión Kfir-Ce.



Pieza	Nombre	Herramienta
P1	Brazo ranurado.	Herramienta extractora de tornillos para los paneles de acceso con superficies planas del fuselaje del avión Kfir-Ce.
P2	Tornillo compensador de momento.	
P3	Tornillo extractor.	
P4	Tornillo de fijación	
P5	Pasador.	



3.6 Tipos de máquinas utilizadas

Para la fabricación del extractor de tornillos se utilizó las herramientas, máquinas y equipos existentes en la mecánica industrial.

Tabla N°3.2. Datos técnicos de las máquinas utilizadas en la construcción.

Nº	Máquina	Características	Código
1	Torno	1800rpm, 3HP, 220V AC	M1
2	Fresadora	3400rpm, 60HP, 220V AC	M2
3	Cepillo	1800rpm, 6HP, 220V AC	M3
4	Taladro vertical	1800rpm, 6HP, 220V AC	M4
5	Soldadora	220V AC, 60Hz	M5
6	Suelda autógena		M6

Tabla N°3.3. Datos técnicos de las herramientas utilizadas en la construcción.

Nº	Herramienta	Código
1	Rayador	H1
2	Calibrador pie de rey.	H2
3	Escuadra.	H3
4	Esmeril	H4
5	Lima de acero	H5
6	Sierra manual	H6
7	Martillo	H7
8	Punta hexagonal	H8
9	Entenalla	H9

3.7 Pruebas de Funcionamiento

Ya construido el extractor de tornillo para los paneles de acceso con superficies planas se procede a verificar el desempeño óptimo u posibles fallas de la herramienta, por medio de las pruebas de funcionamiento.

Para esto se tomará en cuenta los siguientes parámetros:

Tabla.3.4 Parámetros de las pruebas de funcionamiento

Parámetros	SI	NO
1. Ensamblaje óptimo de la herramienta.	✓	
2. Acoplamiento de la herramienta a la forma del fuselaje.	✓	
2.Funcionamiento correcto del tornillos compensador de momento	✓	
3. Funcionamiento correcto del tornillo extractor.	✓	
4. Extracción óptima de los tornillos sobre ajustados.	✓	

La herramienta se encuentra en óptimas condiciones de funcionamiento y cumple con las expectativas para las que fue diseñada y construida.

A continuación se presentan las pruebas de funcionamiento que se han realizado al extractor de tornillos, extrayendo tornillos sobre ajustados y proporcionado de esta manera un manual de pruebas de funcionamiento los cuales son los procedimientos realizador que comprueban el desempeño óptimo de la herramienta.

 <p>I.T.S.A.</p>	ANÁLISIS DE RESULTADOS	Pág. 1 de 2
	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	Cód. ETSP-LM-01
	Elaborado por: Sr. Rolando Vilca.	Revisión Nº : 1
	Aprobado por: Ing. Juan Medina.	Fecha : 15-06-09

1. Objetivo.

Comprobar y documentar el normal funcionamiento de la herramienta, realizando la extracción de diferentes tornillos que presenten sobre ajuste.

2. Alcance.

La sección de mantenimiento del avión Kfir-Ce del hangar militar del la Base Aérea Cotopaxi perteneciente a la FAE.

3. Documentos de referencia

Lista de equipos de apoyo en tierra.

4. Pruebas realizadas

Se efectuó varias pruebas de funcionamiento, extrayendo varios tornillos sobre ajustados de los paneles de acceso con superficies planas de avión Kfir-Ce y se obtuvo los siguientes resultados.

Prueba (1)

Extraer tornillo del panel de acceso del ala.

Número de pruebas 3

Prueba (2)

Extraer tornillo del panel de acceso del fuselaje.

Número de pruebas 3

Prueba (3)

Extraer tornillo del panel de acceso estabilizador vertical.

Número de pruebas 3

 <p>I.T.S.A.</p>	ANÁLISIS DE RESULTADOS	Pág. 2 de 2
	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	Cód. ETSP-LM-01
	Elaborado por: Sr. Rolando Vilca.	Revisión N° : 1
	Aprobado por: Ing. Juan Medina.	Fecha :15-06-09
<p>4. CONCLUSIÓN</p> <p>Una vez finalizado las pruebas de funcionamiento se pudo definir que el EXTRACTOR DE TORNILLOS PARA LOS PANELES CON SUPERFICIES PLANAS DEL AVIÓN KFIR-Ce, se encuentra en óptimas condiciones de funcionamiento y cumple con las expectativas para las que fue diseñada y construida como es extracción de los tornillos sobre ajustados</p>		

3.8 Manuales

Para una adecuada y efectiva operación del extractor de tornillos se debe seguir y respetar los manuales que se establecen.

3.8.1 Manual de operación

Este manual abarca la verificación y utilización del extractor de tornillos para los paneles con superficies planas.

3.8.2 Manual de mantenimiento

El manual de mantenimiento establece las operaciones de verificación y mantenimiento que se debe realizar al extractor de tornillos con el fin de prolongar su vida útil y asegurar su correcto funcionamiento.

3.8.3 Manual de seguridad

Establece las normas básicas de seguridad que el operador del extractor de tornillos debe tener en cuenta para su protección personal y operación segura de la herramienta.

3.8.4 Hojas de registro

La persona que realiza el mantenimiento del extractor de tornillos debe registrar los trabajos de verificación y mantenimientos realizados en el mismo.

Tabla 3.5 Codificación de manuales

Manual	Código
Operación	ETSP-LM-01
Mantenimiento	ETSP-LM-02
Seguridad	ETSP-LM-03
Hoja de registro	ETSP-LM-04

	MANUAL DE OPERACIÓN	Página: 1 de 4
	DE LA HERRAMIENTA EXTRACTORA DE TORNILLOS DE LOS PANELES DE ACCESO CON SUPERFICIES PLANA DEL FUSELAGE DEL AVIÓN Kfir-Ce	Revisión N: 1
	Elaborado por: Wilson R. Vilca	Código: ETSP LM-01
	Aprobado por: Ing. Juan Medina.	Fecha: 15/05/2009
I.T.S.A.	MECÁNICA AERONÁUTICA	FAE
<p>1. Objetivo.</p> <p>Documentar los procedimientos que se deben tomar en cuenta para la correcta operación y funcionamiento de la herramienta extractor de tornillos.</p> <p>2. Alcance.</p> <p>La sección de mantenimiento del avión Kfir-Ce.</p> <p>3. Procedimientos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La superficie en donde se ha de utilizar la herramienta debe estar despejada. • Buscar la medida exacta de la punta de destornillador con referencia a la cabeza del tornillo que se va a extraer. • Inspeccionar que la herramienta esté en condiciones óptimas para su funcionamiento. • Armar en el brazo ranurado, el tornillo compensador de momento y el tornillo extractor con su respectiva punta ápex. • Buscar un punto seguro de anclaje para el tornillo de fijación de la herramienta. • El punto de anclaje debe ser lo más próximo a la mitad del brazo ranurado. • Se debe colocar el tornillo de fijación en el punto de anclaje. • Ya establecido el tornillo de fijación de la herramienta se asegura el brazo ranurado al mismo por medio del pasador del tornillo de fijación y se regula la herramienta de acuerdo al tornillo que se ha de extraer. • Gira la palanca de fuerza del tornillo extractor una o dos vueltas como máximo y será suficiente para extraer el tornillo sobre ajustado. • Luego se retirara la herramienta y se procederá a extraer el tornillo con un destornillador normal. • Finalizada la operación desarme y retire la herramienta. <p style="text-align: center;">Firma de responsabilidad:.....</p>		

	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Página:2de4
	DE LA HERRAMIENTA EXTRACTORA DE TORNILLOS PARA LOS PANELES DE ACCESO CON SUPERFICIES PLANA DEL FUSELAGE DEL AVIÓN Kfir-Ce	Revisión N: 1
	Elaborado por: Wilson R. Vilca	Código: ETSP LM-02
	Aprobado por: Ing. Juan Medina.	Fecha: 15/05/2009
I.T.S.A.	MECÁNICA AERONÁUTICA	FAE

1. Objetivo.

Documentar el procedimiento de mantenimiento de la herramienta extractora de tornillos para la paneles de acceso con superficies planas del fuselaje del avión Kfir-Ce

2. Alcance.

La sección de mantenimiento del avión Kfir-Ce.

3. Procedimiento.

El personal encargado del extractor de tornillos deberá realizar los siguientes tipos de mantenimientos.

3.1. Mantenimiento mensual.

- Lubricar cada mes las partes móviles del extractor de tornillo con aceite preservante WD-40.
- Realizar una inspección visual de todas las partes que conforman el extractor.
- Aplicar aceite preservante WD-40 en todas las piezas que conforman el extractor.

3.2. Mantenimiento semestral.

- Revisar el estado del tornillo extractor y tornillo compensador de momento de la herramienta en caso de estar averiado se debe proceder a rectificar la rosca.

3.3. Mantenimiento anual.

- Inspeccionar cuidadosamente el estado de la copa del tornillo extractor de la herramienta.

Firma de responsabilidad:.....

	MANUAL DE SEGURIDAD	Página:2de4
	DE LA HERRAMIENTA EXTRACTORA DE TORNILLOS DE LOS PANELES DE ACCESO CON SUPERFICIES PLANA DEL FUSELAGE DEL AVIÓN Kfir-Ce	Revisión N: 1
	Elaborado por: Wilson R. Vilca	Código: ETSP LM-02
	Aprobado por: Ing. Juan Medina.	Fecha: 15/05/2009
I.T.S.A.	MECÁNICA AERONÁUTICA	FAE

1. Objetivo.

Documentar las normas de seguridad a tomar en cuenta para una correcta utilización de la herramienta.

2. Alcance.

La sección de mantenimiento del avión Kfir-Ce.

3. Procedimiento.

El personal que utilicé el extractor de tornillos deberá tomar en cuenta las siguientes normas y precauciones de seguridad.

4. Normas de seguridad.

- La herramienta debe siempre estar anclada al fuselaje de avión para la extracción de tornillos sobre ajustados.
- No se debe forzar a la herramienta.
- No se debe dejar caer la herramienta.
- Utilizar la herramienta solo en caso de ser necesario.
- Verificar que la punta del tornillo extractor este en buen estado.
- Verificar que los seguros estén bien puestos al utilizar la herramienta.
- Anotar en la hoja de registro todos los trabajos que se realice con la herramienta.

Firma de responsabilidad:

ESTUDIO ECONÓMICO

3.9. Presupuesto.

Para la construcción del Extractor de tornillos, se consideraron principalmente cinco rubros los cuales son:

1. Costo de los materiales empleados.
2. Costo del alquiler de máquinas.
3. Costo de alquiler de herramientas.
4. Costo de mano de obra.
5. Varios.

3.9.1 Análisis Económico

3.9.1.1 Costo de los materiales empleados en la construcción.

Este rubro abarca todos los materiales utilizados en la construcción del extractor de tornillos.

Tabla 3.6 Costo de los materiales empleados en la construcción

Nº	Material	Dimensiones	Cant.	Unid.	Val. /unid.	\$ Subtotal
1	Platina de acero 705	(12x38x250)mm	1	U	5.00	5.00
2	Varilla de acero 705	(1/2"x 300mm)	1	U	2.00	2.00
3	Varilla de acero 705	(2"x700mm)	1	U	3.00	3.00
4	Varilla de acero 705	(1"x200mm)	1	U	3.00	3.00
5	Varilla de acero 705	(1"1/2x1200mm)	1	U	1.00	1.00
6	Varilla de acero 705	(1/2"x150mm)	1	U	4.00	4.00
7	Varilla de acero 705	(3/4"x100mm)	1	U	3.00	9.00
8	Varilla de acero 705	(2"1/2x50mm)	1	U	5.00	10.00
9	Tornillos	(5/36"x1/4")	2	U	0.50	1.00
10	Electrodo		1	U	1.00	1.00
11	Lija		6	U	0.70	4.20
12	Gasolina		1	Gal.		2.00
13	Aceite persevan- te		155	g.	18.00	18.00
TOTAL						63.20

3.9.1.2 Costo de alquiler de las máquinas empleadas en la construcción

Para la construcción del extractor de tornillos se realizaron operaciones de torneado, fresado, desbaste y otros. A continuación se presenta el cuadro del costo de alquiler de máquinas.

Tabla 3.7 Costo de alquiler de las máquinas empleadas en la construcción.

Nº	Máquina	Tiempo (h)	Valor/hora (\$)	Subtotal(\$)
1	Torno	16	4.00	84.00
2	Soldadora	1/4	1.00	1.00
3	Cepillo	14	3.00	42.00
5	Taladro de pedestal	1	5.0	5.00
7	Esmeril	5	1.00	5.00
8	Suelda autógena	1/8	0.50	0.50
TOTAL				137.50

3.9.1.3 Costo de alquiler de las herramientas empleadas en la construcción

Para la construcción del extractor de tornillos se utilizaron también herramientas pequeñas como son calibrador pie de rey, limas y otros. A continuación se presenta el cuadro del costo de alquiler de herramientas.

Tabla 3.8 Costo del alquiler de las herramientas empleadas en la construcción

Nº	Herramienta	Tiempo (h)	Valor/hora (\$)	Subtotal(\$)
1	Rayador	10	0.25	2.50
2	Calibrador pie de rey	30	0.25	7.50
3	Escuadras	2	0.25	0.50
4	Lima de acero	2	0.25	0.50
5	Entenalla	6	0.25	1.50
6	Sierra manual	4	0.25	1.00
7	Martillo	1/2	0.50	0.25
8	Herramientas varias	5	1.00	5.00
TOTAL				18.75

3.9.1.4 Costo de la mano de Obra

El costo de mano de obra está descrito de la siguiente forma:

Tabla 3.9 Costos de Mano de Obra

Nº	Detalle	Subtotal(\$)
1	Diseño de la herramienta en computadora	60.00
2	Elaboración de los componentes	180.00
TOTAL		240.00

3.9.1.5 Varios.

En este rubro se considera la movilización para la adquisición de los diferentes materiales y dirigirse a los lugares de trabajo para la culminación de la herramienta un valor de 20 dólares.

3.9.2 Costo total de la construcción del extractor de tornillos.

Tabla 3.10 Costo total de la construcción del extractor de tornillos.

Nº	Detalle	Subtotal(\$)
1	Materiales	63.20
2	Alquiler de máquinas	137.50
3	Alquiler de herramientas	18.75
4	Mano de obra	240.00
5	Varios	20.00
TOTAL		479.45

El costo total de la construcción del proyecto de grado es de cuatrocientos setenta y nueve dólares con cuarenta y cinco centavos (479.45).

3.10 Pruebas y Análisis de Resultados

Una vez finalizadas las pruebas de funcionamiento que fueron extraer tornillos sobre ajustados del panel de acceso de ala izquierda del avión número de pruebas tres, del panel de acceso del fuselaje del avión número de pruebas tres, y del panel de acceso del estabilizador vertical del avión número de pruebas tres, se pudo definir que el EXTRACTOR DE TORNILLOS PARA LOS PANELES CON SUPERICIES PLANAS DEL AVIÓN KFIR-Ce, se encuentra en óptimas condiciones de funcionamiento y cumple con la extracción de los tornillos sobre ajustados, expectativas para la que fue diseñada y construida la herramienta, esto lo comprueba el certificado de aceptación de la herramienta el cual documenta que se realizaron las pruebas de funcionamiento competentes de las cuales se obtuvo un resultado totalmente satisfactorio (Ver anexo J).

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La construcción se pudo llevar a cabo satisfactoriamente gracias al estudio técnico que se realizó posterior a su construcción.
- El diseño básico de la estructura del extractor de tornillos presenta condiciones adecuado para su funcionamiento.
- La herramienta extractor de tornillos se construyó con herramientas utilizadas en la mecánica industrial.
- El Extractor de tornillos para los paneles con superficies planas del avión, permite la extracción de los tornillos sobre ajustados de los paneles de acceso del fuselaje del avión Kfir-Ce, lo cual satisface los objetivos planteados en el proyecto.
- De acuerdo a la pruebas de funcionamiento y operación se comprueba que el extractor de tornillos se encuentra en condiciones estándar de operación y funcionamiento.
- Los manuales de operación, mantenimiento y seguridad documenta los procedimientos adecuados que deben seguir quienes hagan uso de la herramienta extractora de tornillos.
- La utilización adecuada de esta herramienta, mejorando la eficiencia de los técnicos al extraer los tornillos sobre ajustados de los paneles de acceso del avión Kfir-Ce.

Recomendaciones

- Se recomienda al personal que haga uso del extractor de tornillos tomar en cuenta los manuales de operación, mantenimiento y seguridad, para la correcta utilización de la herramienta.
- Utilizar la herramienta solo para la extracción de los tornillos sobre ajustados de los paneles de acceso con superficies planas.

Glosario de términos

Antelación.- Anticipación temporal con la que sucede una cosa respecto a otra.

Avión.- o Aeroplano, aeronave más pesada que el aire, por lo general propulsada por medios mecánicos y sustentada por alas fijas como consecuencia de la acción dinámica de la corriente de aire que incide sobre su superficie.

Eficacia o efectividad.- Es la capacidad de lograr un efecto deseado o esperado.

Eficaz.- Que surte efecto y da buen resultado.

Eficiencia.- Es la capacidad de lograr el efecto en cuestión con el mínimo de recursos posibles.

Factible.- Que se puede hacer.

Fuselaje.- Cuerpo principal de un avión.

Hangar.- Estructura cubierta destinada a guardar los aviones.

Mantenimiento.- Conjunto de actividades que aseguran la aeronavegabilidad de las aeronaves lo que incluye una o varias de las siguientes tareas: reacondicionamiento, reparación, inspección, reemplazo de piezas, modificación o rectificación de defectos.

Modernización.- Actualización de la tecnología.

Optimización.- Logro de un resultado óptimo.

Orden Técnica (OT).- Manual técnico, de reparación, mantenimiento o catálogo de partes de un dispositivo en particular.

Proceso.- Conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial.

Productividad.- Capacidad de producir. Capacidad de ser útil y provechoso. Grado de producción en relación con los medios.

Siglas:

FAE.- Fuerza Aérea Ecuatoriana.

ITEL.- Lista de equipos e ilustración de herramientas. (Illustrated tool and equipment list)

ITSA.- Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

OT. - Orden técnica de trabajo

SAE.- Society of Automotive Engineers (Sociedad Norteamericana de Ingenieros Automotores).

AISI.- American Iron and Steel Institute (Instituto americano del hierro y el acero)

Bibliografía:

- **BOEING**, Propietario Boeing, (2006). “Lista de Equipos e Ilustración de Herramientas” Unpublished Works.
- Academia Interamericana de la Fuerza Aérea “Diccionario de ingles Técnico Aeronáutico”.
- SCHOOL FOR LATIN AMERICA Usafla “Mantenimiento y reparación de la estructura del avión ”
- AVIATION SUPPLIES& ACADEMICS,INC.(2003)“Aviation Mechanic Handbook “Date Crame,Editor.

Páginas Web.

- <http://www.aac.gob.sv/archivos/AIC/2006/1006.pdf>
- F:\IAI Kfir - Wiki pedía, la enciclopedia libre.htm.
- <http://www.oni.escuela.edu.ar/2003/Buenoa>
- <http://es.wikipedia.org/w/index.php>

ANEXOS

ANEXO A

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.

- a. **Nombre de la Empresa:** Escuadrón de mantenimiento de la Fuerza Aérea Ecuatoriana. (FAE).
- b. **Fecha de presentación:** Marzo del 2009.
- c. **Responsable:** Sr. Rolando Vilca.
- d. **Director del Trabajo de Investigación:** Ing. Juan Medina.

1.1 Planteamiento del problema

La Fuerza Aérea Ecuatoriana fue creada el 31 de Diciembre de 1933, teniendo como misión "Mantener el control del espacio aéreo y garantizar con las otras ramas de las Fuerzas Armadas, la soberanía e integridad del Estado Ecuatoriano y apoyar al desarrollo socio-económico y aeronáutico del país"

La FAE con el fin de apoyar al desarrollo socio- económico y aeronáutico del país cuenta con la Base Aérea Cotopaxi en donde trabaja el Escuadrón de Mantenimiento de aviones militares y se encuentra ubicada en la ciudad de Latacunga, Av. Amazonas S/N y Antonio Clavijo.

Con el propósito de apoyar al desarrollo aeronáutico del país trabaja en la modernización de los aviones militares de la FAE

En noviembre de 1997 se inicia con la modernización de los aviones Kfir-CE y crea el escuadrón de mantenimiento designados para realizar los distintos trabajos en este avión.

Se conoce que el problema en la sección de mantenimiento del avión Kfir-Ce que trabaja en su modernización se presenta al mismo momento que debe cumplir con las tareas de mantenimiento, ya que no cuenta con algunas de las herramientas especiales para realizar los trabajos de mantenimiento.

La falta de estas herramientas está produciendo inconvenientes de interrupción de las actividades del personal de mantenimiento, el uso inadecuado de los procedimientos para las tareas de mantenimiento.

De no solucionarse la falta de estas herramientas especiales seguirá produciéndose la interrupción de actividades del personal aerotécnico, y seguirá dando lugar al uso de procedimientos inadecuados para realizar el mantenimiento de la aeronave al trabajar especialmente en la estructura del avión y de esta forma será evidente el daño estructural en el fuselaje del avión provocado por la falta de herramientas especiales.

La optimización de las herramientas especiales en sección de mantenimiento del avión Kfir-Ce será la mejor alternativa para la solución de una parte del problema.

1.2 Formulación del problema

¿Cómo ayudar al desempeño y servicio eficiente de los aerotécnicos en el mantenimiento e inspección de la aeronave militar, mediante la optimización de las herramientas especiales en la sección de mantenimiento del avión Kfir-Ce?

1.3 Justificación e importancia

Pensando en la prioridad básica que tiene la sección de mantenimiento de realizar su trabajo de forma eficiente y al ver que está limitada a alcanzar su objetivo por falta de las herramientas apropiadas se ha buscado dar solución a una parte de este problema.

La optimización de las herramientas especiales es la mejor opción para solucionar parte del problema y mejora la eficiencia del personal, contribuyendo en el desempeño de los técnicos al realizar los diferentes chequeos, modificaciones o reparaciones, con rapidez y seguridad evitando retrasos e inconvenientes en los procedimientos de mantenimiento de las aeronaves.

Es muy necesario e importante realizar el estudio para ayudar al desempeño y servicio eficiente de los aerotécnicos en el mantenimiento e inspección de las aeronaves militares puesto que al dar solución a una parte del problema se beneficia al escuadrón de mantenimiento de aviones militares contribuye con la satisfacción y confianza de los técnicos al realizar un trabajo bien hecho en el menor tiempo.

1.4 Objetivos

1.4.1 Generales

Analizar la situación actual del escuadrón de mantenimiento del avión Kfir-Ce, mediante las técnicas de investigación para ayudar al desempeño y servicio eficiente de los aerotécnicos en el mantenimiento e inspección de la aeronave.

1.4.2 Específicos

- Recopilar información de la situación actual el escuadrón de mantenimiento del avión Kfir-ce.
- Clasificar la información recopilada.
- Determinar la medida correctiva más apropiada para dar solución a una parte del problema del escuadrón de mantenimiento del avión Kfir-Ce, para mejorar las condiciones de la sección.

1.5 Alcance

La sección de mantenimiento del avión Kfir-Ce, del Escuadrón de mantenimiento de aviones militares, de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

También con el ITSA “INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO” que forma parte del alcance de proyecto, puesto que el trabajo de investigación es fuente bibliográfica para los alumnos que estudian en el “ITSA”.

2 Plan Metodológico

2.1 Modalidad básica de la investigación

De campo no participante: Se realizará una investigación de campo no participante para lo cual se visitará el Hangar militar, particularmente la sección de mantenimiento del Avión Kfir-Ce, para observar y tomar nota de la situación actual del grupo de estudio sin interrumpir sus actividades.

Bibliográfica Documental: Se tomará información documental, manuales, libros e internet.

2.2 Tipos de investigación

No Experimental: Se utilizará investigación NO EXPERIMENTAL ya que las variables independientes (causa) y dependientes (efecto), ya han ocurrido y es evidente que existen problemas en la sección de mantenimiento.

2.3 Niveles de investigación

Descriptiva: Con este nivel de investigación se analizará los problemas que se presentan en el área de mantenimiento la solución a este problema.

2.4 Universo, población y muestra

Universo: Como universo se tomará al personal de supervisores, y aerotécnicos que participan diariamente en el mantenimiento de los aviones de combate que están en el HANGAR MILITAR DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA.

Población: Como población se tomará al personal de aerotécnicos, que trabajan en operaciones de mantenimiento de los aviones Militares.

Muestra: Como muestra para esta investigación se tomará un número determinado de señores aerotécnicos del escuadrón de mantenimiento, que se relacionan directamente con el avión Kfir-Ce de la FAE.

La muestra fue escogida tomando en cuenta la relación directa del encuestado con el mantenimiento; es decir se ha utilizado una muestra no probabilística.

2.5 Recolección de datos

Para la recolección de los datos necesarios para la elaboración del trabajo de investigación, se utilizara distintas fuentes de información de las cuales destaco:

La experiencia de los inspectores y técnicos que laboran en el área de mantenimiento del hangar militar de la "FAE".

La ayuda bibliográfica que se encuentra en manuales, libros e Internet.

Toda esta información la cual es confiable y por lo tanto elimina la posibilidad de divagaciones y/o conjeturas superficiales que niegue la validez y fiabilidad de los datos recopilados.

2.5.1 Técnicas

Observación de campo: Se realizará directamente en el hangar militar, en el que se producen las tareas de mantenimiento y se evidencia los problemas.

Observación indirecta: Porque se observará el objeto sin dificultar el trabajo del personal técnico que labora en el área de mantenimiento.

Encuesta: La encuesta indirecta o auto administrado es elemental, ya que esta técnica de investigación no entorpece el proceso de mantenimiento que se realiza en el hangar militar.

En el momento que el encuestado responda a las preguntas tendrá el suficiente tiempo para meditar y responder de forma honesta, de esta manera aportara con la confiabilidad y seguridad de la respuesta.

2.6 Procesamiento de la información:

Para procesar los resultados de la investigación se realizará:

- Revisión crítica de la información recogida.
- Representación gráfica de los datos. (Pasteles, barras)
- Analizar los resultados.
- Interpretación de los resultados.

2.7 Análisis e interpretación de resultados

El análisis se realizará con el fin de conocer la situación actual de la sección de mantenimiento, estar al tanto de su necesidad, e identificar de una manera directa los problemas en el área de mantenimiento. Y la importancia de la optimización de las herramientas especiales para mejorar las actividades del personal aerotécnico del avión Kfir-Ce

Se interpretará los resultados en relación al marco teórico referencial.

Se evaluará la relación entre las variables que se usen.

Se definirá las conclusiones y recomendaciones que se desprenden de la investigación y del criterio del investigador, respectivamente.

Conclusiones y Recomendaciones

Se obtendrá una vez que se haya ejecutado el plan metodológico.

3 Ejecución del plan de investigación

3.1 Marco teórico

3.1.1 Antecedentes de la investigación

La sección de mantenimiento del avión Kfir-Ce de la Base Aérea Cotopaxi que realiza trabajos de mantenimiento de la aeronave no cuenta con algunas de las herramientas especiales.

Una herramienta especial está diseñada para realizar un trabajo específico y no puede ser utilizada en otro trabajo que no sea para el que fue diseñado.

Tomando en cuenta que el avión Kfir–Ce cumple con su tiempo de inspección y mantenimiento de acuerdo a sus horas de vuelo, debe contar con las herramientas adecuadas para realizar los diferentes tipos de trabajos como son reacondicionamiento, reparación, remplazo de piezas y otros. Por lo cual también existe la necesidad de la optimizar herramientas especiales adecuadas con las que no cuenta la sección para realizar los trabajos de mantenimiento de forma eficiente y sin pérdida de tiempo.

3.1.2 Fundamentación teórica

“Componentes básicos del avión: Los componentes básicos de un avión son el fuselaje, las alas, el empenaje de cola, tren de aterrizaje y el motor.

Fuselaje: Es el conjunto principal del avión debido a que el resto de elementos que conforman el avión se unen a él, de forma directa o indirecta.

Tipos de fuselaje: La forma del fuselaje varía con la misión principal del avión, así hoy en día se construyen tres tipos de fuselaje:

1.- Fuselaje Reticular: También llamado fuselaje tubular, se fabrica con tubos de acero, soldados, dispuestos en forma de tirantes sobre cuadernas (elementos que

conforman y dan rigidez a la estructura). La estructura más tarde se cubre con planchas metálicas. Este tipo de fuselaje está en desuso en la aviación comercial.

2.- Fuselaje monocasco: Se trata de un tubo en cuyo interior se sitúan, a intervalos, una serie de armaduras verticales (cuadernas) las cuales tienen la función de dar forma y rigidez al tubo.

Esta construcción proporciona un interior diáfano protegido, donde el revestimiento exterior forma parte integral de la estructura del fuselaje (al contrario que en el fuselaje reticular) debido a que está unido de forma rígida a las cuadernas, lo cual significa que el revestimiento soporta y transmite los esfuerzos a que está sometido el fuselaje del avión.

3.- Fuselaje semi-monocasco: Es la construcción estándar en la actualidad, ha resuelto el problema del grueso espesor de chapa del revestimiento de la estructura monocasco. El fuselaje es de chapa metálica más delgada por la introducción de piezas de refuerzo intermedias (largueros, larguerillos y cuadernas).

Alas: El ala es una superficie aerodinámica que le brinda sustentación al avión debido al efecto aerodinámico, provocado por la curvatura de la parte superior del ala (extrados) que hace que el aire que fluye por encima de esta se acelere y por lo tanto baje su presión (creando un efecto de succión), mientras que el aire que circula por debajo del ala (que en la mayoría de los casos es plana o con una curvatura menor y a la cual llamaremos intrados) mantiene la misma velocidad y presión del aire relativo, pero al mismo tiempo aumenta la sustentación ya que cuando este golpea la parte inferior del ala la impulsa hacia arriba manteniendo sustentado en el aire al avión y contrarrestando la acción de la gravedad.

Hay varios tipos de alas para los aviones: Recta, Trapezoidal, Elíptica, Flecha, Flecha invertida, Doble flecha, Flecha variable, Delta, Delta con canard, Delta con timones, Doble delta, Ojival.

Sistemas de control: Son todas aquellas partes móviles del avión que al ser utilizadas cambiándolas de posición, provocarán un efecto aerodinámico que alterara el curso del vuelo y tendrán la seguridad de un control correcto de la aeronave:

Empenaje

Estabilizadores horizontales: Son 2 aletas más pequeñas que las alas, situadas en posición horizontal (generalmente en la parte trasera del avión), en el empenaje y en distintas posiciones y formas dependiendo del diseño, las cuales le brindan estabilidad y que apoyan al despegue y aterrizaje. En ellos se encuentran unas superficies de control muy importantes que son los elevadores (o también llamados timones de profundidad) con los cuales se controla la altitud del vuelo mediante el ascenso y descenso de estas superficies, que inclinarán el avión hacia adelante o atrás, es decir, el avión subirá o bajará a determinada altitud y estará en determinada posición con respecto al horizonte. A este efecto se le llama movimiento de cabeceo.

Estabilizador vertical: Es una aleta que se encuentra en posición vertical en la parte trasera del fuselaje (generalmente en la parte superior). En éste se encuentra una superficie de control muy importante, el timón de dirección, con el cual se tiene controlado el curso del vuelo mediante el movimiento hacia un lado u otro de esta superficie, girando hacia el lado determinado sobre su propio eje debido a efectos aerodinámicos. Este efecto se denomina movimiento de guiñada.

Los alerones: Los alerones son superficies móviles que se encuentran en las puntas de las alas y sobre el borde de salida de estas. Son los encargados de provocar el desplazamiento del avión sobre su eje longitudinal al crear una descompensación aerodinámica de las alas, que es la que permite al avión girar, ya que cuando giramos el timón hacia la izquierda el alerón derecho baja, creando más sustentación en el ala derecha, y el alerón izquierdo sube, desprendiendo artificialmente el flujo laminar del ala izquierda y provocando una pérdida de sustentación en esta.

Motor: El motor de un avión es el mecanismo que genera el empuje necesario para el movimiento del avión, que de esa forma gana la suficiente velocidad para generar sustentación en las alas.

Tipos de motores

Motor alternativo o de pistón: Es un motor que utiliza uno o más pistones para convertir un movimiento lineal en un movimiento de rotación, siguiendo el principio del mecanismo de biela-manivela.

Motor turbohélice: Este motor posee una hélice montada delante del reactor, que a su vez es propulsada por una segunda turbina, denominada turbina libre, o por etapas adicionales de la turbina que mueve el compresor.

Motor a reacción: Este tipo de motor descarga un chorro de fluido a gran velocidad para generar un empuje de acuerdo con la tercera ley de Newton.”¹

“Reparaciones aeronáuticas: Consiste en restaurar, componer o arreglar la aeronave, planta de poder, accesorio y sistemas y/o equipos; para llevarlos a condiciones normales de operación, luego de haber sufrido daños, roturas o deterioro.

Puede ser de dos clases mayores y menores, según afecte o no a los miembros estructurales primarios”²

“Reparación mayor: Se refiere a una reparación:

Que si es realizada en forma incorrecta puede afectar substancialmente el peso y balance, resistencia estructural, desempeño (performance), diseño, operación del sistema propulso, características de vuelo, u otros condiciones que afectan la aeronavegabilidad.

(1) <http://www.mundoaeronautico.es/Formacion.html>

(2) http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/BUENOS_AIRES/62/tecnolog/partes.htm

O que no se realiza de acuerdo a prácticas aceptadas o que no pueden hacerse por medio de operaciones elementales.

Reparación menor: Reparación que no afecta al peso y balance, resistencia estructural, desempeño (performance), diseño, operación del sistema propulso, características de vuelo, u otros condiciones que afectan la aeronavegabilidad.” ³

“Reparaciones mayores de estructuras: Es la reparación y mantenimiento de las piezas estructurales.

Son reparaciones mayores estructurales cuando se realizan trabajos en:

- Las vigas cajón
- Las alas o superficies de control monocasco o semi-monocasco
- Los larguerillos del ala
- Los largueros
- Las costillas
- La bancada del motor
- Los largueros del fuselaje
- Los montantes del tren de aterrizaje” ⁴

“Alteración: Sustituir alguna parte o dispositivo de una aeronave, mediante el reemplazo de una unidad de equipamiento o sistema, por otra de diferente tipo que no sea parte del diseño tipo original de la aeronave, tal como está escrito en la especificación, de la misma (hoja de especificaciones del certificado tipo, lista de equipamiento aprobado por el fabricante)” ⁵

“Alteraciones mayores de la estructura: Deberá ser considerada una alteración mayor toda aquella modificación, en la cual pueda variar algunos de los siguientes elementos:

(3) RDAC Parte 043 Mantenimiento, Mantenimiento preventivo, Reconstrucción y Alteración.

(4) http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/BUENOS_AIRES/62/tecnolog/partes.htm

(5) RDAC Parte 001 Sub parte A Definiciones.

1. Bancada del motor.
2. Fuselaje.
3. Superficie de empenaje.
4. Sistemas de control.
5. Alas.
6. Tren de aterrizaje.
7. Palas del rotor.
8. Cambios en el diseño de los sistemas.”⁶

3.2 Modalidad básica de la investigación

De campo no participante: Se realizó directamente en el hangar militar, en donde se producen las tareas de reacondicionamiento, reparación, inspección, reemplazo de piezas, modificación, particularmente la sección de mantenimiento del avión Kfir-Ce y se encontró que existen inconvenientes de los cuales destacan, el deterioro de las herramientas especiales que posee la sección y la falta de herramientas especiales.



Figura 3.1 Herramientas especiales deterioradas



Figura 3.2 Pañol de herramientas especiales

(6) http://www.asifunciona.com/aviacion/af_avion/af_avion8.htm

El deterioro de ciertas herramientas especiales se puede solucionar realizando el respectivo mantenimiento a las herramientas según su respectivo manual y la falta de herramientas especiales se puede solucionar construyendo las herramientas faltantes o por lo menos una de las herramientas para ayudar al desempeño eficiente de los aerotécnicos que trabajan en la sección.

Bibliográfica Documental: Se tomó información documental del manual de equipos y herramientas (ITEL) "Lista Ilustrada de Equipos y Herramientas" en donde se encuentran enlistada e ilustrada la herramienta especial (Ver anexo F), se tomó información del (GSE) Catalogo de Equipos de Soporte en Tierra, también se ha utilizado el "Diccionario de Ingles Técnico Aeronáutico de la Academia Interamericana de la Fuerza Aérea con el que se ha traducido términos técnicos, ya que la los manuales en aviación están escritos en el idioma Ingles y posee palabras técnicas.

3.3 Tipos de investigación:

No Experimental: Se utilizó investigación NO EXPERIMENTAL ya que la variables independientes (la optimización de herramienta especiales) y dependientes (El desempeño y servicio eficiente de los aerotécnicos), ya han ocurrido y sabemos que son evidentes.

La optimización de las herramientas especiales buscar la mejor manera de realizar los trabajo de mantenimiento ya sea de reacondicionamiento, reparación, remplazo de piezas y otros.

Para contribuir en la optimización de las herramientas se puede realizar el mantenimiento de las herramientas especiales o la construcción de por lo menos una herramienta especial que contribuyan en el desempeño y servicio eficiente de los señores aerotécnicos. La sección no cuenta con herramientas especiales como un dolly para transportar el sistema de frenos del avión.



Figura 3.3 Conjunto de frenos

Un extractor de tornillos para los paneles de acceso con superficies planas del fuselaje del avión Kfir-Ce el cual permite la extracción de los tornillos que presente sobre ajuste.



Figura 3.4 Panel de acceso.

3.4 Niveles de investigación

Descriptiva: Con este nivel de investigación se analizaron los problemas que se tiene en la sección de mantenimiento y sus posibles soluciones:

El deterioro de las herramientas especiales se puede solucionar sometiéndolas a mantenimiento de acuerdo a los manuales de cada herramienta, la falta del dolly para transportar el sistema de frenos se puede solucionar al adquirirlo o construirlo, de la misma forma con la carencia de un extractor de tornillos para los paneles de acceso se puede solucionarlo al construirlo.

Tanto la construcción del dolly o del extractor de tornillos o realizar el mantenimiento de las herramientas especiales son factibles para su realización.

3.5 Universo, población y muestra

Universo: Como Universo se ha tomado al personal de inspectores, supervisores y aerotécnicos que participan diariamente en el mantenimiento de los aviones de combate que están en el HANGAR MILITAR DE LA BASE AÉREA COTOPAXI.

Población: Como población se ha tomado al personal de aerotécnicos, que trabajan en la operación de mantenimiento de los aviones Militares de la Base Aérea Cotopaxi.

Muestra: Como muestra para esta investigación se ha tomada un número determinado de señores aerotécnicos de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, que prestan sus servicios y se relacionan directamente con el mantenimiento del avión Kfir-Ce de la FAE.

3.6 Recolección de datos

Para la recolección de los datos necesarios para la elaboración del trabajo de investigación, se utilizó distintas fuentes de información de las cuales destaco:

La experiencia de parte de los técnicos que laboran en el área de mantenimiento.

La colaboración de los técnicos que se dieron tiempo para llenar las encuestas ver (Anexo C y Anexo D)

La ayuda bibliográfica que se encuentra en libros, manual de herramientas y equipos ITEL” Lista Ilustrada de Herramientas y Equipos”, e Internet.

Toda esta información la cual es confiable y por lo tanto elimina la posibilidad de divagaciones y/o conjeturas superficiales que niegue la valides y fiabilidad de los datos recopilados.

Encuesta: Se utilizó la encuesta indirecta o auto administrado, ya que con esta técnica de investigación no se entorpeció el proceso de mantenimiento que se realiza en el hangar militar, puesto que es menester tomar datos reales y sobre todo que esta información sea confiable.

La encuesta Ver (Anexo C y Anexo D) se realizó a diez señores aerotécnicos que tienen relación directa con el mantenimiento de las aeronaves militares.

Esta encuesta permitió realizar un análisis mediante el uso del cuestionario, que es un instrumento de recopilación de información a través de preguntas de selección múltiple, mismas que permitieron obtener respuestas específicas y concretas para de los problemas más usuales.

Al tener que desmontar los paneles de acceso se presenta problemas como son el sobre ajuste de los tornillos, tornillos con corrosión, tornillos rotos.

Solucionar el problema de la remoción de los tornillos sobre ajustados es prioritario, ya que el sobre ajuste de los tornillos es el problema más usual al realizar la apertura de los paneles de acceso según los resultados que arrojaron los datos recolectados en la encuesta ya que la falta de esta herramienta causa inconvenientes de interrupción de actividades del personal y riesgos de daño estructural al fuselaje de la aeronave

De esta forma el contar con una herramienta extractora de tornillos reducirá los riesgos de daño estructural y contribuirá con el ahorro de tiempo al tener que extraer tornillos sobre ajustados, de esta forma se da solución a este problema de extracción de los tornillos sobre ajustados.

3.7 Procesamiento de la información

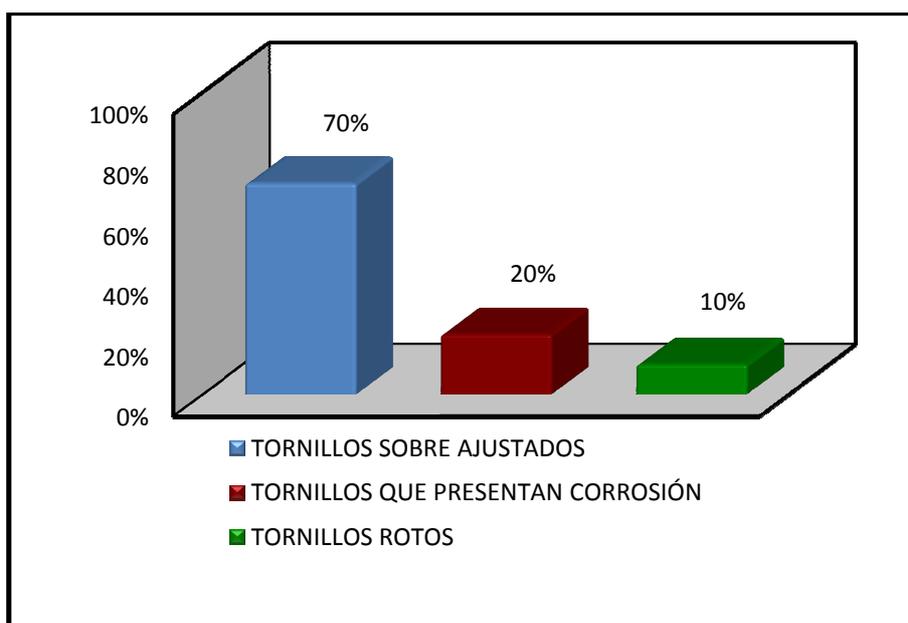
Se realizó la revisión crítica de la información recogida, se eliminó la información defectuosa, contradictoria, incompleta y no pertinente, se tabuló y codificó los datos para analizarlos. Y se representó gráficamente los datos obtenidos en la encuesta por barras en el programa Microsoft Office Excel 2003.

Análisis estadístico de los datos e interpretación de resultados.

1.- ¿Al trabajar en la apertura de los paneles de acceso del fuselaje de la aeronave militar, cual es el problema más usual?

Tabla 1

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido
Tornillos sobre ajustados.	7	70%	70%
Tornillos que presentan corrosión.	2	20%	20%
Tornillos rotos.	1	10%	10%
TOTAL	10	100%	100%



Elaborado por: Rolando Vilca.

Fuente: Técnicos de la sección de mantenimiento de los aviones militares.

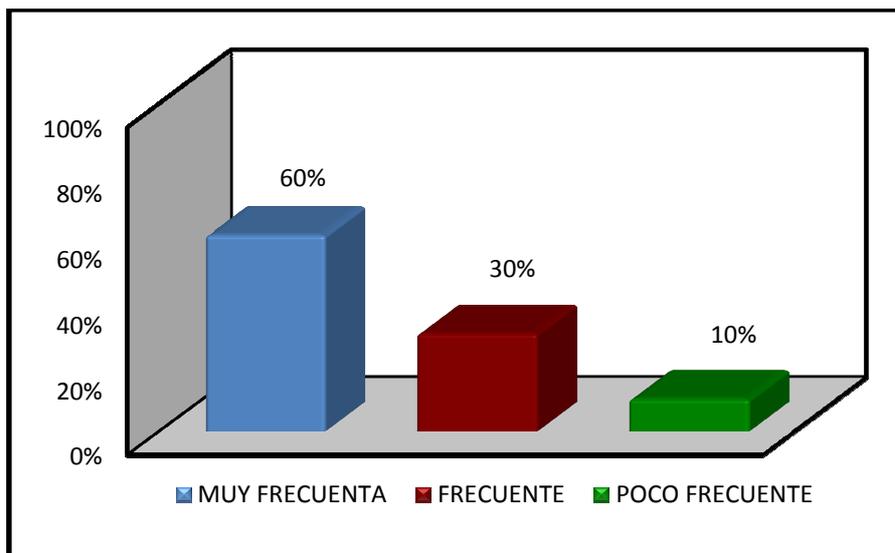
Análisis estadístico de los datos: Del 100% de los técnicos un 70% es decir (7) de ellos responden que el problema más usual al abrir los paneles del fuselaje son tornillos sobre ajustados, un 20% es decir (2) responden que el problema más usual son tornillos corroídos y tan solo el 10 % es decir (1) responde que el problema más usual, son los tornillos rotos.

Interpretación de los resultados: Esto nos da a conocer que la mayor parte de los técnicos coinciden en que el problema más usual al abrir los paneles del fuselaje son los tornillos sobre ajustados.

2.- ¿Los problemas al abrir paneles de accesos en el fuselaje del avión son?

Tabla 2

Categoría		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido
Muy frecuente	6	60%	60%	60%
Frecuente	3	30%	30%	30%
Poco frecuente	1	10%	10%	10%
TOTAL	10	100%	100%	100%



Elaborado por: Rolando Vilca.

Fuente: Técnicos de la sección de mantenimiento de los aviones militares.

Análisis estadístico de los datos: El 60% es decir (6) técnicos coinciden, en que los problemas al abrir los paneles de acceso del avión son muy frecuentes, el otro 30% es decir (3) técnicos coinciden, en que los inconvenientes son frecuentes y por último el 10% es decir (1) técnico dice que son pocos frecuentes.

Interpretación de los resultados: Solo el 60% es decir (6) técnicos trabajan directamente en la apertura de los paneles del fuselaje del avión, el otro 30% es decir (3) técnicos

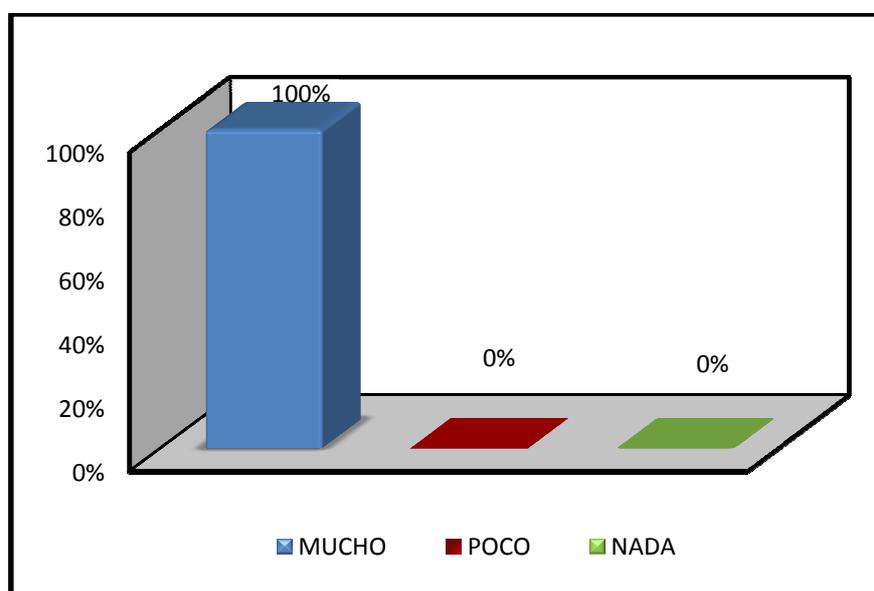
Trabajan en áreas afines y el 10% es decir (1) técnico, tienen poco acercamiento a este tipo de trabajo.

Por lo tanto el 60% de los técnicos serán beneficiados con la construcción de la herramienta extractora de tornillos.

3.- ¿Considera usted, que al contar con una herramienta extractora de tornillos se facilitará la operación de mantenimiento, chequeo e inspección en el avión?

Tabla 3

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido
Mucho	10	100%	100%
Poco	0	0%	0%
Nada	0	0%	0%
TOTAL	10	100%	100%



Elaborado por: Rolando Vilca.

Fuente: Técnicos de la sección de mantenimiento de los aviones militares.

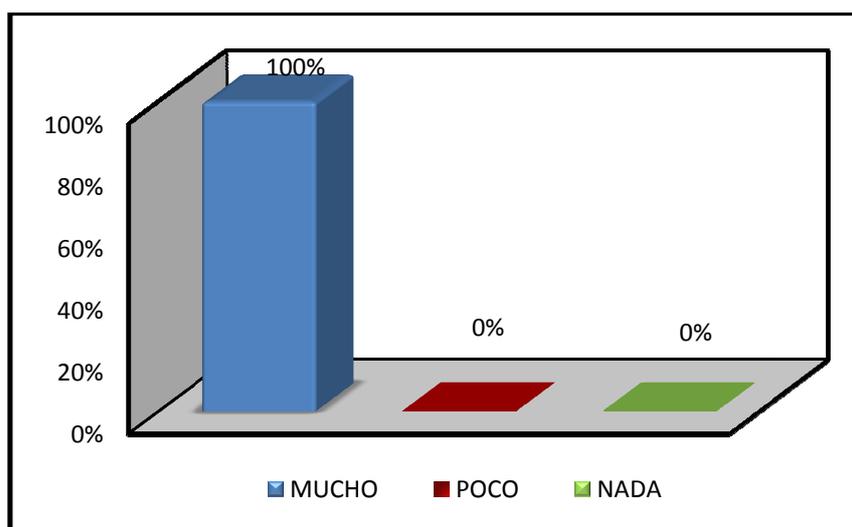
Análisis estadístico de los datos: El 100% de los técnicos es decir (10) encuestados consideran que el extractor de tornillos facilitará la operación de mantenimiento, chequeo e inspección en el avión

Interpretación de los resultados: La herramienta extractora de tornillos será de gran ayuda para facilitar las tareas de mantenimiento.

4.- ¿Una herramienta extractora de tornillos, sería un aporte para mejorar la eficiencia de mantenimiento, que se brinda a la aeronave militar?

Tabla 4

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido
Mucho	10	100%	100%
Poco	0	0%	0%
Nada	0	0%	0%
TOTAL	10	100%	100%



Elaborado por: Rolando Vilca.

Fuente: Técnicos de la sección de mantenimiento de los aviones militares.

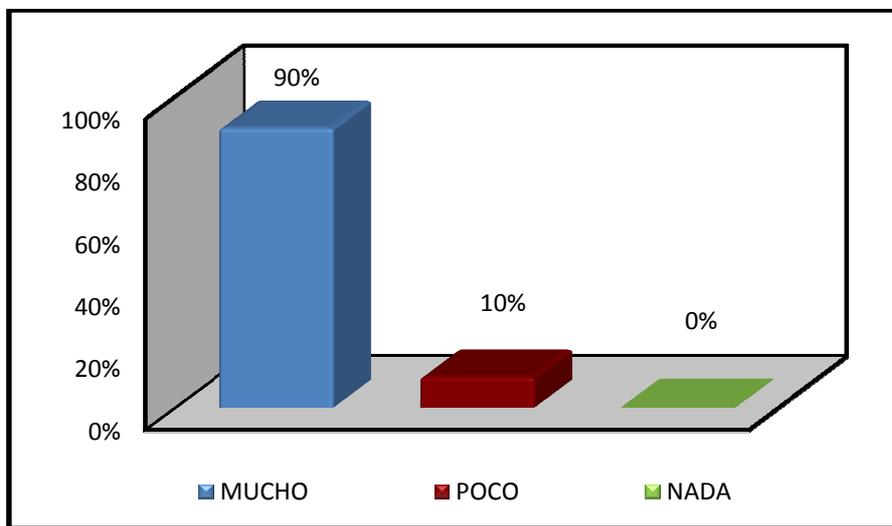
Análisis estadístico de los datos: El 100% de los técnicos encuestados es decir (10) coinciden en que al contar con el extractora de tornillos, mejorara mucho la eficiencia al realizar mantenimiento.

Interpretación de los resultados: Es menester contar con el extractor de tornillos para mejorara la eficiencia al realizar mantenimiento.

5.- ¿AL contar con una herramienta extractora de tornillos, se reducirá los riesgos de daño a la estructura del fuselaje del avión, al realizar mantenimiento?

Tabla 5

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido
Mucho	9	90%	90%
Poco	1	10%	10%
Nada	0	0%	0%
TOTAL	10	100%	100%



Elaborado por: Rolando Vilca.

Fuente: Técnicos de la sección de mantenimiento de los aviones militares.

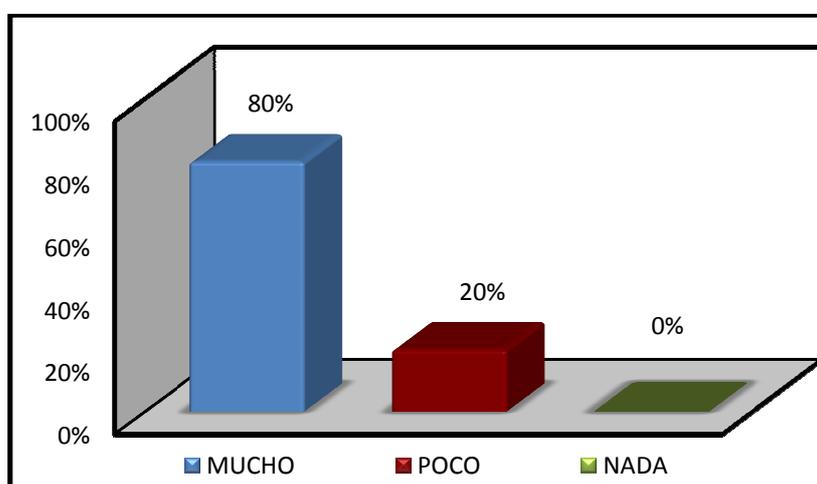
Análisis estadístico de los datos: El 90% de los técnicos encuestados es decir (9) coinciden en que, al contar con el extractor de tornillos se reducirán mucho los riesgos de daño a la estructura del avión, mientras que el 10% es decir (1) dice que el daños a la estructura del avión se reducirá poco .

Interpretación de los resultados: Para conservar la estructura del avión es necesario ocupar el extractor de tornillos ya que esta herramienta es la más apropiada, para realizar la apertura de paneles de acceso en el avión.

6.- ¿Opina usted que al construir una herramienta extractora de tornillos, generará productividad, y en consecuencia ahorro de tiempo en el proceso de mantenimiento?

Tabla 6

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido
Mucho	8	80%	80%
Poco	2	20%	20%
Nada	0	0%	0%
TOTAL	10	100%	100%



Elaborado por: Rolando Vilca.

Fuente: Técnicos de la sección de mantenimiento de los aviones militares.

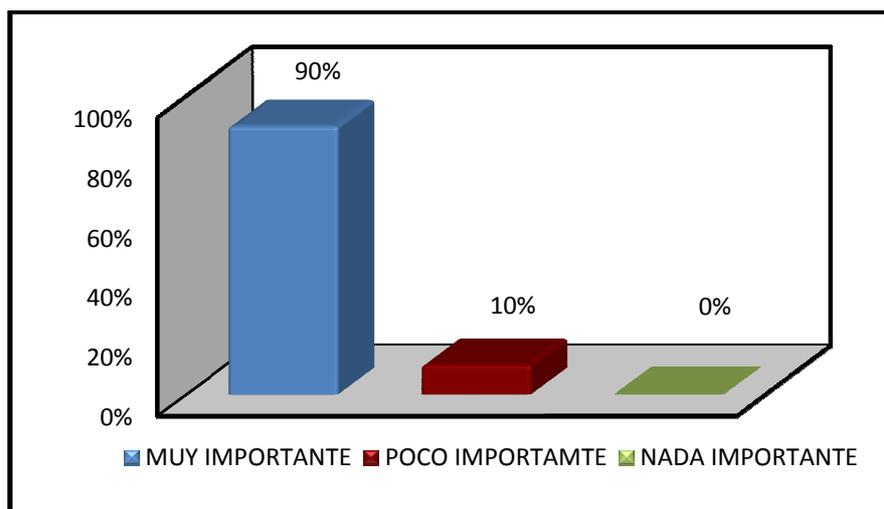
Análisis estadístico de los datos: El 90% de los encuestados es decir (9) opinan que al construir una herramienta extractora de tornillos, generará mucha productividad, y en consecuencia ahorro de tiempo en el proceso de mantenimiento y el 10% es decir (1) dice que generara poca productividad.

Interpretación de los resultados: Para mejorar la productividad, y ahorro de tiempo en el momento de realizar mantenimiento es necesario la construcción del extractor de tornillos.

7.- ¿Cree usted que un extractor de tornillos es una herramienta importante al realizar mantenimiento, chequeo e inspección en la aeronave?

Tabla 7

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido
Muy importante	9	90%	90%
Poco importante	1	10%	10%
Nada importante	0	0%	0%
TOTAL	10	100%	100%



Elaborado por: Rolando Vilca.

Fuente: Técnicos de la sección de mantenimiento de los aviones militares.

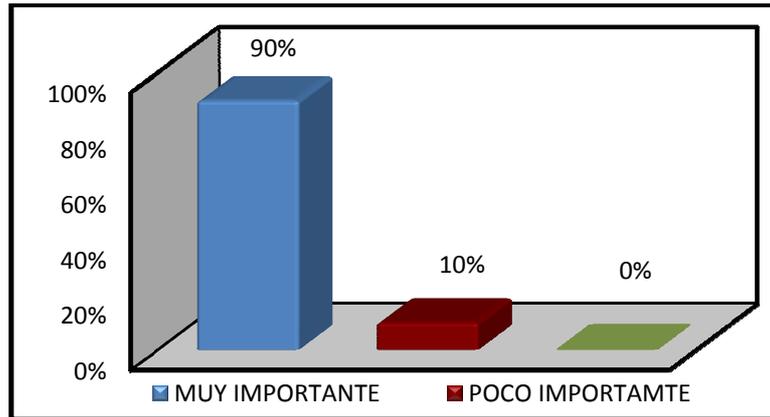
Análisis estadístico de los datos: El 90% de los encuestados es decir (9) creen que el extractor de tornillos es muy importante al realizar tareas de mantenimiento y el 10% es decir (1) técnico considera que no es poco importante.

Interpretación de los resultados: Esta herramienta es muy importante al realizar la apertura de paneles de acceso en el fuselaje del avión.

8.- ¿Según su conocimiento y experiencia, cree usted necesaria la implementación de una herramienta extractora de tornillos para el mantenimiento, chequeo e inspección del avión militar?

Tabla 8

Categoría	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido
Muy importante	9	90%	90%
Poco importante	1	10%	10%
Nada importante	0	0%	0%
TOTAL	10	100%	100%



Elaborado por: Rolando Vilca.

Fuente: Técnicos de la sección de mantenimiento de los aviones militares.

Análisis estadístico de los datos: El 90% de los técnicos encuestados es decir (9) consideran que se debe implementar el extractor de tornillos en la sección de mantenimiento.

Interpretación de los resultados: Esto nos permite deducir que la construcción del extractor de tornillos es muy necesaria.

3.8 Análisis e interpretación de resultados

La investigación científica permitió la identificación de los problemas, el deterioro de ciertas herramientas especiales y la falta de las herramientas especiales.

Ya que para realizar la modernización de la aeronave militar es necesario la apertura de los paneles del fuselaje del avión con el fin de realizar el chequeo de los componentes internos del avión, para dicho proceso el personal de aerotécnicos no cuentan con una herramienta especial para solucionar el

problema de remoción de los paneles del acceso del fuselaje y recurre a la utilización del martillo neumático, obviando de esta manera la utilización del extractor de tornillo y produciendo de esta manera retrasó al tener que ocupar extensiones de mangueras, presión neumática, martillo neumático y pedir ayuda a otro técnico y de esta manera se produce la interrupción de las actividades en el proceso de mantenimiento y en consecuencia afecta al chequeo, inspección de los componentes internos del avión.

Al realizar la observación de campo, (Anexo B y Anexo E), nos indica también el deterioro de las herramientas especiales que deben ser solucionados al realizar su respectivo mantenimiento de cada una de las herramientas especiales que posee la sección.

Y también la encuestas a los señores aerotécnicos de mantenimiento del avión Kfir-Ce. (Anexo C y Anexo D), cuyas respuestas nos indican que es evidente que la falta de una herramienta especial que tenga la capacidad de extraer tornillos sobre ajustados, con el propósito de mejorar la eficiencia al realizar el desmontaje de los paneles de acceso de fuselaje del avión.

Una de las opciones más adecuada para contribuir con el desempeño y servicio eficiente de los señores aerotécnicos es la construcción del extractor de tornillos para los paneles de acceso del fuselaje del avión Kfir-Ce

3.9 Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- Los problemas más evidentes en la sección de mantenimiento son, el deterioro de ciertas herramientas especiales y los inconvenientes de sobre ajuste de los tornillos al abrir los paneles de acceso del fuselaje del avión Kfir-Ce.
- Las herramientas especiales que están en el área de mantenimiento no se encuentran en óptimas condiciones, ya que algunas de estas herramientas se han deteriorado por el tiempo y el uso.
- De acuerdo a los resultados que han arrojado esta investigación tenemos como necesidad prioritaria, solucionar el problema de remoción de tornillos sobre ajustados de los paneles de acceso del fuselaje del avión Kfir-Ce.
- La construcción del extractor de tornillos es muy importante puesto que beneficiara al departamento de mantenimiento.
- Se debe realizar el respectivo mantenimiento a las herramientas especiales que posee la sección de mantenimiento del avión Kfir-Ce.
- El problema más usual al realizar el desmontaje de los paneles de acceso del fuselaje son tornillos sobre ajustados.
- Los técnicos que trabajan en el área de mantenimiento del avión Kfir-Ce se ven afectados al no contar con las herramientas especiales en buen estado.

Recomendaciones

- La construcción del extractor de tornillos pues es de gran importancia ya que suplirá la necesidad que tiene el área de mantenimiento de aviones militares.
- Realizar el respectivo mantenimiento a las herramientas especiales que posee la sección de mantenimiento del avión Kfir-Ce.
- Para recolectar información de relevancia es necesario una investigación profunda e indagar a personas que tengan vasta experiencia en el tema de estudio.

4. Factibilidad del tema

4.1 Técnica.

Para la construcción de la herramienta se determinará el tipo de material, su peso, su ergonomía, su tamaño, cálculos de esfuerzo al que va a estar sometido y de esta manera se contribuirá con la construcción de una dicha herramienta y técnicamente es factible la construcción del extractor de tornillos para superficies planas del Avión Kfir-Ce.

4.2 Legal.

El (GSE) "Ground Support Equipment" del avión Kfir-Ce, Catálogo de Equipos de Apoyo en Tierra el cual busca el siguiente objetivo:

"El Equipo de Apoyo en Tierra está diseñado para mantener el alto nivel de la calidad y desempeño (desempeño), de la Estructura, Sistemas y Motor del avión producido por Israel Aircraft Industries" Aircraft Industries Catalogo de Equipos de Apoyo en Tierra (GSE)

Por lo que es indispensable poseer los equipos y herramientas necesarias para cumplir con este objetivo.

4.3 Operacional

La herramienta tiene factibilidad operacional ya que contará con manuales para su apropiada operación y es de fácil manipulación.

4.4 Económico financiero.

Tabla Nº 9. Recurso Humano

Nº	RECURSOS	DESIGNACIÓN
1	Sr. Wilson Rolando Vilca Tumbaco.	Investigador
2	Ing. Juan Medina.	Asesor.
3	Personal Aerotécnico	Colaboradores
4	Sr. Antonio Tirado	Colaborador

Tabla Nº 10. Recurso Técnico

Nº	TIPO DE RECURSO
1	Ordenes Técnicas
2	Catálogo de equipos de apoyo en tierra.
3	Bibliografía técnica del avión Kfir-Ce

Tabla Nº 11. Recurso Material

Nº	TIPO DE MATERIAL
1	Material de construcción.
2	Material especial

Presupuesto

Tabla Nº 12. Costos Primario

Nº	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL \$USD
1	Torno, fresa, cepillo.	196
2	Material de construcción	86
3	Mano de obra	80
4	Imprevistos	60
GASTOS TOTAL	\$USD	422

Tabla N° 13. Costos Secundarios

Nº	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL \$USD
1	Derecho de asesor.	120
2	Varios	56
3	Impresiones, Internet	55
4	Diseño de la herramienta a computadora.	60
5	Hoja de derecho	6
GASTOS TOTAL	\$USD	297

Tabla N° 14. Costo total

Nº	DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL \$USD
1	Costos primarios:	422
2	Costos secundarios:	297
GASTOS TOTAL	\$USD	719

5. Denuncia del tema:

“CONSTRUCCIÓN DE UN EXTRACTOR DE TORNILLOS PARA LOS PANELES DE ACCESO CON SUPERFICIES PLANAS DEL FUSELAJE DEL AVIÓN KFIR-CE”.

Tabla N° 15 **Cronograma**

N°	TIEMPO ACTIVIDADES	Marzo-09				Abril-09				Mayo-09				Junio-09				Julio-09			
1	Aprobación del anteproyecto	X																			
2	Preparación del proyecto a realizar	X	X																		
3	Desarrollo del proyecto			X	X	X	X	X	X												
4	Pruebas												X								
5	Ajustes													X							
6	Elaboración de monografía									X	X	X	X	X	X	X	X				
7	Revisiones finales																	X	X	X	X

 Sr. Wilson Vilca.
 Cl. 050326221-4

 Ing. Juan Medina.
 Cl. 140033528-5

Glosario de términos a usar

Antelación.- Anticipación temporal con la que sucede una cosa respecto a otra.

Avión.- o Aeroplano, aeronave más pesada que el aire, por lo general propulsada por medios mecánicos y sustentada por alas fijas como consecuencia de la acción dinámica de la corriente de aire que incide sobre su superficie.

Eficacia o efectividad.- Es la capacidad de lograr un efecto deseado o esperado.

Eficaz.- Que surte efecto y da buen resultado.

Eficiencia.- Es la capacidad de lograr el efecto en cuestión con el mínimo de recursos posibles.

Factible.- Que se puede hacer.

Fuselaje.- Cuerpo principal de un avión.

Hangar.- Estructura cubierta destinada a guardar los aviones.

Mantenimiento.- Conjunto de actividades que aseguran la aeronavegabilidad de las aeronaves lo que incluye una o varias de las siguientes tareas: reacondicionamiento, reparación, inspección, reemplazo de piezas, modificación o rectificación de defectos.

Modernización.- Actualización de la tecnología.

Optimización.- Logro de un resultado óptimo.

Orden Técnica (OT).- Manual técnico, de reparación, mantenimiento o catálogo de partes de un dispositivo en particular.

Proceso.- Conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial.

Productividad.- Capacidad de producir. Capacidad de ser útil y provechoso. Grado de producción en relación con los medios.

Siglas:

FAE.- Fuerza Aérea Ecuatoriana.

ITEL.- Lista de equipos e ilustración de herramientas. (Illustrated tool and equipment list)

ITSA.- Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

OT. - Orden técnica de trabajo.

WO.- Orden de trabajo.

Bibliografía:

- **BOEING**, Propietario Boeing, (2006). "Lista de Equipos e Ilustración de Herramientas" Unpublished Works.
- Academia Interamericana de la Fuerza Aérea "Diccionario de ingles Técnico Aeronáutico".

Páginas Web.

- <http://www.aac.gob.sv/archivos/AIC/2006/1006.pdf>
- F:\IAI Kfir - Wiki pedía, la enciclopedia libre.htm.
- <http://www.oni.escuela.edu.ar/2003/Buenoa>
- <http://es.wikipedia.org/w/index.php>

ANEXO B

ANEXO B



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

OBSERVACIÓN AL PERSONAL TÉCNICO DEL AREA DE MANTENIMIENTO DE LA FAE.

DATOS INFORMATIVOS:

CARRERA: MECÁNICA AERONÁUTICA – MOTORES

Lugar: Latacunga- Cotopaxi (Ala N°12)

Fecha: 09-12-2008

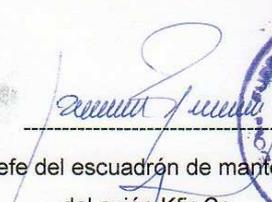
Observador: Rolando Vilca.

OBJETIVOS:

- Observar el desarrollo de las tareas de mantenimiento que se realiza por los técnicos en el hangar militar de la FAE.
- Observar el desempeño de los técnicos cuando realizan la apertura de los paneles del fuselaje de los aviones militares.

OBSERVACIONES:

El desempeño de los técnicos al realizar la apertura de los paneles del fuselaje del avión militar, es retrazada ya que ciertos tornillos de los paneles presentan un sobre ajuste, causado de esta forma inconvenientes al tener que acudir a métodos que nos son los adecuados para extraer el tornillo sobre ajustado.


Jefe del escuadrón de mantenimiento
del avión Kfir-Ce




Sr. Rolando Vilca.

ANEXO C

ANEXO C



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

**ENCUESTA PARA PERSONAL TÉCNICO DEL AREA DE MANTENIMIENTO
DE LA FAE.**

DATOS INFORMATIVOS:

CARRERA: MECÁNICA AERONÁUTICA – MOTORES

Lugar: Latacunga- Cotopaxi (Ala N°12)

Fecha: 09-12-2008

Encuestador: Rolando Vilca.

ENCUESTA PARA LOS AEROTECNICOS DEL AREA DE MANTENIMIENTO.

Objetivo: Investigar el criterio de los aerotécnicos que trabajan en el área de mantenimiento de aviones militares con respecto a la optimización de las herramientas especiales.



Jefe del escuadrón de mantenimiento
del avión Kfir-Ce





Sr. Rolando Vilca.

ANEXO D

ANEXO D

ENCUESTA.

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO ENCUESTA PARA EL PERSONAL DE AEROTÉCNICOS DE LA SECCIÓN DE MANTENIMIENTO DE AVIONES MILITARES.

Por favor, tome un tiempo para contestar las siguientes preguntas, las mismas que se utilizará para identificar problemas que se produzcan en el área de mantenimiento y colaborarán con la investigación del trabajo de grado, De ante mano mis agradecimientos ya que gracias a sus respuestas se obtendrá información vital para el desarrollo del trabajo antes mencionado. Por favor marque con una "X" en la respuesta deseada.

1.- ¿Al trabajar en la apertura de los paneles de acceso del fuselaje de la aeronave militar, cual es el problema más usual?

- Tornillos sobre ajustados.
- Tornillos que presentan corrosión.
- Tornillos rotos.

2.- ¿Los problemas al abrir paneles de accesos en el fuselaje del avión son?

- Muy frecuentes.
- Frecuentes.
- Pocos frecuentes

3.- ¿Considera usted, que al contar con una herramienta extractora de tornillos se facilitará la operación de mantenimiento, chequeo e inspección en el avión?

- Mucho.
- Poco.
- Nada.

4.- ¿Una herramienta extractora de tornillos, sería un aporte para mejorar la eficiencia de mantenimiento, que se brinda a la aeronave militar?

- Mucho.
- Poco.
- Nada.

5.- ¿AL contar con una herramienta extractora de tornillos, se reducirá los riesgos de daño a la estructura del fuselaje del avión, al realizar mantenimiento?

- Mucho.
- Poco.
- Nada.

6.- ¿Opina usted que al construir una herramienta extractora de tornillos, generará productividad, y en consecuencia ahorro de tiempo en el proceso de mantenimiento?

- Mucho.
- Poco.
- Nada.

7.- ¿Cree usted que un extractor de tornillos es una herramienta importante al realizar mantenimiento, chequeo e inspección en la aeronave?

- Muy importante.
- Poco importante.
- Nada importante.

8.- ¿Según su conocimiento y experiencia, cree usted necesaria la implementación de una herramienta extractora de tornillos para el mantenimiento, chequeo e inspección del avión militar?

- Muy importante.
- Poco importante
- Nada importante.

Nota.- La presente encuesta es anónima, y su único objetivo es servir como dato estadístico para la elaboración de la investigación planteada.

ANEXO E



Panel de acceso.



Herramientas especiales.



Panel de acceso desmontado.



Tornillos con corrosión que presentaron sobre ajuste.

ANEXO F

ANEXO F



ILLUSTRATED TOOL AND EQUIPMENT LIST

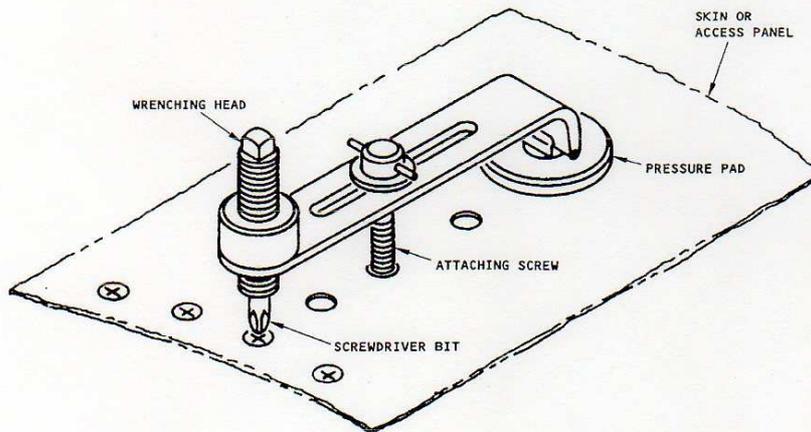
PART NUMBER: SE20-0002

Name.....Screw Removal Tool - Access Panel

Usage.....The SE20-0002 screw removal tool is used on all 737 airplanes. SE20-0002 is used to remove damaged or hard to loosen access panel screws. Refer to AMM 55-33-11 and AMM 57-30-01 for complete usage instructions.

Description.....The tool consists of a slotted arm which contains a threaded screwdriver in one end, and a pivoted pressure pad at the other. An attaching screw goes through the slot into an existing hole in the skin or access panel and secures the tool to the aircraft.

NOTE: B20004 replaces SE20-0002 for future procurement.



Maintenance x
Overhaul

Access Panel Screw Removal Tool

B4214

737
Jan 20/06

BOEING PROPRIETARY - Copyright © - Unpublished Work - See title page for details.

20-00
Page 9

ANEXO G

ANEXO G

Tabla de equivalencia de pulgadas a milímetros mm.

PULGADAS		PULGADAS	
Fracción	Milímetros	Fracción	Milímetros
1/64	.39690	19/32	15.0812
1/32	.79380	39/64	15.4781
3/64	1.1910	5/8	15.8700
3/32	2.3812	41/64	16.2719
7/64	2.7781	21/32	16.6688
1/8	3.1750	43/64	17.0656
9/64	3.5719	11/16	17.4625
5/32	3.9688	45/64	17.8594
11/64	4.3656	23/32	18.2562
3/16	4.7625	47/64	18.6531
13/64	5.1594	3/4	19.0500
7/32	5.5562	49/64	19.4469
15/64	5.9531	25/32	19.8438
1/4	6.3500	51/64	20.2406
17/64	6.7469	13/16	20.6325
9/32	7.1438	53/64	21.0344
19/64	7.5406	27/32	21.4312
5/16	7.9375	55/64	21.8281
21/64	8.3344	7/8	22.5000
11/32	8.7312	57/64	22.6219
23/64	9.1281	29/32	23.0188
3/8	9.5250	59/64	23.4156
25/64	9.9219	15/16	23.8125
13/32	10.3188	61/64	24.2094
27/64	10.7156	31/32	24.6062
7/16	11.1125	63/64	25.0031
29/64	11.5094	1	25.4000
15/32	11.9062	1 1/4	31.7500
31/64	12.3031	1 1/2	38.1000
1/2	12.7000	1 3/4	44.4500
33/64	13.0969	2	50.8000
17/32	13.4938	2 1/4	57.1500
35/64	13.8906	2 1/2	63.5000
9/16	14.2875	2 3/4	69.8500
37/64	14.6844	3	76.2000

ANEXO H

IBCA

IVAN BOHMAN C.A.

705-AISI 4340

Acero bonificado para maquinaria

GENERALIDADES: 705 es un acero al molibdeno más cromo y níquel. El molibdeno tiene una solubilidad limitada y es un buen formador de carburos. Ejerce un fuerte efecto sobre la templabilidad y de manera semejante al cromo, aumenta la dureza y resistencia a alta temperatura de los aceros. Menos susceptibles al fragilizado debido al revenido que los demás aceros aleados para maquinaria. Al combinarse con níquel y cromo soporta altas exigencias de resistencia y tenacidad en secciones grandes. Su contenido de níquel le da más templabilidad, lo mismo que la resistencia en caliente.

705 combina alta resistencia mecánica (la mayor del mercado) con buena tenacidad. Este acero en forma standard es suministrado bonificado, por lo que no se requeriría luego un tratamiento térmico, sin embargo, si se desea mejores propiedades, puede ser templado al aceite. Susceptible de temple por inducción y también puede someterse a tratamiento de nitrurado.

ANÁLISIS TÍPICO %

	C	Si	Mn	P	S	Mo	Cr	Ni
705	0.36	0.25	0.70	—	—	1.40	1.40	0.20
AISI 4340	0.35-0.40	0.20-0.35	0.60-0.80	0.04	0.04	1.65-2.00	0.70-0.90	0.20-0.30

EQUIVALENCIAS

AISI/SAE	4340
DIN	34CrNiMo6
W.Nr	1.6582
JIS	SNCM1
AFNOR	35NCD6

PROPIEDADES MECÁNICAS EN CONDICIÓN DE SUMINISTRO

Resistencia a la tracción	90-110 kg/mm ²
Esfuerzo de cedencia	70 kg/mm ²
Elongación, A5	min 12%
Reducción de área, Z	min 45%
Resistencia al impacto, KU	aprox. 20 J
Dureza	270-330 HB

De acuerdo a DIN 17200 resp. SEW 550. Tolerancia DIN 1013 resp. DIN 7527 / 6

Nota: Estas propiedades se garantizan hasta Ø250 mm. Medidas mayores, favor consultarnos.

APLICACIONES:

1. Partes de gran resistencia para la industria automotriz, como:

- ejes
- cardanes
- cigüeñales
- ejes de leva
- tornillería de alta resistencia

2. Partes para la construcción de maquinaria de trabajo pesado como:

- árboles para trituradoras
- ejes de transmisión de grandes dimensiones
- engranajes de temple por llama, inducción o nitruración
- barras de torsión
- mandriles
- portaherramientas

3. Aplicaciones donde se requiere resistencia a la fatiga, como:

- En la construcción de equipo pesado para camiones, aviones, equipo militar, etc.

AISI 4340**Color de identificación:** **Aleación:** C% 0.34 - Si% 0.3 - Mn% 0.50 - Cr.% 1.50 - Mo% 0.20 - Ni%1.5**Denominación según:**

DIN: 34CrNiMo6 - 35CrNiMo6 W

AISI 4340

No 1.6582-1.6583

Böhler V15

Descripción:

Acero de especial resistencia a la tracción y torsión. Muy buena resistencia al desgaste y al impacto. Utilizable a temperaturas hasta de 500°C sin perder su bonificación, se utiliza para partes y repuestos sometidos a muy altos esfuerzos dinámicos como cigüeñales ejes de leva, arboles de transmisión, barras de torsión, ejes cardan, tuercas de alta tensión, piñones, ruedas dentadas, moldes para inyección de plásticos.

Estado de entrega: Bonificada 1000 N/mm² (300 HB) por lo que generalmente no requiere de tratamiento térmico.

Dureza en estado de entrega: 95 - 115 kg/mm² liberado de tensiones.

Resistencia a la tracción: 85-115 kg/mm²

Límite de fluencia: 65 - 75 kg/mm²

Medias disponibles:

Redondos: 5/8" y 22" Platinas: 255 x 26 - 700 x 500 mm



Catálogo Comercial

Propiedades del Acero

Propiedades mecánicas

\varnothing mm.	Resistencia a la tracción MPa	Límite elástico MPa	% elongación	Tenacidad Kv a 20° C (J)
$d \leq 16$	1200 - 1400	≥ 1000	≥ 9	≥ 35
$16 < d \leq 40$	1100 - 1300	≥ 900	≥ 10	≥ 45
$40 < d \leq 100$	1000 - 1200	≥ 800	≥ 11	≥ 45
$100 < d \leq 160$	900 - 1100	≥ 700	≥ 12	≥ 45
$160 < d \leq 250$	800 - 950	≥ 600	≥ 13	≥ 45
$250 < d \leq 500$	740 - 890	≥ 540	≥ 14	≥ 45
$500 < d \leq 750$	690 - 840	≥ 490	≥ 15	≥ 40

* Las propiedades expresadas en la tabla anterior son valores típicos y de carácter informativo, ya que en este tipo de material se garantiza es la dureza; si se desea solicitar valores mecánicos específicos solicitamos se comunique con nuestro departamento técnico.

Características físicas

Valores a temperature ambiente:

Modulo de elasticidad N/mm ²	210000
Densidad g/cm ³	7,84
Conductividad térmica W/m·K	37,7
Calor específico J/g·K	0,46

AISI 4340/34CrNiMo6

ANEXO I

ANEXO I

Tipos de Roscas

Existen varios tipos de rosca, como por ejemplo:

- Roscas **métricas (M)**,
- Rosca **unificada fina (UNF)**,
- Rosca **unificada normal (UNC)** (corriente) (UNC),
- Rosca **Witworth de paso fino (BSF)**,
- Rosca **Witworth de paso normal (BSW o W)**, entre otras.

METRICA PASO NORMAL			METRICA PASO FINO			UNIFICADA PASO NORMAL			UNIFICADA PASO FINO		
Medida Nominal			Medida Nominal			Medida Nominal			Medida Nominal		
D exterior	x	paso	D exterior	x	paso	D exterior	- N° H/''		D exterior	- N° H/''	
M 1.6	x	0.35	M 2.5	x	0.35	4	(.112") - 40	UNC	N° 0	(.060") - 80	UNC
M 1.7	x	0.35	M 3	x	0.35	5	(.125") - 40	UNC	N° 1	(.073") - 72	UNC
M 2	x	0.4	M 3.5	x	0.35	6	(.138") - 32	UNC	N° 2	(.086") - 64	UNC
M 2.2	x	0.45	M 4	x	0.5	8	(.164") - 32	UNC	N° 3	(.099") - 56	UNC
M 2.3	x	0.4	M 5	x	0.5	10	(.190") - 24	UNC	N° 4	(.112") - 48	UNC
M 2.5	x	0.45	M 6	x	0.75	12	(.216") - 24	UNC	N° 5	(.125") - 44	UNC
M 2.6	x	0.45	M 7	x	0.75		1/4" - 20	UNC	N° 6	(.138") - 40	UNC
M 3	x	0.5	M 8	x	0.75		5/16" - 18	UNC	N° 8	(.164") - 36	UNC
M 3	x	0.6	M 8	x	1		3/8" - 16	UNC	N° 10	(.190") - 32	UNC
M 3.5	x	0.6	M 9	x	0.75		7/16" - 14	UNC	N° 12	(.216") - 28	UNC
M 4	x	0.7	M 9	x	1		1/2" - 13	UNC		1/4" - 28	UNC
M 4	x	0.75	M 10	x	0.75		9/16" - 12	UNC		5/16" - 24	UNC
M 4.5	x	0.75	M 10	x	1		5/8" - 11	UNC		3/8" - 24	UNC
M 5	x	0.75	M 10	x	1.25		3/4" - 10	UNC		7/16" - 20	UNC
M 5	x	0.8	M 11	x	-		7/8" - 9	UNC		1/2" - 20	UNC
M 5	x	0.9	M 11	x	0.75		1" - 8	UNC		9/16" - 18	UNC
M 5	x	1	M 12	x	1		1" 1/8" - 7	UNC		5/8" - 18	UNC
M 5.5	x	0.9	M 12	x	1		1" 1/4" - 7	UNC		3/4" - 16	UNC
M 6	x	1	M 12	x	1.25		1" 3/8" - 6	UNC		7/8" - 14	UNC
M 7	x	1	M 13	x	1.5		1" 1/2" - 6	UNC		1" - 12	UNC
M 8	x	1.25	M 14	x	1		1" 3/4" - 5	UNC			
M 9	x	1.25	M 14	x	1						
M 10	x	1.5	M 14	x	1.25						
M 11	x	1.5	M 15	x	1						
M 12	x	1.75	M 15	x	1.5						
M 14	x	2	M 16	x	1						
M 16	x	2	M 16	x	1.5						
M 18	x	2.5	M 17	x	1.5						
M 20	x	2.5	M 17	x	1						
M 22	x	2.5	M 18	x	1.5						
M 24	x	3	M 18	x	1						
M 27	x	3	M 20	x	1.5						
M 30	x	3.5	M 20	x	1						
M 33	x	3.5	M 22	x	1.5						
M 36	x	4	M 22	x	1						
M 39	x	4	M 24	x	1.5						
M 42	x	4.5	M 24	x	1						
M 45	x	4.5	M 24	x	1.5						
M 48	x	5	M 25	x	1						
M 52	x	5	M 25	x	1.5						
						WHITWORTH PASO NORMAL			WHITWORTH PASO FINO		
						Medida Nominal			Medida Nominal		
						D exterior	- N° H/''		D exterior	- N° H/''	
						W	1/16"	- 60	BFS	3/16"	- 32
						W	3/32"	- 48	BFS	7/32"	- 28
						W	1/8"	- 40	BFS	1/4"	- 26
						W	5/32"	- 32	BFS	9/32"	- 26
						W	3/16"	- 24	BFS	5/16"	- 22
						W	7/32"	- 24	BFS	3/8"	- 20
						W	1/4"	- 20	BFS	7/16"	- 18
						W	5/16"	- 18	BFS	1/2"	- 16
						W	3/8"	- 16	BFS	9/16"	- 16
						W	7/16"	- 14	BFS	5/8"	- 14
						W	1/2"	- 12	BFS	1 1/16"	- 14
						W	9/16"	- 12	BFS	3/4"	- 12
						W	5/8"	- 11	BFS	13/16"	- 12
						W	3/4"	- 10	BFS	7/8"	- 11
						W	7/8"	- 9	BFS	1"	- 10
						W	1"	- 8	BFS	1"	- 8
						W	1" 1/8"	- 7	BFS	1" 1/8"	- 9
						W	1" 1/4"	- 7	BFS	1" 1/4"	- 9
						W	1" 3/8"	- 6	BFS	1" 3/8"	- 8
						W	1" 1/2"	- 6	BFS	1" 1/2"	- 8

ANEXO J



FUERZA AÉREA ECUATORIANA

CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DE LA HERRAMIENTA ESPECIAL PARA LA EXTRACCIÓN DE LOS TORNILLOS PARA LOS PANELES DE ACCESO CON SUPERFICIES PLANAS DEL FUSELAJE DEL AVIÓN KFIR- CE.

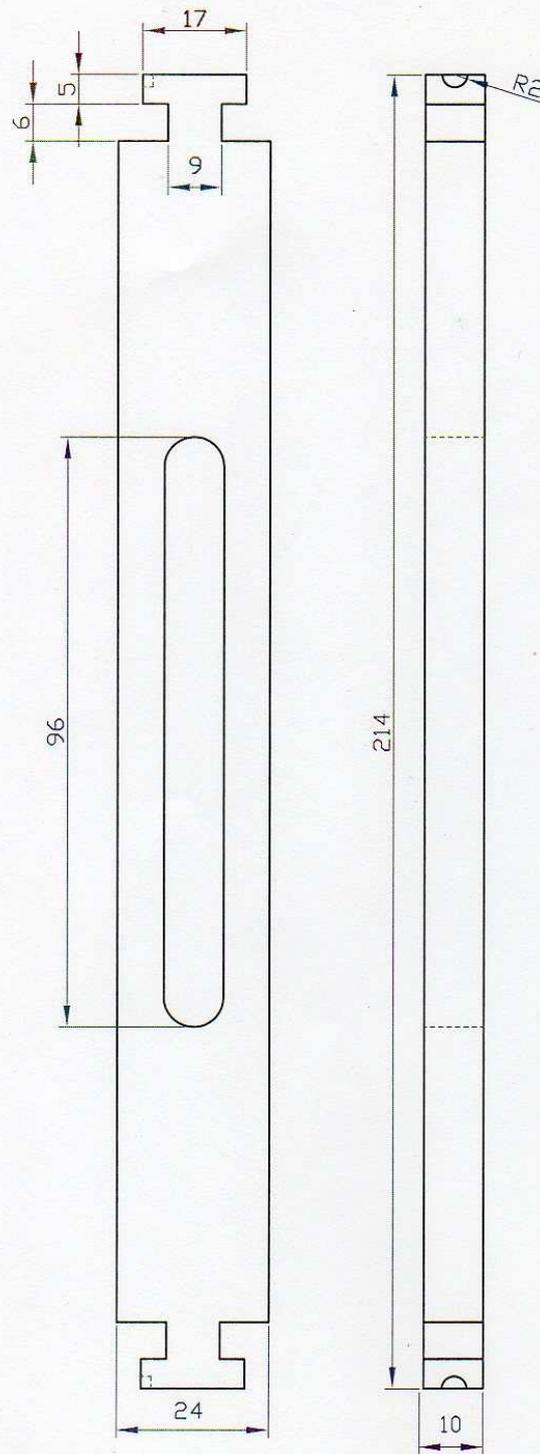
Yo TNTE. TEC. AVC. HERNÁN PEREIRA, COMANDANTE DEL ESCUADRÓN MANTENIMIENTO AVIONES DE LA BASE AÉREA COTOPAXI, tengo a bien certificar que el señor Vilca Tumbaco Wilson Rolando construyó la "HERRAMIENTA ESPECIAL PARA LA EXTRACCIÓN DE LOS TORNILLOS PARA LOS PANELES DE ACCESO CON SUPERFICIES PLANAS DEL FUSELAJE DEL AVIÓN KFIR-CE" bajo la asesoría de los técnicos de la Sección de Mantenimiento del Avión Kfir-Ce de la Base Aérea Cotopaxi, cabe mencionar que la herramienta especial esta operativa al 100% de su trabajo ya que para su operación y certificación de condición operable se realizaron las pruebas funcionales competentes de las cuales se obtuvo un resultado totalmente satisfactorio.

Hernán Pereira
Tnte. Téc. Avc.



COMANDANTE DEL ESCUADRÓN MANTENIMIENTO AVIONES.

A N E X O K P L A N O S



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO



ÍTEM:	NOMBRE:	FIRMA:	FECHA:
Diseñado:	Sr. Rolando Vilca.	<i>[Signature]</i>	15-05-09
Dibujado:	Sr. Rolando Vilca.	<i>[Signature]</i>	15-05-09
Revisado:	Ing. Juan Medina.	<i>[Signature]</i>	15-05-09
Aprobado:	Ing. Juan Medina.	<i>[Signature]</i>	15-05-09

Material: Acero AISI/SAE 4340

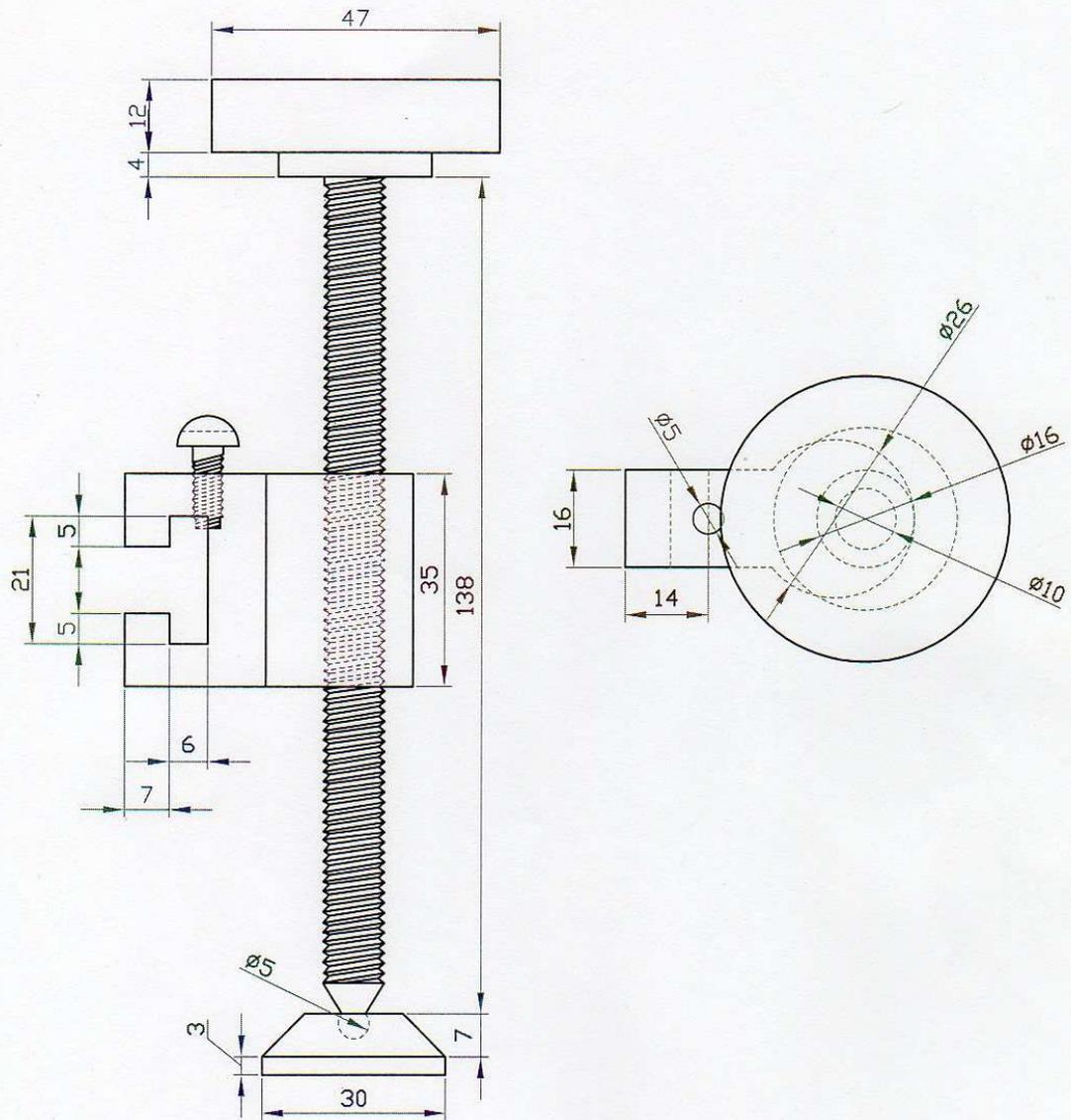
Herramienta extractora de tornillos para los paneles de acceso con superficies planas del fuselaje del avión Kfir-Ce.

Contenido: Brazo Ranurado.

Lámina: 01/05

Escala: 1/0.8

Medida:
Milímetros



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO



ÍTEM:	NOMBRE:	FIRMA:	FECHA:
Diseñado:	Sr. Rolando Vilca.	<i>[Signature]</i>	15-05-09
Dibujado:	Sr. Rolando Vilca.	<i>[Signature]</i>	15-05-09
Revisado:	Ing. Juan Medina.	<i>[Signature]</i>	15-05-09
Aprobado:	Ing. Juan Medina.	<i>[Signature]</i>	15-05-09
Material: Acero AISI/SAE 4340			

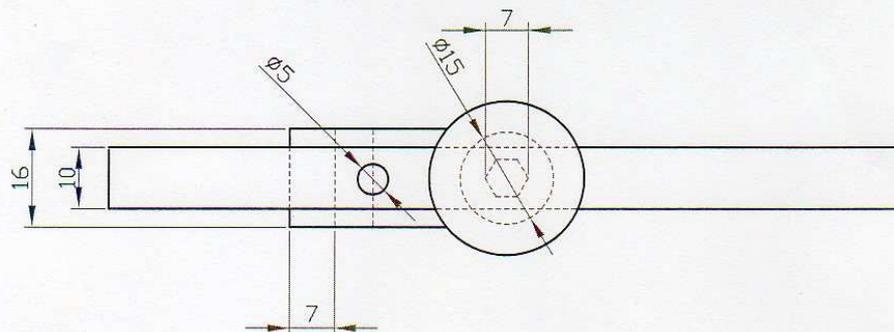
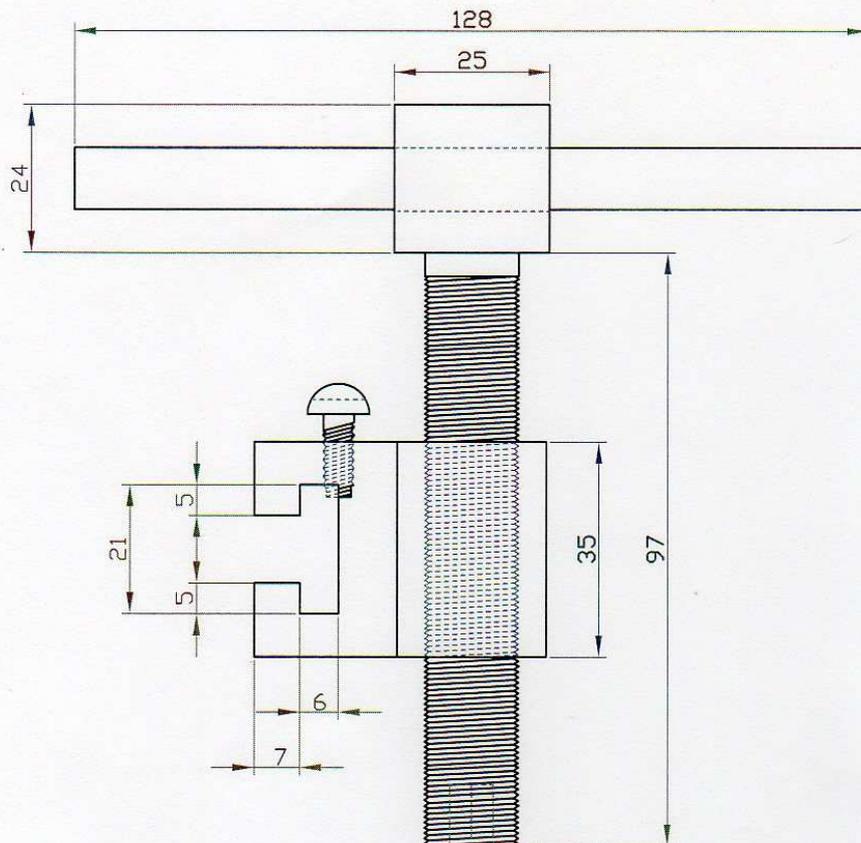
Herramienta extractora de tornillos para los paneles de acceso con superficies planas del fuselaje del avión Kfir-Ce.

Contenido: Tornillo Compensador de Momento.

Lámina: 02/05

Escala: 1/1

Medida:
Milímetros



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO



ITEM:	NOMBRE:	FIRMA:	FECHA:
Diseñado:	Sr. Rolando Vilca.		15-05-09
Dibujado:	Sr. Rolando Vilca.		15-05-09
Revisado:	Ing. Juan Medina.		15-05-09
Aprobado:	Ing. Juan Medina.		15-05-09

Material: Acero AISI/SAE 4340

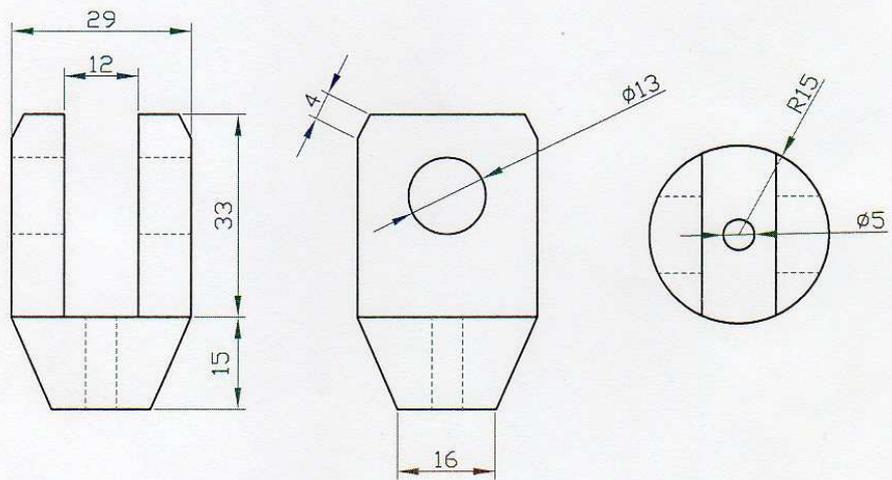
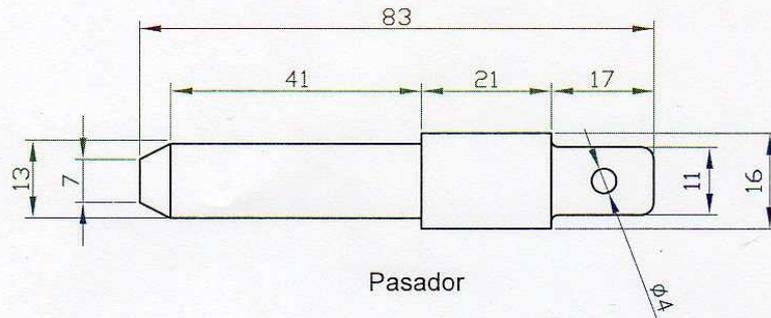
Herramienta extractora de tornillos para los paneles de acceso con superficies planas del fuselaje del avión Kfir-Ce.

Contenido: Tornillo Extractor.

Lámina: 03/05

Escala: 1/1

Medida:
Milímetros



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

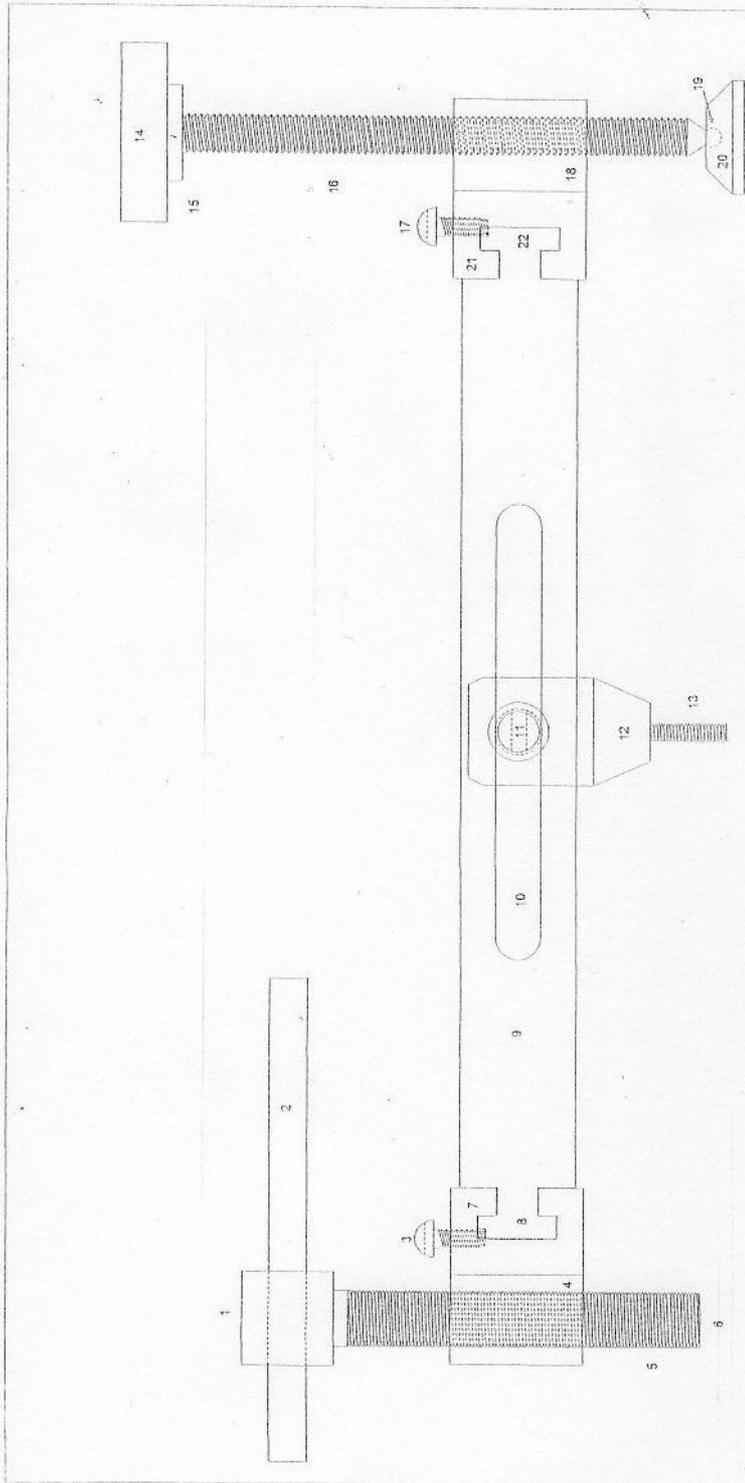


ÍTEM:	NOMBRE:	FIRMA:	FECHA:
Diseñado:	Sr. Rolando Vilca.	<i>[Signature]</i>	15-05-09
Dibujado:	Sr. Rolando Vilca.	<i>[Signature]</i>	15-05-09
Revisado:	Ing. Juan Medina.	<i>[Signature]</i>	15-05-09
Aprobado:	Ing. Juan Medina.	<i>[Signature]</i>	15-05-09
Material: Acero AISI/SAE 4340			

Herramienta extractora de tornillos para los paneles de acceso con superficies planas del fuselaje del avión Kfir-Ce.

Lámina:04/05
Escala:1/1
Medida: Milímetros

Contenido: Pasador y Tambor deslizante



1	Tornillo extractor	12	Tambor deslizante
2	Palanca de fuerza del tornillo extractor	13	Tornillo de fijación
3	Prisionero	14	Tornillo compensador de momento
4	Buje del tornillo extractor	15	Manija de regulación
5	Varilla roscada	16	Varilla roscada
6	Punta hexagonal	17	Prisionero
7	Acople del buje del tornillo extractor	18	Buje del tornillo de regulación
8	Acople del brazo ranurado	19	Punta esférica
9	Brazo ranurado	20	Coifado
10	Ranura del brazo	21	Acople del buje del tornillo de regulación

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

Herramienta extractora de tornillos para los paneles de acceso con superficies planas del fuselaje del avión Kfir-Ce.

Contenido: Partes de la herramienta

ITEM	UNIDADES	FECHA	ESCALA
Desarrollado por: [Nombre]	15-52-58		
Revisado por: [Nombre]	15-52-58		
Aprobado por: [Nombre]	15-52-58		
Elaborado por: [Nombre]	15-52-58		

Laminados
Escala: 1/1
Medios.

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: VILCA TUMBACO WILSON ROLANDO
NACIONALIDAD: ECUATORIANA
FECHA DE NACIMIENTO: 24 DE MAYO DE 1987
CÉDULA DE CIUDADANÍA: 050326221-4
TELÉFONOS: 032728163
CORREO ELECTRÓNICO: vilcarolando@hotmail.com
DIRECCIÓN: SALCEDO (CALLES VICENTE LEÓN Y AMAZONAS)



ESTUDIOS REALIZADOS

ESCUELA FISCAL "CRISTÓBAL COLÓN"

Salcedo 23 de julio del 1999

COLEGIO TÉCNICO INDUSTRIAL "19 DE SEPTIEMBRE" BACHILLER
TÉCNICO INDUSTRIAL ESPECIALIZACIÓN MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Salcedo 13 de julio del 2005

TÍTULOS OBTENIDOS

BACHILLER TÉCNICO INDUSTRIAL ESPECIALIZACIÓN MECÁNICA
AUTOMOTRIZ COLEGIO TÉCNICO INDUSTRIAL "19 DE SEPTIEMBRE"

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

PRÁCTICA EN LA BASE AÉREA COTOPAXI EN LA ESPECIALIDAD DE
MANTENIMIENTO EN EL PROYECTO DE LOS AVIONES T-34

PRÁCTICA EN EL CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONÁUTICO (CEMA)
ESPECIALIDAD DE MANTENIMIENTO.

CURSOS Y SEMINARIOS

CURSO DE ENGLISH TRAINING EN EL CENTRO OCUPACIONAL BUDDY ENGLISH DURACIÓN 120 HORAS.

CURSO DE DIGITADOR EN LA CORPORACIÓN BOLIVARIANA DURACIÓN 40 HORAS.

CURSO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA ITSA 2006 CAPÍTULO AEROESPACIAL 1 DÍA.

EXPERIENCIA LABORAL

AYUDANTE EN TRABAJOS DE SOLDADURA EN EL TALLER DE METAL MECANICA "FABIAN VILCA"

AYUDANTE EN TRABAJOS DE SOLDADURA, TORNO, FRESA, CEPILLO METAL MECÁNICA "ANTONIO TIRADO"

AYUDANTE EN MECÁNICA AUTOMOTRIZ MOTORES DIESEL "TECNITRAILER"

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE RESPONSABILIZA
EL AUTOR

Wilson Rolando Vilca Tumbaco

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

Ing. Trujillo Guillermo

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, WILSON ROLANDO VILCA TUMBACO, Egresado de la carrera de MECÁNICA AERONÁUTICA, en el año 2009, con Cédula de Ciudadanía N° 050326221-4, autor del Trabajo de Graduación CONSTRUCCIÓN DE UN EXTRACTOR DE TORNILLOS PARA LOS PANELES DE ACCESO CON SUPERFICIES PLANAS DEL FUSELAJE DEL AVIÓN KFIR-CE , cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Wilson Rolando Vilca Tumbaco