

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**“ IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
TENSIÓN DE CABLES PARA CONTROL DE VUELO ”**

POR:

NARVÁEZ GUADALUPE DANIEL SIGFRIDO

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

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCION MOTORES**

2012

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el **Sr. DANIEL SIGFRIDO NARVÁEZ GUADALUPE**, como requerimiento parcial para la obtención del Título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**.

Tlgo. Ulices René Cedillo Moncayo

Latacunga, Agosto 31 del 2012

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de grado a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

Daniel Sigfrido Narváz Guadalupe

AGRADECIMIENTOS

Los resultados de este proyecto, están dedicados a todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de su culminación. Mis sinceros agradecimientos están dirigidos hacia Mario Toapanta, quien con su ayuda desinteresada, me brindó asistencia e información relevante. A mi familia por siempre brindarme su apoyo, tanto sentimental, como económico. Pero, principalmente mi agradecimiento está dirigido hacia mi madre sin el cual no hubiésemos podido salir adelante.

Daniel Sigfrido Narváz Guadalupe

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PAGINA
PÁGINAS PRELIMINARES	
Portada.....	I
Certificación.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento.....	IV
Índice de Contenidos.....	V
Índice de Tablas.....	VIII
Índice de Figuras.....	IX
Índice de Anexos.....	X
Resumen.....	1
Summary.....	2
CAPÍTULO I	
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Justificación e Importancia.....	4
1.3 Objetivos.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos.....	5
1.4 Alcance.....	5
CAPÍTULO II	
2. Marco Teórico.....	6
2.1 Fundamentación Teórica.....	6
2.1.1 Mantenimiento Aeronáutico.....	6
2.2.1.1 Mantenimiento Programado.....	7
2.2.1.2 Mantenimiento No Programado.....	8
2.2.2 Tipos de Mantenimiento.....	9
2.2.2.1 Mantenimiento del avión.....	9
2.2.2.1.1 Mantenimiento en Línea.....	9
2.2.2.2 Mantenimiento de Componentes.....	15

2.2.2.3 Mantenimiento del motor.....	16
2.3 Herramientas de precisión.....	18
2.4 Reglas para realizar las mediciones.....	18
2.4.1 Error en las mediciones.....	19
2.5 Tipos de sistemas de control.....	19
2.6 Control de cables.....	21
2.7 Terminales de control de cables.....	21
2.8 Turnbuckles.....	23
2.9 Control de tensión de cables	24

CAPÍTULO III

3.1 Construcción del sistema de sujeción para simular tensión en cables.	28
3.1.1 Codificación de Máquinas, Herramientas y Equipos.....	28
3.1.2 Construcción de palanca de sujeción turnbuckles.....	30
3.1.3 Construcción de dados de sujeción para tensión de cables	32
3.2 Selección de tensiómetro y adaptación al sistema de sujeción.....	34
3.2.1 Principios Básicos.....	34
3.2.2 Selección de la herramienta.....	34
3.2.3 Partes Constitutivas.....	35
3.3 Dimensiones de las Herramientas.....	36
3.4 Diagramas de Procesos.....	36
3.4.1 Diagramas de Proceso de Construcción.....	37
3.4.1.1 Diagrama de proceso de construcción de palanca de sujeción turnbuckles.....	37
3.4.1.2 Diagrama de proceso de construcción de dados de sujeción para tensión de cable.....	38
3.4.1.3 Diagrama de ensamble final de la herramienta de sujeción de cables para tensión.....	39

3.5 Manuales.....	40
3.5.1 Descripción de Manuales.....	40
3.5.1.1 Manual de Operación.....	40
3.5.1.2 Manual de Mantenimiento.....	40
3.5.1.3 Registro de Datos Técnicos.....	44
3.5.1.4 Pruebas.....	46
Manual de Operación.....	48
Manual de Mantenimiento.....	50
Libro de vida de Mantenimiento.....	52
Libro de vida de Funcionamiento.....	53
Libro de Daños.....	54
3.6 Estudio Económico.....	55
3.6.1 Costos.....	55
CAPÍTULO IV	
Conclusiones y Recomendaciones.....	57
GLOSARIO.....	59
BIBLIOGRAFÍA.....	64
ANEXOS.....	65
LEGALIZACIÓN DE FIRMAS.....	136
CESIÓN DE DERECHOS.....	137

ÍNDICE DE TABLAS

	PAGINA
Tabla 3.1 Codificación de Máquinas	28
Tabla 3.2 Codificación de Herramientas	29
Tabla 3.3 Tabla de procesos	29
Tabla 3.4 Dimensiones de las Herramientas	36
Tabla 3.5 Simbología de los diagramas	36
Tabla 4.1 Codificación de los Manuales para el Sistema.....	45
Tabla 5.1 Costos de Materiales.....	55
Tabla 5.2 Costos maquinados y producción.....	55
Tabla 5.3 Costo total del sistema.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

	PAGINA
Fig. 2.1 MANTENIMIENTO AERONÁUTICO.....	6
Fig. 2.2 MANTENIMIENTO PROGRAMADO.....	7
Fig. 2.3 MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO.....	8
Fig. 2.4 MANTENIMIENTO DEL AVION.....	9
Fig. 2.5 MANTENIMIENTO EN LINEA.....	9
Fig. 2.6 MANTENIMIENTO MENOR.....	11
Fig. 2.7 MANTENIMIENTO MAYOR.....	13
Fig. 2.8 MANTENIMIENTO DE COMPONENTES.....	15
Fig. 2.9 MANTENIMIENTO DEL MOTOR	16
Fig. 2.10 PUSH PULL-ROD ASSEMBLY.....	20
Fig. 2.11 PROPER ROD-END BEARING ATTACHMENT.....	20
Fig. 2.12 CONTROL CABLE TERMINALS.....	22
Fig. 2.13 NICROPRESS SLEEVE FOR TERMINATING AN AIRCRAFT CONTROL CABLE.....	22
Fig. 2.14 METHODS OF SAFETYING TURNBUCKLES.....	23
Fig. 2.15 CLIP-LOCKING TURNBUCKLES.....	24
Fig. 2.16 TABLA PARA CONTROL DE TENSION EN EL CABLE...	26
Fig. 2.17 EJEMPLO DE TENSIOMETRO.....	27
Fig. 3.1 SISTEMA SUJECCIÓN DE CABLES.....	33
Fig. 3.2 TENSIOMETRO TENSITRON ACM-200.....	35
Fig. 3.3 TENSIOMETRO TENSITRON ACM-200.....	35

ÍNDICE DE ANEXOS

	PAGINA
Anexo 1	
Anteproyecto.....	64
Anexo 2	
Subparte B – Requerimientos de Certificación.....	109
Anexo 3	
ACM Tensiometer Data Sheets.....	113
Anexo 4	
Manual de Operación Tensiometro ACM 200 Traducido.....	121
Anexo 5	
Modelo de Ficha Técnica de Observación.....	126
Anexo 6	
Modelo de Entrevista.....	128
Anexo 7	
Plano de Partes Constitutivas.....	130
Anexo 8	
Hoja de Vida del Graduado.....	133

RESUMEN

El presente proyecto se trata acerca de la implementación de un sistema completo de medición de tensión de cables con fines didácticos, para el uso del personal docente y estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, con el objeto de poder ilustrar la calibración de la tensión en cables de aeronaves.

Han sido incluidos los criterios de selección de un tensiómetro que se adapte a los diferentes tipos y espesores de cables que se pueden encontrar así como el proceso de construcción y adaptación de una herramienta para sujetar los cables previos a la medición.

Previo a la implementación del sistema se realiza una investigación de factibilidad basada en las mismas necesidades del Instituto, en donde los participantes directos son los estudiantes y el personal docente que gracias a la investigación realizada se puede determinar las falencias y necesidades que tiene el Instituto, y de esta forma llegar a un mejor entendimiento en temas específicos.

Dentro del proyecto se incluye información sobre el funcionamiento del tensiómetro, principio de funcionamiento del mismo, una breve descripción de los tipos de tensiómetros existentes, fundamentos teóricos acerca del mantenimiento aeronáutico, tipos de mantenimientos y herramientas de precisión.

También se incluyen procedimientos de uso del sistema, procedimientos de mantenimiento y cuidado de la misma y tablas de registro de mantenimiento y operación del sistema.

SUMMARY

The present project is about the implementation of a complete aircraft wired measure system for teaching purpose, it will be used by teachers, instructors and students of Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, with the objective to can illustrated the tension wired calibration in aircrafts.

Has been included the selection criteria of a tensiometer to suit different types and thicknesses of cables that can be found as well as the construction process and adjustment of a tool to secure the cables prior to measurement

Before the implementation of the system was performs a feasibility research based on the same Institute needs, here the direct participants were the students and teachers, thanks to investigation can identify gaps and needs of the school, and thus gain a better understanding on specific issues.

Within the project is included information on the operation of the tensiometer, the same operating principle, a brief description of the types of tensiometers existing theoretical about the maintenance of aircraft, types of maintenance and precision tools.

Also are included procedures for using the system, maintenance procedures and care of it and log tables maintenance and operation of the system.

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes

El avance científico y tecnológico en el campo aeronáutico, ha permitido el diseño y construcción de aviones altamente sofisticados que sobrepasan las expectativas iniciales de esta industria.

Las casas fabricantes, diseñan, construyen prototipos, y realizan pruebas operacionales para determinar la correcta operatividad y funcionamiento de las diversas unidades, una vez en actividad es necesario el control de mantenimiento para asegurar que estas sigan operando de una manera óptima para asegurar la seguridad del vuelo.

En el país no se fabrican aviones, sin embargo los operadores aeronáuticos poseen talleres de mantenimiento, donde labora personal técnico, capacitado y especializado en las diferentes unidades, sistemas, motores y estructuras de las aeronaves.

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico es la única institución de educación superior en el país que oferta programas académicos a nivel Tecnológico en el área de Mantenimiento Aeronáutico. La institución debe adaptarse a las innovaciones tecnológicas en aeronáutica, ya que de esto dependerá que sus egresados sean competentes en el mercado laboral.

Partiendo de la necesidad de tener herramientas de precisión para la calibración de equipos y/o aparatos, se realizaron encuestas para saber con cuales de las mismas se cuenta y cuál sería la que de manera urgente o prioritaria

se debería tener para un mejor desarrollo de las prácticas de laboratorio así como para un posterior desempeño en el campo laboral.

El marco legal en el que se fundamenta este trabajo se halla en las Regulaciones Aeronáuticas de la Dirección General de Aviación Civil (DGAC), específicamente en la Parte 147 Sub-parte B de las RDGAC (Ver Anexo 2) Que trata sobre Escuelas de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico, y de los requerimientos de Certificación.

1.2 Justificación e Importancia

La calibración de los equipos es parte prioritaria del mantenimiento de las aeronaves, razón por la cual este equipo de precisión juega un papel importante en la obtención de resultados favorables y de seguridad.

Al no contar los laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica con el equipo apropiado, es decir con un tensiómetro, para aplicar los conocimientos impartidos sobre este tema, lo que representa dificultades en el proceso de enseñanza - aprendizaje, produciéndose un entendimiento poco claro por parte del estudiante.

La implementación de esta herramienta permitirá al estudiante entender de manera práctica la calibración de los equipos, como por ejemplo los controles de vuelo, y posteriormente desenvolverse de mejor manera en el campo laboral, obteniendo así el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico los resultados que como institución superior se ha trazado.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Construcción de un sistema de tensión de cables e implementación de un tensiómetro para los laboratorios de Mecánica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, para realizar calibraciones a los controles de vuelo.

1.3.2 Objetivos Específicos

- ◆ Elaboración de planos del sistema de tensión de cables
- ◆ Construcción del sistema de sujeción para simular tensión en cables.
- ◆ Seleccionar un tensiómetro.
- ◆ Implementación de un tensiómetro.
- ◆ Realizar pruebas de funcionamiento.
- ◆ Elaborar manuales de operación y mantenimiento.

1.4 Alcance

La implementación de la herramienta tiene por alcance:

- ◆ Incrementar material y equipamiento didáctico en los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica, con el fin de aportar al desarrollo del proceso de inter-aprendizaje sobre la calibración de controles de vuelo.
- ◆ De la ejecución del presente proyecto se beneficiarán los estudiantes de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA; así como también el personal docente.
- ◆ Proporcionar los conocimientos prácticos al estudiante para desempeñarse de una manera profesional en el campo laboral.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1 Fundamentación Teórica

2.1.1 Mantenimiento Aeronáutico



FIG. 2.1 MANTENIMIENTO AERONÁUTICO

FUENTE: <http://www.chubut.gov.ar/aeronautica/imagenes/montaje%20motores1.jpg>

El Mantenimiento Aeronáutico es el conjunto de actividades dirigidas a permitir que las aeronaves operen con seguridad, eficiencia y dentro de parámetros que dicta para cada caso la Regulación Aeronáutica vigente en cada momento.

Los talleres de mantenimiento aeronáutico deben disponer de los equipos, herramientas y material adecuados, además de tener una o varias personas para planificar, supervisar e inspeccionar el trabajo de mantenimiento. Dependiendo del tamaño de la empresa, pueden existir un director financiero, un jefe de ingeniería, un director de mantenimiento básico, un director de mantenimiento de

línea, un jefe de taller y un jefe de control de calidad. Estos puestos se reducen a una o dos personas en pequeñas empresas.

Los equipos y herramientas usadas en los talleres son claramente identificados y deben poseer precisión para medir, calibrar o ensayar los componentes y sistemas de un avión con el objetivo de que cumplan los estándares aprobados. Es necesario certificar los trabajos y guardar los registros de mantenimiento para cada avión. De esta forma, el Mantenimiento Aeronáutico tiene unas características muy concretas, que le diferencian a otros sectores:

- La seguridad y el servicio al pasajero son aspectos prioritarios.
- Una regulación de carácter internacional muy rigurosa.
- Los costos han de estar controlados y deben ser lo más bajos posible con el fin de que la operación de la aeronave sea rentable.
- La utilización diaria de las aeronaves es muy alta dado que cada una de ellas requieren de una inversión muy elevada.
-

Las tareas de mantenimiento necesarias para conseguir que la operación de los aviones sea segura y eficiente, se agrupa en las siguientes categorías:

2.2.1.1 Mantenimiento Programado:



FIG 2.2 MANTENIMIENTO PROGRAMADO

FUENTE: <http://www.aca.cl/sitio/wp-content/themes/aca/images/tuma1.jpg>

Se realiza para mantener la aeronavegabilidad de los aviones y/o restaurar el nivel especificado de fiabilidad. Para ello existe un programa de mantenimiento en el que se recoge el total de las tareas que deben realizarse así como los intervalos correspondientes en que deben llevarse a cabo. Dicho programa y cualquier modificación del mismo deben ser sometidos a la aprobación del organismo competente, Aviación Civil, en el caso de aviación comercial.

2.2.1.2 Mantenimiento No Programado:



FIG 2.3 MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO

FUENTE: [https://lh4.googleusercontent.com/-kaUA8-](https://lh4.googleusercontent.com/-kaUA8-me0no/trfs6juinvi/aaaaaaaaaays/6wmpczyzhsc/aeropuerto%2520007.jpg)

[me0no/trfs6juinvi/aaaaaaaaaays/6wmpczyzhsc/aeropuerto%2520007.jpg](https://lh4.googleusercontent.com/-kaUA8-me0no/trfs6juinvi/aaaaaaaaaays/6wmpczyzhsc/aeropuerto%2520007.jpg)

Es la solución de una avería surgida en un punto y momento determinado mientras la aeronave está en servicio. El mantenimiento no programado supone aproximadamente un 22% del total del gasto de mantenimiento con un impacto elevado sobre el nivel de servicio, dada lo imprevisto de las averías.

Al margen de las revisiones programadas, el resto de componentes (rampas, butacas, bombas hidráulicas, flaps, tren de aterrizaje) y motores tienen su propio mantenimiento en taller.

A parte de estas dos categorías de mantenimiento, Programado y No Programado, enfocadas a conservar la fiabilidad inherente al diseño, se suele incluir dentro del mismo concepto la realización de modificaciones, si bien éstas responden a un objetivo de mejorar las características de diseño sobre la base de la experiencia acumulada por los fabricantes a través de los operadores.

Estas modificaciones pueden llegar a ser mandatorias (es decir, de cumplimiento exigido por la Autoridad Aeronáutica) y la no incorporación de las mismas hace perder aeronavegabilidad al avión.

2.2.2 Tipos de Mantenimiento:

El mantenimiento del avión se organiza por un lado a partir del avión como sistema complejo, y por otro considerando individualmente a sus componentes.

2.2.2.1 Mantenimiento del avión



FIG 2.4 MANTENIMIENTO DEL AVIÓN

FUENTE: <http://www.volarenvenezuela.com/vev/fotos/generales/mantenimiento3.jpg>

Se puede dividir en distintos escalones en función del nivel de profundidad con que se realizan las revisiones. Cada una de las categorías cubre inspecciones determinadas y sus intervalos y tareas van siendo progresivamente más extensos.

2.2.2.1.1 Mantenimiento en Línea

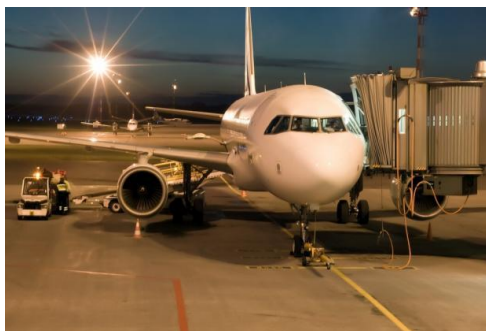


FIG 2.5 MANTENIMIENTO EN LÍNEA

FUENTE: http://images02.campusanuncios.com/ui/11/50/06/1342368339_415134406_1-Fotos-de--Mantenimiento-de-aeronaves.jpg

Cubre la atención de forma programada al avión durante la operación diaria (inspecciones pre-vuelo y de final de etapa) y la resolución de las averías que se van presentando a lo largo de la misma. Tiene por tanto, una componente muy significativa de mantenimiento no programado, de cuya eficiencia depende en gran medida reducir el impacto que dichas averías pueden producir en la operación.

Precisamente por ello se presta especial atención al soporte de este escalón de Mantenimiento, tanto desde el punto de vista humano como técnico.

En concreto es fundamental la formación y capacidades específicas del personal en procedimientos de análisis de averías (trouble-shooting), así como el apoyo documental para ello. En este momento se dispone de manuales en soporte digital a los que se puede acceder en el mismo avión de forma rápida para seguir las guías del fabricante.

En paralelo, los fabricantes de avión han ido desarrollando sistemas embarcados, es decir, ordenadores de mantenimiento integrados en los sistemas de avión, cuya función es proporcionar en tiempo real información adicional sobre el comportamiento de los mismos que completan el reportaje de la avería realizado por la tripulación y permiten una identificación más segura, rápida, precisa del origen de la avería.

Por último, es fundamental para reducir el impacto del mantenimiento no programado sobre la operación, que la información fluya de forma rápida y se reciban en las bases de mantenimiento lo antes posible. Tanto es así, que ya no es necesaria la intervención de la tripulación para comunicar averías por frecuencia de radio. Los mismos sistemas antes citados, junto con los de comunicaciones aire-tierra del avión, permiten que de forma automática los mismos datos que se pueden obtener en tierra desde los ordenadores de mantenimiento, sea transmitidos desde el avión en el mismo momento en que se produce un fallo.

Esto permite adelantar el análisis de una avería y realizar las consultas adicionales que sean necesarias de modo que cuando el avión llega a tierra se pueda tener todo dispuesto, para proceder a realizar las acciones correctivas pertinentes, con el consiguiente beneficio en reducción de tiempo necesario para devolver el avión al servicio.

El Mantenimiento en línea se estructura de la siguiente forma:

- **Tránsito:** antes de cada vuelo: se realiza en la escala entre cada aterrizaje y el siguiente despegue del avión. Es llevada a cabo por el piloto o un técnico de mantenimiento, el cual revisa el estado general de motores (si hay alguna pérdida de combustible), de otros mandos e instrumentos de vuelo (timones de dirección y profundidad, tren de aterrizaje, flaps) y vigila que no haya algún registro abierto.
- **Diaria:** antes del primer vuelo de cada día: se realiza como máximo cada 47 horas y 59 minutos, se inspecciona de forma detallada el exterior del avión, incluyendo estado de ruedas y frenos, lubricación de amortiguadores de trenes de aterrizaje, comprobación de niveles de aceite, hidráulico, presión de oxígeno de sistema auxiliar de tripulación técnica y revisión de equipo de emergencia a bordo. Su duración aproximada es de dos horas.
- **Revisión S:** cada 100 horas de vuelo: se realiza cada cien horas de vuelo, o 7 días de calendario. Se inspeccionan aspectos más detallados relacionados con la seguridad alrededor del avión. Su duración es de unas tres horas y es llevada a cabo por técnicos de mantenimiento de vuelo calificados en los hangares/ propia pista.

Mantenimiento Menor:



FIG 2.6 MANTENIMIENTO MENOR

FUENTE: <http://img.neeerd.com/41423/41423-26-pilotos-de-aviones-lo-que-siempre-quisiste-pregun.jpg>

Se realiza a través de inspecciones de distinta profundidad (A y C) a intervalos mensuales y anuales respectivamente (aunque varían para las distintas flotas), según indican los Programas de Mantenimiento de cada una.

Consisten en la realización de servicios y lubricación a aquellos componentes que lo necesitan, así como de pruebas funcionales a los diferentes sistemas que permiten verificar que los mismos operan dentro de las tolerancias fijadas por el fabricante.

Con objeto de dar una idea de la intensidad de estas revisiones, y aunque depende mucho del modelo de aeronave de que se trate, las inspecciones tipo A requieren entre 300 y 900 horas/hombre, mientras que las de tipo C varían entre 3.000 y 5.000 horas/hombre.

De estas, y aunque el factor antigüedad de flota afecta significativamente a esta proporción, aproximadamente el 60% del trabajo corresponde a la resolución de las anomalías encontradas durante la inspección.

Estas paradas programadas se aprovechan además para ir incorporando las modificaciones menores o boletines de servicio de poca envergadura, y que tienen como objetivo actualizar la condición técnica de la aeronave con el paso del tiempo para mejorar su fiabilidad y comportamiento.

En concreto el Mantenimiento Menor se estructura de la siguiente forma:

- **Revisión R:** mantenimiento de rutina, inspección de seguridad alrededor del avión.
- **Revisión A:** realizada mensualmente, comprende la inspección general de sistemas, componentes y estructura, tanto desde el interior como desde el exterior, para verificar su integridad.
- **Revisión B:** realizada semestralmente, también comprueba seguridad de sistemas, componentes y estructura, pero con mayor alcance y profundidad que el anterior.

- **Revisión C:** realizada anualmente, se lleva a cabo una inspección, por áreas, de todas las zonas interiores y exteriores del avión, incluyendo los sistemas, las instalaciones y la estructura visible.

Mantenimiento Mayor:



FIG 2.7 MANTENIMIENTO MAYOR

FUENTE: <http://tecnoaereo.com/wp-content/uploads/2007/04/munoza.jpg>

También denominada, Revisión D

Se denomina así al escalón de mantenimiento más profundo, que en su momento llegó a denominarse “revisión general” o “gran parada”, y que viene a realizarse en períodos de aproximadamente 5 o 6 años. Si bien el contenido de este tipo de revisiones ha evolucionado con el tiempo dependiendo de cuando fue diseñado cada modelo de avión, sigue siendo conceptualmente el momento en que se realiza una inspección estructural profunda, habida cuenta el nivel de desarme del avión. Así mismo se aprovecha esta parada para la realización de modificaciones y reparaciones estructurales de gran envergadura.

Es sin duda la revisión más completa y también la más espectacular que se realiza a los aviones. Una revisión técnica de estas características engloba trabajos como:

- Decapado completo de la pintura exterior del avión
- Bajada de motores, trenes de aterrizaje y mandos de vuelo.
- Desmontaje, inspección, reparación (si es necesaria) y posterior montaje de un importante número de elementos del avión, pintura completa del mismo y, para acabar, pruebas funcionales en las que se incluye un vuelo en pruebas.
- Desarmado completo de la cabina de pasajeros y sustitución de la gran mayoría de los elementos decorativos y de confort.

Una vez revisados el fuselaje, los elementos estructurales y distintos componentes del avión, y sustituidos los necesarios, se instalan de nuevo y se vuelve a pintar. Más de una tonelada de pintura se emplea para el exterior, mientras que el interior requiere entre 120 y 150 kilos.

Una vez finalizado el trabajo en tierra, es preciso después realizar un vuelo de verificación que demuestra la efectividad del mismo, muy similar a la que se realiza en la fábrica cuando se prueba el avión por primera vez.

Durante seis horas continuas la tripulación técnica y personal de mantenimiento, someten al avión a condiciones de vuelo límite, conforme a protocolos previamente establecidos, que es prácticamente imposible que se produzcan en la realidad.

Durante este vuelo de verificación, se paran motores (nunca simultáneamente) y se vuelven a poner en marcha en el transcurso del vuelo; se realizan virajes pronunciados; se reduce la velocidad al mínimo y se eleva al máximo permitido y se prueban los trenes de aterrizaje y el resto de sistemas y componentes.

2.2.2.2 Mantenimiento de Componentes



FIG: 2.8 MANTENIMIENTO DE COMPONENTES

FUENTE: <http://www.ccc.org.co/archivo/revista-accion/114/img/q2.jpg>

Una aeronave está integrada por estructura, motores y sistemas, que a su vez contienen un elevado número de componentes distintos y de la más variada naturaleza: mecánicos, hidráulicos, neumáticos, eléctricos, electrónicos, etc. Ello lleva a que, mientras que en el caso de avión y motor, la especialización es por producto, en el caso de los talleres de componentes la división se hace precisamente en función de su naturaleza: hay pues sectores dedicados únicamente a la gama de elementos con el mismo fundamento operativo, independientemente de la flota o flotas en la que vayan instalados.

También en el mundo de los componentes, la evolución de los fabricantes ha llevado a variar de forma notable la proporción de cada uno de los grupos antes citados. Mientras que en aviones diseñados hasta los años 70 el porcentaje de componentes electrónicos era muy minoritario, a partir del desarrollo de los sistemas “fly by wire”, así como de la tecnología de los microprocesadores, ha llevado a que la integración en casi todos los sistemas del avión de este tipo de componentes sea masiva.

Este hecho tiene un impacto inmediato en la superior fiabilidad de los equipos, en la necesidad de dotar de la tecnología adecuada a los talleres asociados y en los requerimientos de formación del personal, lo que ha obligado a la Dirección de Material a adaptarse a este nuevo entorno con la incorporación masiva de flotas de este tipo de tecnología.

El otro aspecto importante que, desde el punto de vista de mantenimiento, tiene la incorporación de componentes electrónicos, es su capacidad de registrar en memorias no volátiles los fallos internos del equipo y la posibilidad del uso intensivo de los equipos automáticos de prueba o ATE (Automatic Test Equipment). Con ellos es posible probar, antes de iniciar un circuito de reparación, si el componente presenta realmente la avería que originó su desmontaje y si tiene algún otro fallo oculto.

2.2.2.3 Mantenimiento del motor.

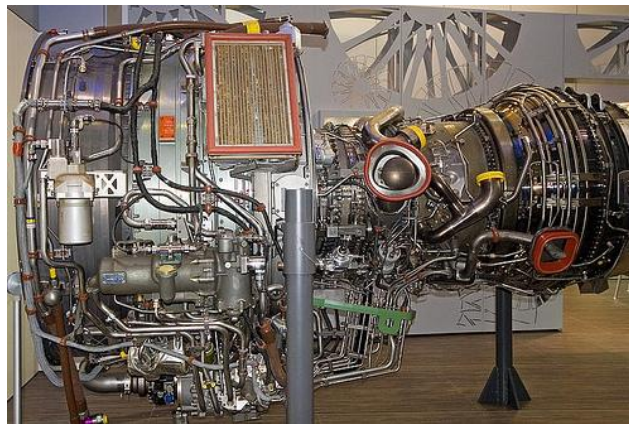


FIG: 2.9 MANTENIMIENTO DEL MOTOR

FUENTE: http://farm3.static.flickr.com/2128/2230095723_e5028c91df.jpg

El motor es, sin duda, el componente más caro desde el punto de vista de mantenimiento, alcanzando el conjunto de la planta de potencia instalada más del 50% del coste total de mantenimiento por cada hora de vuelo del avión. Ello es debido en gran medida a que también es el elemento técnicamente más complejo, con un mayor nivel de exigencia y que requiere para su reparación la tecnología más avanzada.

Independientemente de que la arquitectura del motor sea de diseño más antiguo o completamente modular, el paso del conjunto o de los módulos que lo integran por el taller para revisión general (“Engine Performance Restoration”) requiere el desarmado completo de los mismos y la aplicación de todas y cada una de las piezas recuperables de un proceso de reparación específico o de su sustitución en caso de que no sea posible devolverla a las especificaciones de diseño. Para ello se aplican las técnicas más complejas (tratamientos térmicos, baños,

soldaduras especiales, proyección de plasma, mecanizado por control numérico, etc) para el tratamiento de metales y aleaciones muy específico de esta industria. Estas piezas no se reparan en ciclo cerrado, es decir, no vuelven al mismo conjunto principal del que fueron desmontadas dado que los tiempos de recorrido por taller son muy dispares. Conforme va disponiéndose de las piezas necesarias, se comienza el proceso de armado del motor o módulo correspondiente. Este trabajo requiere ajustes con tolerancias muy estrechas, que obliga a seguir procedimientos de control y verificación muy estrictos, probablemente de muy difícil comparación con trabajos de mantenimiento realizados en otros sectores industriales.

A los motores se les revisan diariamente los niveles, se les hace una inspección detallada de la zona de entrada y escape vigilando que no tengan pérdidas.

Con intervalos variables dependiendo de la flota se somete al motor en ala a inspecciones boroscópicas, que permiten ver el interior del mismo en detalle en una pantalla, para inspeccionar cualquier daño, y en algunas flotas se procede a un lavado del motor en ala para aumentar su eficiencia.

La mayoría de los componentes de un motor, como los álabes de turbina, son de muy alta fiabilidad y sólo requieren desmontaje cada tres o más años. Ése es, más o menos, el intervalo para el desmontaje pieza a pieza de un motor y su posterior revisión.

Finalmente, una vez finalizadas en el taller las tareas correspondientes, en función de cuál fue el motivo de la entrada del motor al taller, así como de que el programa de mantenimiento indicase como trabajo programado en función de la actuación del motor y su degradación en el momento del desmontaje, antes de su instalación en ala se realiza una prueba en banco del mismo. A través de ella se comprueba, no sólo que se ha conseguido restaurar el nivel de “performance” del motor y por lo tanto se garantiza la efectividad del mantenimiento realizado, sino que una vez instalado sobre el avión, su correcta operación está asegurada.

Procesos parecidos son los seguidos para el mantenimiento y reparación de otros componentes, que por sus condiciones de alta exigencia y materiales de tecnología avanzada, así lo requieren.

2.3 Herramientas de precisión.

Las herramientas de precisión o semiprecisión se distinguen por dos factores:

- Las fracciones en las que se divide su barra o indicador (mientras más fracciones tiene más preciso es).
- La intervención en la medición de factores humanos como la presión que imprimes en la pieza a medir o el ángulo desde el que lees la medición o la misma capacidad de tus ojos para ver, tu pulso y la temperatura ambiente del material que mides, recuerda que los cuerpos en frío se contraen y a mayor temperatura se dilatan.

2.4 Reglas para realizar las mediciones.

Cada vez que haga una medición, es importante tener en cuenta las siguientes reglas para obtener resultados óptimos:

Al hacer mediciones, se debe emplear el instrumento que corresponde a la precisión exigida.

- Mirar siempre verticalmente sobre el lugar de lectura (error de paralaje).
- Limpiar las superficies del material y el instrumento de medición antes de las mediciones.
- Desbarbar la pieza de trabajo antes de la medición.
- En mediciones de precisión, prestar atención a la temperatura de referencia
- tanto en el objeto como en el aparato de medición.

- En algunos instrumentos de medición, prestar atención para que la presión de medición sea exacta. No se debe emplear jamás la fuerza.
- No hacer mediciones en piezas de trabajo en movimiento o en maquinas en marcha.
- Verificar instrumentos de medición regulables repetidas veces respecto a su posición a cero.
- Verificar en intervalos periódicos los instrumentos de medición en cuanto a su precisión de medición.

2.4.1 Error en las mediciones.

Los errores son pequeñas variaciones de lectura debido a imperfecciones ó variaciones de:

- Los sentidos del operador (tacto, vista, oído, gusto, olfato)
- Los instrumentos de medición
- Los métodos de medición
- Las condiciones ambientales
- Cualquier otra causa que afecte la medición (concentración, entrenamiento)

Desde el punto de vista de la magnitud de la variable medida, también se puede definir como el resultado de una medición menos el valor verdadero de la magnitud medida.

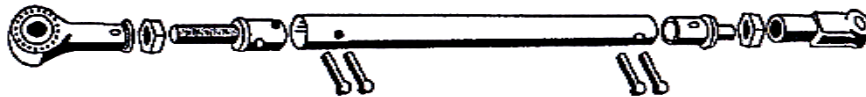
2.5 Tipos de sistemas de control

Tubos de torque

El control en la carlinga es conectada a la superficie de control con un tubo de aleación de aluminio agujerada. La rotación del tubo transmite un torque que fuerza a la superficie. Alerones son generalmente movidos por el tubo de torque.

Varillas tira-empuja

Elevadores, algunos alerones y controles de vuelo, y los rotores de los helicópteros son operados por varillas rígidas tira-empuja. Existen tubos de aleación de aluminio con terminales de rodamientos o terminales de horquilla.



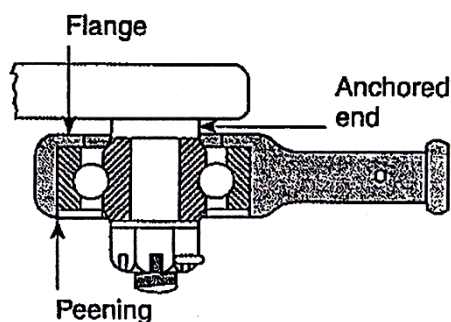
Push-pull rod assembly

FIG 2.10 PUSH PULL ROD ASSEMBLY

FUENTE: Aviation Mechanic Book

Ensamble de la varilla tira-empuja

1. Instalar el rodamiento de fin de varilla con la cara de la brida del rodamiento alojada continua a la estructura a la cual es atada.
2. El rodamiento de fin de varilla tiene un “agujero testigo” para indicar cuando la varilla es roscada lo suficientemente lejos para proveer mucho esfuerzo. Si la varilla es roscada en la suficiente distancia, los hilos cubrirán el agujero.

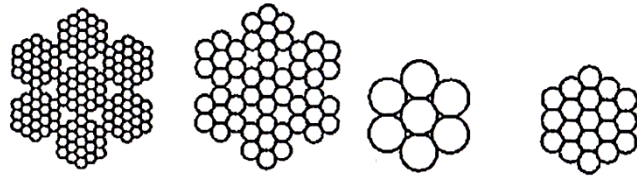


Proper rod-end bearing attachment

FIG 2.11 PROPER ROD-END BEARING ATTACHMENT

FUENTE: Aviation Mechanic Book

2.6 Control de cables.

			
<p style="text-align: center;">Extra flexible Flexible Non-flexible Non-flexible</p>			
Tipo de cable	Estandar/alambre	Material	Aplicación
Extra flexible	7 x 9	Acero inox Acero al carbón galvanizado	Cables que pasan poleas
Flexible	7 x 7	Acero inox Acero al carbón galvanizado	Recorrido de cables rígidos. Ligero cambio en la dirección
No flexible	1 x 19 1 x 7	Acero inox Acero al carbón galvanizado	Recorrido de cables rígidos. Sin cambio de dirección.

2.7 Terminales de control de cables.

Terminales ponchadas son hechas de acero inoxidable y tienen una terminal tubular en la cual el cable se ajusta. El cable se desliza en el tubo y el ensamble es ponchado, forzando el metal dentro del tubo en los cables tanto que aprieta los hilos de alambre. Un control pasa no pasa o un calibrador micrométrico es usado para determinar cuando el terminal ha sido correctamente ponchado. El proceso puede reducir el diámetro de la terminal tubular a una dimensión especificada por el fabricante. Cuando se ha ponchado adecuadamente, el cable se romperá antes de salir de la terminal.

“Nicopress sleeves” son instalados en cables en algunos aviones ligeros. Una apropiada instalación de las terminales nicopress provee toda la resistencia al cable.

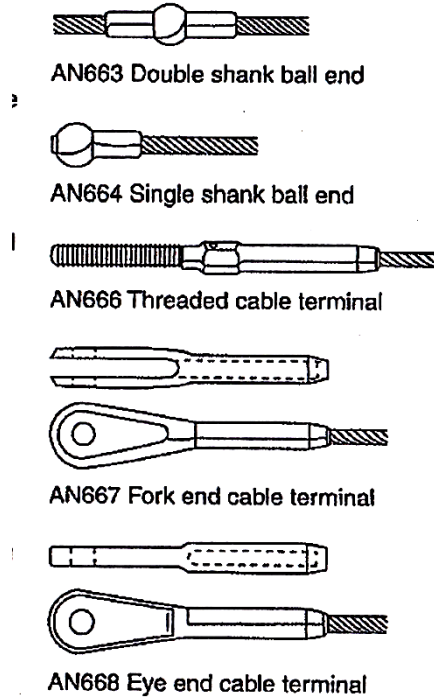
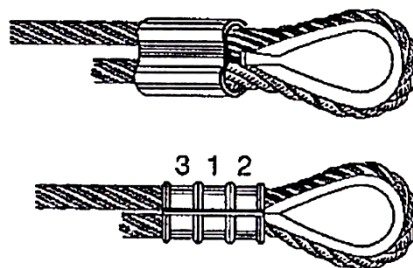


FIG 2.12 CONTROL CABLE TERMINALS

FUENTE: Aviation Mechanic Book



Nicopress sleeve for terminating an aircraft control cable. The lower illustration shows the proper sequence for crimping the sleeve onto the cable.

13: Aircraft Control Systems 261

FIG 2.13 NICOPRESS SLEEVE FOR TERMINATING AN AIRCRAFT CONTROL CABLE

FUENTE: Aviation Mechanic Book

2.8 Turnbuckles

1. El control de cable es ajustado con los turnbuckles que son instalados en al menos un cable en cada línea.
2. Un turnbuckle esta hecho de un barril de bronce y terminales roscadas por dentro cada una.

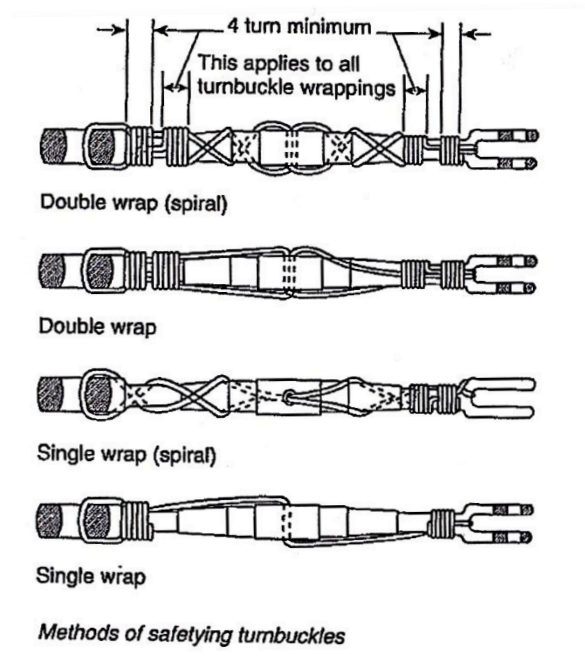


FIG 2.14 METHODS OF SAFETYING TURNBUCKLES

FUENTE: Aviation Mechanic Book

Clip de bloqueo de turnbuckles

1. Hay una ranura en el roscado de las terminales y uno en cada uno de las terminales del barril.
2. Después de que el cable de tensión ha sido ajustado, se alinea las ranuras en el cuerpo turnbuckle y la terminal ponchada.
3. Inserte la terminal rígida del clip de bloqueo en la ranura, cada una en el barril.
4. Inserte los ganchos de los clips en el agujero en la cara del el barril y presiónenlos.

Turnbuckle Safetying Guide			
Cable size	Type of wrap	Diameter of safety wire	Material (annealed)
1/16	Single	0.040	Copper, brass
3/32	Single	0.040	Copper, brass
1/8	Single	0.040	Stainless steel, monel and K monel
1/8	Double	0.040	Copper, brass
1/8	Single	0.057 min.	Copper, brass
5/32 and greater	Double	0.040	Stainless steel, monel and K monel
5/32 and greater	Single	0.057 min.	Stainless steel, monel and K monel
5/32 and greater	Double	0.0512	Copper, brass

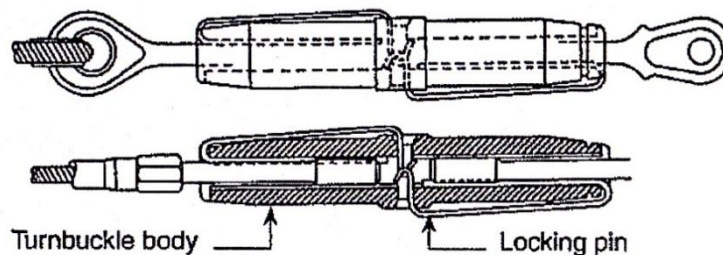


FIG 2.15 CLIP-LOCKING TURNBUCKLES
FUENTE: Aviation Mechanic Book

2.9 Control de tensión en el cable

Es importante que el control de tensión del cable este en el rango especificado pro el manual de mantenimiento de la aeronave. Si la tensión es demasiado alta, los controles se ponen demasiado rígidos y las poleas se pueden desgatar demasiado, Si la tensión es demasiado baja, hay peligro de que el cable se salga de la polea y comience a fallar.

Grandes aeronaves con partes de metal se contraen debido a que ellas están en contacto con el aire extremadamente frio de las grandes altitudes. El control de

cable no cambia sus dimensiones mucho como la estructura lo hace, tanto que los sistemas automáticos de control de tensión son usados para mantener constante dicha tensión a diferentes cambios de temperatura.

Pequeñas aeronaves no tienen ajustes automáticos de tensión pero se puede confiar en que los cables han sido correctamente ajustados para apropiada tensión recomendada por el fabricante.

Para encontrar la correcta carga para 1/8" 7 x 19 cables a 90 ° F.

1. Siga la línea vertical por 90°F hacia arriba hasta intersecar la curva para 1/8" 7 x 19 cables.
2. De su punto de intersección, dibuje una línea horizontal a la derecha de el Rigging Load scale. Esta muestra el correcto tensión para esta temperatura es de 75 libras.

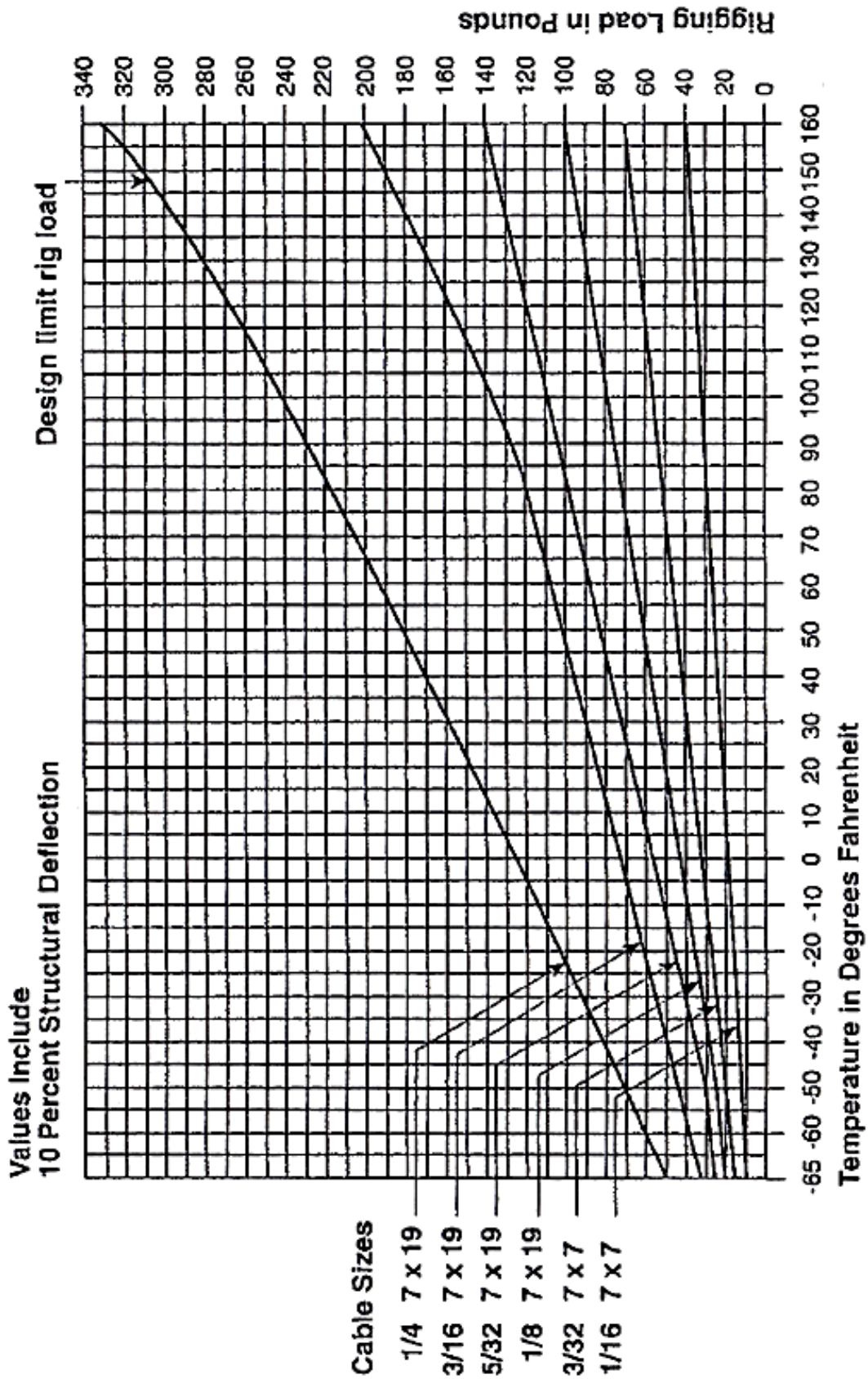


FIG 2.16 TABLA PARA CONTROL DE TENSION EN EL CABLE

FUENTE: Aviation Mechanic Book

La tensión de los cables es medidas con un tensiómetro

1. Instale el correcto acople para el tamaño de cable que está siendo chequeado, y coloque el tensiómetro en el cable.
2. Use las tablas del tensiómetro con respecto al diámetro que se está midiendo y la lectura del tensiómetro, para con esto determinar la tensión del cable en libras

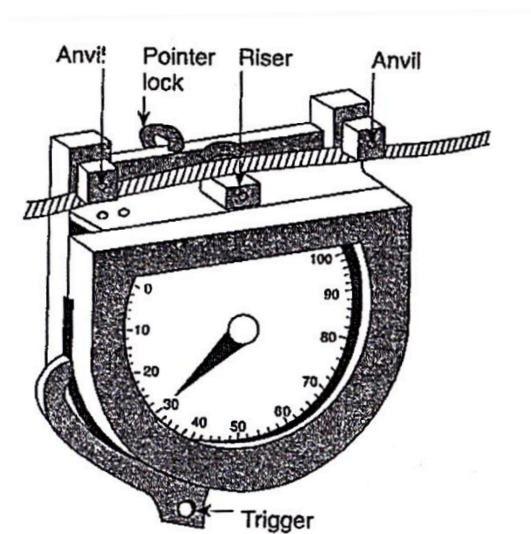


FIG. 2.17 EJEMPLO DE TENSÍOMETRO
FUENTE: Aviation Mechanic Book

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Construcción del sistema de sujeción para simular tensión en cables.

Para la construcción del sistema de sujeción, se debe tomar en cuenta la optimización de recursos, materiales y equipos a utilizarse. A continuación se especifican los elementos construidos y no construidos

Elementos Construidos

- Dados de sujeción

Elementos No Construidos

- Tornillo sin fin
- Tuercas de presión

3.1.1 Codificación de Máquinas, Herramientas y Equipos

Tabla 3.1 Codificación de Máquinas

Nº	Máquina	Características	Código
01	Cortadora Eléctrica	110/220V	M1
02	Fresadora	110/220 V	M2
03	Torno	110/220 V	M3
04	Taladro de Banco	110/220 V	M4
05	Esmeril	110 V – 1/2 HP	M5

FUENTE: ELEMENTO EN CONSTRUCCIÓN

ELABORADO POR: Daniel Narváez

Tabla 3.2 Codificación de Herramientas

Nº	Máquina	Código
01	Flexómetro	H1
02	Escuadra	H2
03	Calibrador Pie de Rey	H3
04	Rayador	H4
05	Tornillo de Banco	H5
06	Martillo	H6
07	Sierra Manual	H7
08	Cepillo de Acero	H8

FUENTE: ELEMENTO EN CONSTRUCCIÓN

ELABORADO POR: Daniel Narváez

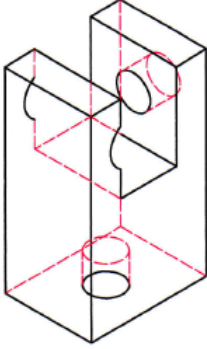
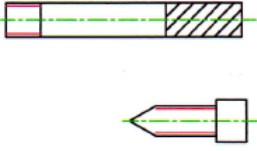

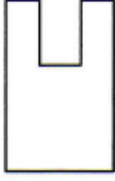
Tabla 3.3 Tabla de Procesos

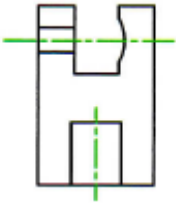

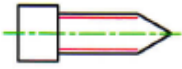
Nº	Proceso	Maquina	Herramienta	Equipo
01	Medidas		H1 - H2 - H3	
02	Rayado		H4	
03	Sujetado		H5	
05	Cortado		H7	
06	Fresado	M2		
10	Taladrado	M4		
11	Torneado	M3		
12	Esmerilado	M5		

FUENTE: ELEMENTO EN CONSTRUCCIÓN

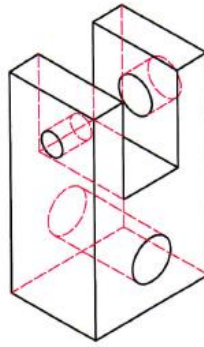
ELABORADO POR: Daniel Narváez


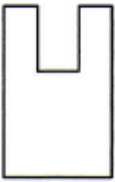
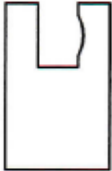
3.1.2 Construcción de palanca de sujeción turnbuckles.

DETALLE VISTA FRONTAL	OPERACIÓN	PROCESO DE MAQUINADO
		<p>Se obtiene el material en base al corte de una plancha de acero de espesor 21mm, se corta una sección de (25x39)mm.</p> <p>Se coloca el material sujeto a una entenalla en la mesa de la fresadora, se procede a madrinar cada lado del material hasta obtener un rectángulo de espesor 20mm, longitud 38mm y de ancho 24mm.</p>
	Corte-Frezado	<p>Para hacer la ranura colocamos una freza de disco de espesor 10mm, procedemos a colocar la pieza verticalmente en la entenalla y centramos la freza de disco con el centro de la pieza, damos la profundidad deseada hasta obtener los 20mm.</p>
	Frezado	<p>Para realizar la cavidad donde se acentuara el cable se coloca una freza de vástago de diámetro 8mm que se centrara en la ranura horizontalmente con una profundidad de 1.5mm y se procede a recorrer 10mm en total.</p>

	<p>Taladrado Machuelado</p>	<p>Para obtener una perforación roscada en la cual se pueda introducir un perno de 1/2", se colocara una broca de diámetro 10.5mm en el taladro de banco, se realiza la perforación de 8mm de profundidad y luego se introducirá el machuelo de 1/2" con mucho cuidado, para realizar la perforación lateral se realizara con una broca de 7.5mm, luego se pasara el machuelo de 3/8".</p>
	<p>Torneado Roscado Moletado</p>	<p>Se corta un eje de 1/2" y 62mm de largo, se rosca una longitud de 8mm con paso de 12 hilos por pulg. se coloca un aditamento moletador para evitar el deslizamiento de las manos en una longitud de 40mm estas operaciones se realizan en bajas revoluciones del mandril del torno.</p>
	<p>Torneado Conicidad</p>	<p>Se coloca un perno de 3/8" en el torno mediante inclinación de 30° de la torreta, procedemos a realizar la conicidad del perno en su extremo.</p>

3.1.3 Construcción de dados de sujeción para tensión de cables.



DETALLE VISTA FRONTAL	OPERACIÓN	PROCESO DE MAQUINADO
	Corte-Frezado	<p>Se obtiene el material en base al corte de una plancha de acero de espesor 21mm, se corta una sección de (28x61)mm.</p> <p>Se coloca el material sujeto a una entenalla en la mesa de la fresadora, se procede a mandrilar cada lado del material hasta obtener un rectángulo de espesor 20mm, longitud de 60mm y ancho de 27mm.</p>
	Frezado	<p>Para hacer la ranura colocamos una freza de disco de espesor 15mm, procedemos a colocar la pieza verticalmente en la entenalla y centramos la freza de disco con el centro de la pieza, damos la profundidad deseada hasta obtener los 20mm y recorremos el disco a la izquierda y a la derecha hasta obtener la ranura de 17mm.</p>
	Frezado	<p>Para realizar la cavidad donde se acentuara el cable, se coloca una freza de vástago de diámetro 10mm que se centrara en la ranura horizontalmente con una profundidad de 1.5mm y se procede a maquinar.</p>


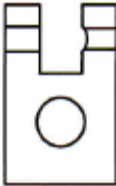
	<p>Taladrado Machuelado</p>	<p>Para obtener una perforación roscada en la cual se pueda introducir un perno de 5/16", se colocara una broca de diámetro 6mm en el taladro de banco, luego se realizara la perforación y se introducirá el machuelo de 5/16" con mucho cuidado.</p>
	<p>Taladrado Machuelado</p>	<p>Para la perforación de 3/8" lado izquierdo, se realizara con una broca de 7.5mm de diámetro. Para la perforación de 1/4" lado derecho, se realizara con una broca de 4.5mm de diámetro, y se pasara los machuelos respectivamente.</p>
<p>Este procedimiento se repite una vez más hasta obtener dos dados de sujeción para tensionar el cable. Culminado los dos dados, se procede a introducirlo en el tornillo sin fin como se muestra en la fig 3.1</p>		



Fig. 3.1 SISTEMA SUJECIÓN DE CABLES

FUENTE: Daniel Narváez

3.2 Selección tensiómetro y adaptación al sistema de sujeción.

3.2.1 Principios Básicos

La selección y adaptación de la herramienta se realizó en base al desarrollo de una investigación teórica del proyecto y estudio adecuado de costos para determinar el valor a invertir en el desarrollo práctico del trabajo a realizar.

Para ello, se realiza el diseño básico de la herramienta, y selecciona el material a utilizarse, además de otros componentes que se consideran en la construcción.

Para la ejecución práctica del trabajo se deberán tomar en cuenta factores tales como:

- ◆ Dimensiones;
- ◆ Materiales a emplearse;
- ◆ Otros.

El material a utilizarse deberá ser liviano, ya que tiene como fin ser de fácil traslado desde su lugar de almacenamiento hasta el aula donde se impartirá clase.

3.2.2 Selección de la Herramienta

Se seleccionó un tensiómetro de la marca TENSITRON modelo ACM-200 gracias a las siguientes características:

- Fácil con una sola mano.
- No hay piezas intercambiables son necesarias para adaptarse a diferentes tamaños de cable.
- Puntero de bloqueo de memoria tiene lecturas hasta que se borra.
- Tabla de calibración colocada en una copia de seguridad del metro

- Durable y está hecho de materiales no corrosivos.
- Pesa unos 21 oz
- Su diseño compacto permite la participación de cables enrutados por el suelo, las superficies planas y otros.
- Versatilidad en el rango de diámetros de los cables y cubiertas. El ACM-200 está diseñado para medir la tensión 20 a 200 libras en 1/16 ", 3/32", 1/8 ", 5/32", 3/16 "y 1/4" de diámetro cables de los aviones. Este instrumento tiene una precisión de la escala completa de un 4% de todos los tamaños de cable.



FIG. 3.2 TENSÍOMETRO TENSITRON ACM-200

FUENTE: <http://www.tensitron.com/pdf/ACM-200%20Web%20Operating%20Instructions.pdf>

3.2.3 Partes Constitutivas

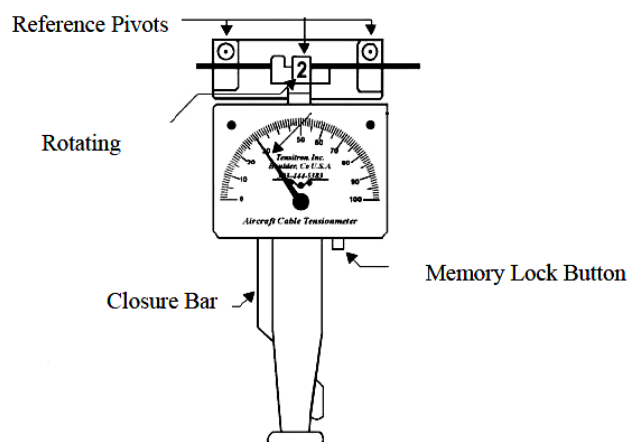



FIG. 3.3 TENSÍOMETRO TENSITRON ACM-200

FUENTE: <http://www.tensitron.com/pdf/ACM-200%20Web%20Operating%20Instructions.pdf>

3.3 Dimensiones de las Herramientas

Tabla 3.4 Dimensiones de las Herramientas

	Longitud	Ancho	Alto	Material	
TENSIÓMETRO	39.6mm	85.7mm	209.3mm	Varios	
Sistema Sujeción	610mm	56mm	60mm	Acero	




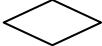

FUENTE: ELEMENTO EN CONSTRUCCIÓN

ELABORADO POR: Daniel Narváez

3.4 Diagramas de Procesos

Este diagrama está compuesto por símbolos que indican la forma como se trabaja en la construcción de la maqueta que simula el accionamiento de la unidad de reversa. A continuación se presenta una tabla con la simbología utilizada en cada uno de los procesos de construcción de la maqueta.

Tabla 3.5 Simbología de los Diagramas

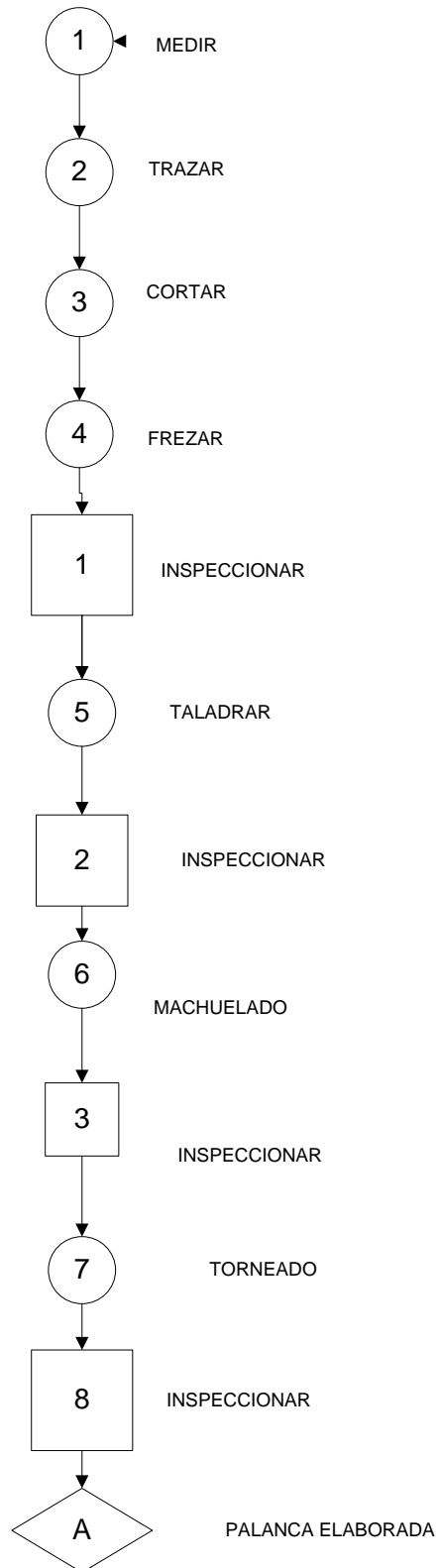
Nº	SIMBOLOGÍA	SIGNIFICADO
01		Operación
02		Inspección
03		Conector
04		Producto semi elaborado
05		Ensamblaje

FUENTE: ELEMENTO EN CONSTRUCCIÓN

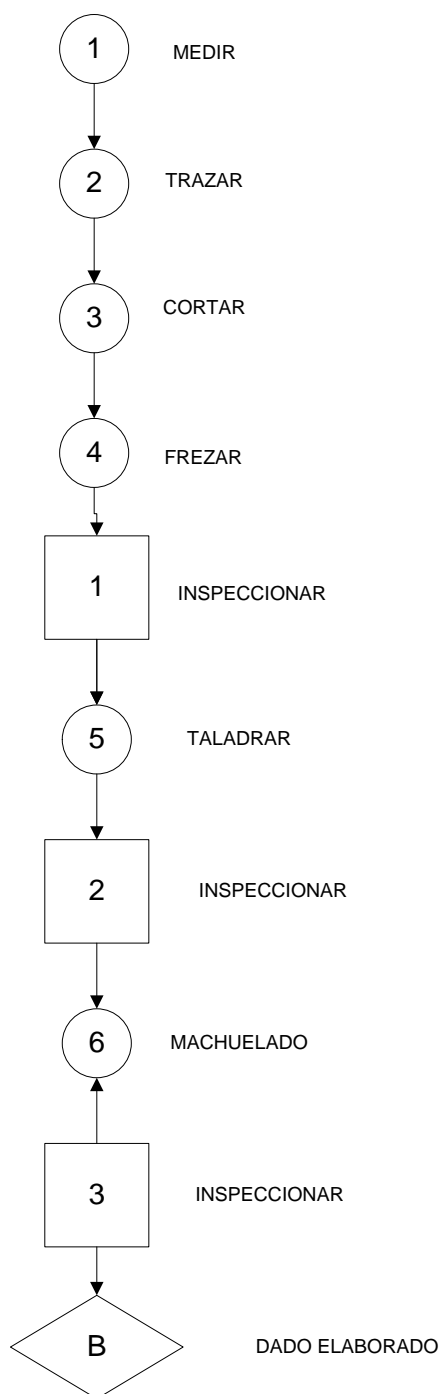
ELABORADO POR: Daniel Narváez

3.4.1 Diagramas de Proceso de Construcción

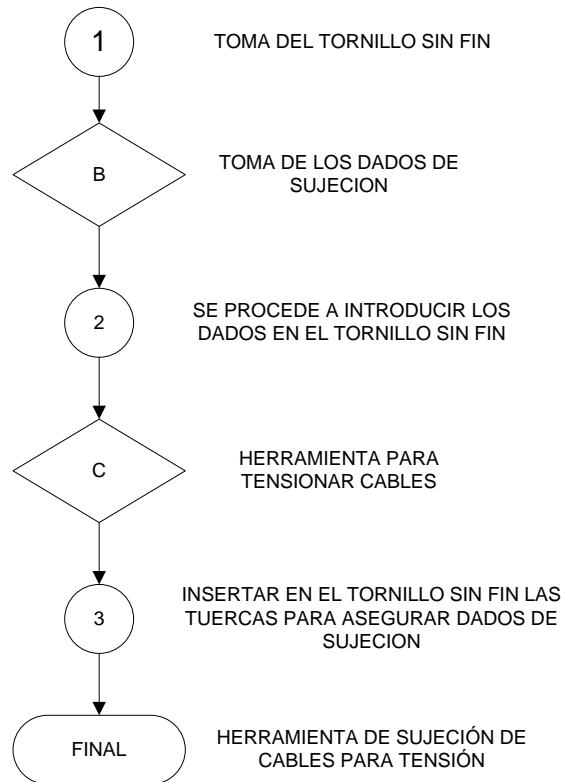
3.4.1.1 Diagrama de proceso de construcción de palanca de sujeción turnbuckles.



3.4.1.2 Diagrama de proceso de construcción de dados de sujeción para tensión de cable.



3.4.1.3 Diagrama de ensamble final de la herramienta de sujeción de cables para tensión.



3.5 Manuales

3.5.1 Descripción de Manuales

A continuación se van a describir los manuales y hojas de registro que servirá de ayuda en el seguimiento, manipulación, mantenimiento, seguridad y guía de estudio, con el fin de optimizar la operación de la herramienta, aprovechando el objetivo por el cual fue creado y también así alargando su vida útil; siendo los siguientes:

- ◆ Manual de Operación
- ◆ Manual de Mantenimiento
- ◆ Hojas de Registro

3.5.1.1 Manual de Operación

En el manual de operación se encuentran breves descripciones de los pasos que se deberán seguir para operar en forma correcta el sistema y sus componentes constitutivos con diversas precauciones de la misma.

Las precauciones que se debe de tomar no están por demás advertirlas, a pesar que la operación del sistema es sencilla, hay que tener en cuenta ciertas precauciones para evitar cualquier inconveniente o incidente.

3.5.1.2 Manual de Mantenimiento

En el manual de mantenimiento consta todas aquellas características en las cuales se da un conjunto de operaciones y cuidados necesarios que se debe tener para la vida útil de la herramienta y de todos los componentes de la misma.

El manual de esta herramienta ayudara a preservar el buen estado de la misma, evitando el deterioro por agentes externos como humedad, oxido, polvo, etc. y efectos causados por el uso normal de la misma como puede ser el desgaste normal.

En el manual se dará una breve descripción de los pasos que deberá seguir para darle el debido mantenimiento a los componentes de la herramienta bien sea después de haberla usado.

El mantenimiento de la herramienta es extremadamente sencillo y no requiere de herramientas especiales. Lo más importante será mantenerlo protegido de agentes externos ya mencionados anteriormente, y sobre todo del agua ya que esta podría destruirla, ya que en ella constituye componente eléctricos.

Existen cuatro tipos reconocidos de operaciones de mantenimiento, los cuales están en función del momento en el tiempo en que se realizan, el objetivo particular para el cual son puestos en marcha, y en función a los recursos utilizados, así tenemos:

Mantenimiento Correctivo

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento reactivo”, tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema. En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores. Este mantenimiento trae consigo las siguientes consecuencias:

- ◆ Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas.
- ◆ Afecta las cadenas productivas, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.
- ◆ Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado
- ◆ La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible.

Mantenimiento Preventivo

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento planificado”, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos. Presenta las siguientes características:

- ◆ Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovecha las horas de descanso de la planta.
- ◆ Se lleva a cabo siguiente un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios “a la mano”.
- ◆ Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.
- ◆ Está destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.
- ◆ Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.
- ◆ Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva.

Mantenimiento Predictivo

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo. El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en la aplicaciones de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones del equipo. Tiene como objetivo disminuir las paradas por

mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción. La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos, en instrumentos, y en contratación de personal calificado. Técnicas utilizadas para la estimación del mantenimiento predictivo:

- ◆ Analizadores de Fourier (para análisis de vibraciones)
- ◆ Endoscopia (para poder ver lugares ocultos)
- ◆ Ensayos no destructivos (a través de líquidos penetrantes, ultrasonido, radiografías, partículas magnéticas, entre otros)
- ◆ Termovisión (detección de condiciones a través del calor desplegado)
- ◆ Medición de parámetros de operación (viscosidad, voltaje, corriente, potencia, presión, temperatura, etc.)

Mantenimiento Proactivo

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar consientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento. Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización, actuará de acuerdo a este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente. El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.

3.5.1.3 Registro de Datos Técnicos

La hoja de datos o registros es un instrumento necesario e importante para llevar de forma ordenada y organizada el uso de la herramienta ya que en ellas se registran los datos de todas las imperfecciones que se van dando en la herramienta al momento que empieza a funcionar.

Estas hojas sirven de respaldo para las personas que manipulen la herramienta, ya que las mismas indican la actividad que se está llevando a cabo, indica también si se ha realizado alguna actividad de mantenimiento simple.

La hoja de registro está compuesta de una serie de datos a completar que son los siguientes: número de registro, numero de actividad, fecha de trabajo realizado, especificando su inicio y final, trabajo realizado, material o repuesto utilizado, nombre del técnico o encargado de hacer el trabajo, y observaciones que pueden existir, por último la rúbrica del técnico o encargado responsable del trabajo.

Hay otros registros como el registro de funcionamiento de la herramienta este contiene: número de registro, fecha, el motivo, pruebas ejecutadas, horas de funcionamiento, observaciones, rubrica del técnico o encargado responsable del trabajo. Mientras que el registro de daños de la herramienta tiene los siguientes datos: número de registro, número de actividad, fecha de trabajo realizado, daño ocasionado, causa del daño, acción correctiva, observaciones y rubrica del técnico o encargado responsable del trabajo.

Tabla 4.1 Codificación de los Manuales para el sistema.


Codificación de los Manuales	
Manual	Código
Manual de operación del sistema de tensión de cables para control de vuelo.	ITSA-STEN-M1
Manual de Mantenimiento del sistema de tensión de cables para control de vuelo.	ITSA-STEN-M2
Libro de vida de Mantenimiento del sistema de tensión de cables para control de vuelo.	ITSA-STEN-L1
Libro de vida de Funcionamiento del sistema de tensión de cables para control de vuelo.	ITSA-STEN-L2
Libro de Daños del sistema de tensión de cables para control de vuelo.	ITSA-STEN-L3

FUENTE: MANUALES EN CONSTRUCCIÓN

ELABORADO POR: Daniel Narváez

3.5.1.4 Pruebas Funcionales del sistema de tensión.

A continuación se detallan las pruebas que se han realizado.

	ANÁLISIS DE RESULTADOS	PÁG.: 1 de 2
	PRUEBAS DE APLICACIÓN	
	Elaborado por: Sr. Daniel Narváez	Revisión N°.: 1
	Aprobado por: Tigo. Ulices Cedillo	Fecha: JUNIO 2012

1. Objetivo

Documentar las aplicaciones realizadas al sistema de tensión de cables para control de vuelo.

2. Alcance

Comprobar el normal funcionamiento sistema de tensión de cables para control de vuelo.

3. Pruebas Realizadas

Para comprobar el normal funcionamiento del sistema de tensión de cables para control de vuelo se han realizado las siguientes pruebas.

Prueba A		
Unidad a Probar:	Operación	Resultado
Sistema de sujeción	Ajustar las tuercas del usillo de los dos dados a la distancia deseada	Se comprueba el correcto movimiento de los dados y el correcto ajuste de las tuercas de bloqueo


	Colocar un cable de muestra y apretar los tornillos de sujeción	Comprobar el correcto aseguramiento del cable
	Prueba manual de aseguramiento del cable	Se comprueba que una vez apretados los tornillos de sujeción el cable no se mueve
Tensiómetro	Colocación de un cable de 1/8" de espesor para medir la tensión.	Se comprueba el funcionamiento del tensiómetro cuando este nos indica en el dial 75 libras. Acorde a la tabla a 90°F es correcto.

4. Conclusión

El sistema de tensión y tensiómetro tienen un correcto funcionamiento.

5. Observaciones

Se debe tener cuidado en no apretar demasiado los tornillos de sujeción para evitar daños en el cable a medir

ITSA 	MANUAL DE OPERACIÓN	PÁG.: 1 de 2
		Código: ITSA-STEN-M1
	Elaborado por: Sr. Daniel Narváez	Revisión N°.: 1
	Aprobado por: Tlgo. Ulices Cedillo	Fecha: JUNIO 2012
<p>1. Objetivo</p> <p>Documentar los procedimientos de operación del sistema de tensión de cables para control de vuelo.</p> <p>2. Alcance</p> <p>Dar a conocer al operador el procedimiento de utilización del sistema.</p> <p>3. Nombre del Equipo:</p> <p>Sistema de tensión de cables para control de vuelo.</p> <p>4. Características Técnicas:</p> <p>Longitud = 600 mm Espesor = 20 mm Ancho = 40 mm</p> <p>5. Normas de Funcionamiento</p> <p>Verificar que el cable a medir la tensión este libre de suciedades o cualquier otro recubrimiento.</p> <p>Verificar que exista el suficiente espacio en el lugar de medición para evitar incomodidad en el procedimiento.</p> <p>Página 1</p>		

6. Precauciones

Verificar que el cable a medir no se encuentre roto o desgastado

Verificar visualmente que el usillo de la herramienta de sujeción este en buen estado.

Se debe recordar que el tensiómetro debe ser calibrado una vez al año

Tener cuidado con puntas de cables o cables rotos porque pueden causar alguna herida.

Por lo demás no existen mayores riesgos en el uso del sistema

7. Procedimiento a seguir para utilizar el sistema

Colocar los tornillos de la herramienta de sujeción en posición retraída para poder colocar el cable.

Colocar la herramienta de sujeción y apretar los tornillos para asegurar el aparato.

Proceder a realizar la medición de la tensión con el tensiómetro. Para ello existe una tabla en la parte posterior del mismo para determinar la tensión el lbf

Una vez realizada la medición, realizar el ajuste de la misma con el turnbuckles y repetir la medición.

Repetir el procedimiento hasta llegar a la tensión deseada en función de las especificaciones de cada aeronave.

.

8. Procedimiento para retirar


Retirar y guardar el tensiómetro

Aflojar los tornillos y retirar la herramienta de sujeción

9. Observaciones

Firma de Responsabilidad: _____

Página 2

ITSA 	MANUAL DE MANTENIMIENTO	PÁG.: 1 de 2
		Código: ITSA-STEN-M2
	Elaborado por: Sr. Daniel Narváez	Revisión N°.: 1
	Aprobado por: Tlgo. Ulices Cedillo	Fecha: JUNIO 2012

1. Objetivo

Documentar los procedimientos del mantenimiento óptimo del sistema de tensión de cables para control de vuelo.

2. Alcance

Determinar las diferentes tareas de mantenimiento que se deben de realizar para alargar la vida útil y mantenerla operativa.

3. Procedimiento

Para realizar el mantenimiento del sistema se toma en cuenta la mordaza de sujeción ya que para el tensiómetro se tienen sus propios procedimientos de mantenimiento, en donde se puede subrayar que se debe calibrar una vez al año.

Mantenimiento de la mordaza.

Semanal

Limpieza general del sistema

Verificación general de su estado

Mensual

Deponiendo del uso que se le haya dado se recomienda chequear el estado de los tornillos de sujeción. Estos elementos son los considerados consumibles del sistema.

En caso de verificar algún tipo de desgaste en los hilos de la rosca o en la punta del mismo se deberán reemplazar por otro igual, donde las especificaciones se encuentran en el plano del mismo.

Semestral.

Verificar el estado general de: dados, usillo, tornillos y tuercas.

Anual

Realizar recalibración mediante el proceso como indica el manual del tensiómetro Tensitron ACM-200.

Observaciones

Firma de Responsabilidad:_____

Pagina2



REGISTRO

Código:
ITSA-STEN-L1

Libro de vida de Mantenimiento del sistema de tensión de cables para control de vuelo.

Registro No.

HOJA:.....DE.....

No.	FECHA		TRABAJO REALIZADO	MATERIAL Y/O REPUESTO UTILIZADO	ENCARGADO	OBSERVACIONES
	ENTRADA	SALIDA				

FIRMA DE RESPONSABILIDAD: _____



REGISTRO

**Código:
ITSA-STEN-L2**

**Libro de vida de Funcionamiento del sistema de tensión de cables
para control de vuelo**

Registro No.

HOJA:.....DE.....

FECHA	MOTIVO	PRUEBAS EJECUTADAS	HORAS DE FUNCIONAMIENTO	OBSERVACIONES

FIRMA DE RESPONSABILIDAD:_____



REGISTRO

**Código:
ITSA-STEN-L3**

Libro de Daños del sistema de tensión de cables para control de vuelo

Registro No.

HOJA:.....DE.....

No.	FECHA	DAÑO OCACIONADO	CAUSA DEL DAÑO	ACCIÓN CORRECTIVA	OBSERVACIONES

FIRMA DE RESPONSABILIDAD:_____

3.6 Estudio Económico

3.6.1 Costos

Los costos del proyecto se detallan en las tablas a continuación. Se desglosan primero por el costo de los materiales utilizados localmente para la construcción de la herramienta de sujeción, luego por costos de fabricación de la herramienta prototipo y finalmente con la suma del costo de la herramienta fabricada y el tensiómetro para obtener el total del costo.

Tabla 5.1 Costos de Materiales

Ítem	Descripción	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor Total USD
1	Placas para dados	2	4,60	9,60
2	Perno allen 1/4" x 1 1/2"	2	0,15	0,30
3	Perno allen 3/8" x 1 1/4"	2	0,20	0,40
4	Usillo 5/16" x 610mm	1	8,00	8,00
5	Cable de prueba	1	4,00	4,00
Total				25,90

Tabla 5.2 Costos maquinados y producción

No.	Descripción	Cantidad	Costo USD
1	Maquinado de dados: fresados, perforaciones y roscados	Global	25,00
2	Recubrimiento metálico de dados	Global	20,00
3	Movilización y gestión	Global	20,00
Total			65,00

Tabla 5.3 Costo total del sistema

Ítem	Descripción	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor Total USD
1	Herramienta de sujeción construida	1	90,90	90,90
2	Tensiómetro; incluye costo del tensiómetro, importación, desaduanización, impuesto salida de divisas.	1	1163,07	1163,07
			Total	1253.97

Luego de este análisis se llega a tener un costo total en el desarrollo del presente proyecto de Mil doscientos cincuenta y tres dólares con noventa y siete centavos.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se realiza un análisis para saber de qué manera afecta el proyecto a los estudiantes dentro de las aulas de clase, por ello se ha planteado algunas conclusiones y recomendaciones de acuerdo al funcionamiento del sistema.

CONCLUSIONES

- ◆ Se ha adquirido, mediante un proceso de búsqueda y selección, un tensiómetro que se adapte a los diferentes tipos y espesores de cables, siendo esta herramienta muy versátil tanto para prácticas de laboratorio como para mediciones en campo.
- ◆ Se ha seleccionado el tensiómetro ACM-200 calibrado y listo para el uso en los cables de 1/16 ", 3/32", 1/8 ", 5/32", 3/16 "y 1/4" que mayormente existen en el ámbito de la aviación
- ◆ Se ha construido una mordaza de sujeción de cables que junto con el tensiómetro adquirido se tiene el sistema de tensión de cables para control de vuelo.
- ◆ Se ha adquirido, mediante un proceso de búsqueda y selección, un tensiómetro que se adapte a los diferentes tipos y espesores de cables, siendo esta herramienta muy versátil tanto para prácticas de laboratorio como para mediciones en campo.

- ◆ Se han realizado las pruebas de funcionamiento del sistema y se ha podido tener una excelente respuesta del sistema con un correcto funcionamiento.
- ◆ Los manuales de Operación y Mantenimiento provee la documentación básica necesaria para la correcta manipulación del sistema por parte del personal docente, como del alumnado.

RECOMENDACIONES

- ◆ Se recomienda manipular de forma correcta como esta prescrita en el manual de operación para obtener un correcto funcionamiento.
- ◆ Para que su correcto funcionamiento sea duradero, se recomienda seguir los pasos del manual de mantenimiento.
- ◆ Se recomienda que la herramienta sea llevada al aula de clase al momento de estar impartiendo cátedra sobre la unidad de reversa o del funcionamiento de la misma.
- ◆ Realizar las calibraciones acorde al estimado del fabricante: Cuando Recalibrar:
 - a) El puntero no se restablece a 0 con bloqueo de la memoria "apagado".
 - b) El instrumento ha sido eliminado
 - c) Para uso en aeronaves, el ACM-200 deben ser calibrados en intervalos que no excedan de 12 meses.Compruebe que la calibración y certificación están al día.

GLOSARIO

A

Asignatura: Cada una de las materias que se enseñan en un centro docente o forman un plan académico de estudios.

Análisis: Distinción y separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios o elementos.

ATA: Asociación de Transporte Aéreo - El listado ATA 100 es una forma de organizar las distintas partes, reparaciones o tipos de sistemas que tiene cualquier avión.

Aterrizar: El aterrizaje es la fase final de un vuelo, que se define como el proceso que realiza una aeronave que culmina con el contacto del aparato con la tierra.

Actuador: Un actuador es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: Presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide). Dependiendo del origen de la fuerza el actuador se denomina “neumático”, “hidráulico” o “eléctrico”.

Armazón: estructura sobre la que se monta una cosa; Acción o resultado de armar o encajar elementos.

Arco Eléctrico: se denomina arco eléctrico o también arco voltaico a la descarga eléctrica que se forma entre dos electrodos sometidos a una diferencia de

potencial y colocados en el seno de una atmósfera gaseosa enrarecida, normalmente a baja presión, o al aire libre.

APU: Unidad de Potencia Auxiliar.- es una unidad que proporciona energía eléctrica a la aeronave

B

Bibliográfico: Pertenece o relativo a la bibliografía.

Bibliografía: Descripción, conocimiento de libros, de sus ediciones, etc.

C

Cátedra: Empleo y ejercicio del catedrático.

Confort: Aquello que produce bienestar y comodidades.

Cabina de Mando: espacio de una aeronave destinado al piloto. En ella se encuentran todos los controles del aparato.

Corriente continua (DC): Corriente eléctrica de intensidad constante.

Corriente Alterna (AC): corriente eléctrica en la cual los electrones cambian repetidamente de dirección.

Crucero: En vuelo recto y nivelado para volar con la menor cantidad de rpm posible.

D

Docencia: Práctica y ejercicio del docente.

Docente: Que enseña.

E

Eficacia: Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.

Énfasis: Fuerza de expresión o de entonación con que se quiere realzar la importancia de lo que se dice o se lee.

Electrón: Partícula subatómica con carga eléctrica negativa y que gira alrededor del núcleo atómico

F

Fricción: Se define como fuerza de rozamiento o fuerza de fricción entre dos superficies

Factibilidad: Cualidad o condición de factible.

Factible: Que se puede hacer.

Fuselaje: Cuerpo del avión donde van los pasajeros y las mercancías.

I

Inducción: Acción y efecto de inducir.

L

Láser: es un dispositivo que utiliza un efecto de la mecánica cuántica, la emisión inducida o estimulada, para generar un haz de luz coherente de un medio adecuado y con el tamaño, la forma y la pureza controlados

M

Metalurgia: Ciencia y técnica que trata de los metales y de sus aleaciones.

Método: Procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla.

Metodología: Conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica o en una exposición doctrinal.

Muestra: Parte o porción extraída de un conjunto por métodos que permiten considerarla como representativa de él.

O

Obsoleto: Anticuado, inadecuado a las circunstancias actuales.

Operatividad: Capacidad para realizar una función.

P

Pertinente: Perteneiente o correspondiente a algo. Un teatro con su pertinente escenario.

Percepción: Conocimiento, idea.

Población: Conjunto de los individuos o cosas sometido a una evaluación estadística mediante muestreo.

Propender: Dicho de una persona: Inclinarsse por naturaleza, por afición o por otro motivo, hacia algo en particular.

Ps4: Presión en la estacion4 del motor

Pistón: Émbolo de un cilindro en un motor de explosión.

Presurizar: Mantener la presión atmosférica de un recinto a niveles normales para los humanos, independientemente de la presión exterior.

Palanca de potencia: Acelerador del motor, controlador de velocidad de motor

Plástico: Sustancia sintética de estructura macromolecular que puede ser moldeada mediante calor o presión. (Los plásticos pueden ser termoplásticos o termoendurecibles, transformándose los primeros en los segundos al introducir un tercer polímero reticulable.)

Punto de fusión: es la temperatura a la cual una sustancia pasa de estado sólido a estado líquido. El punto de fusión es una propiedad específica de cada sustancia

R

Ralentí: Número de revoluciones por minuto a las que debe funcionar un motor de explosión cuando no está acelerado.

S

Síntesis: Composición de un todo por la reunión de sus partes.

T

Tabular: Expresar valores, magnitudes u otros datos por medio de tablas.

Termoplásticos: de la sustancia que al calentarla se ablanda y se convierte en viscosa, recuperando su estado primitivo al enfriarla. No ocurre ninguna reacción química durante el calentamiento.

Torque: El par motor o toque es la fuerza que es capaz de ejercer un motor en cada giro. El giro de un motor tiene dos características: el par motor y la velocidad de giro.

U

Universo: Conjunto de individuos o elementos cualesquiera en los cuales se consideran una o más características que se someten a estudio estadístico.

Ultrasonido: Onda acústica que no puede ser percibida por el hombre por estar en una frecuencia más alta de lo que puede captar el oído. Este límite se encuentra aproximadamente en los 20 KHz. En cambio otros animales, como murciélagos, delfines y perros, logran oír estas frecuencias, e incluso utilizarlas como radar para orientarse y cazar.

V

Veraz: Que dice, usa o profesa siempre la verdad.

BIBLIOGRAFÍA

- ◆ Aviation Mechanic Handbook by Dale Crane Edición 2011
- ◆ Beer, F. y Johnston, E. R. (1977). Mecánica Vectorial para Ingenieros (Estática Tomo I). Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Latinoamericana S.A.
- ◆ Das, B., Kassimali, A. y Sami, S. (1999). Mecánica para Ingenieros. Estática. México D.F., México: Editorial Limusa S.A. de C.V.
- ◆ Engel, H. (2001). Sistemas de Estructuras. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili, S.A
- ◆ Marshall, W. y Nelson, H. (1995). Estructuras. México D.F., México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- ◆ Salvadori, M. y Heller, R. (1963). Structure in Architecture. s/d: Prentice-Hall.
- ◆ Salvadori, M. y Heller, R. (1998). Estructuras para Arquitectos. Buenos Aires, Argentina: Kliczkowski
- ◆ Segui, W. (2000). Diseño de estructuras de acero con LRFD. México D.F., México: International Thomson Editores, S.A. de C.V.
- ◆ www.tensitron.com
- ◆ Normas JARR. Conocimientos Básicos del Avión Actualización 2006
- ◆ Recopilación de Derecho Aeronáutico. (RGDAC)
- ◆ <http://es.wikipedia.org/aviacion/fuselaje>
- ◆ <http://es.wikipedia.org/wiki/Soldadura>
- ◆ [http://es.wikipedia.org/wiki/Instrumentos_de_control_\(avi%C3%B3n\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Instrumentos_de_control_(avi%C3%B3n))
- ◆ http://www.aga.com/international/web/lg/ec/likelgagaec.nsf/docbyalias/info_welding_electrone
- ◆ <http://www.indarbelt.es/html/formulas.htm#>

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1

ANTEPROYECTO

Datos Referenciales:

Nombre de la Empresa o Institución para la que desarrolla el Trabajo de Graduación:

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

Fecha de Presentación:

23 de febrero del 2012

Entidades de Apoyo:

Aeromaster Airways S.A.

Responsable del Trabajo de Graduación:

Daniel Sigfrido Narváez Guadalupe

Director del Trabajo de Graduación:

Tlgo. Ulices Cedillo

1. El Problema de Investigación

1.1 Planteamiento del Problema

Los medios de transporte a nivel mundial tienden a satisfacer las demandas de transporte de carga y pasajeros con un alto nivel de confort y seguridad en menor tiempo, por lo que están en continuas actualizaciones tecnológicas.

El avance científico y tecnológico en el campo aeronáutico, ha permitido el diseño y construcción de aviones altamente sofisticados con capacidad de transporte que sobrepasan las expectativas iniciales de esta industria.

Las aeronaves cuentan con diversas unidades y sistemas que permiten la eficaz y eficiente operatividad de las mismas. Unidades y sistemas tales como:

- Avión en General
- Fuselaje
- Aire acondicionado
- Presurización
- Piloto Automático
- APU
- Comunicaciones
- Sistema Eléctrico
- Equipos de Emergencia
- Protección de Fuego
- Controles de Vuelo
- Instrumentos de Vuelo
- Combustible
- Hidráulico
- Protección de hielo y Lluvia
- Trenes de Aterrizaje
- Navegación
- Neumático
- Motores
- Unidades y sistemas de Advertencia

Las casas fabricantes, diseñan, construyen prototipos, y realizan pruebas operacionales para determinar la correcta operatividad y funcionamiento de las diversas unidades, sistemas y partes constitutivas de las aeronaves. Para los cuales una vez realizados sus pruebas finales y dando como producto final un componente aeronáutico y/o una aeronave capaz de sustentarse en el aire, a

estos es necesario realizar mantenimiento para asegurar que estas sigan operando de una manera óptima a favor de la seguridad del vuelo.

En el país no se fabrican aviones, sin embargo los operadores aeronáuticos poseen sus talleres de mantenimiento, en los cuales laboran personal técnico capacitado y especializado en las diferentes unidades, sistemas, motores y estructuras de las aeronaves.

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico es la única institución de educación superior en el país que oferta programas académicos a nivel Tecnológico en el área de Mantenimiento Aeronáutico. La institución debe avanzar a las innovaciones tecnológicas en aeronáutica, ya que de esto dependerá que sus egresados sean competentes en el mercado laboral.

La carrera de Mecánica Aeronáutica para la formación teórica - práctica de sus estudiantes posee talleres y laboratorios de:

- Mecánica Básica
- Motores Recíprocos
- Motores JET
- Hidráulica
- Unidades y sistemas de Avión
- Metalurgia
- Pintura Aeronáutica

Para el óptimo uso de estos talleres, existe en el instituto una bodega con herramientas específicas y apropiadas que brindan precisión y exactitud para la ejecución del mantenimiento a los componentes aeronáuticos.

Las herramientas de un taller de mantenimiento aeronáutico tienden a ser útiles cuando existen los equipos adecuados para asegurar un trabajo con precisión, como por ejemplo llaves, copas, extensiones, con un sistema de medida en pulgadas, equipos que nos ayuden a medir tensión, voltaje, presión; por lo cual el instituto al no poseer las herramientas adecuadas que aseguren un trabajo óptimo, los alumnos, no desarrollarán conocimientos prácticos correspondientes que les permitan desenvolverse con facilidad en su campo profesional, lo que generaría posibles dificultades en la inserción laboral y

obtención de la licencia por parte de la Dirección de Aviación Civil; en tal razón el instituto, debe propender a la adquisición y/o construcción de estas, a fin de brindar una formación teórica - practica actualizada, en Pro de la seguridad y exactitud al momento de realizar una tarea de mantenimiento.

Debido a que el objetivo de la Institución es formar profesionales con un alto nivel de conocimientos y valores humanos, se ve en la necesidad de tener en sus talleres herramientas de precisión que ayuden a la instrucción en base a los componentes aeronáuticos. Si no implementan este tipo herramientas los alumnos podrían llegar a tener una serie de vacíos en cuanto a la utilización de las mismas; en tal razón, la institución no estaría brindando la suficiente ayuda para cumplir con su misión.

1.2 Formulación del Problema

¿Que herramientas de precisión se deberían implementar en los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA, que permitan un claro enfoque en la realización de mantenimiento a un componente y/o aeronave que este conforme a las actualizaciones de la tecnología aeronáutica?

1.3 Justificación e Importancia

La implementación de herramientas de precisión permitirá demostrar e instruir con mayor facilidad por parte del catedrático a cargo, mejorando las condiciones de inter-aprendizaje e incrementando la horas de practica con las herramientas en cuestión, llegando a la correcta utilización de las herramientas de precisión, disminuyendo el riesgo de que se creen vacíos en los estudiantes que a futuro reciban conocimientos en lo que respecta al uso de herramientas aeronáuticas.

Ya que el ámbito de acción es el parque aeroportuario se debe considerar que un mal manejo o mantenimiento de los motores de las aeronaves pueden producir problemas catastróficos, es de recordar que muchos de los accidentes aeronáuticos, sobretodo de las aeronaves comerciales, han sido causados por

algún tipo de avería en los motores, es decir que para evitar este tipo de catástrofes es necesario que el trabajo realizado en el mantenimiento de motores sea de calidad, para ello es importante que los mecánicos conozcan a profundidad cada uno de los materiales a utilizar en esta acción.

Por lo mencionado, se justifica investigar que herramientas de precisión debe implementar el Instituto para comprobar el correcto funcionamiento y operatividad de las mismas al momento de realizar una tarea de mantenimiento aeronáutico.

1.4 Objetivos

1.4.1 General

Proponer la construcción e implementación de herramientas de precisión para los talleres de Mecánica Aeronáutica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico que optimicen las condiciones de inter-aprendizaje.

1.4.2 Específicos

- Recopilar información de las herramientas utilizadas en un taller de mantenimiento aeronáutico que permita la adquisición y/o construcción de herramientas de precisión para apoyo pedagógico, que demuestre el funcionamiento de las mismas en un taller de mantenimiento aeronáutico.
- Identificar las herramientas a diseñar acorde a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes en los talleres de Mecánica Aeronáutica del ITSA.
- Seleccionar una herramienta de precisión, la cual pueda ser adquirida o construida

1.5 Alcance

El presente trabajo investigativo va encaminado al análisis, diseño e implementación de herramientas de precisión para los talleres de mantenimiento del ITSA, para así proporcionar al alumnado instrucción técnica sobre el correcto uso de las mismas.

2. Plan de Investigación

2.1 Modalidad Básica de Investigación

2.1.1 De Campo.

Para realizar una investigación profunda, con datos claros, y que aporten un análisis de la mejor alternativa a ser utilizada, se tomara en cuenta la investigación de campo ya que se puede realizar en el sitio del problema, llegando directamente a las fuentes primarias, es decir a los protagonistas del hecho que se está analizando.

2.1.2 Documental Bibliográfica.

Del mismo modo, se empleará la investigación bibliográfica documental, pues mediante esta se podrá utilizar el recurso de la bibliografía primaria obteniendo información de libros y manuales técnicos referentes a aviación; y la bibliografía secundaria, como son las fuentes en Internet, o cualquier otra que proporcione el material necesario para el trabajo investigativo.

2.2 Tipos de Investigación

2.2.1 No experimental

La presente investigación será de tipo no experimental, ya que se basará en el estudio de las prestaciones que la bodega de herramientas posee, y el porque las herramientas tienen establecidas sus calibraciones, para ayudar al mecánico al momento de realizar una tarea sea exacta.

2.3 Niveles de Investigación

2.3.1 Exploratoria

La presente investigación será de nivel Exploratoria, debido a que este nivel de investigación permitirá alcanzar el objetivo de obtener información clara y pertinente; pues para lograr esto, es necesario obtener un nivel de conocimiento apropiado de las prestaciones que dará la implementación de herramientas de precisión, que tienen como fin prestar ayuda al personal docente en la enseñanza de la utilización de las mismas para así realizar un mantenimiento técnico especializado.

2.3.2 Descriptivos

La presente investigación será de nivel descriptivo, debido a que este nivel de investigación permitirá, detallar y dar un panorama de las características, y del estado de las herramientas existentes que permitan impartir cátedra.

2.4 Universo, Población y Muestra

Se tomara como Universo al Subdirector y Docente Técnico a cargo de los talleres de la Carrera de Mecánica Aeronáutica, quienes serán los beneficiarios directos de esta investigación, para que al momento de impartir cátedra puedan desenvolverse de una forma didáctica.

Dado que el Universo es pequeño no se necesita un cálculo de la muestra por lo que se procederá a trabajar con los encargados del área de talleres.

2.5 Métodos y Técnicas de Investigación

2.5.1 Métodos de Investigación

Como métodos para la ejecución del presente proyecto investigativo, con el fin de obtener datos que permitan su tabulación y en base a su análisis e

interpretación determinar los problemas que requieren pronta solución; se emplearán:

2.5.1.1 Análisis

El análisis permitirá determinar la factibilidad de construir e implementar herramientas de precisión, las que serán de gran utilidad en el proceso de inter-aprendizaje de las asignaturas relacionadas con el mantenimiento de un componente y/o aeronave.

2.5.1.2 Síntesis

La síntesis permitirá determinar los problemas relevantes en referencia a herramientas requeridas en los talleres de la Carrera de Mecánica, sobre la base a la información recopilada.

2.5.2 Técnicas de Investigación

Como técnicas para la ejecución del presente proyecto, con el fin de lograr la obtención de datos pertinentes y coherentes referentes al objeto de estudio, los cuales puedan tabularse y de su análisis e interpretación inferir y conocer la problemática investigativa, se emplearán:

2.5.2.1 Observación Directa

La observación directa de los requerimientos de los talleres de la Carrera de Mecánica permitirá una visualización clara, pertinente y coherente de las limitaciones y bondades que brindan al personal de estudiantes y docentes que desarrollan sus actividades académicas en estos.

2.5.2.2 La Entrevista

La Entrevista estará direccionada al Subdirector y Docente Técnico a cargo de los talleres de la Carrera Mecánica Aeronáutica, la entrevista será estructurada

con la finalidad de determinar los requerimientos y material didáctico que permitan optimizar el proceso de inter-aprendizaje.

2.6 Recolección de Datos

Para la recolección de datos informativos, se utilizará una fuente primaria, es decir de primera mano, con la ayuda de la observación directa a través de fichas técnicas de observación, entrevistas que se aplican a personas que están vinculadas con el estudio y enseñanza de asignaturas técnicas en el área de Mecánica Aeronáutica, poniendo énfasis en los requerimientos a satisfacer.

Para validez y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos se solicitara antes de su aplicación, el criterio juicioso de personas expertas en docencia referente a aeronáutica, esto permitirá desarrollar instrumentos de recolección de datos confiables y veraces.

En cuanto al campo bibliográfico – documental, se consultara las regulaciones de la Dirección de Aviación Civil, bibliográfica y documentos dedicados al tema y páginas en Internet.

2.7 Procesamiento de la Información

Para procesar los resultados que se obtengan, mediante las fichas técnicas de observación, entrevistas; referente a la investigación, se procederá a:

- Analizar los resultados;
- Interpretar ;
- Formular a conclusiones y recomendaciones

2.8 Análisis e Interpretación de Datos

El análisis e interpretación de los datos obtenidos permitirá establecer y/o definir los requerimientos de herramientas a satisfacer en los laboratorios y

talleres de la Carrera Mecánica Aeronáutica, así también definir los problemas de mayor relevancia y propender a dar soluciones en corto tiempo.

2.9 Conclusiones y Recomendaciones de la Investigación

La formulación de conclusiones y recomendaciones permitirá verificar el cumplimiento de los objetivos propuestos para la investigación y realizar recomendaciones para resolver los problemas producidos por la carencia de herramientas de precisión en los talleres de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.

3. Marco Teórico

3.1 Antecedentes de la Investigación

La industria aeronáutica ha evolucionado sustancialmente desde su apareamiento, desde la época del piloto-ingeniero hasta la especialización temática actual, las nuevas tecnologías sucesivamente actualizadas han ido reemplazando a las viejas tecnologías, en una permanente sucesión de procesos y procedimientos encaminados a la productividad, economía y seguridad.

Los elevados costes asumidos por la industria aeronáutica requieren una actualización permanente en su formación, estos altos costes soportados implican una búsqueda permanente de la excelencia en el producto y los procesos productivos y, por tanto, en la actualización y modernización en los sistemas de mantenimiento tanto de las aeronaves como de sus componentes.

3.2 Fundamentación Teórica

3.2.1 Mantenimiento Aeronáutico.

El Mantenimiento Aeronáutico es el conjunto de actividades dirigidas a permitir que las aeronaves operen con seguridad, eficiencia y dentro de las pautas que marca para cada caso la Regulación Aeronáutica vigente en cada momento.

Los talleres de mantenimiento aeronáutico deben disponer de los equipos, herramientas y material adecuados además de tener una o varias personas para planificar, supervisar e inspeccionar el trabajo de mantenimiento. Dependiendo del tamaño de la empresa, pueden existir un director financiero, un jefe de ingeniería, un director de mantenimiento básico, un director de mantenimiento de línea, un jefe de taller y un jefe de control de calidad. Estos puestos se reducen a una o dos personas en pequeñas empresas. Son precisos equipos y herramientas debidamente identificados y calibrados, para medir, calibrar o ensayar los componentes y sistemas de un avión con el objetivo de que cumplan los estándares aprobados. Es necesario certificar los trabajos y guardar los registros de mantenimiento para cada avión, siendo muy útil el ordenador, para mantener un histórico de los trabajos efectuados.

De esta forma, el Mantenimiento Aeronáutico tiene unas características muy concretas, que le diferencian a otros sectores:

- La seguridad y el servicio al pasajero son aspectos prioritarios.
- Una regulación de carácter internacional muy rigurosa.
- Los costes han de estar controlados y deben ser lo más bajos posible con el fin de que la operación de la aeronave sea rentable.
- La utilización diaria de las aeronaves es muy alta dado que cada una de ellas requieren de una inversión muy elevada.
- Las tareas de mantenimiento necesarias para conseguir que la operación de los aviones sea segura y eficiente, se agrupa en las siguientes categorías:

3.2.1.1 Mantenimiento Programado:

Es aquél que se realiza para mantener la Aeronavegabilidad de los aviones y/o restaurar el nivel especificado de fiabilidad. Para ello existe un programa de mantenimiento en el que se recoge el total de las tareas que deben realizarse así como los intervalos correspondientes en que deben llevarse a cabo. Dicho programa y cualquier modificación del mismo deben ser sometidos a la

aprobación del organismo competente, Aviación Civil, en el caso de aviación comercial.

3.2.1.2 Mantenimiento No Programado:

Así se denomina a la resolución de cualquier avería surgida en un punto y momento determinado mientras la aeronave está en servicio. El mantenimiento no programado supone aproximadamente un 22% del total del gasto de mantenimiento con un impacto elevado sobre el nivel de servicio, dada la imprevisibilidad de las averías que lo requieren.

Al margen de las revisiones programadas, el resto de componentes (rampas, butacas, bombas hidráulicas, flaps, tren de aterrizaje) y motores tienen su propio mantenimiento en taller.

A parte de estas dos categorías de mantenimiento, Programado y No Programado, enfocadas a conservar la fiabilidad inherente al diseño, se suele incluir dentro del mismo concepto la realización de modificaciones, si bien éstas responden a un objetivo de mejorar las características de diseño sobre la base de la experiencia acumulada por los fabricantes a través de los operadores.

Estas modificaciones pueden llegar a ser mandatorias (es decir, de cumplimiento exigido por la Autoridad Aeronáutica) y la no incorporación de las mismas hace perder aeronavegabilidad al avión.

3.2.2 Tipos de Mantenimiento:

El mantenimiento del avión se organiza por un lado a partir del avión como sistema complejo y, por otro, considerando individualmente a sus componentes.

3.2.2.1 Mantenimiento del avión

Se puede dividir en distintos escalones en función del nivel de profundidad con que se realizan las revisiones.

Cada una de las categorías cubre inspecciones determinadas y sus intervalos y tareas van siendo progresivamente más extensos:

3.2.2.1.1 Mantenimiento en Línea:

Cubre la atención de forma programada al avión durante la operación diaria (inspecciones prevuelo y de final de etapa) y la resolución de las averías que se van presentando a lo largo de la misma. Tiene por tanto, una componente muy significativa de mantenimiento no programado, de cuya eficiencia depende en gran medida reducir el impacto que dichas averías pueden producir en la operación.

Precisamente por ello se presta especial atención al soporte de este escalón de Mantenimiento, tanto desde el punto de vista humano como técnico.

En concreto es fundamental la formación y capacidades específicas del personal en procedimientos de análisis de averías (trouble-shooting), así como el apoyo documental para ello. En este momento se dispone de manuales en soporte digital a los que se puede acceder en el mismo avión de forma rápida para seguir las guías del fabricante.

En paralelo, los fabricantes de avión han ido desarrollando sistemas embarcados, es decir, ordenadores de mantenimiento integrados en los sistemas de avión, cuya función es proporcionar en tiempo real información adicional sobre el comportamiento de los mismos que completan el reportaje de la avería realizado por la tripulación y permiten una identificación más segura, rápida, precisa del origen de la avería.

Por último, es fundamental para reducir el impacto del mantenimiento no programado sobre la operación, que la información fluya de forma rápida y se reciban en las bases de mantenimiento lo antes posible. Tanto es así, que ya no es necesaria la intervención de la tripulación para comunicar averías por frecuencia de radio. Los mismos sistemas antes citados, junto con los de comunicaciones aire-tierra del avión, permiten que de forma automática los mismos datos que se pueden obtener en tierra desde los ordenadores de mantenimiento, sea transmitidos desde el avión en el mismo momento en que se produce un fallo. Ello permite adelantar el análisis de una avería y realizar las

consultas adicionales que sean necesarias de modo que cuando el avión llega a tierra se puede tener todo dispuesto para tomar las acciones necesarias, con el consiguiente beneficio en reducción de tiempo necesario para devolver el avión al servicio;

El Mantenimiento en Línea se estructura de la siguiente forma:

- **Tránsito:** antes de cada vuelo: se realiza en la escala entre cada aterrizaje y el siguiente despegue del avión. Es llevada a cabo por el piloto o un técnico de mantenimiento, el cual revisa el estado general de motores (si hay alguna pérdida de combustible), de otros mandos e instrumentos de vuelo (timones de dirección y profundidad, tren de aterrizaje, flaps...) y vigila que no haya algún registro abierto.

- **Diaría:** antes del primer vuelo de cada día: se realiza como máximo cada 47 horas y 59 minutos, se inspecciona de forma detallada el exterior del avión, incluyendo estado de ruedas y frenos, lubricación de amortiguadores de trenes de aterrizaje, comprobación de niveles de aceite, hidráulico, presión de oxígeno de sistema auxiliar de tripulación técnica y revisión de equipo de emergencia a bordo. Su duración aproximada es de dos horas.

- **Revisión S:** cada 100 horas de vuelo: se realiza cada cien horas de vuelo, o 7 días de calendario. Se inspeccionan aspectos más detallados relacionados con la seguridad alrededor del avión. Su duración es de unas tres horas y es llevada a cabo por técnicos de mantenimiento de vuelo calificados en los hangares/ propia pista.

Mantenimiento Menor:

Se realiza a través de inspecciones de distinta profundidad (A y C) a intervalos mensuales y anuales respectivamente (aunque varían para las distintas flotas), según indican los Programas de Mantenimiento de cada una.

Consisten en la realización de servicios y lubricación a aquellos componentes que lo necesitan, así como de pruebas funcionales a los diferentes

sistemas que permiten verificar que los mismos operan dentro de las tolerancias fijadas por el fabricante.

Con objeto de dar una idea de la intensidad de estas revisiones, y aunque depende mucho del modelo de aeronave de que se trate, las inspecciones tipo A requieren entre 300 y 900 horas/hombre, mientras que las de tipo C varían entre 3.000 y 5.000 horas/hombre.

De estas, y aunque el factor antigüedad de flota afecta significativamente a esta proporción, aproximadamente el 60% del trabajo corresponde a la resolución de las anomalías encontradas durante la inspección.

Estas paradas programadas se aprovechan además para ir incorporando las modificaciones menores o boletines de servicio de poca envergadura, y que tienen como objetivo actualizar la condición técnica de la aeronave con el paso del tiempo para mejorar su fiabilidad y comportamiento.

En concreto el Mantenimiento Menor se estructura de la siguiente forma:

- **Revisión R:** mantenimiento de rutina, inspección de seguridad alrededor del avión.
- **Revisión A:** realizada mensualmente, comprende la inspección general de sistemas, componentes y estructura, tanto desde el interior como desde el exterior, para verificar su integridad.
- **Revisión B:** realizada semestralmente, también comprueba seguridad de sistemas, componentes y estructura, pero con mayor alcance y profundidad que el anterior.
- **Revisión C:** realizada anualmente, se lleva a cabo una inspección, por áreas, de todas las zonas interiores y exteriores del avión, incluyendo los sistemas, las instalaciones y la estructura visible.

Mantenimiento Mayor: (También denominada, Revisión D)

Se denomina así al escalón de mantenimiento más profundo, que en su momento llegó a denominarse “revisión general” o “gran parada”, y que viene a

realizarse en períodos de aproximadamente 5 o 6 años. Si bien el contenido de este tipo de revisiones ha evolucionado con el tiempo dependiendo de cuando fue diseñado cada modelo de avión, sigue siendo conceptualmente el momento en que se realiza una inspección estructural profunda, habida cuenta el nivel de desarme del avión. Así mismo se aprovecha esta parada para la realización de modificaciones y reparaciones estructurales de gran envergadura.

Es sin duda la revisión más completa y también la más espectacular que se realiza a los aviones. Una revisión técnica de estas características engloba trabajos como:

- Decapado completo de la pintura exterior del avión
- Bajada de motores, trenes de aterrizaje y mandos de vuelo.
- Desmontaje, inspección, reparación (si es necesaria) y posterior montaje de un importante número de elementos del avión, pintura completa del mismo y, para acabar, pruebas funcionales en las que se incluye un vuelo en pruebas.
- Desarmado completo de la cabina de pasajeros y sustitución de la gran mayoría de los elementos decorativos y de confort.

Una vez revisados el fuselaje, los elementos estructurales y distintos componentes del avión, y sustituidos los necesarios, se instalan de nuevo y se vuelve a pintar. Más de una tonelada de pintura se emplea para el exterior, mientras que el interior requiere entre 120 y 150 kilos.

Una vez finalizado el trabajo en tierra, es preciso después realizar un vuelo de verificación que demuestra la efectividad del mismo, muy similar a la que se realiza en la fábrica cuando se prueba el avión por primera vez.

Durante seis horas continuas la tripulación técnica y personal de mantenimiento, someten al avión a condiciones de vuelo límite, conforme a protocolos previamente establecidos, que es prácticamente imposible que se produzcan en la realidad.

Durante este vuelo de verificación, se paran motores (nunca simultáneamente) y se vuelven a poner en marcha en el transcurso del vuelo; se realizan virajes pronunciados; se reduce la velocidad al mínimo y se eleva al máximo permitido y se prueban los trenes de aterrizaje y el resto de sistemas y componentes.

3.2.2.2 Mantenimiento de Componentes

Una aeronave está integrada por estructura, motores y sistemas, que a su vez contienen un elevado número de componentes distintos y de la más variada naturaleza: mecánicos, hidráulicos, neumáticos, eléctricos, electrónicos, etc. Ello lleva a que, mientras que en el caso de avión y motor, la especialización es por producto, en el caso de los talleres de componentes la división se hace precisamente en función de su naturaleza: hay pues sectores dedicados únicamente a la gama de elementos con el mismo fundamento operativo, independientemente de la flota o flotas en la que vayan instalados.

También en el mundo de los componentes, la evolución de los fabricantes ha llevado a variar de forma notable la proporción de cada uno de los grupos antes citados. Mientras que en aviones diseñados hasta los años 70 el porcentaje de componentes electrónicos era muy minoritario, a partir del desarrollo de los sistemas “fly by wire”, así como de la tecnología de los microprocesadores, ha llevado a que la integración en casi todos los sistemas del avión de este tipo de componentes sea masiva. Este hecho tiene un impacto inmediato en la superior fiabilidad de los equipos, en la necesidad de dotar de la tecnología adecuada a los talleres asociados y en los requerimientos de formación del personal, lo que ha obligado a la Dirección de Material a adaptarse a este nuevo entorno con la incorporación masiva de flotas de este tipo de tecnología.

El otro aspecto importante que, desde el punto de vista de mantenimiento, tiene la incorporación de componentes electrónicos, es su capacidad de registrar en memorias no volátiles los fallos internos del equipo y la posibilidad del uso intensivo de los equipos automáticos de prueba o ATE (Automatic Test Equipment). Con ellos es posible probar, antes de iniciar un circuito de reparación,

si el componente presenta realmente la avería que originó su desmontaje y si tiene algún otro fallo oculto.

3.2.2.3 Mantenimiento del motor.

El motor es, sin duda, el componente más caro desde el punto de vista de mantenimiento, alcanzando el conjunto de la planta de potencia instalada más del 50% del coste total de mantenimiento por cada hora de vuelo del avión. Ello es debido en gran medida a que también es el elemento técnicamente más complejo, con un mayor nivel de exigencia y que requiere para su reparación la tecnología más avanzada.

Independientemente de que la arquitectura del motor sea de diseño más antiguo o completamente modular, el paso del conjunto o de los módulos que lo integran por el taller para revisión general (o “Engine performance restoration”) requiere el desarmado completo de los mismos y la aplicación de todas y cada una de las piezas recuperables de un proceso de reparación específico o de su sustitución en caso de que no sea posible devolverla a las especificaciones de diseño. Para ello se aplican las técnicas más complejas (tratamientos térmicos, baños, soldaduras especiales, proyección de plasma, mecanizado por control numérico, etc) para el tratamiento de metales y aleaciones muy específico de esta industria.

Estas piezas no se reparan en ciclo cerrado, es decir, no vuelven al mismo conjunto principal del que fueron desmontadas dado que los tiempos de recorrido por taller son muy dispares. Conforme va disponiéndose de las piezas necesarias, se comienza el proceso de armado del motor o módulo correspondiente. Este trabajo requiere ajustes con tolerancias muy estrechas, que obliga a seguir procedimientos de control y verificación muy estrictos, probablemente de muy difícil comparación con trabajos de mantenimiento realizados en otros sectores industriales.

A los motores se les revisan diariamente los niveles, se les hace una inspección detallada de la zona de entrada y escape vigilando que no tengan pérdidas.

Con intervalos variables dependiendo de la flota se somete al motor en ala a inspecciones boroscópicas, que permiten ver el interior del mismo en detalle en una pantalla, para inspeccionar cualquier daño, y en algunas flotas se procede a un lavado del motor en ala para aumentar su eficiencia.

La mayoría de los componentes de un motor, como los álabes de turbina, son de muy alta fiabilidad y sólo requieren desmontaje cada tres o más años. Ése es, más o menos, el intervalo para el desmontaje pieza a pieza de un motor y su posterior revisión.

Finalmente, una vez finalizadas en el taller las tareas correspondientes, en función de cuál fue el motivo de la entrada del motor al taller, así como de que el programa de mantenimiento indicase como trabajo programado en función de la actuación del motor y su degradación en el momento del desmontaje, antes de su instalación en ala se realiza una prueba en banco del mismo. A través de ella se comprueba, no sólo que se ha conseguido restaurar el nivel de “performance” del motor y por lo tanto se garantiza la efectividad del mantenimiento realizado, sino que una vez instalado sobre el avión, su correcta operación está asegurada.

Procesos parecidos son los seguidos para el mantenimiento y reparación de otros componentes, que por sus condiciones de alta exigencia y materiales de tecnología avanzada, así lo requieren.

Por todo ello, el estricto programa de mantenimiento al que se ven sometidos los aviones, hace que se puedan mantener en servicio con seguridad aunque hayan pasado muchos años desde su fabricación y hayan acumulado muchas horas de vuelo.

3.3 Fundamentación Legal

SUBPARTE B - REQUERIMIENTOS DE CERTIFICACIÓN¹¹

147.13 Facilidades, equipo y materiales requeridos

Un solicitante de un Certificado de Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico y sus habilitaciones o de una habilitación adicional, debe tener por lo menos, las facilidades, equipos y materiales especificados en las secciones, 147.15 a la 147.19, que sean los apropiados para las habilitaciones que solicita.

147.15 Requerimientos de espacio

Un solicitante de un Certificado de Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico y sus habilitaciones o de una habilitación adicional, deberá tener las siguientes facilidades adecuadas con calefacción, iluminación y ventilación, como sean apropiadas a las habilitaciones que solicita y que la DGAC. Determine como apropiadas para el número máximo de estudiantes a ser instruidos en cualquier momento:

- a. Un aula cerrada adecuada para enseñar clases teóricas; facilidades adecuadas, ya sea en áreas centrales o localizadas para entrenamiento, distribuidas de manera que aseguren la separación del espacio de trabajo, de las partes, herramientas, materiales y artículos similares;*
- b. Áreas adecuadas para la aplicación de materiales de acabados, incluyendo pintura a soplete;*
- c. Áreas convenientemente equipadas con tanques de agua para lavado y equipo de desengrasado de aire comprimido y otro equipo adecuado de limpieza;*
- d. Facilidades adecuadas para el corrido de motores;*

¹ Tomado del capítulo 147 del Reglamento de la Dirección General de Aviación Civil del Ecuador

- e. *Área convenientemente adecuada que incluya bancos, mesas, y equipos de prueba, para desarmar, dar servicio e inspeccionar:*
1. *Equipos eléctricos, de encendido, y accesorios;*
 2. *Carburadores y unidades y sistemas de combustible; y,*
 3. *Unidades y sistemas hidráulicos y de vacío para aeronaves, motores de aeronaves y sus accesorios.*
- f. *Espacio adecuado con equipos adecuados incluyendo bancos, mesas, estantes y gatas, para el desarmado, inspección y reglaje de la aeronave; y,*
- g. *Espacios convenientes con equipo adecuado para el desarmado, inspección, armado, caza fallas, y puesta a tiempo del encendido de motores.*

147.17 Requerimientos del equipo de instrucción

- a. *Un solicitante de un certificado de Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico y sus habilitaciones o de una habilitación adicional, deberá tener los siguientes equipos de instrucción, como sean apropiados para las habilitaciones que solicita:*
1. *Varias clases de estructuras de aeronaves, unidades y sistemas y componentes de aeronaves, motores, unidades y sistemas y componentes de motores (incluyendo las hélices) de una cantidad y tipo conveniente para completar los proyectos prácticos requeridos por su plan de estudios aprobado; y,*
 2. *Al menos una aeronave de un tipo actualmente certificado por la DGAC, para operación privada o comercial, con motor, hélices, instrumentos, equipos de navegación y comunicación, luces de aterrizaje, y otros equipos y accesorios en los cuales el Técnico de Mantenimiento podría ser requerido para trabajar y con los cuales el Técnico debe estar familiarizado;*

- b. El equipo requerido por el párrafo (a) de esta sección, no necesita estar en condición aeronavegable. Sin embargo, si estuviere dañado, éste debería ser reparado lo suficiente para conservar su integridad;*
- c. En aquellas aeronaves, motores, hélices, aparatos y componentes en los cuales la instrucción se va a dar, y de los cuales se va a ganar experiencia práctica, deben ser tan diversificados como para mostrar los diferentes métodos de construcción, ensamblaje, inspección y operación cuando están instalados en la aeronave para su uso. Deben haber unidades suficientes, de manera que no más de ocho alumnos trabajen en una unidad al mismo tiempo; y,*
- d. Si la aeronave utilizada para propósitos de instrucción, no tiene tren de aterrizaje retráctil ni flaps, la escuela debe proveer ayudas de instrucción o maquetas operacionales de aquellos.*

147.19 Materiales, herramientas especiales y requerimientos de equipo de taller

Un solicitante de un certificado de Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico y sus habilitaciones, o de una habilitación adicional debe tener un adecuado suministro de materiales, herramientas especiales y equipo de taller como sean requeridos por el plan de estudios de la escuela y serán utilizados en la construcción y mantenimiento de las aeronaves, para asegurar que cada estudiante sea apropiadamente instruido. Las herramientas especiales y el equipo del taller, deben estar en condiciones satisfactorias de trabajo para el propósito para el cual se van a utilizar.”

4.1 Modalidad Básica de la Investigación:

4.1.1 De Campo

La investigación se realizó en los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA, con la finalidad de realizar un diagnóstico actual de los talleres en cuanto al manejo de herramientas utilizadas para el proceso de enseñanza-aprendizaje. De la observación realizada, se pudo establecer que en ellas no se cuentan con las herramientas necesarias para que los alumnos puedan tener un aprendizaje significativo y que se apegue a la realidad del campo de acción, es decir de las herramientas que se utilizarían en un mantenimiento real de una aeronave. (Ver anexo 5).

4.1.2 Documental Bibliográfica

La investigación Bibliográfica – documental, realizada en la biblioteca de la Institución permitió constatar la existencia de trabajos realizados sobre material de apoyo como: maquetas, software de simulación virtual de varias unidades y sistemas del avión, otros; realizados por estudiantes del Instituto, con anterioridad al presente trabajo.

La información bibliográfica – documental primaria, manuales técnicos referentes a la aviación y, secundaria, como son las fuentes en Internet, otras; consultadas consolidaron la estructuración del marco teórico a partir de fuentes especializadas en el campo del trabajo de investigación.

4.2 Tipos de Investigación

4.2.1 No experimental

La presente investigación fue de tipo no experimental, ya que se basó en el estudio de las herramientas de precisión existentes en el ITSA que posibilite que las prácticas sean óptimas y se apeguen a la realidad de las aeronaves actuales.

4.3 Niveles de Investigación:

4.3.1 Exploratoria

La presente investigación fue de nivel Exploratorio, debido a que, este nivel de investigación permitió alcanzar el objetivo de obtener información clara y pertinente de los antecedentes de la investigación de este anteproyecto y sobre el mantenimiento aeronáutico.

4.3.2 Descriptivos

La presente investigación fue de nivel Descriptivo en razón a que se realizó una puntualización de las herramientas existentes en los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica y estimar un grupo básico de herramientas de precisión y así identificar las herramientas que se deben adquirir para mejorar el aprendizaje.

4.4 Universo, Población y Muestra:

4.4.1 Universo

Se tomo como Universo al Subdirector y Docente Técnico a cargo de los laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica, quienes serán los beneficiarios directos de éste trabajo de investigación.

4.4.2 Muestra

Dado que el Universo es pequeño no se necesita un cálculo de la muestra por lo que se procederá a trabajar con los encargados del área de talleres.

4.5 Métodos y Técnicas de la Investigación:

4.5.1 Métodos

Los métodos aplicados durante el desarrollo de la investigación del presente trabajo y con el fin de obtener los datos que permitieron tabular, analizar e

interpretar para determinar los problemas que requieren pronta solución; se emplearon:

4.5.1.1 Análisis

El análisis permitió determinar que tipo de herramientas de precisión se deben adquirir o construir para que exista una adecuada práctica en los talleres de mantenimiento. Estas serán de gran utilidad en el proceso de inter - aprendizaje de las asignaturas relacionadas con las unidades y sistemas de aviones comerciales que operan el país. (Ver anexo 4).

4.5.1.2 Síntesis

La síntesis permitió determinar los problemas relevantes en referencia a material requerido en los talleres de la Carrera de Mecánica, sobre la base de la información recopilada. (Ver anexo 5).

4.5.1.3 Deducción

La deducción permitió, el análisis de datos particulares para llegar a la generalización de la insuficiencia de herramientas de precisión en los talleres de la Carrera de Mecánica Aeronáutica, ya antes determinados en el nivel descriptivo de este anteproyecto.

4.5.2 Técnicas

Como técnicas para el desarrollo del presente proyecto, con el fin de obtener datos pertinentes y coherentes referentes a los objetivos de estudio, que se tabularon y de su análisis e interpretación dieron a y conocer la problemática investigativa, que se empleo:

4.5.2.1 Observación Directa

La Observación Directa de los requerimientos en los laboratorios y talleres de la Carrera de Mecánica permitió visualizar de manera clara además de pertinente y coherente; las limitaciones que presentan las el no contar con las herramientas de precisión necesarias para que el aprendizaje sea significativo. (Ver anexo 2).

4.5.2.2 La Entrevista

La Entrevista se diseccionó al Subdirector y Director de la Carrera Mecánica Aeronáutica; fue estructurada con la finalidad de determinar los requerimientos de herramientas de precisión que permita la optimización del proceso de inter - aprendizaje. (Ver anexo 4)

4.6 Recolección de Datos:

Para la recolección de datos informativos, se utilizo una fuentes primarias, es decir de primera mano, entrevistas que se aplicaron al personal que vinculado en el estudio y enseñanza de asignaturas técnicas en el área de Mecánica Aeronáutica, poniendo énfasis en los requerimientos. Para validez y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos se solicito antes de su aplicación, el criterio juicioso de personas expertas en docencia referente a aeronáutica.

En cuanto al campo bibliográfico – documental, se consulto las regulaciones de la Dirección de Aviación Civil, documentos dedicados al tema y páginas Web en Internet.

4.7 Procesamiento de la Información:

Para procesar los resultados de la investigación, con los resultados obtenidos en las entrevistas se procedió a:

- Analizar los resultados;
- Interpretar ; y,
- Formular a conclusiones y recomendaciones.

4.8 Análisis e Interpretación de Datos

Tomando en cuenta los objetivos que en la presente investigación se han propuesto, así como los fundamentos presentados en el Marco Teórico, se han realizado entrevistas al personal de Subdirector y Docente Técnico encargados de los talleres de Mecánica, cuyas respuestas se presentan a continuación conjuntamente con el análisis realizado.

Para la aplicación de las entrevistas se recurrió a las preguntas dicotómicas ya que permiten investigar sobre temas específicos sin dejar la posibilidad a respuestas, razonamientos o conjeturas superficiales que impedirían una clara interpretación de los resultados.

4.8.1 ANÁLISIS DE LAS ENTREVISTAS REALIZADAS (Ver anexo 4)

Personas Entrevistadas:

Tlgo. Ulices Cedillo

Sgto. William Vallejo

Tlgo. Rodrigo Bautista

Sgto. Edgar Parra

Entrevistador

Sr. Daniel Narváez

4.8.1.1 ANÁLISIS PREGUNTA 1

De acuerdo a las respuestas obtenidas se puede determinar que el 100% de los entrevistados, considera que el ITSA no posee en sus talleres de Mecánica Aeronáutica herramientas de precisión con los que se optimice el inter-aprendizaje del mantenimiento de precisión.

4.8.1.2 ANÁLISIS PREGUNTA 2

De las personas entrevistadas el 75% conoce las herramientas de precisión existentes en los Talleres de Mecánica Aeronáutica y los detalla como son micrómetros, palpadores, calibrador pie de rey, goniómetros, torquímetros.

4.8.1.3 ANÁLISIS PREGUNTA 3

El 100% de los entrevistados no tiene conocimiento si existen herramientas de precisión que sirvan para medir la tensión del cableado de los controles de vuelo de cualquier aeronave.

4.8.1.4 ANÁLISIS PREGUNTA 4

El 100% considera necesario la implementación de herramientas de precisión a los talleres de Mecánica Aeronáutica del ITSA.

4.8.1.5 ANÁLISIS PREGUNTA 5

De los entrevistados el 100 % considera que es factible la implementación de un Tensiómetro a los Talleres de Mantenimiento Aeronáutico del ITSA, para brindar un mantenimiento óptimo a los controles de vuelo mejoraran la calidad del proceso de inter-aprendizaje.

6. Denuncia del Tema

“ IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE PRECISIÓN AL TALLER DE MANTENIMIENTO DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA DEL ITSA ”

7. Factibilidad del Tema:

7.1 Técnica

Fue primordial partir de análisis de la situación actual de los laboratorios y talleres de la carrera de mecánica del ITSA lo cual se realizo entrevistas dirigidas al Subdirector y Docente Técnico a cargo de los talleres de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.

Mediante estas entrevistas se obtuvo los datos pertinentes para la realización del análisis referente a la necesidad implementación de herramientas de precisión que ayuden a mejorar las prácticas de los estudiantes.

7.2 Legal

El marco legal que se ha aplicado para este trabajo son las Regulaciones Aeronáuticas de la Dirección General de Aviación Civil (DGAC).

Específicamente la RDAC 147 que trata sobre Escuelas de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico, y la Subparte B referente a requerimientos de Certificación.

147.19 Materiales, herramientas especiales y requerimientos de equipo de taller

Un solicitante de un certificado de Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico y sus habilitaciones, o de una habilitación adicional debe tener un adecuado suministro de materiales, herramientas especiales y equipo de taller como sean requeridos por el plan de estudios de la escuela y serán utilizados en la construcción y mantenimiento de las aeronaves, para asegurar que cada estudiante sea apropiadamente instruido. Las herramientas especiales y el equipo del taller, deben estar en condiciones satisfactorias de trabajo para el propósito para el cual se van a utilizar.”²

7.3 Apoyo

Para el desarrollo de esta investigación se cuenta con el apoyo de varias personas y del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico al cual va a beneficiar el proyecto.

7.4 Recursos

7.4.1 Talento Humano:

² Tomado del capítulo 147 de las Regulaciones de la Dirección General de Aviación Civil del Ecuador

Tabla N° 1: Talento Humano.

Talento Humano.		
Nº	DETALLE	DESIGNACIÓN
1	Sr. Daniel Narváez	Investigador

Elaboración: Sr. Daniel Narváez

7.4.2 Recurso Material

Tabla N° 2: Costo Primario.

Costo Primario.		
Nº	DETALLE	COSTO
1	Materiales:	20 USD
2	Mano de obra	50 USD
TOTAL		70 USD

Fuente: Investigación de campo
Elaboración: Sr. Daniel Narváez

Tabla N° 3: Costos Secundarios.

Costos Secundarios		
Nº	DETALLE	COSTO
1	Impresiones e Internet	50 USD
2	Anillados	10 USD
3	Transporte, comida y varios	40 USD
TOTAL		100 USD

Fuente: Investigación de campo
Elaboración: Sr. Daniel Narváez

7.5 Presupuestó para adquisición de Tensiómetro

Tabla N° 4: Costos Primarios.

Costos Primarios		
Nº	MATERIALES	COSTO
1	Importación Tensiómetro	800 USD
2	Gastos de desaduanización	200 USD
TOTAL		1000 USD

Fuente: Investigación de campo
Elaboración: Sr. Daniel Narváez

Tabla N° 05: Costos Secundarios.

Costos Secundarios.		
Nº	DETALLE	COSTO
1	Pago aranceles Derechos de Grado	120 USD
2	Impresiones	35 USD
3	Internet	15 USD
4	Anillados y empastados	50 USD
5	Transporte y varios	140 USD
TOTAL		360 USD

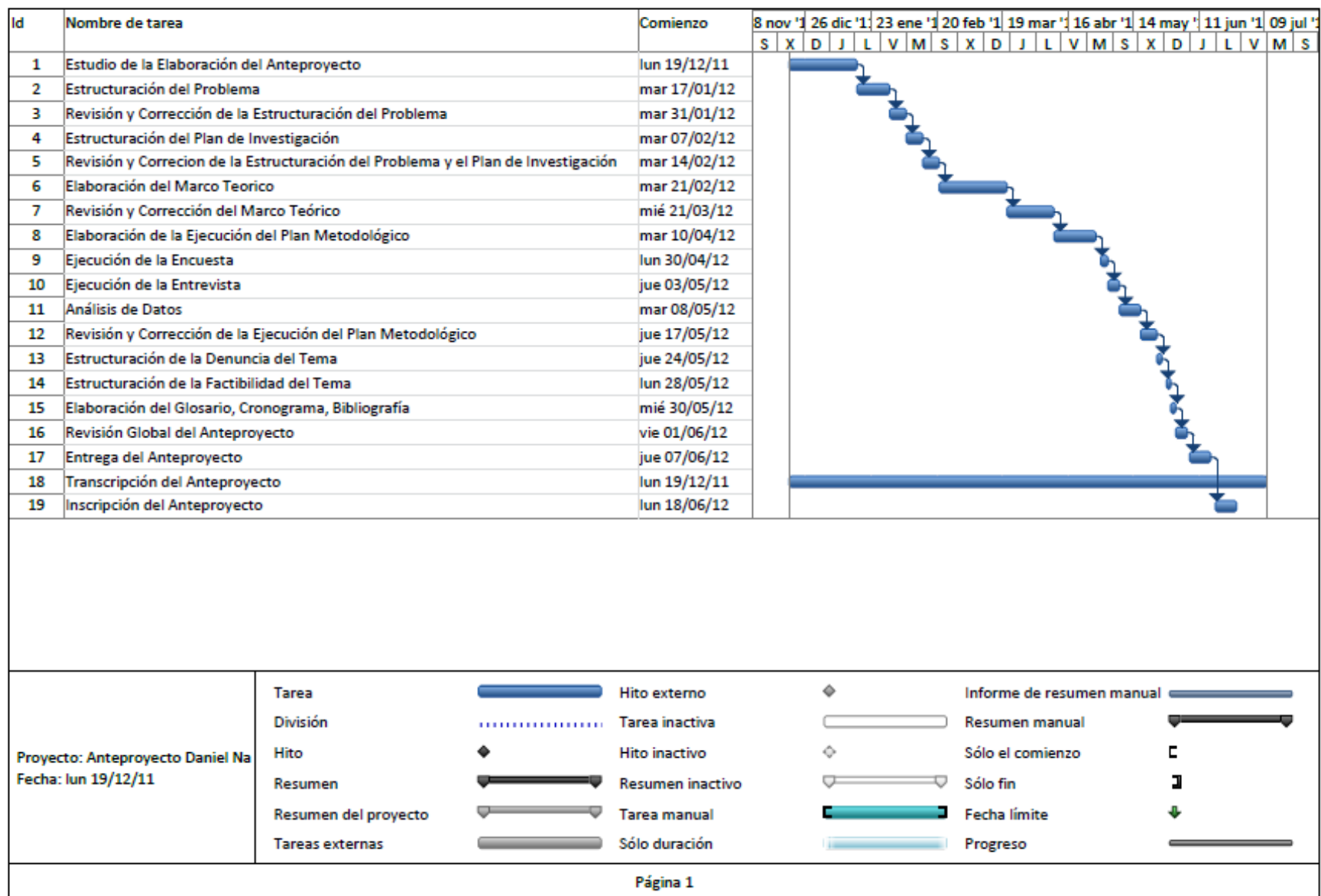
Fuente: Investigación de campo
Elaboración: Sr. Daniel Narváez

Tabla N° 06: Costo Total del Proyecto

Costo Total del Proyecto		
Nº	DETALLE	COSTO
1	Costos Primarios	1000 USD
2	Costos Secundarios	360 USD
3	Imprevistos	40 USD
TOTAL		1400 USD

Fuente: Investigación de campo
Elaboración: Sr. Daniel Narváez

8. Cronograma



8. Glosario

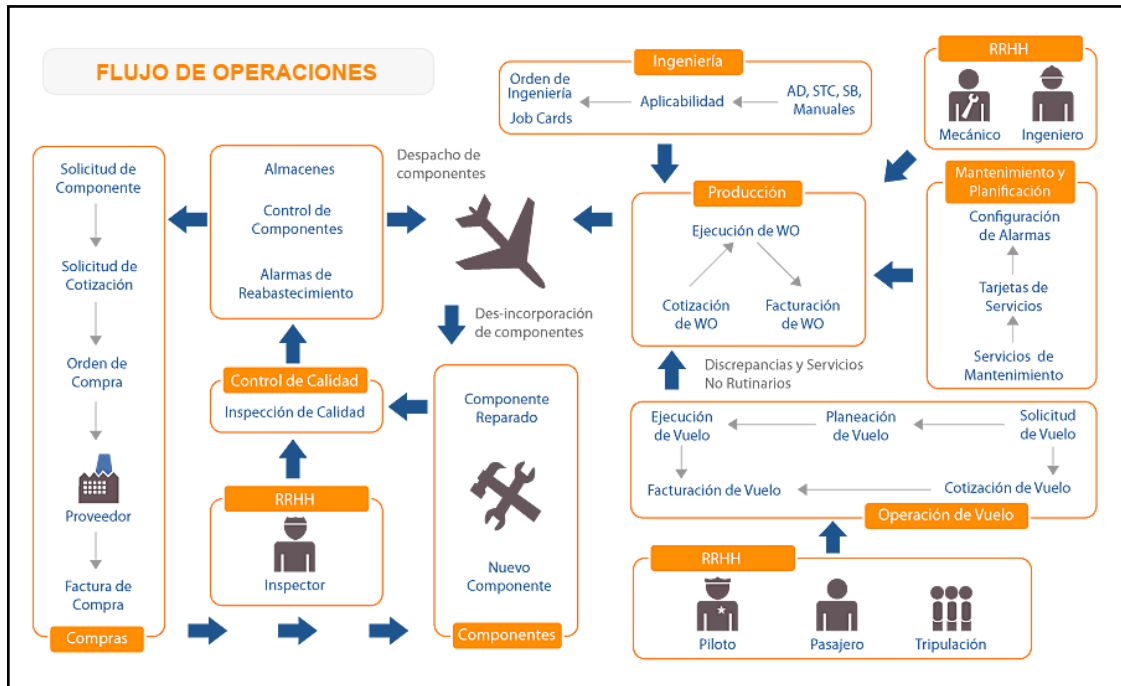
- **Aeronavegabilidad:** Una aeronave debe completar un preciso programa de ensayos antes de recibir el certificado de aeronavegabilidad, siendo necesario un análisis previo de la documentación de diseño y control de calidad que soporte las pruebas a realizar.
- **Álabe:** es la paleta curva de una turbomáquina o máquina de fluido rotodinámica. Forma parte del rodete y, en su caso, también del difusor o del distribuidor. Los álabes desvían el flujo de corriente, bien para la transformación entre energía cinética y energía de presión por el principio de Bernoulli, o bien para intercambiar cantidad de movimiento del fluido con un momento de fuerza en el eje.
- **Hidráulica:** es una rama de la física y la ingeniería que se encarga del estudio de las propiedades mecánicas de los fluidos. Todo esto depende de las fuerzas que se interponen con la masa (fuerza) y empuje de la misma.
- **Metalurgia:** es la técnica de la obtención y tratamiento de los metales desde minerales metálicos hasta los no metálicos. También estudia la producción de aleaciones, el control de calidad de los procesos vinculados así como su control contra la corrosión.
- **Troubleshooting:** es una forma de resolver problemas. Es la forma sistemática de buscar el origen de un problema para que éste pueda ser resuelto.

9. Bibliografía

- **CREUS Antonio.** Iniciación a la aeronáutica. Editorial Díaz de Santos. España 2010.
- **Talleres de mantenimiento aeronáutico.** Disponible en:
http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/aereo/regulaciones/docs/rap_rev18/rap145/rap_145_subparte_b_rev17.PDF
- **GONZALES Miguel. Aeronavegabilidad y mantenimiento de la aeronavegabilidad.** Disponible en:
<http://www.ebookpp.com/ma/mantenimiento-aeronautico-pdf.html>
- **GIL Manuel. Mantenimiento.** Disponible en;
- <http://sandglasspatrol.com/tecnicos/Mantenimiento.pdf>

11. Anexos

Anexo 1 Flujo de Operaciones



Anexo 2 FOTOS HERRAMIENTAS DE PRESISION

CALIBRADOR DE ROSCAS



MICROMETRO



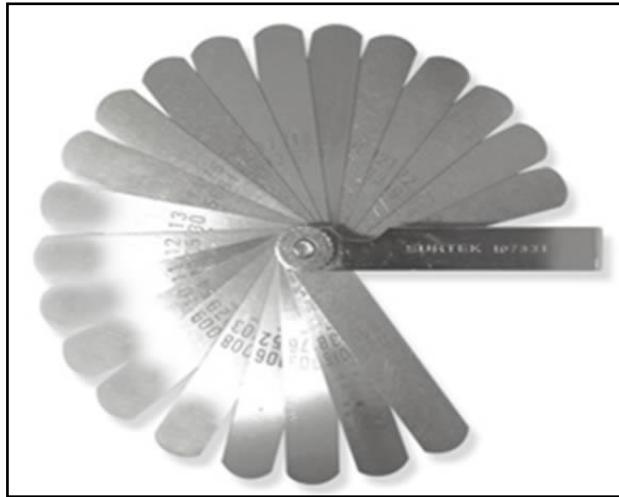
GONIOMETRO



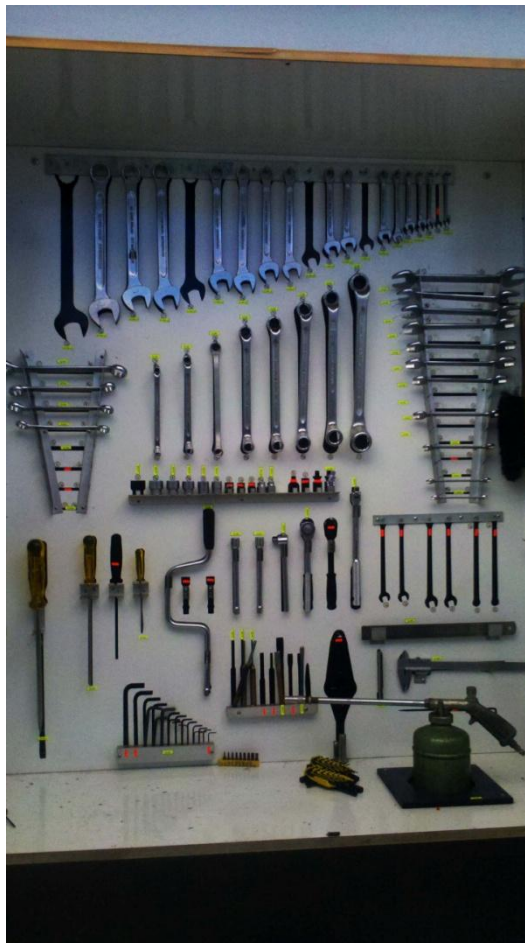
PALPADOR



CALIBRADOR DE LAMINAS



ANEXO 3
IMAGEN DEL ANAQUEL DE HERRAMIENTAS
QUE POSEE EL TALLER DE MANTENIMIENTO DEL ITSA



Anexo 4
Entrevistas Realizadas

ENTREVISTA No. 1
INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR AERONAUTICO
CARRERA DE MECANICA AERONAUTICA

ENTREVISTADO: *Sgtop. William Vallejo*

ENTREVISTADOR: *Sr. Daniel Narváez*

- a. **¿Considera que el ITSA posee en sus Talleres de Mecánica Aeronáutica herramientas de precisión con los que se optimice el inter-aprendizaje del mantenimiento de precisión?**
NO
- b. **¿Conoce las herramientas de precisión existentes en los Talleres de Mecánica Aeronáutica?**
NO
- c. **¿Tiene conocimiento si existe herramientas de precisión que sirva para medir la tensión del cableado de los controles de vuelo de cualquier aeronave?**
NO
- d. **¿Considera necesario la implementación de herramientas de precisión a los Talleres de Mecánica Aeronáutica del ITSA?**
SI
- e. **¿Cree usted que la implementación de un Tensiómetro para brindar un mantenimiento óptimo a los controles de vuelo mejoraran la calidad del proceso de inter-aprendizaje?**
SI

ENTREVISTA No. 2

INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR AERONAUTICO CARRERA DE MECANICA AERONAUTICA

ENTREVISTADO: *Sgto. Edgar Parra*

ENTREVISTADOR: *Sr. Daniel Narváez*

1. **¿Considera que el ITSA posee en sus Talleres de Mecánica Aeronáutica herramientas de precisión con los que se optimice el inter-aprendizaje del mantenimiento de precisión?**

NO

2. **¿Conoce las herramientas de precisión existentes en los Talleres de Mecánica Aeronáutica?**

SI, EXISTEN PIE DE REY, MICROMETROS, TORQUIMETROS

3. **¿Tiene conocimiento si existe herramientas de precisión que sirva para medir la tensión del cableado de los controles de vuelo de cualquier aeronave?**

NO

4. **¿Considera necesario la implementación de herramientas de precisión a los Talleres de Mecánica Aeronáutica del ITSA?**

SI

5. **¿Cree usted que la implementación de un Tensiómetro para brindar un mantenimiento óptimo a los controles de vuelo mejoraran la calidad del proceso de inter-aprendizaje?**

SI

ENTREVISTA No. 3

INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR AERONAUTICO CARRERA DE MECANICA AERONAUTICA

ENTREVISTADO: Tlgo. Ulices Cedillo

ENTREVISTADOR: *Sr. Daniel Narváez*

1. **¿Considera que el ITSA posee en sus Talleres de Mecánica Aeronáutica herramientas de precisión con las que se optimice el inter-aprendizaje del mantenimiento de precisión?**
NO
2. **¿Conoce las herramientas de precisión existentes en los Talleres de Mecánica Aeronáutica?**
SI, EXISTEN CALIBRADOR PIE DE REY, MICROMETROS, PALPADORES
3. **¿Tiene conocimiento si existe herramientas de precisión que sirva para medir la tensión del cableado de los controles de vuelo de cualquier aeronave?**
NO EXISTE
4. **¿Considera necesario la implementación de herramientas de precisión a los Talleres de Mecánica Aeronáutica del ITSA?**
SI
5. **¿Cree usted que la implementación de un Tensiómetro para brindar un mantenimiento óptimo a los controles de vuelo mejoraran la calidad del proceso de inter-aprendizaje?**
SI

ENTREVISTA No. 4

INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR AERONAUTICO CARRERA DE MECANICA AERONAUTICA

ENTREVISTADO: *Tlgo. Rodrigo Bautista*

ENTREVISTADOR: *Sr. Daniel Narváez*

1. **¿Considera que el ITSA posee en sus Talleres de Mecánica Aeronáutica herramientas de precisión con las que se optimice el inter-aprendizaje del mantenimiento de precisión?**
SI
2. **¿Conoce las herramientas de precisión existentes en los Talleres de Mecánica Aeronáutica?**
SI, EXISTEN MICROMETROS, PIE DE REY, TORQUIMETROS, PALPADORES
3. **¿Tiene conocimiento si existe herramientas de precisión que sirva para medir la tensión del cableado de los controles de vuelo de cualquier aeronave?**
NO
4. **¿Considera necesario la implementación de herramientas de precisión a los Talleres de Mecánica Aeronáutica del ITSA?**
SI
5. **¿Cree usted que la implementación de un Tensiómetro para brindar un mantenimiento óptimo a los controles de vuelo mejoraran la calidad del proceso de inter-aprendizaje?**
SI

Anexo 5

“ Modelo de Ficha técnica de Observación ”

I

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO MECÁNICA AERONÁUTICA – MOTORES

DATOS INFORMATIVOS:

Lugar:	Laboratorios del ITSA
Observador:	Sr. Daniel Narváez
Equipo:	Cámara fotográfica
Objetivo:	Visualizar en las estanterías de herramientas las que se utiliza para mantenimiento de precisión, existentes en los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA, adicional de dialogar con el personal directamente involucrado en el taller.

La presente observación tiene como objetivo registrar las herramientas de precisión existentes y la determinación de implementación de una como un tensiómetro.

Observaciones:

En los talleres se pudo constatar la existencia de herramientas de precisión tales como calibrador de láminas, micrómetro, palpador, goniómetro, calibrador pie de rey;

Las herramientas existentes sirven para realizar mantenimiento de precisión básico, pero no existen herramientas especiales de precisión, tales como un tensiómetro, esta información se obtuvo mediante la interacción con los docentes involucrados en el taller como son: Tlgo. Rodrigo Bautista, Sgto. Edgar Parra, Sgto. William Vallejo y el Tlgo. Ulices Cedillo, adicionalmente se acordó unánimemente que la implementación de un tensiómetro a sus anaqueles se beneficiaría en Pro del aprendizaje para la utilización del mismo.

ANEXO 2
" RDAC 147"
SUBPARTE B - REQUERIMIENTOS DE
CERTIFICACIÓN

“ RDAC 147”

SUBPARTE B - REQUERIMIENTOS DE CERTIFICACIÓN

147.13 Facilidades, equipo y materiales requeridos

Un solicitante de un Certificado de Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico y sus habilitaciones o de una habilitación adicional, debe tener por lo menos, las facilidades, equipos y materiales especificados en las secciones, 147.15 a la 147.19, que sean los apropiados para las habilitaciones que solicita.

147.15 Requerimientos de espacio

Un solicitante de un Certificado de Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico y sus habilitaciones o de una habilitación adicional, deberá tener las siguientes facilidades adecuadas con calefacción, iluminación y ventilación, como sean apropiadas a las habilitaciones que solicita y que la DGAC. Determine como apropiadas para el número máximo de estudiantes a ser instruidos en cualquier momento:

- h. Un aula cerrada adecuada para enseñar clases teóricas;
- i. Facilidades adecuadas, ya sea en áreas centrales o localizadas para entrenamiento, distribuidas de manera que aseguren la separación del espacio de trabajo, de las partes, herramientas, materiales y artículos similares;
- j. Áreas adecuadas para la aplicación de materiales de acabados, incluyendo pintura a soplete;

- k. Áreas convenientemente equipadas con tanques de agua para lavado y equipo de desengrasado de aire comprimido y otro equipo adecuado de limpieza;
- l. Facilidades adecuadas para el corrido de motores;
- m. Área convenientemente adecuada que incluya bancos, mesas, y equipos de prueba, para desarmar, dar servicio e inspeccionar:
 - 4. Equipos eléctricos, de encendido, y accesorios;
 - 5. Carburadores y unidades y sistemas de combustible; y,
 - 6. Unidades y sistemas hidráulicos y de vacío para aeronaves, motores de aeronaves y sus accesorios.
- n. Espacio adecuado con equipos adecuados incluyendo bancos, mesas, estantes y gatas, para el desarmado, inspección y reglaje de la aeronave; y,
- o. Espacios convenientes con equipo adecuado para el desarmado, inspección, armado, caza fallas, y puesta a tiempo del encendido de motores.

147.17 Requerimientos del equipo de instrucción

- e. Un solicitante de un certificado de Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico y sus habilitaciones o de una habilitación adicional, deberá tener los siguientes equipos de instrucción, como sean apropiados para las habilitaciones que solicita:
 - 3. Varias clases de estructuras de aeronaves, unidades y sistemas y componentes de aeronaves, motores, unidades y sistemas y componentes de motores (incluyendo las hélices) de una cantidad y tipo conveniente para completar los proyectos prácticos requeridos por su plan de estudios aprobado; y,

4. Al menos una aeronave de un tipo actualmente certificado por la DGAC, para operación privada o comercial, con motor, hélices, instrumentos, equipos de navegación y comunicación, luces de aterrizaje, y otros equipos y accesorios en los cuales el Técnico de Mantenimiento podría ser requerido para trabajar y con los cuales el Técnico debe estar familiarizado;
- f. El equipo requerido por el párrafo (a) de esta sección, no necesita estar en condición aeronavegable. Sin embargo, si estuviere dañado, éste debería ser reparado lo suficiente para conservar su integridad;
- g. En aquellas aeronaves, motores, hélices, aparatos y componentes en los cuales la instrucción se va a dar, y de los cuales se va a ganar experiencia práctica, deben ser tan diversificados como para mostrar los diferentes métodos de construcción, ensamblaje, inspección y operación cuando están instalados en la aeronave para su uso. Deben haber unidades suficientes, de manera que no más de ocho alumnos trabajen en una unidad al mismo tiempo; y,
- h. Si la aeronave utilizada para propósitos de instrucción, no tiene tren de aterrizaje retráctil ni flaps, la escuela debe proveer ayudas de instrucción o maquetas operacionales de aquellos.

147.19 Materiales, herramientas especiales y requerimientos de equipo de taller

Un solicitante de un certificado de Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico y sus habilitaciones, o de una habilitación adicional debe tener un adecuado suministro de materiales, herramientas especiales y equipo de taller como sean requeridos por el plan de estudios de la escuela y serán utilizados en la construcción y mantenimiento de las aeronaves, para asegurar que cada estudiante sea apropiadamente instruido. Las herramientas especiales y el equipo del taller, deben estar en condiciones satisfactorias de trabajo para el propósito para el cual se van a utilizar.”²

2 Recopilación de Derecho Aéreo

ANEXO 3
ACM TENSÍOMETER DATA SHEETS

STANDARD FEATURES OF ALL MODELS

- ◆ Easy one-hand operation
- ◆ No interchangeable parts are needed to adapt to different cable sizes
- ◆ Memory Lock Pointer holds readings until cleared
- ◆ Calibration chart affixed to back of meter
- ◆ Durable and made of non-corrosive materials
- ◆ Weigh approximately 21 oz.
- ◆ Compact design allows engagement of meter onto cables closely routed along floors, flat surfaces and other minimum clearance areas.
- ◆ Models ACM-100, ACM-200, ACM-300, ACM-400, and CWT-150 are compact enough to allow use in limited access panels as small as 4" in diameter.
- ◆ Model ACM-600 can be used through limited access areas as small as 5.3" in diameter.

FIVE MODELS - FIVE RANGES



STANDARD FEATURES OF ALL MODELS (cont'd)

- ◆ All models meet or exceed military and civilian specifications for use on aircraft.
- ◆ All models are typically available from inventory
- ◆ All models are calibrated, certified and ready for use when shipped

Range of Six Models Available

ACM-200 - The model ACM-200 seems to be our most popular model because of the versatility in range and cable diameters covered. The ACM-200 is designed to measure 20 - 200 lbs tension in 1/16", 3/32", 1/8", 5/32", 3/16", and 1/4" diameter aircraft cables. This instrument has a full scale accuracy of 4% for all cable sizes.

ACM-100 - The model ACM-100 is designed to measure from 5 - 100 lbs tension in 1/16", 3/32, 1/8, 5/32" diameter cables. This instrument has a full scale accuracy of 4% for all cable sizes.

ACM-300 - The model ACM-300 is designed to measure from 40 - 300 lbs tension in 3/32", 1/8", 3/16" and 1/4" diameter standard cables. This instrument has a full scale accuracy of 6% for all cable sizes. Can be used in limited access panels as small as 4" in diameter.

ACM-400 - The model ACM-400 is designed to measure from 40-400 lbs tension in 3/32", 1/8", 5/32" and 3/16" diameter standard cables (3/16" and 7/32" diameter cable also available). This instrument was developed specifically for Boeing Aircraft and has a full scale accuracy of 6% for all cable sizes. Can be used in limited access panels as small as 4" in diameter.

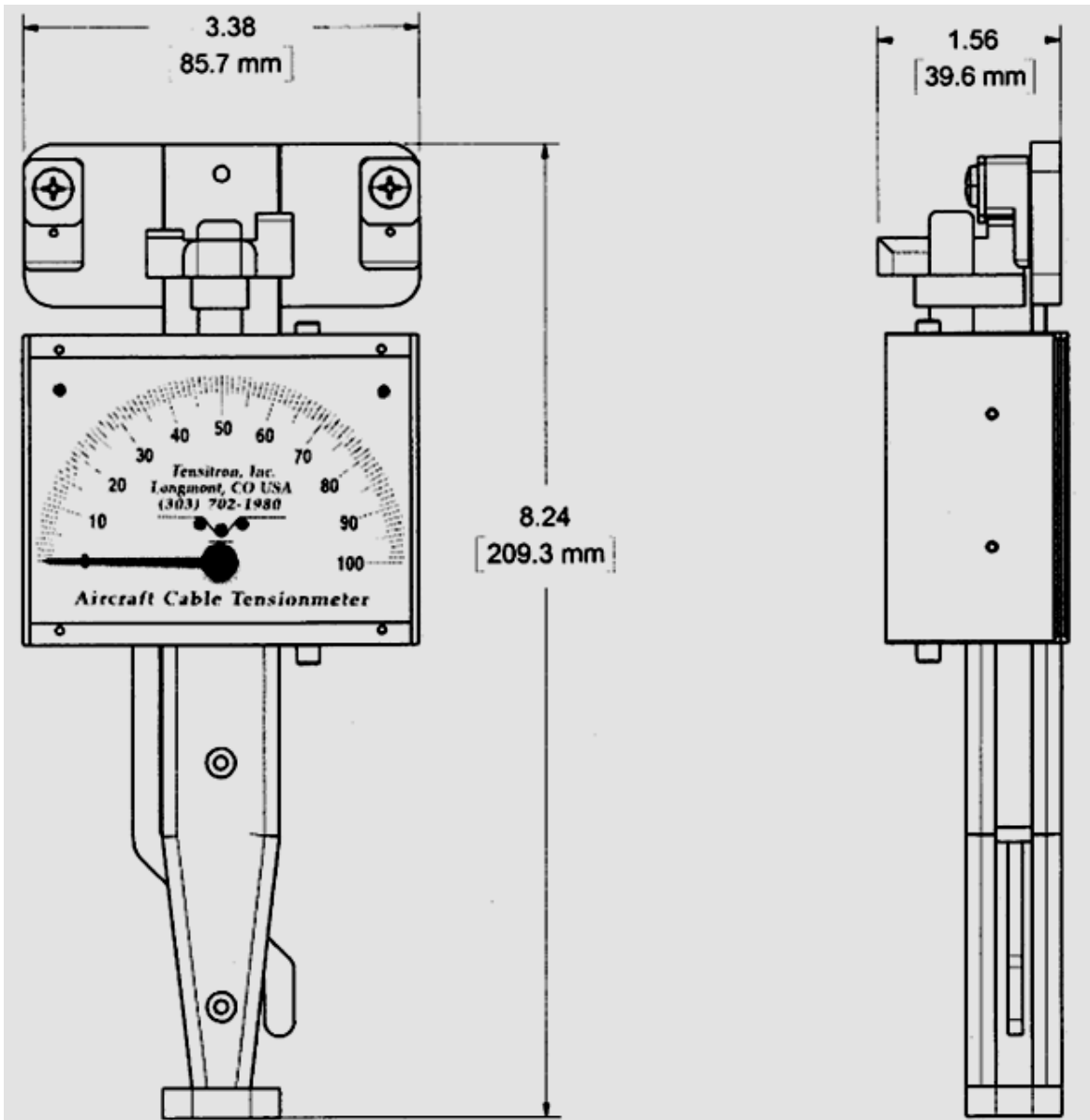
ACM-600 - Our model ACM-600 measures tension from 40 - 600 lbs in 1/8", 5/32", 3/16, and 1/4" diameter aircraft cables. This instrument has a full scale accuracy of 8% or better. The ACM-600 closely resembles the ACM-200 with the exception of the instrument width. The two outer cable contact points on the ACM-600 are mounted to a surface that is 5.2" in width.


CWT-150 - Our model CWT-150 measures tension from 10 - 150 lb in CWT 5, 10, 15, 20, & 25 diameter cables utilizing no interchangeable risers. This instrument has a full scale accuracy of 4% for all cable diameters. Can be used in limited access panels as small as 4" in diameter. *This instrument is specifically designed for use on CWT cables; it cannot be used on standard aircraft cables.*

Annual Calibration or Repair Service

Tensitron will recalibrate all models at a very reasonable cost. When an instrument is received for a yearly recalibration and certification, it is completely dismantled. We clean, repair and replace any damaged parts. The instrument is then recalibrated in our NIST certified lab and provided with documentation to that effect. The typical cost for this complete service ranges from \$135.00 to \$170.00.

TENSIVOMETRO ACM 200, MEDIDAS GENERALES



Material 6061		Finish TUMBLE, ANODIZE		Heat Treat	
DIMENSIONAL TOLERANCES UNLESS OTHERWISE SPECIFIED		TITLE		Weight	
FRAC.	DEC.	ANG.	TENSITRON INC.  733 South Bowen Street Longmont, CO 80501		
± 1/64	± .005	± 30'			
Scale 1:2	No. Req'd	Drawn SHS	Date 10-24-06	Size	Drawing Number
Next Assy		Checked	Date		Issue
		Approved	Date		1



**Operating Instructions
ACM-200
Aircraft Cable Tension Meter**

The ACM-200 is shipped calibrated and ready to use on 1/16", 3/32", 1/8", 5/32", 3/16", and 1/4" diameter aircraft cables.

Before each use:

- Verify that the serial number on the instrument and the calibration chart match, as readings may vary among instruments.
- The pointer must be resting at 0 on the dial. If the pointer is not resting at 0, the calibration should be checked.
- Check that the calibration and certification are current.

OPERATION

1. Memory lock system must be "off." To set in the "off" position push the memory lock button down fully, so that the red flag is not showing (reference Figure 1).
2. Determine the diameter of the cable to be checked. For example, in Figure 1 the cable diameter to be tested is 3/32". Refer to the calibration chart on the back of the instrument and rotate the riser so the number 2 faces you and clicks into place. This automatically aligns the back of the riser with the two flanged reference pivots.
3. Open the closure bar by gently pushing it through the handle. This raises the reference pivots.
4. With the closure bar open, engage the meter onto the cable. Position the cable under the two reference pivots and over the top of the riser. Squeeze the handle back to the "closed" position.
5. With the meter now locked onto the cable, note where the pointer is on the dial. Refer to the calibration chart on the back of the instrument and locate the column for the cable diameter size you are testing. Then find the row in this column with the number closest to the one the pointer is on.
6. Follow this row all the way to the left until you come to a number in the "TENSION IN LBS" column—this number is the true tension of the cable.
7. For example, in Figure 1 the pointer indicates "30" on the dial. Locate the number 30 in the 3/32" column. Follow this row to the "TENSION IN LBS" column where you see the number 40. Thus, in this example the true cable tension is 40 lbs.

OPERATING INSTRUCTIONS FOR ACM-200 CABLE TENSION METER

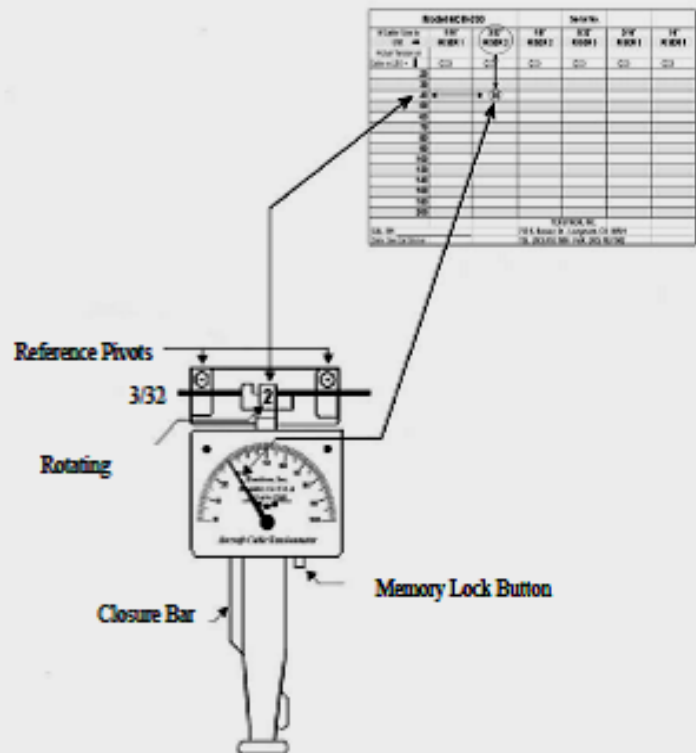


Figure 1

MEMORY/POINTER LOCK FEATURE

1. Use the memory lock to make a tension reading where the dial cannot be seen. Insert the ACM in the hidden area. Open meter and clip flanges over cable. Close meter securely. Push the memory lock button UP as far as possible, exposing the red flag. Remove the ACM from the cable and note the reading. To clear the reading and return the pointer to zero, push the memory lock button on top of the instrument fully down.
2. If the memory lock button is pushed up when meter is not in use, you may see the needle move from 1/2 to 1 1/2 dial increment lines. If the memory lock feature is used correctly very little of this motion is transferred to the actual readings taken. The full-scale accuracy will still be well within 4%.
3. Tension on aircraft cables may vary substantially with differences in temperature, stretching or manufacture. For greater accuracy it is recommended that several readings be taken at different locations on the cable and these readings averaged, to compensate for varying cable thicknesses.

When to recalibrate:

- a. Pointer does not reset at 0 with memory lock "off."
- b. Instrument has been dropped.
- c. For use on aircraft, the ACM-200 must be calibrated at intervals not to exceed 12 months. Check that the calibration and certification are current.

RECALIBRATION

Tensitron provides immediate turnaround service(s) for its instruments needing repair and/or re-certification. All values tested are traceable to national standards and serviced instruments meet or exceed all civilian and military specifications. A certification form listing all calibration data and values is included with each instrument.

If recalibration is done in the "field", follow the procedures below.

1. Photocopy the blank calibration chart, Figure 2, in preparation for gathering new values.
2. If pointer is not resting at the 0 position on the dial, unscrew the socket plug located on the bottom left of the instrument body. Using a small screwdriver, gently adjust the zero adjust screw until the pointer indicates 0. After adjustment apply torque-seal or paint to lock the screw head.
3. To simulate tension loads on cables, suspend a 5' length of aircraft cable from overhead. Next, apply known weights to the bottom of your cable in the increments you wish to test. This type of calibration procedure is called a Dead Weight Calibration. Note: Tension on a cable can be defined as the exact value of a suspended weight from the cable. For example, a 100 lb weight hanging freely from a cable will tension the cable to exactly 100 lbs. Torque (in Newtons, inch lbs or foot lbs) refers to the rotational forces required to lift a known weight a predetermined distance. While torque values can be converted into tension values, **only the dead weight calibration system should be used.**
4. Determine the correct riser for the cable diameter to be tested by referring to the calibration chart. Rotate the riser so that the correct number or letter faces you and clicks into place. This automatically aligns the back of the riser with the two flanged reference pivots.
5. Insert the instrument onto the tensioned cable making certain that all three contact points (the two outer flanged reference pivots and the center riser) contact the cable.

Model ACM-200		Serial No.					
Table Style USC =	1/8"	3/16"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"
	RISER 1	RISER 2	RISER 1	RISER 2	RISER 1	RISER 2	RISER 1
Actual Tension Scale in USC =	←	←	←	←	←	←	←
20							
30							
40							
50							
60							
70							
80							
90							
100							
120							
140							
160							
180							
200							

TENSITRON, INC.
22 S. Brown St., Longwood, CO 80501
TEL: (303) 752-9400 FAX: (303) 752-9401

Figure 2

6. Note where the pointer is on the dial and enter the new value onto your calibration work sheet. We suggest taking several readings at different locations along your cable and averaging the results before entering the new value.
7. Repeat this process for each cable diameter and tension values, making certain that your new calibration chart has been signed, dated and attached to the instrument.
8. If tension value is considered "critical", remove the cable from the aircraft and perform a dead weight calibration.

Note: If calibration results differ greatly from the original calibration, or if minimum or maximum values cannot be indicated on the instrument dial, return to Tensitron for service.

TENSITRON, INC.
733 S. Bowen Street
Longmont, CO 80501
USA

Phone: 303-702-1980
Fax: 303-702-1982

Email: tensionmeters@tensitron.com
Web Site: www.tensitron.com

ANEXO 4

MANUAL DE OPERACIÓN TENSÍÓMETRO ACM-200 TRADUCIDO

**Manual de instrucciones
ACM-200
Tensiómetro de Cable de Aeronaves**

El ACM-200 se suministra calibrado y listo para su uso en 1/16", 3/32", 1/8", 5/32", 3/16" y 1/4" de diámetro cables de los aviones.

FUNCIONAMIENTO:

1. El sistema de bloqueo o memoria debe estar "afuera". Para establecer en la posición "off" presionar el botón de bloqueo de memoria hasta el fondo, de modo que la bandera roja no aparezca (referencia Figura 1).

2. Determinar el diámetro del cable para ser comprobado. Por ejemplo, en la Figura 1 el diámetro del cable a ensayar es 3/32". Refiérase a la tabla de calibración en el parte posterior del instrumento y gire el selector por lo que el número 2 está orientado hacia usted y encaje en su lugar. Esto alinea automáticamente la parte posterior del selector con los dos brida pivotes de referencia.

3. Abrir la barra de cierre empujando suavemente a través del mango. Esto plantea los pivotes de referencia.

4. Con la barra de cierre abierta, enganchar el metro sobre el cable. Coloque el cable en los dos pivotes de referencia y sobre la parte superior del selector. Apriete la palanca de nuevo a la posición "cerrada".

5. Con el medidor ahora bloqueado en el cable, tenga en cuenta que el puntero se encuentra en el dial. Consulte la tabla de calibración en la parte posterior del instrumento y localizar la columna para obtener el tamaño de diámetro del cable que está probando. A continuación, busque la fila en ésta columna con el número más cercano a el uno el puntero está encendido.

6. Siga esta fila hasta el final a la izquierda hasta llegar a un número en la columna de "TENSION EN LIBRAS" este número es la verdadera la tensión del cable.



7. Por ejemplo, en la Figura 1 el puntero indica "30" en el dial. Busque el el número 30 en el 3/32 "de la columna. Siga ésta fila en la columna de "TENSION EN LIBRAS" donde se ve el número 40. Así, en éste ejemplo la tensión del cable verdadera es de 40 libras.

MEMORIA / PUNTERO función de bloqueo

1. Utilice el bloqueo de la memoria para hacer una lectura de tensión donde el dial no se puede ver. Inserte el ACM en el área oculta.

Abrir el metro y sujetar las bridas a través del cable. Cerrar el metro de forma segura. Pulse el botón de bloqueo de memoria a medida de lo posible, la exposición de la bandera roja. Retire la ACM del cable y anote la lectura. Para borrar la lectura y devolver el puntero a cero, presione el botón de bloqueo de memoria en la parte superior del instrumento hasta el fondo.

2. Si el botón de bloqueo de la memoria es empujado hacia arriba cuando el medidor no esté en uso, puede ver el movimiento de la aguja de 1/2 a 1 1/2 líneas de incremento. Si la característica de bloqueo de memoria se utiliza correctamente muy poco de este movimiento es transferido a las lecturas reales tomadas. La precisión a gran escala todavía será bien dentro de 4%.

3. La tensión en los cables de las aeronaves puede variar sustancialmente con las diferencias de temperatura, que se extiende o de fabricación. Para mayor precisión, se recomienda que varias lecturas sean tomadas en diferentes lugares en el cable y un promedio de éstas lecturas, que compensa las variaciones de cable espesores.

Quando Recalibrar:

- a) El puntero no se restablece a 0 con bloqueo de la memoria "apagado".
 - b) El instrumento ha sido eliminado
 - c) Para uso en aeronaves, el ACM-200 deben ser calibrados en intervalos que no excedan de 12 meses.
- Compruebe que la calibración y certificación están al día.

Recalibración

Tensitron ofrece un servicio de respuesta inmediata para los instrumentos que necesitan reparación y/ o re-certificación. Todos los valores probados son trazables a patrones nacionales y los instrumentos en servicio cumplen o exceden las especificaciones civiles y militares. Un formulario de certificación y todos los datos de calibración y en los valores es incluido con cada instrumento.

Si la recalibración se realiza en el campo siga los siguientes procedimientos.

1. Fotocopia de la hoja con la tabla, Figura 2, en preparación para reunir nuevos valores.
2. Si el puntero no descansa en la posición de 0 en el dial, desenroscar el tapón conector situado en la parte inferior izquierda del cuerpo del instrumento. Con un destornillador pequeño, ajuste suavemente el tornillo hasta que el puntero llegue a indicar cero en el dial. Después del ajuste aplique el marcador de torque o pintura sobre la cabeza del tornillo para luego sellarlo.
3. Para simular las cargas de tensión en los cables, suspender con la longitud de 5' cable de aviación desde arriba. A continuación se aplicaran pesos conocidos a la parte inferior del cable en los incrementos que desee probar. Este tipo de procedimiento de calibración se denomina calibración de peso muerto. *Nota:* la tensión de un cable puede ser definida como el valor exacto de un peso suspendido en el cable. Por ejemplo, un peso de 100 libras colgando libremente de un cable la tensión será 100 libras. Torque (en newtons, libras pulgada o libras-pie) se refiere a las fuerzas de rotación necesaria para levantar un peso conocido a una distancia predeterminada. Mientras que los valores de par se pueden convertir en los valores de tensión, por ello solo el sistema de calibración de peso muerto deberá ser utilizado.
4. Determinar el selector adecuado para el diámetro del cable a ensayar haciendo referencia a la tabla de calibración. Gire el selector vertical de modo que el numero correcto se encuentre marcado en frente nuestro haciendo un click. Esto alineara automáticamente la parte posterior del selector con los dos ejes de referencia.

Model ACM-200				Serial No.		
If Cable Size is:	1/16"	3/32"	1/8"	5/32"	3/16"	1/4"
USE →	RISER 1	RISER 2	RISER 2	RISER 3	RISER 3	RISER 4
Actual Tension on Cable in LBS = ↓	←	←	←	←	←	←
20						
30						
40						
50						
60						
70						
80						
90						
100						
120						
140						
160						
180						
200						
TENSITRON, I.I.C.						
CAL. BY:	733 S. Bowen St. - Longmont, CO 80501					
Date: See Cal. Sheet	TEL: (303) 702-1960 FAX: (303) 702-1962					

5. Inserte el instrumento en el cable tensado asegurándose de que los tres puntos de contacto (los dos ejes exteriores y el selector vertical) se encuentren en contacto con el cable.
Cuando lo recalibre el puntero no se restablece a 0 con el bloqueo de la memoria retirado, el instrumento ha sido retirado. Para el uso en aeronaves el ACM-200 deben ser calibrados en intervalos que no excedan 12 meses. Compruebe que la calibración y certificación se encuentren al día. Figura 2.
6. Tenga en cuenta que el puntero se encuentre sobre la línea y escriba el valor en su hoja de trabajo de calibración. Sugerimos tomar varias lecturas en diferentes lugares a lo largo de su cable y el promedio de los resultados antes de entrar en el nuevo valor.
7. Repita este proceso para cada diámetro de cable y los valores de tensión, asegurándose de que su hoja nueva de calibración ha sido firmada, fechada y adjunta al instrumento.
8. Si el valor de la tensión es considerado crítico, desconecte el cable de la aeronave y realice la prueba de peso muerto.

Nota: Si los resultados de calibración difieren mucho de la calibración original, o si los valores mínimos y máximos no se puede indicar en la esfera del instrumento, vuelva el instrumento a Tensitron para realizarle mantenimiento. TENSITRON, INC

733 S. Bowen Street
Longmont, CO 80501
EE.UU.
Teléfono: 303-702-1980
Fax: 303-702-1982
Correo electrónico: tensionmeters@tensitron.com
Sitio Web: www.tensitron.com

ANEXO 5

“ Modelo de Ficha técnica de Observación ”

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO
MECÁNICA AERONÁUTICA – MOTORES
OBSERVACIÓN AL PERSONAL TÉCNICO DEL CEMA**

DATOS INFORMATIVOS:

Lugar:	Laboratorios del ITSA
Observador:	Sr. Daniel Narvárez
Equipo:	Cámara fotográfica
Objetivo:	Visualizar las Maquetas de Ayuda didáctica existentes en los talleres y laboratorios de la Carrera de Mecánica Aeronáutica del ITSA

La presente observación tiene como objetivo registrar el material didáctico existente y determinar las condiciones en las cuales se encuentran estos para ser usados en la instrucción del docente

Observaciones:

En los talleres y laboratorios de se pudo constatar la existencia de los materiales además de cerciorarse que, algunos se encuentran desactualizados, y son difíciles de trasladar para usarlos como material de ayuda didácticas de los temas a tratarse en clase. Otro punto es que los materiales existente, son enfocados a aviación militar; como se mostro en el anexo 4

ANEXO 6

“ Modelo de Entrevista ”

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO
MECÁNICA AERONÁUTICA – MOTORES

La presente entrevista tiene por objeto recabar información sobre la necesidad de implantar un sistema de medición de tensión en los talleres y laboratorios del ITSA. Como parte fundamental del desarrollo investigativo del Trabajo de Grado. Por la importancia de la información requerida, se solicita que sus respuestas sean apegadas a la realidad académico pedagógica institucional.

Por la gentil atención a la presente se le agradece.

Entrevistado:.....

Formación Académica:.....

Asignaturas que dicta:.....

Cargo que ocupa:.....

1. ¿Considera que el ITSA posee en sus Talleres de Mecánica Aeronáutica herramientas de precisión con los que se optimice el inter-aprendizaje del mantenimiento de precisión?

.....
.....

2. ¿Conoce las herramientas de precisión existentes en los Talleres de Mecánica Aeronáutica?

.....
.....

3. ¿Tiene conocimiento si existe herramientas de precisión que sirva para medir la tensión del cableado de los controles de vuelo de cualquier aeronave?

.....
.....

4. ¿Considera necesario la implementación de herramientas de precisión a los Talleres de Mecánica Aeronáutica del ITSA?

.....
.....

5. ¿Cree usted que la implementación de un Tensiómetro para brindar un mantenimiento óptimo a los controles de vuelo mejoraran la calidad del proceso de inter-aprendizaje?

.....
.....

ANEXO 7

PLANOS DE PARTES CONSTITUTIVAS

ANEXO 8

HOJA DE VIDA DEL GRADUADO

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Daniel Sigfrido Narváez Guadalupe

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

FECHA DE NACIMIENTO: Enero 8 de 1988

CEDULA DE CIUDADANÍA: 171400814-9

TELÉFONOS: 023 401 538 / 094 662 417

CORREO ELECTRÓNICO: danielnarvaez88@hotmail.com

DIRECCIÓN: San Carlos Alto – Melchor de Valdez y Martin
de Ochoa Cjto. Mirador del Bosque II Casa 35



ESTUDIOS REALIZADOS

Escuela Fiscal de Niños " Alejandro Larrea "

1993 – 1997 San José de Minas – Pichincha – Ecuador

Escuela Alfonso del Hierro " La Salle "

1997 – 1999 Quito – Pichincha – Ecuador

Colegio Técnico Aeronáutico " Coronel Maya "

1999 – 2005 Quito – Pichincha – Ecuador

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

2005 – 2009 Latacunga – Cotopaxi – Ecuador

TÍTULOS OBTENIDOS

Tecnología en Mecánica Aeronáutica (Egresado)

Bachiller Técnico Industrial Especialización Motores de Aviación

IDIOMAS

Español

Inglés Americano (Suficiencia)

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRACTICAS PROFESIONALES

- Coordinador de Vuelos en la CIA. AEROMASTER AIRWAYS S.A.
Enero 20 del 2012 a la actualidad Bloque 15
- Radio Operador en la CIA. AEROMASTER AIRWAYS S.A.
Noviembre 2 de 2009 a Enero 20 del 2012 Bloque 10
- Pasantía Técnica en la Sección Mantenimiento CIA. SAEREO S.A.
Marzo 23 del 2009 a 8 de Octubre del 2009 Quito - Ecuador
- Pasantía Técnica en la Sección Motores J85-17A del Escuadrón Logístico
2321, Ala de Combate No. 23 de la Fuerza Aérea Ecuatoriana,
Agosto 1 a Septiembre 14 del 2007 Manta – Ecuador
- Pasantía Técnica en la Sección Mantenimiento CIA. SAEREO S.A.
Febrero 26 a Marzo 20 del 2007 Quito - Ecuador
- Pasantía Técnica en la Sección Mantenimiento CIA. SAEREO S.A.
Febrero 19 a Marzo 16 del 2006 Quito - Ecuador
- Pasantía Técnica en la Sección Mantenimiento CIA. SAEREO S.A.
Febrero 16 a Abril 22 del 2005 Quito - Ecuador
- Pasantía Técnica en la Sección Mantenimiento CIA. AEROMASTER
AIRWAYS
Julio 12 a Agosto 26 del 2004 Quito - Ecuador

CURSOS Y SEMINARIOS

Curso Básico del Motor J85-17A Duración 320 Horas
Manta Agosto 2007

Curso Básico de Helicópteros 206-A BELL Duración 100 Horas
Quito Mayo 2005

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

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

Daniel Sigfrido Narváez Guadalupe

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

Ing. Hebert Atencio Vizcaino

Latacunga, Agosto 31 del 2012

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, Daniel Sigfrido Narvárez Guadalupe, Egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores, en el año 2009, con Cédula de Ciudadanía N° 1714008149, autor del Trabajo de Graduación " Implementación de un sistema de tensión de cables para control de vuelo", cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Daniel Sigfrido Narvárez Guadalupe

Latacunga, Agosto 31 del 2012