

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SOPORTE PARA EL TREN
DE ATERRIZAJE DE NARIZ DEL AVION BOEING 727 PARA EL
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

POR:

RAMOS AUCAY EDWIN DAVID

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

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2011

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el A/C RAMOS AUCAY EDWIN DAVID, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA – MENCIÓN MOTORES

Sgop. Tec. Avc. Ing. Mgs. Washington Molina

Latacunga, Marzo 07 del 2011

AGRADECIMIENTO

A Dios el creador de todas las cosas que me ha permitido seguir vivo, a toda mi familia que siempre me ha apoyado, a los maestros que han inculcado el conocimiento y me han hecho de alguna manera mejor persona, sin olvidar a mis compañeros y a todos los que me han acompañado en el transcurso de esta etapa de mi vida.

A/C Edwin David Ramos Aucay

DEDICATORIA

Dedico este proyecto al instituto para que sirva como ejemplo del conocimiento impartido en el mismo hacia nuevas y futuras generaciones.

Y de manera muy especial a mi familia ya que siempre me han ayudado a cumplir los objetivos de mi vida.

A/C Edwin David Ramos Aucay

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Portada	I
Certificación	II
Agradecimiento	III
Dedicatoria	IV
Índice de contenido	V
Índice de tablas	VII
Índice de figuras	VIII
Índice de anexos	XIII
Resumen	XIV
Summary	XV
CAPITULO I	
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación e importancia	2
1.3. Objetivos	
1.3.1. Objetivo general	2
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Alcance	3
CAPITULO II	
2.1 Generalidades del avión Boeing 727-200	4
2.2 Trenes de aterrizaje	6
2.3 Tren de nariz	10
2.4 Neumáticos y frenos	18
2.5 Ruedas	19
2.6 Estructuras de acero	24
2.7 Soldadura eléctrica	36

2.8	Equipo de protección individual	40
2.9	Corte por plasma	42

CAPITULO III

Desarrollo del tema

3.1	Preliminares	44
3.2	Reconocimiento de las partes defectuosas	44
3.3	Rehabilitación del tren de aterrizaje	46
3.4	Procedimientos	49
3.5	Construcción del soporte para el tren de aterrizaje de nariz	
3.5.1	Preliminares	52
3.6	Calculo estructural	53
3.7	Diagrama de flujo operacional	56
3.8	Construcción del soporte	58
3.9	Procedimiento	59
3.10	Elaboración de manuales	67
3.11	Análisis económico	77
3.11.1	Presupuesto	78
3.11.2	Costo total del proyecto	79

CAPITULO IV

Conclusiones y recomendaciones

4.1	Conclusiones	80
4.2	Recomendaciones	82

GLOSARIO	83
-----------------	----

BIBLIOGRAFÍA	86
---------------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

CAPITULO III

3.1 Simbología del proceso de construcción	75
3.2 Talento humano	76
3.3 Costos primarios	76
3.4 Costos secundarios	77
3.5 Costos totales	77

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO II

FIGURA 2.1: Avión Boeing 727	5
FIGURA 2.2: Tren de aterrizaje principal	6
FIGURA 2.3: Trenes de aterrizaje fijo y retráctil	9
FIGURA 2.4: Tren de nariz	10
FIGURA 2.5: Componentes del tren de nariz	13
FIGURA 2.6: Actuador de engranajes	14
FIGURA 2.6: Cilindro de transferencia	15
FIGURA 2.7: Cilindro de transferencia ubicado en el avión	16
FIGURA 2.8: Bloqueo del tren de nariz	17
FIGURA 2.9: Partes del Neumático	19
FIGURA 2.10: Partes internas de la rueda del tren de nariz	17
FIGURA 2.11: Despiece de la rueda de nariz	19
FIGURA 2.12: Partes internas de la rueda principal	20
FIGURA 2.12: Nomenclatura del neumático del tren de nariz	21
FIGURA 2.13: Despiece de una rueda	22
FIGURA 2.14: Partes internas de la rueda principal	23
FIGURA 2.15: Compresión	25
FIGURA 2.16: Esfuerzos de pandeo	26
FIGURA 2.17: Secciones habituales de columnas y puntales	27

FIGURA 2.18: Efecto de las condiciones de extremo.	29
FIGURA 2.19: Esfuerzo de compresión permisible para acero ASTM A36.	33
FIGURA 2.20: Esquema del proceso de soldadura eléctrica al arco	37
FIGURA 2.21: Instalación segura de un puesto de soldadura CA con transformador	38
FIGURA 2.22: Elementos de protección individual	40
FIGURA 2.23: Cortadora de plasma mecánica	42
FIGURA 2.24: Cortadora de plasma manual	43

CAPITULO III

FIGURA 3.1: Tren de Aterrizaje de Nariz localizado en la U. E. FAE No.5	44
FIGURA 3.2: Tren de nariz trasladado al ITSA	45
FIGURA 3.3: Parte inferior del tren de nariz	45
FIGURA 3.4: Tren de nariz ubicado en el ITSA	46
FIGURA 3.5: Equipos y herramientas utilizadas en la rehabilitación del tren	47
FIGURA 3.6: Materiales utilizados en la rehabilitación del tren	48
FIGURA 3.7: Inicio de limpieza del tren de aterrizaje de nariz	49
FIGURA 38: Se comprueba la funcionalidad del tecl	49
FIGURA 3.9: Limpieza de la superficie del tren de aterrizaje	50

FIGURA 3.10: Se termina de remover la suciedad	50
FIGURA 3.11: Conjunto terminado del Soporte y el tren de aterrizaje	51
FIGURA 3.8.1: Selección y corte de tubos de acero	59
FIGURA 3.8.2: Soldadura del tubo base con la columna	59
FIGURA 3.8.3: Verificación de las columnas	60
FIGURA 3.8.4: Corte de parte superior del soporte	60
FIGURA 3.8.5: Platina y varios materiales de trabajo	60
FIGURA 3.8.6: Corte de platina	61
FIGURA 3.8.7: Taladrado de platina	61
FIGURA 3.8.8: Destajes en las columnas	62
FIGURA 3.8.9: Alineación de la estructura	62
FIGURA 3.8.10: Corte de tubos para soporte de la estructura	63
FIGURA 3.8.11: Soportes soldados a la estructura	63
FIGURA 3.8.12: Ruedas para la estructura	63
FIGURA 3.8.13: Puntos de suelda entre las ruedas y la estructura	64
FIGURA 3.8.14: Cubiertas soldadas a la estructura	64
FIGURA 3.8.15: Platina para sostener al tecele	65
FIGURA 3.8.16: Orificio para la oreja del tecele	65
FIGURA 3.8.17: Platina soldada a la estructura	65
FIGURA 3.8.18: Estructura terminada y con el tren de aterrizaje montado	66
FIGURA 3.8.19: Instalación del tren de nariz	75

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A

Anteproyecto

ANEXO B

Formatos de diseño de estructura

ANEXO C

Manual de mantenimiento del avión Boeing 727-200

HOJA DE VIDA DEL GRADUANDO

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

RESUMEN

El proyecto que se realizó contiene información que los estudiantes hemos adquirido a través del tiempo y las enseñanzas de los maestros, además contiene información referente al tren de aterrizaje de nariz y como llevar a cabo el mantenimiento del mismo mediante el uso de herramientas y materiales adecuados.

Antes de llevar a cabo el proyecto se realizó un estudio de las mejores alternativas para mantener erguido el tren de aterrizaje de nariz, el mismo que fue donado por parte de los investigadores y de esta manera poder efectuar un mantenimiento adecuado.

Tomando en cuenta esto se realizó el diseño y construcción de un soporte tipo pórtico para el tren de nariz, con el fin de que las personas que utilicen el tren puedan trabajar libremente en el montaje y desmontaje de neumáticos sin tener que manipular herramientas y maquinas complejas.

El proyecto se realizó con el fin de mejorar el desarrollo académico de los estudiantes de la carrera de mecánica aeronáutica, aportando como material didáctico una parte de un avión real, donde los estudiantes podrán recibir clases de manera mucho más didáctica y práctica para complementarla con la teoría.

Las herramientas construidas para el procedimiento de montaje y desmontaje de neumáticos poseen su propio manual de operación y mantenimiento los cuales deben cumplirse a cabalidad, de manera que se puedan evitar problemas a las personas que utilicen las herramientas o causar daño a las mismas.

Para concluir el proyecto hemos recopilado nuestras propias conclusiones y recomendaciones, las cuales las obtuvimos en el transcurso de la realización del proyecto.

SUMARY

The project that was carried contains information that the students have acquired through the time and the teachings of the teachers, it also contains information with respect to the nose landing gear and maintenance of this, by the correct use of tools and materials.

Before that carry the project our was realize a study about of the best alternatives to maintain erect the nose landing gear, this was donated for the investigators and this way to be able to an appropriate maintenance

Taking account this the design and construction of a support type piazza for the nose landing gear was carried with the purpose of that people that use this train can work freely in the assembly and disassembly of tires without having to manipulate tools and razors complex.

The project was realize with the purpose of improving the academic development of the aeronautical mechanics students, contributing as didactic material a part of a real airplane, where the students will be able to receive classes in a didactic and practice form to supplement with the theory.

The tools manufactures for the assembly and disassembly tires procedure have the operation and maintenance manual for each one, which are carried complete, so that problems of the people that use the tools can be avoided.

To conclude this project we have gathered our own conclusions and recommendations, this was obtained in the course of realization project.

CAPITULO I

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SOPORTE PARA EL TREN DE ATERRIZAJE DE NARIZ DEL AVIÓN BOEING 727 PARA EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO”

1.1. Antecedentes

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico fue creado el 8 de noviembre de 1999 mediante el Acuerdo Ministerial No. 3237 del Ministerio de Educación Pública, se encuentra ubicado en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi y tiene la misión de formar los mejores profesionales aeronáuticos, íntegros, competitivos y entusiastas a través del aprendizaje, para aportar así al desarrollo de nuestro país e impulsarlo hacia un próspero futuro.

El Instituto ha formado profesionales tanto de personal militar como civil, en las carreras de Mecánica Aeronáutica, Logística y transporte, Seguridad Aérea y terrestre y Electrónica, impartiendo sus clases en laboratorios y aulas que están provistos con elementos necesarios para el aprendizaje.

Los estudiantes se instruyen en los laboratorios de Hidráulica, Mecánica Básica, Motores, Electrónica y muchos otros, con el fin de obtener un conocimiento teórico y practico sobre lo que están aprendiendo

1.2. Justificación e importancia

El uso adecuado de recursos materiales representa una serie de importantes beneficios para la institución, ya que permite mejorar el rendimiento de las actividades que se desarrollan en la misma, y a la vez permiten aumentar la eficiencia de sus procesos. Por otra parte, al utilizar en forma más eficiente los recursos con los que cuenta la institución, se mejora el nivel académico de los estudiantes, se distribuirán de mejor manera las actividades de estudio sobre mantenimiento eficaz y por ende se generan mejores profesionales.

La presente investigación está enfocada en dar a conocer la forma en cómo se realiza el mantenimiento de los trenes de aterrizaje de un avión comercial especialmente en sus neumáticos, lo que se pretende dar a conocer con este trabajo es exponer una de tantas alternativas o soluciones que permitan mejorar y fortalecer el nivel de conocimiento que poseen los estudiantes. De esta manera beneficiando directamente al ITSA y a las personas que lo conforman. Además poner énfasis en la formación humana y profesional de los estudiantes que es vital para el desarrollo de la institución y en general de todo el país.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Contribuir al desarrollo académico estudiantil mediante la implementación de un sistema de soporte para el tren de aterrizaje de nariz del avión comercial Boeing 727-200.

1.3.2. Objetivos específicos

- Contribuir al aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Aviones del ITSA con la donación de un tren de aterrizaje de nariz del Avión Boeing 727-200.
- Construcción del soporte para el tren de aterrizaje de nariz con el fin de incrementar el material didáctico que posee el instituto.
- Rehabilitar el tren de aterrizaje de nariz para que los estudiantes puedan observar de mejor manera como está constituido el mismo.
- Elaborar los manuales de mantenimiento del soporte y del tren de aterrizaje para llevar un control progresivo de los mismos.

1.4. Alcance

La realización de este proyecto permitirá que los estudiantes de la carrera de Mecánica comprendan de una manera práctica como está conformado el tren de aterrizaje de nariz, además que practiquen el procedimiento de montaje y desmontaje de neumático, ya que hoy en día es muy importante que los estudiantes conozcan teórica y prácticamente estos procedimientos para que se desenvuelvan mejor cuando realicen sus respectivas prácticas.

Además se proporciona un manual de mantenimiento para ayudar al personal que opere el equipo a que lleve un control sistemático de las operaciones y con ello facilitar el uso del mismo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades del avión Boeing 727-200¹

El diseño del Boeing 727 se debió a un compromiso entre UnitedAirlines, American Airlines, y Eastern Airlines para buscar un sucesor del Boeing 707. UnitedAirlines quería un avión con cuatro motores para sus vuelos a aeropuertos de gran altitud, American buscaba un avión bimotor por razones de eficiencia mientras que Eastern quería un trimotor para sus vuelos sobre el mar Caribe. Finalmente las tres aerolíneas coincidieron en un trimotor y así nació el 727.

El 727 ha demostrado ser muy útil para las necesidades de aerolíneas de todo el mundo debido a su capacidad para aterrizar en pistas cortas, lo cual potenció el tráfico de pasajeros entre destinos con aeropuertos más pequeños. Uno de los detalles que dieron al 727 su habilidad para aterrizar en dichas pistas era el diseño único de sus alas, combinando flaps y slats aumentando la estabilidad a bajas velocidades. Era conocida entre los pilotos de compañías aéreas de todo el mundo su gran maniobrabilidad.

Desarrollado como complemento del Boeing 707 y del 720, el 727 fue diseñado específicamente para cubrir rutas de corto y mediano alcance, empezando su desarrollo en febrero de 1956, incrementándose la capacidad de asientos, la facilidad de mantenimiento, y la operación del aparato desde aeropuertos y pistas poco preparadas, así como una carrera corta para de despegue y aterrizaje. Se adaptó notablemente a los requisitos de las aerolíneas de llevar muchos pasajeros en rutas tanto de corto como de medio radio. Un ejemplo de ello fueron

¹ <http://www.Boeing 727 - Wikipedia, la enciclopedia libre.htm>

las aerolíneas SAM, y la desaparecida ACES en Colombia: el largo y difícil recorrido, debido a la orografía por tierra desde la capital, Bogotá a otras ciudades de importancia como Medellín y Cali exigía el transporte rápido y eficiente de gran cantidad de pasajeros en vuelos de 30 o 40 minutos, papel que el 727 desempeñaba adecuadamente.

Actualmente mucha de la flota de 727 ha migrado de uso de pasajeros a transporte de carga. En el 727, se usaron algunos diseños provenientes de los 707 y 720, como lo son la forma de su radomo y cabina de pilotaje, usando las mismas ventanillas superiores. Su mantenimiento es muy versátil permitiendo gran adaptabilidad de complementos como motores nuevos, y gran prestación para adaptación de carga. Cabe señalar que, por la gran demanda del aparato, Boeing decidió desarrollar tres versiones del avión para los diferentes requisitos demandados por las diferentes aerolíneas: la versión 100 (con 117 asientos), la 200 (con 157 asientos) y la 264 (con 185 asientos); así como versiones modificadas de las series 100 y 264 desarrolladas para logística y carga. El avión dejó de fabricarse en agosto de 1984, habiéndose producido un total de 1.831 unidades, lo cual superó con creces las expectativas de Boeing que había previsto fabricar 250. A principios del siglo XXI continuaban operativos aproximadamente 1.300. El primer modelo construido, que se entregó a United Airlines en 1964, se conserva desde 1991 en el Museo del Aire de Seattle.

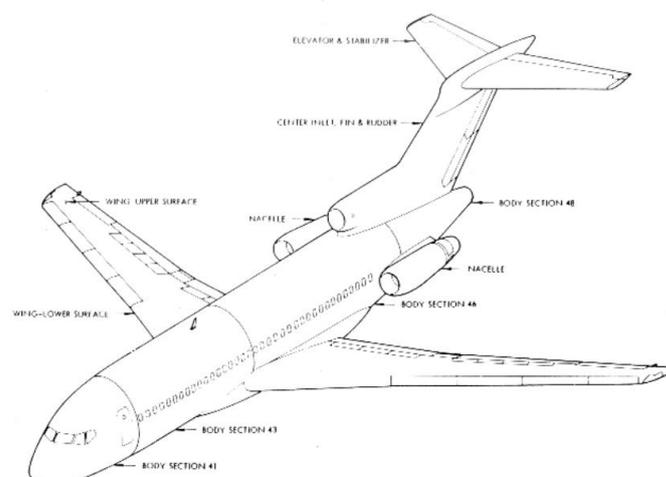


FIGURA 2.1: Avión Boeing 727

FUENTE: Manual de mantenimiento del Avión Boeing 727 ATA 00

2.2 Tren de aterrizaje principal²

General

El sistema de aterrizaje del avión Boeing 727 incorpora 2 neumáticos duales principales, un doble neumático de nariz orientable, y un control de dirección.

La energía suministrada para la retracción y la extensión del tren principal, tren de nariz y las puertas suspendidas es normalmente suministrada por el sistema hidráulico A.

Las puertas suspendidas del tren de nariz son operadas mecánicamente a través de cables y conexiones del sistema de encendido del tren de nariz

La dirección del tren de nariz para maniobrar en tierra es controlada desde la dirección de la llanta en la cabina, con la palanca del tren de aterrizaje en la hendidura posterior, la energía hidráulica del sistema A es usado para girar las llantas de nariz hasta 78 grados en ambas direcciones.

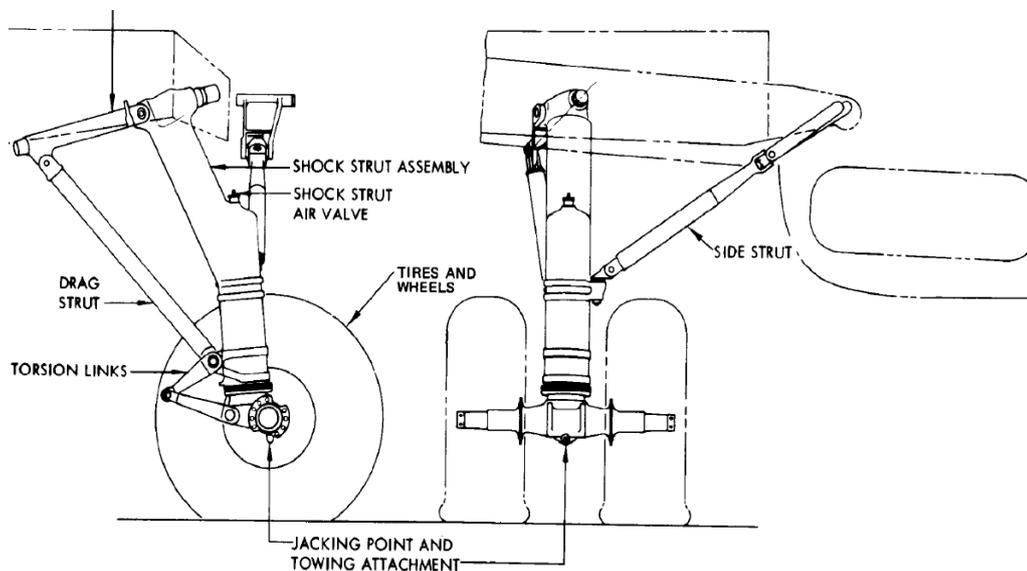


Figura 2.2: Tren de aterrizaje principal

Fuente: http://turbohobby.com/trenes-de-aterrizaje-c-237_24_111.html

² http://turbohobby.com/trenes-de-aterrizaje-c-237_24_111.html

Partes del tren de aterrizaje principal.³

Elementos del tren principal:

- Ruedas
- Compuertas
- Frenos
- Montante amortiguador
- Herrajes de fijación
- Articulaciones de torsión

Ruedas

Las ruedas junto al tren de aterrizaje de una aeronave son las encargadas de soportar el peso de toda la estructura del avión, las ruedas están compuestas por un conjunto de frenos y neumáticos. Las llantas o gomas de las ruedas están fabricadas de materiales que soportan elevadas fuerzas de fricción que ocurren al momento del aterrizaje y además en su interior están infladas por un gas seco llamado nitrógeno.

Compuertas

Los aviones con tren de aterrizaje retráctil están provistos de una serie de compuertas que se extienden y se cierran cuando el avión se encuentra en fase de vuelo con el tren recogido.

Frenos

Normalmente están instalados en el tren de aterrizaje principal. Están provistos de unidades de freno multidisco, que constan de elementos de fricción fijos y giratorios, accionados por émbolos hidráulicos y que vuelven a su posición normal por muelles de retracción.

Para proporcionar un frenado en tierra y para detener el movimiento de las ruedas después del descolaje, se han provisto 3 sistemas de frenado.

³ http://turbohobby.com/trenes-de-aterrizaje-c-237_24_111.html

- Un sistema de freno hidráulico es el medio normal de frenado y es controlado por los pedales del piloto o del primer oficial.
- Un sistema de freno neumático provee el frenado en el caso de una falla en el sistema hidráulico normal. El sistema de freno neumático es controlado por una válvula de control en el panel de instrumentos del piloto.
Presión de nitrógeno comprimido o aire seco es transferida al fluido hidráulico para aplicar a los frenos de las ruedas principales.
- Un sistema de freno de parqueo provee el frenado mientras la aeronave esta parqueada o inmovilizada. Este sistema es controlado por una manija en que se encuentra en el pedestal de la cabina. El freno de parqueo asegura los pedales de frenado en una posición adecuada.

Montante amortiguador

Tiene la función de transformar la energía cinética de descenso en incremento de presión de un líquido y un gas que se encuentra dentro de este (en el momento que el avión aterriza).

Este montante amortiguador está constituido por un cilindro que en su parte superior va sujeto a la estructura del avión y por su parte inferior posee un pistón hueco que, en cuyo interior, se desplaza a su vez otro pistón.

Herrajes de fijación

Los herrajes de fijación son los elementos que tienen la función de mantener al tren de aterrizaje en una posición fija evitando que este se retraiga o extienda durante alguna maniobra que se encuentre realizando ya sea en tierra o en vuelo. Estos herrajes son la seguridad del el tren para evitar de modo que es de gran importancia que se realice una inspección verificando el estado y de ser necesario su mantenimiento hacerlo de inmediato.

Articulaciones de torsión

Las articulaciones del tren principal son las encargadas de transmitir las fuerzas que recibe la estructura de la aeronave al momento del impacto con tierra, estas

articulaciones se encuentran ubicadas entre el montante amortiguador y el larguero posterior del ala.

Clasificación⁴

Los trenes de aterrizaje de los aviones pueden ser clasificados en:

- **Trenes fijos**
- **Trenes retráctiles**

Los trenes fijos son los que, durante el vuelo se encuentran permanentemente expuestos a la corriente de aire. Se usan solamente en aviones pequeños, de baja velocidad donde el aumento de peso por agregado de un sistema de retracción influiría desfavorablemente sobre el peso total y la ganancia en velocidad no mejoraría mucho el desempeño.

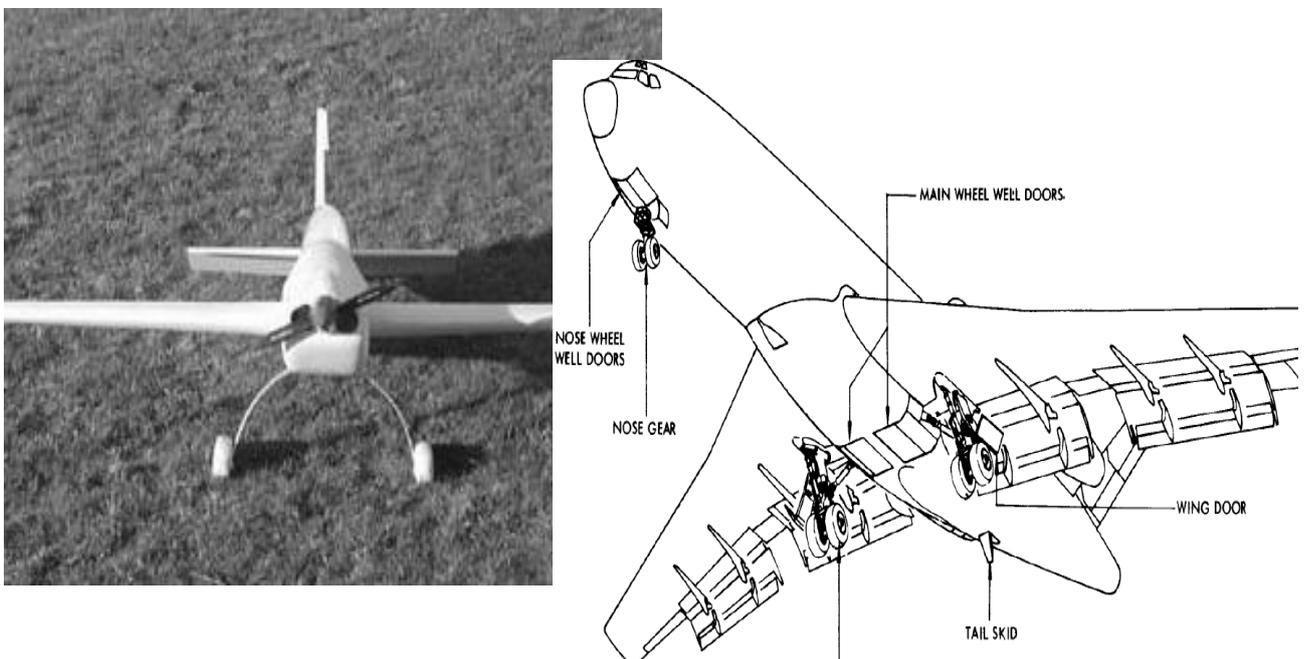


FIGURA 2.3: Trenes de aterrizaje fijo y retráctil

FUENTE: <http://www.Boeing 727 - Wikipedia, la enciclopedia libre.htm>

⁴ http://es.wikipedia.org/wiki/Tren_de_aterrizaje

2.3 Tren de nariz⁵

El tren de aterrizaje de nariz soporta la parte delantera del fuselaje de la aeronave y provee el control direccional mientras la aeronave se encuentra en tierra. El tren de nariz es actuado hidráulicamente para su retracción y extensión. Todos los impactos de golpes que se presentan en el tren de nariz son absorbidos por un montante amortiguador el cual contiene en su interior líquido hidráulico y nitrógeno comprimido. Para la dirección del tren, un cilindro interno gira dentro de otro cilindro gracias al apoyo de actuadores que ayudan a dar el movimiento hacia la derecha o izquierda según como sea la manipulación del piloto.

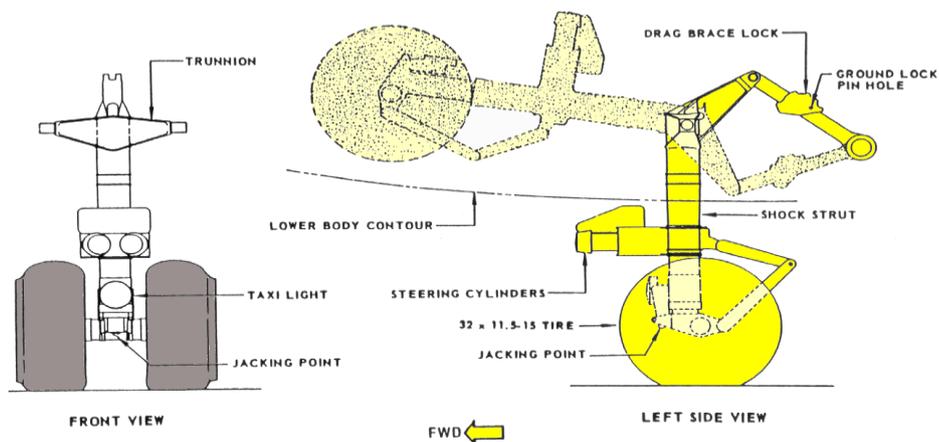


FIGURA 2.4: Tren de nariz

FUENTE: Manual de mantenimiento del Avión Boeing 727 ATA 32

Elementos del tren de nariz:

- Ruedas y neumáticos
- Montante amortiguador
- Articulación de torsión
- Válvulas y actuadores de dirección
- Accionador de retención
- Mecanismos de bloqueo
- Extensión y retracción

⁵ http://turbohobby.com/trenes-de-aterrizaje-c-237_24_111.html

Extensión y retracción del tren de nariz⁶

El sistema de extensión y retracción del tren de nariz sube o baja según como se requiera para operaciones de vuelo o tierra. El engranaje es actuado hidráulicamente para bajar o subir simultáneamente con el tren principal cuando es accionado en la cabina.

Durante la retracción o extensión, el tren de nariz pivotea en un muñón rotante en cojinetes asegurados en soportes en el alojamiento principal de las ruedas de aterrizaje. El actuador del tren de nariz está conectado entre el muñón y una abrazadera detrás de la atadura, aplica la fuerza necesaria para bajar o subir el engranaje. El mecanismo de bloqueo del tren de nariz está construido dentro de una abrazadera, es manejada mediante un actuador de bloqueo y cables accionados por resortes para bloquear el engranaje positivamente en la posición arriba o abajo. Una válvula restrictiva en la línea superior del actuador de bloqueo sirve para controlar la presión del actuador. Un cilindro de transferencia conectado entre la línea de abajo y el actuador del tren de nariz previene que exista una extensión del tren de nariz cuando está bloqueado.

Para retraer el tren, el control de mando es movido a la posición ARRIBA, el bloqueo debe quitarse, y el actuador del tren de nariz empieza a presurizar. El empuje directo del actuador extendido gira el muñón y el balance del tren hacia atrás para subirlo en el alojamiento. Cuando el actuador es retraído mediante el movimiento de control de mando en la posición ABAJO, el muñón gira en dirección opuesta y el engranaje extendido. Las puertas del tren de nariz son abiertas y cerradas en cada ciclo de retracción y extensión mediante dispositivos de ajuste de los cables y palancas del sistema conducidos mediante el movimiento del tren de nariz.

⁶ Manual de mantenimiento Boeing 727-200

Descripción de los componentes del tren de nariz⁷

El tren de nariz consiste de un montante amortiguador neumático, una abrazadera, un conjunto de bloqueo, actuador de bloqueo y cables de accionamiento, un engranaje actuador, uniones de torsión, componentes de dirección de la rueda de nariz y varillas actuadoras del engranaje de la puerta.

Descripción de componentes del tren delantero

El tren delantero se compone de, una llave de arrastre y bloqueo de montaje, un actuador de bloqueo, un actuador de artes de pesca, enlaces de torsión, los componentes de la nariz volante, y una puerta de engranajes de accionamiento varilla. Además, hay una disposición para una luz de taxi menor de montaje.

La parte superior del amortiguador cilíndrico de choque exterior termina en una torre a la que el extremo delantero de la llave de arrastre se adjunta. Grandes orejas en el cilindro de popa más altos ofrece una conexión para el actuador del tren delantero. Un collar de dirección se encuentra en un receso por el exterior del cilindro exterior, y la relación de torsión superior está atornillada al cuello.

Los vínculos del tren delantero de torsión evitan la rotación entre los cilindros interior y exterior del amortiguador de choque al tiempo que permite la compresión normal y la extensión. El enlace se adjunta a la parte superior e impulsada por el cuello de dirección, y el brazo inferior se une a los salientes del cilindro interior. Usa un perno extraíble para permitir el remolque del tren delantero, este se une a los extremos de popa de los enlaces en su ápice. Una varilla de la posición del pistón utilizada para accionar el tren de nariz, detecta y activan o desactivan timón rueda de nariz del pedal de dirección, se adjunta a la relación de torsión superior. Un punto de apoyo para el gato del tren delantero y cables de clavija está en el extremo inferior del amortiguador del cilindro interior.

⁷ Manual de mantenimiento Boeing 727-200

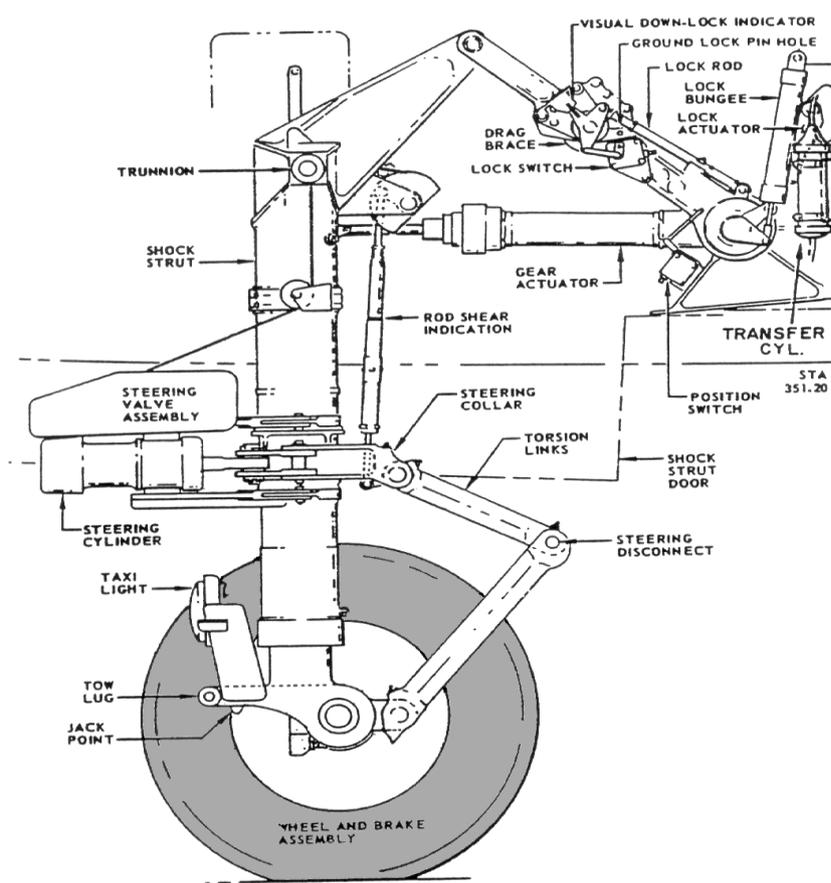


FIGURA 2.5: Componentes del tren de nariz

FUENTE: Manual de mantenimiento del Avión Boeing 727 ATA 32

Actuador de engranajes⁸

El actuador del tren delantero convierte la presión hidráulica a la potencia mecánica necesaria para encoger o extender el tren de nariz. El actuador es un tipo de cilindros hidráulicos y pistones para frenar su movimiento cuando los límites de los viajes se abordan. La cabeza del cilindro del actuador se une a la llave de arrastre del eje de apoyo, en la parte de popa de la rueda, y el vástago del pistón está conectado a un adaptador en el muñón del tren delantero. El aceite hidráulico entra en la cabeza del cilindro del actuador a través de dos mangueras flexibles.

⁸ Manual de mantenimiento Boeing 727-200

El actuador del tren delantero limita de retracción del tren, del mismo modo que se acerca a la posición por la acción de un resorte, válvulas deslizantes. Durante la retracción, con el actuador se extiende, la presión hidráulica pasa a través de una válvula de asiento en el actuador sin restricciones. Cuando el actuador se encuentra dentro de una pulgada de la posición totalmente extendida, el operador de la válvula de desaire empuja la corredera de la válvula desaire contra un muelle de compresión para cerrar los puertos en el tubo de alimentación principal. Para el resto del recorrido del actuador, el flujo hidráulico se limita al pasar por los orificios del alimentador tubo que ralentiza el ritmo de la extensión del actuador hasta que el pistón llega a su tope.

En la extensión de cambio, el fluido hidráulico del extremo de la barra del pistón del actuador está limitado por la válvula de disco con movimiento vertical cerrado que sirve para evitar una rápida caída libre del tren. Además, la válvula de desaire frena el movimiento del actuador para la primera pulgada de viaje. A medida que el actuador se retrae, el muelle de compresión devuelve la válvula a su posición original, y los puertos abiertos. Para el resto de la caída libre, el flujo de fluidos está limitado por la válvula de disco solamente.

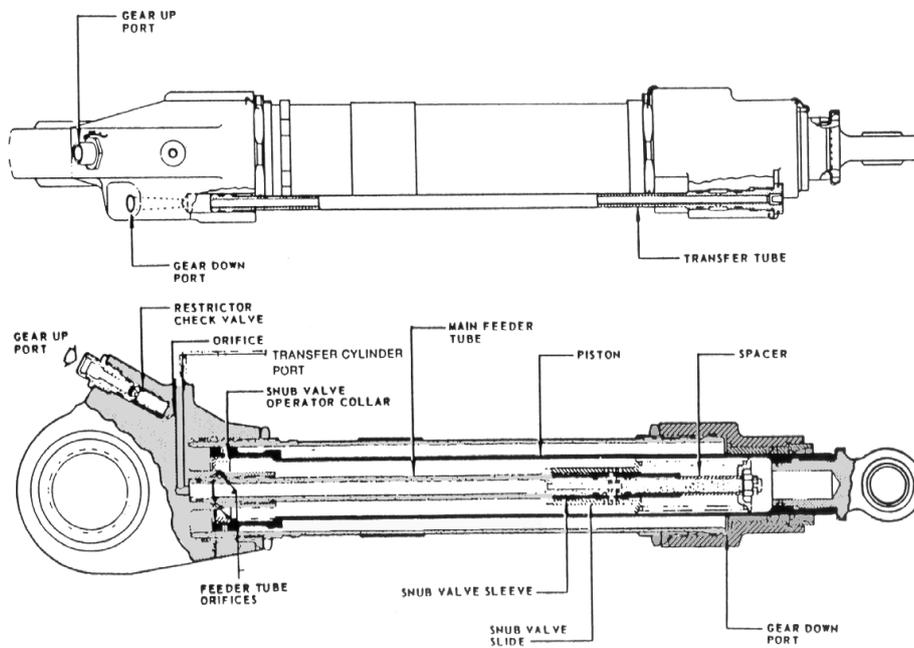


FIGURA 2.6: Actuador de engranajes

FUENTE: Manual de mantenimiento del Avión Boeing 727 ATA 32

Cilindro de transferencia⁹

El cilindro de transferencia de momento iguala la presión hidráulica a cada lado del pistón actuador de la nariz al comienzo de cada ciclo de extensión, para aliviar el engranaje de la fuerza de accionamiento hasta que el bloqueo se libera. El cilindro contiene un pistón, dos muelles y dos retenes. Uno de los extremos del cilindro se conecta a la línea de abajo. El otro extremo está conectado a un puerto de tercera en el lado del actuador del tren delantero. Al final de la retracción de cambio, el sujetador del resorte del cilindro es de fondo del cilindro. Cuando la palanca de control se mueve ABAJO de la extensión de cambios, la presión se dirige a la baja del actuador del tren delantero. La presión también entra en el lado negativo del cilindro de transferencia y sustituye al pistón que dirige la presión del lado de la transferencia del cilindro para el lado de los engranajes del actuador. Una válvula de retención restrictiva en el actuador, regula la pérdida de presión para volver. Por lo tanto, la presión del sistema existe a ambos lados del pistón actuador del engranaje. Debido a que el área dentro del cilindro del pistón es más grande, el tren está momentáneamente levantado en la dirección de retracción. Después de que el sujetador del resorte ha tocado fondo, su posterior traslado del pistón está disponible, actuando en contra de la tensión del muelle.

El movimiento del pistón adicional se proporciona para amortiguar las oleadas de presión generadas en el sistema de aterrizaje por impactos, y así evitar las fluctuaciones de la presión. El cilindro es simétrico, con resortes dobles, y puede ser instalado en cualquier caso, en el sistema. El cilindro está montado en el mamparo de popa de la rueda.

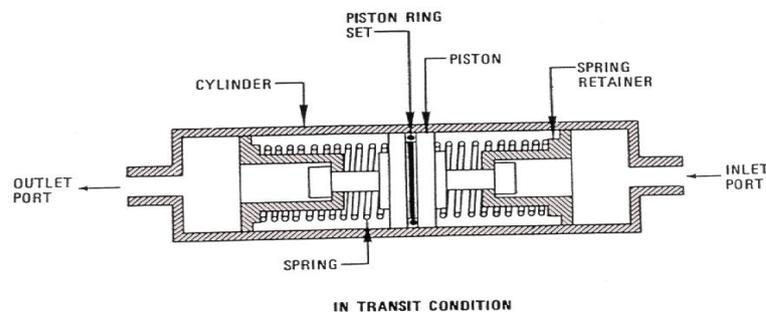


FIGURA 2.7: Cilindro de transferencia

FUENTE: Manual de mantenimiento del Avión Boeing 727 ATA 32

⁹ Manual de mantenimiento Boeing 727-200

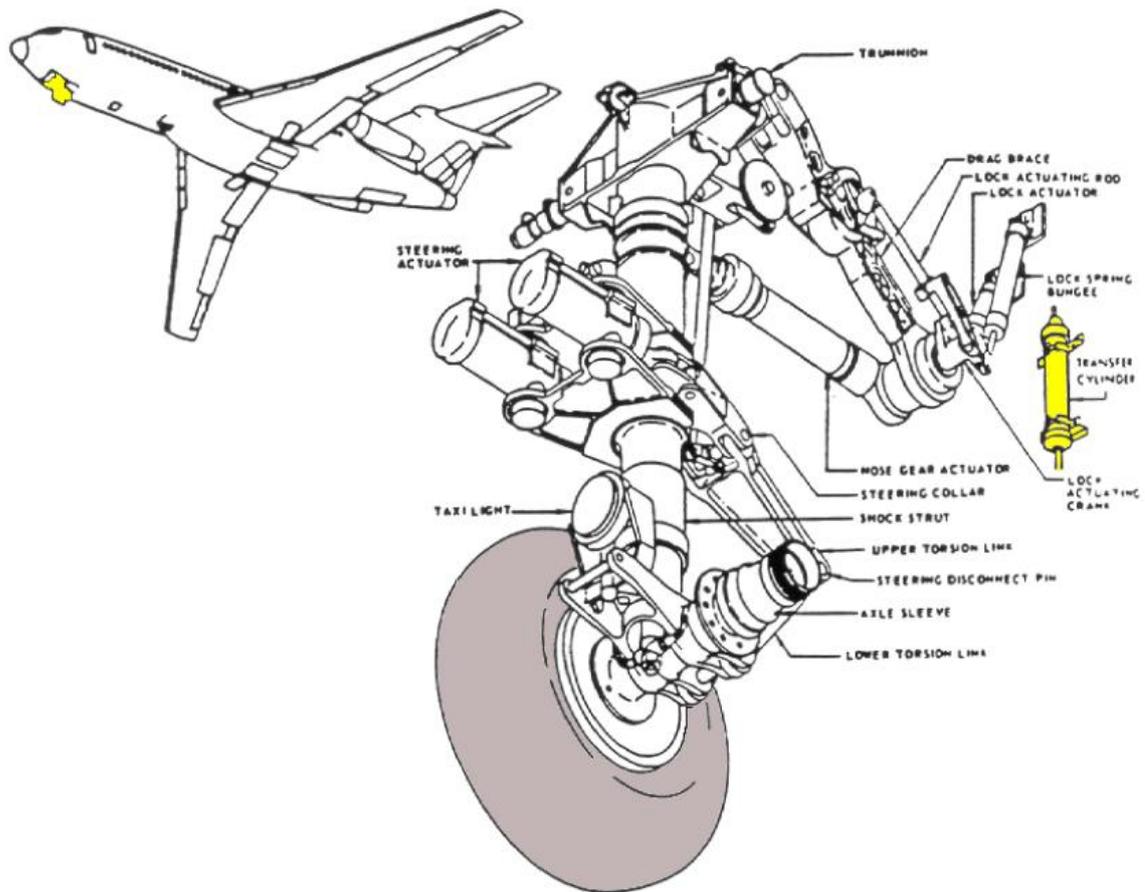


FIGURA 2.8: Cilindro de transferencia ubicado en el avión

FUENTE: Manual de mantenimiento del Avión Boeing 727 ATA 32

Mecanismo de bloqueo del tren delantero¹⁰

El mecanismo de bloqueo del tren delantero bloquea y desbloquea el equipo, tanto en la posición de arriba o abajo. El mecanismo consta de una llave de arrastre que se mueve arriba o hacia abajo en la posición de bloqueo, un actuador de bloqueo, una cerradura de resorte del amortiguador auxiliar, un bloqueo accionado por manivela, un bloqueo accionado por una barra, un brazo activador de bloqueo, y un bloque de trinquete.

¹⁰ Manual de mantenimiento Boeing 727-200

El arrastre del tren delantero se compone de una llave de nudillos con cerradura de montaje superior e inferior, una varilla de accionamiento de bloqueo, y un centro. La popa del ensamblaje superior de los pivotes de acoplamiento en un eje a través de un adaptador de apoyo en la parte de popa de la rueda. El extremo de popa ensamblado en el brazo inferior está unido al extremo delantero de la conexión superior, completando el arrastre.

El actuador de bloqueo y bungee se juntan para accionar el bloqueo manivela. El bloqueo de la varilla de accionamiento conecta el accionamiento de manivela para bloquear la cerradura de accionamiento del brazo que gira alrededor de la llave de arrastre de la bisagra central. Un interruptor de bloqueo accionado por el movimiento de la varilla de accionamiento de bloqueo se une a la resistencia. Una posición del interruptor operado por la vinculación de la llave de arrastre de la conexión superior se monta en el adaptador de apoyo del eje.

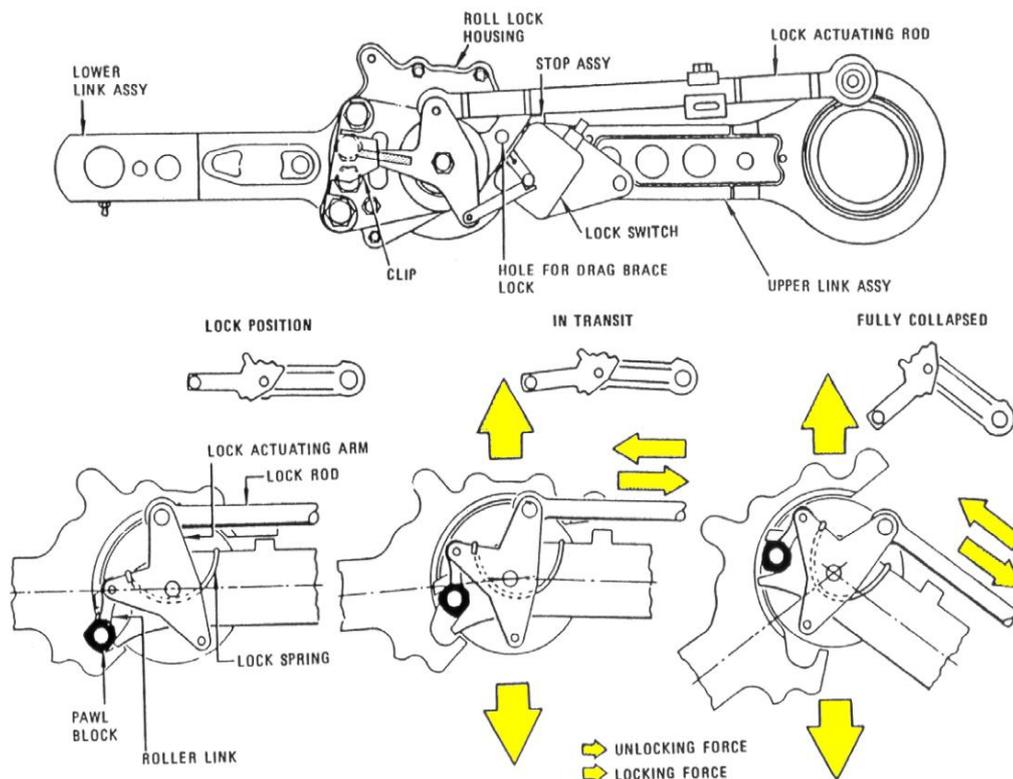


FIGURA 2.9: Bloqueo del tren de nariz

FUENTE: Manual de mantenimiento del Avión Boeing 727 ATA 32

2.4 Neumáticos y Frenos¹¹

General

El avión con el apoyo durante el aterrizaje, despegue, y operaciones de tierra ensambladas en un conjunto de seis ruedas. Cuatro están en el tren de aterrizaje principal y dos en el tren de nariz. Cada rueda del tren principal está compuesta de una unidad de freno atornillado a una brida en el eje. Los frenos son del tipo de discos múltiples, con soporte de discos fijos y forro, y girando los discos de freno. Cada freno está provisto de pistones que accionan los frenos cuando la presión hidráulica se aplica. Los frenos también están provistos de resortes de retorno de combinación y de los ajustadores automáticos. Los ajustadores automáticos compensan el desgaste de los frenos. Las ruedas del tren delantero no tienen frenos.

Para proporcionar una correcta capacidad de frenado y dejar de girar las ruedas después del despegue, tres sistemas de frenado se proporcionan:

- A.** Un sistema de frenos hidráulico es el sistema normal de frenado y es controlado por el capitán o primer oficial de los pedales del timón. La presión hidráulica de los frenos principales es suministrado por la bomba del sistema.
- B.** Un sistema de frenos neumático proporciona frenado en caso de fallo de los sistemas hidráulicos normales. El sistema de frenos neumático es controlado por una válvula de control en el panel de instrumentos del capitán. La presión de nitrógeno o aire seco comprimido se transfiere al fluido hidráulico para aplicar los frenos principales.
- C.** Un sistema de frenado del freno de estacionamiento proporciona al mismo tiempo que el avión este amarrado y estacionado. Está controlado por una manija en el stand de control. La vinculación del freno de estacionamiento tiene los pedales de freno en el freno de posición.

¹¹ Manual de mantenimiento Boeing 727-200

El sistema antideslizamiento asume el control automático de la presión de frenado a través de las válvulas anti-deslizantes. El sistema antideslizante es energizado por el posicionamiento de un interruptor ON-OFF en el panel de arriba del panel. Éste sistema sólo está disponible para el sistema de frenos hidráulicos normales.

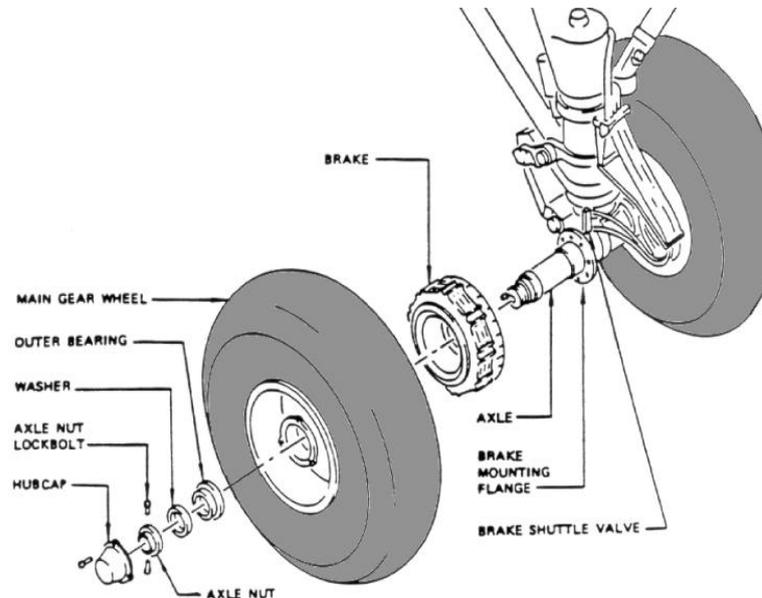


FIGURA 2.10: Partes del Neumático

FUENTE: Manual de mantenimiento del Avión Boeing 727 ATA 32

2.5 Ruedas¹²

General

Todos los trenes (nariz y principal) están equipados con dos llantas y el volante. La masa de metal en los frenos proporciona un disipador de calor para absorber el calor generado por el frenado.

La rueda principal del equipo y el conjunto de los neumáticos son designados N^o 1, 2, 3 y 4, contando desde la izquierda hacia derecha. Todas las ruedas están equilibradas dinámicamente.

¹² Manual de mantenimiento Boeing 727-200

Componentes¹³

Ruedas del tren principal

Las ruedas del tren principal se forjan de aluminio divididas en partes para facilitar el montaje neumáticos sin cámara. Las mitades están unidas entre sí y una junta tórica se instala en una ranura anular entre los tornillos y la llanta para evitar fugas de aire. Una válvula de aire se sella en la media rueda exterior para inflar llantas. Existen tres enchufes reemplazables térmicos ubicados en la sección del Centro de la mitad interna de cada rueda. Los enchufes térmicos desinflan el neumático cuando la rueda se sobrecalienta.

Los neumáticos principales son 49 X 17, Tipo VII neumáticos sin cámara.

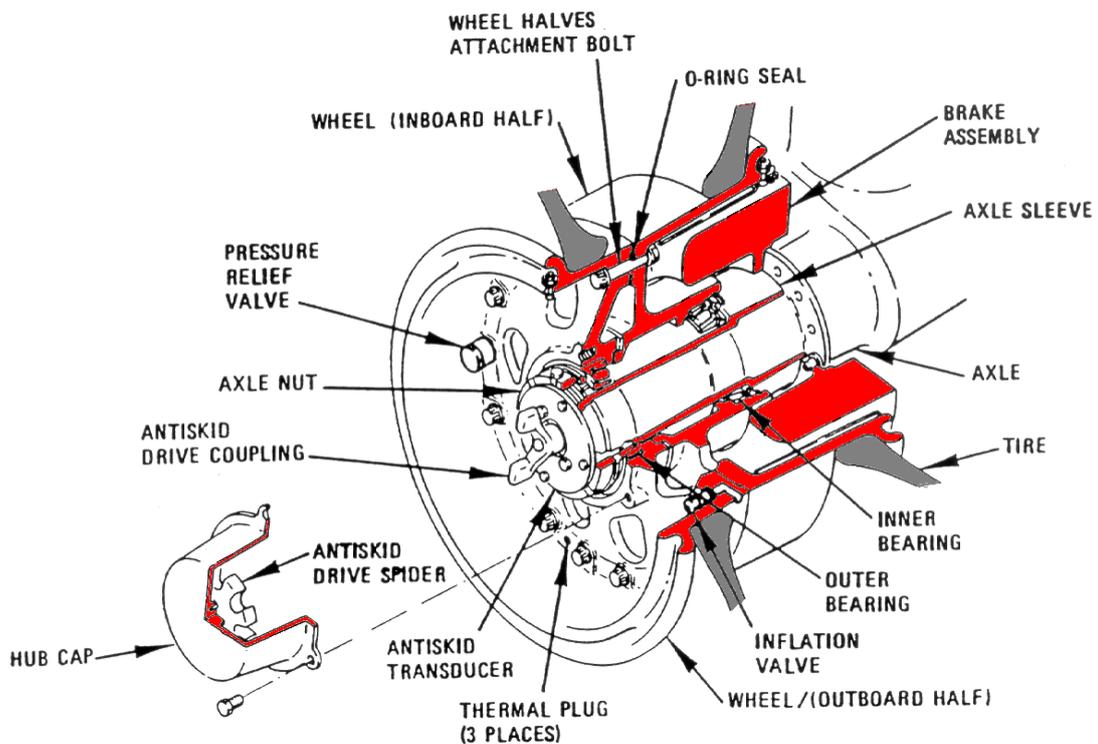


FIGURA 2.11: Partes internas de la rueda del tren de nariz

FUENTE: Manual de mantenimiento del Avión Boeing 727 ATA 32

¹³ Manual de mantenimiento Boeing 727-200

Ruedas dentadas de nariz¹⁴

La rueda del tren delantero esta forjado de aluminio y tiene una división para facilitar el montaje de neumáticos. La superficie interna de la llanta de cada mitad de la rueda es una superficie de sellado para neumáticos sin cámara. Una válvula de aire se encuentra sellada en el medio de la rueda exterior para permitir que la inflación de neumáticos montados. Las mitades de la rueda interior y exterior son atornilladas, la articulación entre la mitades de la rueda están selladas con una junta tórica. Cuatro fusibles térmicos, para desinflar el neumático cuando la rueda se sobrecalienta, se instalan en la mitad interna de la rueda. La rueda gira sobre rodamientos de rodillos cónicos. Tiene sellos de polvo en el extremo interior de la rueda para proteger los rodamientos de arena y suciedad.

El neumático del tren delantero es de 32 X 11.5-15, tipo de neumáticos sin cámara de aire.

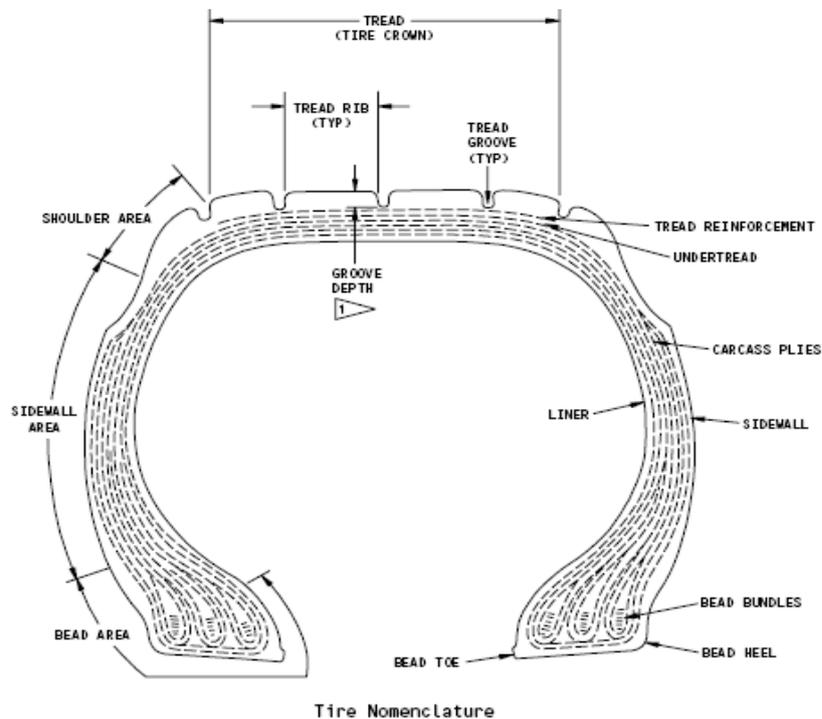


Figura 2.12: Nomenclatura del neumático del tren de nariz

Fuente: Manual de mantenimiento B727, ATA 32

¹⁴ Manual de mantenimiento Boeing 727-200

Rueda de nariz del tambor de frenado

Dos ruedas amortiguadoras se encuentran en el panel de techo de la rueda de nariz para detener la rotación de la rueda y los ruidos que existan. Cuando el tren delantero se retrae después de un despegue, la rotación de la rueda de nariz se detendrá por la rueda de contacto con los amortiguadores. Cada amortiguador está formado por una barra de resorte unido a la rueda y la estructura con un bloque de freno atornillado al avance (de contacto) extremo de la barra.

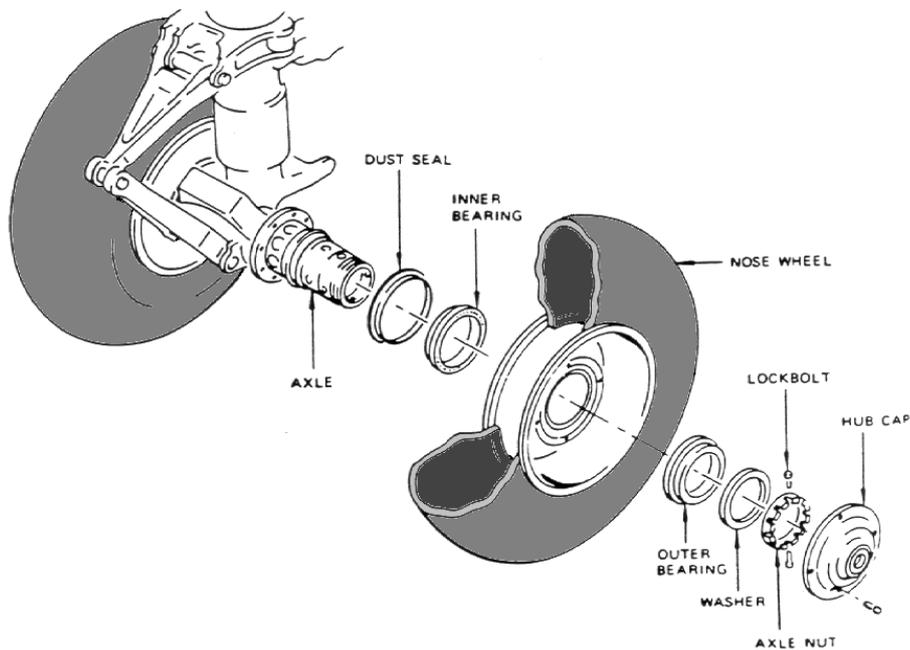


FIGURA 2.13: Despiece de la rueda de nariz

FUENTE: Manual de mantenimiento del Avión Boeing 727 ATA 32

Válvula de medición de presión del freno¹⁵

La válvula de medición de presión del freno proporciona para cada tren de aterrizaje principal, ubicado cerca de la esquina interior de la rueda principal. Cada válvula tiene cuatro líneas hidráulicas que se adjunta: presión, frenos, cambio y freno automático. Los puertos de la válvula están abiertos o cerrados para operar un pistón circular ranurado de deslizamiento.

Cuando los pedales de freno están oprimidos a través de la conexión mecánica y cables, un movimiento hacia el interior se transmite al pistón de la válvula de

¹⁵ Manual de mantenimiento Boeing 727-200

medición. A medida que el pistón en el puerto de retorno se cierra y se abre el puerto de presión para dirigir la presión hidráulica a los frenos. La presión hidráulica, a través de un pasaje en el pistón de la válvula, entra en la cámara de compensación para actuar en el extremo del pistón y crear una fuerza de cambio que tiende a cerrar la válvula. Esta fuerza de retorno varía con la intensidad de la presión de frenado y proporciona una sensación en los pedales ("sensación artificial"). El efecto de frenado deseado con el sistema antideslizamiento apagado se lleva a cabo apretando los pedales a una distancia mayor o menor. El estiramiento del cable y la variación de la posición del pedal permiten a la válvula del pistón moverse hacia atrás hasta que la presión y los puertos de retorno están cerrados. En este punto, el efecto de frenado se mantiene constante.

Cuando los pedales son liberados, la presión en la cámara de compensación se mueve, el pistón de válvula y la tubería de retorno se abre. Como la línea de retorno se abre, la presión en la línea de freno se cae, se liberan los frenos, y la fuerza de retorno sobre el pistón de la válvula se alivia. El sistema antideslizamiento modula la presión del freno, medidas que son controladas eléctricamente.

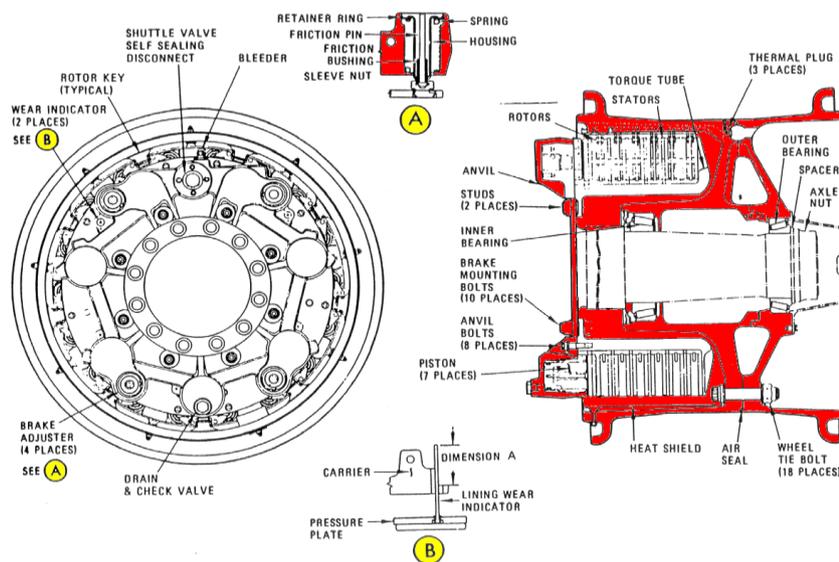


FIGURA 2.14: Partes internas de la rueda principal

FUENTE: Manual de mantenimiento del Avión Boeing 727 ATA 32

2.6 Estructuras de acero¹⁶

Columnas y puntales

El termino columna se aplica en general a miembros verticales relativamente pesados, mientras que a los miembros verticales más ligeros e inclinados, como las riostras y los miembros a compresión de armaduras de techo, se denominan puntales. Por definición, las columnas y los puntales son miembros lineales a compresión con una longitud sustancialmente mayor que su dimensión lateral menor.

La acción de los miembros a compresión se puede comprender mejor si se empieza con un bloque pequeño a compresión. La carga limite que puede soportar este bloque se calcula experimentalmente incrementando la carga aplicada hasta que falle por fluencia. El esfuerzo de compresión en el bloque en el momento en que falla es igual a la carga última dividida por el área del bloque, o sea,

$$f_a = P/A$$

Si una pieza del mismo material e igual sección transversal, pero con una longitud sustancialmente mayor que sus dimensiones laterales, se sujeta a una prueba igual, fallará antes de que la carga aplicada llegue al valor que causo la falla del bloque pequeño. En este caso, se dice que la falla se debe al pandeo. La fluencia seguirá siendo el tipo de falla, incluso en la pieza larga, aunque esta fuera perfectamente recta y de un material homogéneo, no tuviera esfuerzos residuales iniciales y no sostuviera cargas que no se aplicaran exactamente sobre ese eje longitudinal. Pero estas características son teóricamente ideales y no se logran en la práctica. Por lo tanto, la distribución de esfuerzos sobre la sección transversal no será uniforme, y la irregularidad resultante, aunque pequeña, provocara un momento flexionante. Este momento provoca esfuerzos flexionantes, que se denominan esfuerzos de pandeo solo para evitar la confusión con los esfuerzos flexionantes producidos por cargas aplicadas irregularmente. Es decir, los esfuerzos de pandeo y flexionantes son los mismos, excepto que los primeros, por definición, son provocados por cargas axiales, y los segundos por cargas

¹⁶ Estructuras de acero - Análisis y diseño: Stanley W. Crawley - Robert M. Dillon, pag 141

excéntricas y/o esfuerzos residuales. Se debe recordar que los esfuerzos de pandeo se dan además del esfuerzo de compresión directo debido a las fuerzas aplicadas.

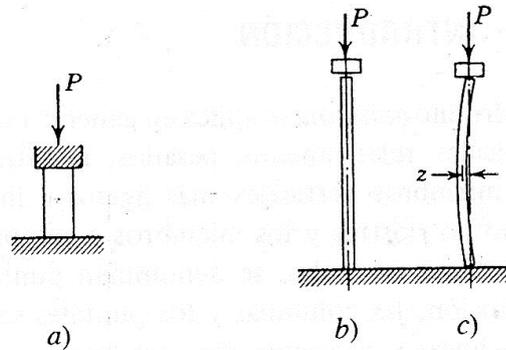


FIGURA 2.15: Compresión

FUENTE: Estructuras de acero, análisis y diseño

En la figura, supóngase que P es una carga ligera, a medida que la carga aumenta, la columna empieza a pandearse. Si no se aumenta la carga que causa el pandeo, la columna continuara soportando la carga y la deflexión z permanecerá constante. Sin embargo, la columna está en un estado de equilibrio inestable, y cualquier pequeño incremento en la carga o incluso la aplicación de una fuerza horizontal provocada por un sacudimiento accidental, puede destruir esta condición. Entonces aumentara la deflexión z , incrementando los esfuerzos de pandeo debidos al momento Pz , el que a su vez haría que z aumentara aún más. Los esfuerzos de pandeo seguirán aumentando de esta manera hasta que la columna fallara.

En general, la tendencia al pandeo de una columna varía con la relación entre la longitud y la menor dimensión lateral. En las columnas esbeltas esta relación es grande; por lo tanto, si hay falla se deberá principalmente a la fluencia. Entre estos dos extremos hay columnas intermedias en las que, si la falla ocurre, se deberá a una combinación de pandeo y aplastamiento. La mayoría de las columnas que se usan en la construcción de edificios son de nivel intermedio. Hasta la sección 6.14, el estudio se limitara a columnas con cargas axiales, es decir, cargas aplicadas paralelamente al eje largo de la columna, de tal manera

que sean concéntricas respecto al centro de gravedad de la sección transversal de la columna.

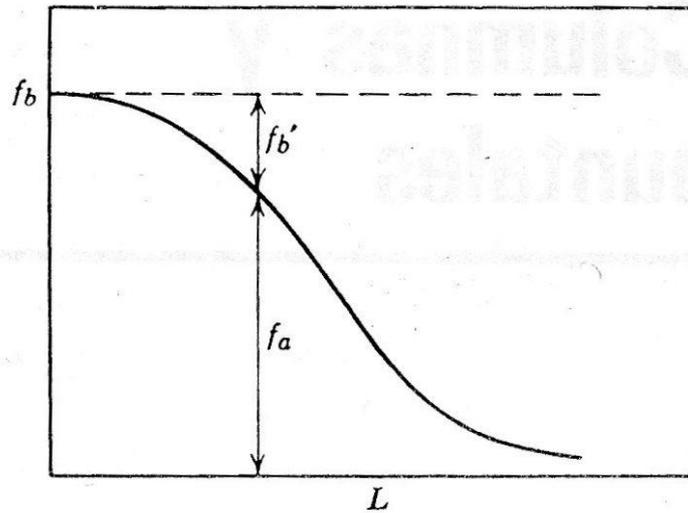


FIGURA 2.16: Esfuerzos de pandeo

FUENTE: Estructuras de acero, análisis y diseño

Esfuerzos de pandeo¹⁷

Es difícil calcular el valor del esfuerzo máximo unitario real de una columna, pero es evidente que el esfuerzo unitario promedio, $f_a = P/A$, será menor que la resistencia al aplastamiento del material, por una cantidad que depende de la tendencia al pandeo.

Si se pudieran medir estos esfuerzos de pandeo, serían $f'_b = Mc/I = Pzc/I$.

La figura representa lo anterior en una columna de determinado tamaño. La ordenada f'_b es el esfuerzo promedio máximo permisible y se supone que permanece constante en cualquier longitud (L) de una columna dada. Sin embargo, a medida que aumenta la longitud, f_a se debe reducir para permitir la presencia de f'_b . Las "fórmulas de reducción" para esto se basan en gran medida en los resultados de datos experimentales de prueba, más que en una derivación matemática directa.

¹⁷ Estructuras de acero - Análisis y diseño: Stanley W. Crawley - Robert M. Dillon, pag 142

Formas de columnas¹⁸

Por lo anterior es evidente que la resistencia de cualquier columna (debido a la tendencia al pandeo) dependerá del área y forma de la sección transversal, así como del grado del acero con que está hecha.

Una útil propiedad de una sección, que se debe enteramente a su forma, es el momento de inercia. Las columnas no arriostradas tienden a pandearse en un sentido perpendicular al eje respecto al cual es menor el momento de inercia. Por lo tanto, la sección transversal ideal es la que tiene el mismo momento de inercia respecto a cualquier eje que pase por su centro de gravedad. Obviamente esta tiene forma de círculo.

Como el material cercano al centro de gravedad de una sección contribuye poco al momento de inercia, la columna más eficiente es la que tiene menor cantidad de material posible cerca del eje. Una sección circular hueca (un tubo) se acerca a este ideal; sin embargo, las columnas tubulares se usan solo de manera limitada en edificios y muy pocas veces como miembros principales de los marcos de estructuras de varios pisos. Una dificultad que representa el uso de columnas de tubo es la de obtener conexiones efectivas de vigas.

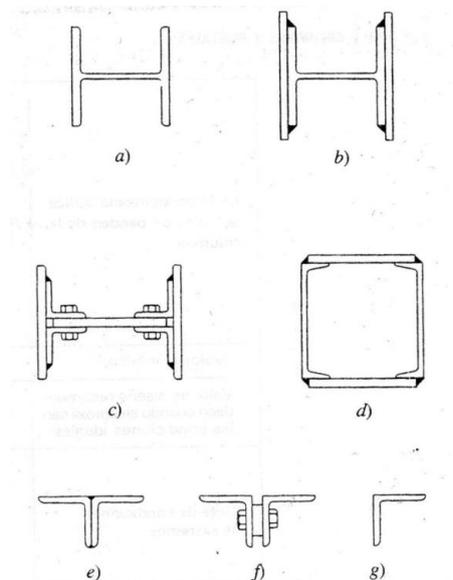


FIGURA 2.17 Secciones habituales de columnas y puntales

FUENTE: Estructuras de acero, análisis y diseño

¹⁸ Estructuras de acero - Análisis y diseño: Stanley W. Crawley - Robert M. Dillon, pag 141

En la figura. Se ilustra una columna de forma W laminada, la misma sección reforzada con placas de patín que están compuestas por ángulos, placas y canales.

Las formas tubulares expuestas se usan cada vez más. Las formas tubulares estructurales (TS) disponibles en el mercado son cuadradas, redondas o rectangulares.

En el Manual AISC se incluyen datos sobre las formas cuadradas y rectangulares de uso más frecuente. La mayoría de tubo de acero disponible es de acero A53, grado B ($F_y = 35 \text{ k/pulg}^2$) y tubería de acero A500, grado B ($F_y = 46\text{k/pulg}^2$), del ASTM.

Radio de giro y relación de esbeltez¹⁹

En el diseño de vigas se encontró que el módulo de la sección es un índice de la resistencia de un miembro a la flexión. Por su definición ($S = I/c$), es evidente que el valor del módulo de sección depende del tamaño y la forma de la sección. En el diseño de columnas, el término análogo, es el radio de giro. También depende del tamaño y la forma de la sección y sirve para medir la efectividad para resistir el pandeo. El radio de giro se expresa en pulgadas en la fórmula $r = \sqrt{I/A}$, en la cual I es el momento de inercia de la sección respecto al eje dado y A es el área. En la sección anterior se estableció que en general la tendencia al pandeo de una columna varía de acuerdo a la relación entre la longitud no arriostrada y su dimensión lateral menor. En formas estructurales como las de la figura, la dimensión lateral no es exacta. Por lo tanto, el radio de giro, que calcula más precisamente la rigidez de las secciones de columnas en general, se usa en las fórmulas de diseño de columnas.

Existen otros dos factores que influyen en la tendencia de las columnas al pandeo: longitud real y características de los extremos. Estos se combinan para producir lo que se denomina “Longitud de Pandeo Efectiva”, es decir, la distancia entre puntos de flexión contraria. En las columnas de extremo articulado, estos puntos están al extremo de la columna, que previene el movimiento lateral

¹⁹ Estructuras de acero - Análisis y diseño: Stanley W. Crawley - Robert M. Dillon, pag 143

(traslación). Como se puede ver en la figura, la longitud efectiva puede ser bastante diferente de acuerdo a las diversas características de los extremos.

La línea punteada indica la forma de pandeo de la columna	a)	b)	c)	d)	e)	f)
Valor K teórico	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Valor de diseño recomendado cuando se aproximan las condiciones ideales	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
Clave de condiciones de extremos		Fijo a la rotación	Fijo a la translación	Libre a la rotación	Fijo a la translación	Fijo a la translación
		Fijo a la translación	Libre a la translación			

FIGURA 2.18: Efecto de las condiciones de extremo

FUENTE: American Institute of Steel Construction y el Column Research Council; AISC Manual of Steel Construction”, octava edición, págs. 5-124.

En el diseño, las características de los extremos se toman en consideración para el uso de un factor efectivo de longitud, es decir, un número adimensional o “valor K ”, que cuando se multiplica por la longitud real de la columna de la longitud efectiva del pandeo. La relación entre longitud efectiva y radio mínimo de giro (KL/r) se denomina relación de esbeltez. Es la medida absoluta de la tendencia al pandeo de la columna. Tanto L como r se expresan en pulgadas.

En la especificación de AISC de 1978 se establece claramente que se debe utilizar en gran medida el criterio del ingeniero en la selección del “valor K ” apropiado. En la figura se ilustran los seis tipos de extremo más comunes y los valores K recomendados para cada uno. La diferencia entre valores teóricos y recomendados se debe en gran medida al hecho de que en la construcción real se usan muy pocas veces las fijas o los extremos realmente articulados.

Fórmulas de columnas²⁰

En la primera sección se vio que el esfuerzo unitario promedio de una columna en el momento de la falla es menor que la resistencia de fluencia del material, por una cantidad que depende de la tendencia al pandeo de la columna. Por tanto, este factor también debe influir sobre el esfuerzo promedio admisible y, por ello depende de la relación de esbeltez, así como de la resistencia a la compresión del material. Usando un factor promedio de seguridad de 1.67 y acero A36, el esfuerzo máximo de diseño permisible para la columna sería.

$$\frac{36000}{1.67} = 21600 \text{ k/pulg}^2$$

Ésta es la cantidad que se debe reducir para permitir los esfuerzos de pandeo.

Las pruebas experimentales de columnas con una alta relación de esbeltez (más de 150) han dado resultados bastante consistentes. La dispersión de datos gráficos que se presenta se atribuye casi por completo a variaciones en las condiciones de los extremos. Por otra parte, los datos de pruebas de las columnas con menores relaciones de esbeltez, es decir, en el nivel intermedio (de 50 a 130), muestran una alta gama de variación. Aquí, el comportamiento errático se atribuye principalmente a la presencia de esfuerzos residuales (producidos cuando se fabricó la columna) y la falta de rectitud inicial de las columnas de prueba. Éste patrón de dispersión persiste hasta que la relación de esbeltez se vuelve tan pequeña que la falla se debe más al aplastamiento que al pandeo y entonces cualquier variación en los resultados de pruebas se debe atribuir por completo a la resistencia del material.

Sin importar las veces que sean, estas condiciones impredecibles influyen demasiado en el comportamiento de la columna. Por lo tanto, ahora todas las columnas se clasifican en una de dos categorías: aquellas que fallan debido al “pandeo elástico”, es decir, las que tienen una relación de esbeltez muy grande, y aquellas que fallan debido al “pandeo inelástico”.

Es interesante notar que los resultados de las pruebas se siguen comparando muy favorablemente con las cargas predichas por Leonard Euler en 1757. La

²⁰ Estructuras de acero - Análisis y diseño: Stanley W. Crawley - Robert M. Dillon, pag 145

fórmula básica de Euler para la carga límite de una columna larga y esbelta con extremos articulados es:

$$P_u = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$$

Será más fácil establecer la relación entre esta fórmula y la Especificación del AISC de 1978 si ambos lados de la igualdad se dividen por el área de la columna (A), es decir,

$$P_u = \frac{\pi^2 EI}{L^2 A}$$

P_u / A se define como el esfuerzo unitario promedio en la falla, o sea F_a . Sustituyendo esto y la relación $I/A = r^2$ en la formula anterior,

$$F_a = \frac{\pi^2 E}{(L/r)^2}$$

Se ha omitido el factor K de las condiciones de los extremos, ya que inicialmente se definido como igual a uno.

Se estima razonablemente que el límite superior de la falla por pandeo ocurrirá cuando el esfuerzo promedio de la columna es igual a la mitad del esfuerzo de fluencia; por lo tanto,

$$\frac{F_y}{2} = \frac{\pi^2 E}{(L/r)^2}$$

y, despejando L/r

$$\frac{L}{r} = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}}$$

Esta es la fórmula que establece la relación de esbeltez que separa el pandeo elástico del inelástico. Variara con el esfuerzo de fluencia del acero, y el símbolo para este valor de L/r es C_C . Por tanto,

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}}$$

En el apéndice de las especificaciones del AISC se dan estos valores para los diversos tipos de acero. Por ejemplo, el valor para el acero A36 es 126.1, y para aceros con un límite de fluencia de 50 k/plug² es 107.0.

En conclusión, si la relación de esbeltez real $KL/r > C_c$, el modo de la falla supuesto sería pandeo elástico. Si, por otra parte, $KL/r < C_c$, el modo de falla sería pandeo inelástico. Las especificaciones del AISC proporcionan una fórmula de reducción para F_a en cada caso.

Pandeo inelástico. El esfuerzo unitario promedio máximo no debe exceder de

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{(KL/r)^2}{2C_c^2}\right] F_y}{F.S.}$$

Donde F.S. es el factor de seguridad.

Este factor de seguridad refleja las inconsistencias en el comportamiento de la columna bajo las pruebas ya mencionadas. La fórmula recomendada para el factor de seguridad deducido de estas consideraciones es:

$$F.S. = \frac{5}{3} + \frac{3(KL/r)}{8C_c} - \frac{(KL/r)^3}{8C_c^3}$$

Nótese que cuando $KL/r = 0$, $F.S. = 1.67$, y cuando $KL/r = C_c$, $F.S. = 23/12 = 1.92$

Pandeo elástico. El esfuerzo unitario promedio máximo no debe exceder al que resulte de la fórmula de Euler cuando se usa un factor constante de seguridad de 23/12. Por lo tanto,

$$F.S. = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2 F.S.} = \frac{12\pi^2 E}{23\left(\frac{KL}{r}\right)^2}$$

Debe señalarse que esta fórmula no incluye un factor que represente el grado del acero. Esto se debe al hecho de que E no varía apreciablemente con F_y y E

determina el pandeo. Por lo tanto, el mismo esfuerzo limitante será el mismo para todos los grados del acero.

Puntales. La mayoría de estos elementos estructurales se clasifican como miembros secundarios, y como tales las Especificaciones del AISC permiten esfuerzos ligeramente mayores para las columnas, cuando la relación de esbeltez es mayor que 120. Al determinar la relación de esbeltez, K siempre se toma como uno.

El esfuerzo permisible incrementando F_a (para pandeo elástico o inelástico según sea el caso) por $1.6 - L/200r$, es decir,

$$F_{as} = \frac{F_a}{1.6 - \frac{L}{200r}}$$

En la figura se muestran las tres fórmulas de esfuerzo límite para acero A36. Nótese que el límite superior de la relación de esbeltez es 200, que es la máxima permitida por las Especificaciones del AISC.

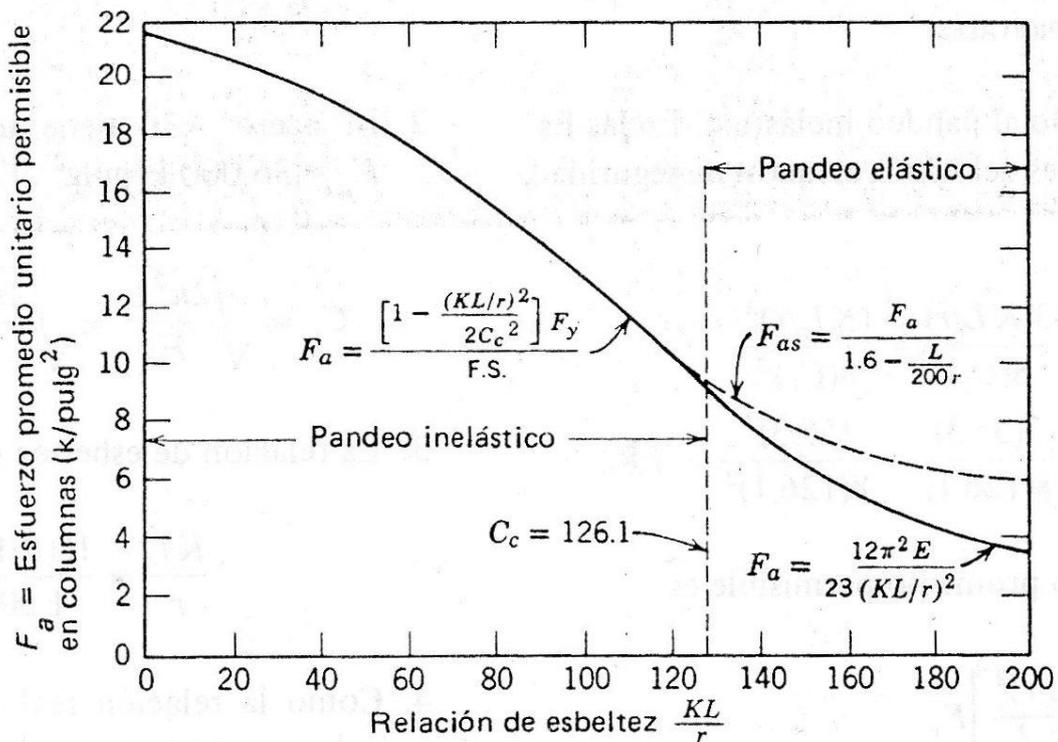


FIGURA 2.19 Esfuerzo de compresión permisible para acero ASTM A36.

FUENTE: Column Research Council

Investigación de columnas

Para calcular la carga axial que una columna puede soportar seguramente de acuerdo con alguna especificación particular, usualmente conviene calcular C_c del grado de acero especificado. Al hacerlo, la columna se ubica en una de las dos categorías, es decir, pandeo inelástico si $KL/r < C_c$, o pandeo elástico si $KL/r > C_c$. Luego se elige la fórmula apropiada de columna y la relación de esbeltez se sustituye en esa fórmula para calcular el esfuerzo promedio permisible F_a . La carga que la columna puede soportar seguramente será igual al esfuerzo promedio permisible por el área de la sección de la columna.

Ejemplo:

Determinar la carga axial total que resiste seguramente una columna **W** 12 x 72 con una altura no arriostrada de 14 pies. Se supone que los extremos están articulados y arriostrados contra la traslación. Usar acero A36.

Solución

1. En las tablas del Manual AISC, "Dimensiones y Propiedades", el área y los radios de giro de esta sección son

$$A = 21.1 \text{ pulg}^2$$

$$r_x = 5.31 \text{ pulg}$$

$$r_y = 3.04 \text{ pulg}$$

2. El acero A36 tiene un límite de fluencia $F_y = 36,000 \text{ k/pulg}^2$; por lo tanto,

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}} = \sqrt{\frac{2\pi^2(29,000)}{36}} = 126.1$$

3. La máxima relación de esbeltez es

$$\frac{KL}{r} + \frac{1(14)12}{3.04} = 55.3$$

4. Como la relación de esbeltez real es menor que 126.1, la columna pertenece a la clase que fallara debido al pandeo inelástico. En las Especificaciones del AISC, el factor de seguridad es:

$$F.S. = \frac{5}{3} + \frac{3(KL/r)}{8C_c} - \frac{(KL/r)^3}{8C_c^3}$$

$$= \frac{5}{3} + \frac{3(55.3)}{8(126.1)} - \frac{(55.3)^3}{8(126.1)^3} = 1.82$$

y el esfuerzo promedio permisible es

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{(KL/r)^2}{2C_c^2}\right] F_y}{F.S.}$$

$$= \frac{\left[1 - \frac{(55.3)^2}{2(126.1)^2}\right] 36,000}{1.82} \cong 17,900 \text{ lb/pulg}^2$$

5. La carga axial permisible sobre la columna, incluyendo su propio peso, es igual al esfuerzo permisible por el área, o sea.

$$P = F_a A$$

$$F_a A = 17,900 \text{ lb/pulg}^2$$

$$= 378,000 \text{ lb}$$

2.7 Soldadura eléctrica²¹

Soldadura eléctrica al arco

Normas de seguridad

Dentro del campo de la soldadura industrial, la soldadura eléctrica manual al arco con electrodo revestido es la más utilizada. Para ello se emplean máquinas eléctricas de soldadura que básicamente consisten en transformadores que permiten modificar la corriente de la red de distribución, en una corriente tanto alterna como continua de tensión más baja, ajustando la intensidad necesaria según las características del trabajo a efectuar.

Los trabajos con este tipo de soldadura conllevan una serie de riesgos entre los que destacan los relacionados con el uso de la corriente eléctrica, los contactos eléctricos directos e indirectos; además existen otros que también se relacionan en esta NTP, cuyo objetivo es dar a conocer las características técnicas básicas de la soldadura eléctrica, los riesgos y sus factores de riesgo y los sistemas de prevención y protección. Además se dan normas de seguridad para la organización segura del puesto de trabajo, los equipos de protección individual y el mantenimiento e inspección del material.

Características técnicas

Arco eléctrico

Para unir dos metales de igual o parecida naturaleza mediante soldadura eléctrica al arco es necesario calor y material de aporte (electrodos). El calor se obtiene mediante el mantenimiento de un arco eléctrico entre el electrodo y la pieza a soldar (masa).

En este arco eléctrico a cada valor de la intensidad de corriente, corresponde una determinada tensión en función de su longitud.

²¹ <http://www.arqhys.com/construccion/acero-estructuras.html>

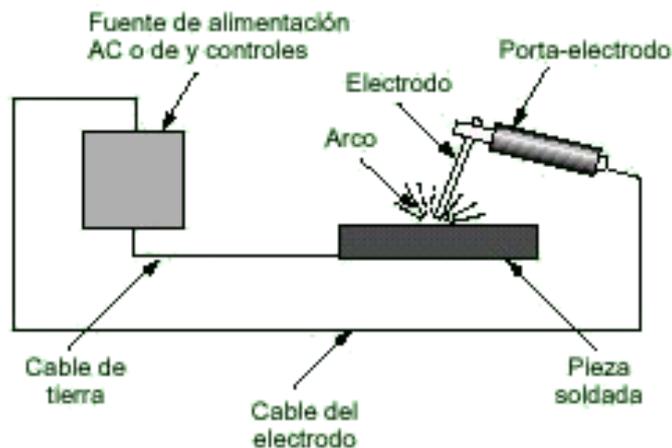


FIGURA 2.20: Esquema del proceso de soldadura eléctrica al arco

FUENTE: <http://www.arqhys.com/construccion/acero-estructuras.html>

La relación intensidad/tensión nos da la característica del arco. Para el encendido se necesita una tensión comprendida entre 40 y 110 V; esta tensión va descendiendo hasta valores de mantenimiento comprendidos entre 15 y 35 V, mientras que la intensidad de corriente aumenta notablemente, presentando todo el sistema una característica descendente, lo que unido a la limitación de la intensidad de corriente cuando el arco se ha cebado exige, para el perfecto control de ambas variables, la utilización de las máquinas eléctricas de soldadura.

Equipos eléctricos de soldar²²

Están formadas por el circuito de alimentación y el equipo propiamente dicho. Sirven para reducir la tensión de red (220 o 380 V) a la tensión de cebado (entre 40 y 100 V) y de soldeo (< 35 V) permitiendo regular la intensidad de la corriente de soldadura, asegurando el paso de la tensión de cebado a la de soldeo de forma rápida y automática. El circuito de alimentación está compuesto por un cable y clavija de conexión a la red y funcionando a la tensión de 220/380 V según los casos e intensidad variable.

²² http://www.liebherr.com/AE/es-ES/products_ae.wfw/id-158-0

Equipo de soldadura²³

En función del tipo de corriente del circuito de soldeo el equipo consta de partes diferentes. En equipos de corriente alterna, transformador y convertidor de frecuencia; en equipos de corriente continua, rectificador (de lámparas o seco) y convertidor (conmutatrices o grupos eléctricos).

Los equipos eléctricos de soldar más importantes son los convertidores de corriente alterna-continua y corriente continua-continua, los transformadores de corriente alterna-corriente alterna, los rectificadores y los transformadores convertidores de frecuencia. Además de tales elementos existen los cables de pinza y masa, el porta electrodos y la pinza-masa, a una tensión de 40 a 100 V, que constituyen el circuito de soldeo.

El montaje seguro de un puesto de trabajo de soldadura eléctrica requiere tener en cuenta una serie de normas que se relacionan a continuación.

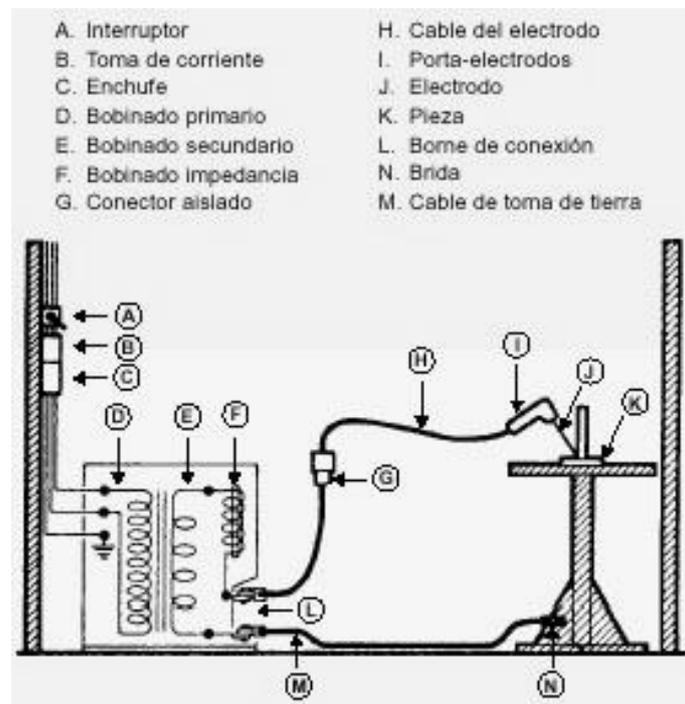


FIGURA 2.21: Instalación segura de un puesto de soldadura CA con transformador

FUENTE: <http://www.arqhys.com/construccion/acero-estructuras.html>

²³ <http://www.arqhys.com/construccion/acero-estructuras.html>

Elementos auxiliares²⁴

Los principales son los electrodos, la pinza porta electrodos, la pinza de masa y los útiles.

El electrodo es una varilla con un alma de carbón, hierro o metal de base para soldeo y de un revestimiento que lo rodea. Forma uno de los polos del arco que engendra el calor de fusión y que en el caso de ser metálico suministra asimismo el material de aporte.

Existen diversos tipos pero los más utilizados son los electrodos de revestimiento grueso o recubiertos en los que la relación entre el diámetro exterior del revestimiento y el del alma es superior a 1:3. El revestimiento está compuesto por diversos productos como pueden ser: óxidos de hierro o manganeso, ferromanganeso, rutilo, etc.; como aglutinantes se suelen utilizar silicatos alcalinos solubles.

La pinza porta electrodos sirve para fijar el electrodo al cable de conducción de la corriente de soldeo.

La pinza de masa se utiliza para sujetar el cable de masa a la pieza a soldar facilitando un buen contacto entre ambos.

Entre los útiles, además de los martillos, tenazas, escoplos, etc. el soldador utiliza cepillos de alambre de acero para limpieza de superficies y martillos de punta para romper la cubierta de las escorias o residuos.

Riesgos y factores de riesgo

Riesgos de accidente

Los principales riesgos de accidente son los derivados del empleo de la corriente eléctrica, las quemaduras y el incendio y explosión.

El contacto eléctrico directo puede producirse en el circuito de alimentación por deficiencias de aislamiento en los cables flexibles o las conexiones a la red o a la máquina y en el circuito de soldadura cuando está en vacío (tensión superior a 50 V).

²⁴ http://es.wikipedia.org/wiki/Riesgos_accidentes

El contacto eléctrico indirecto puede producirse con la carcasa de la máquina por algún defecto de tensión.

Las proyecciones en ojos y las quemaduras pueden tener lugar por proyecciones de partículas debidas al propio arco eléctrico y las piezas que se están soldando o al realizar operaciones de descascarillado.

La explosión e incendio puede originarse por trabajar en ambientes inflamables o en el interior de recipientes que hayan contenido líquidos inflamables o bien al soldar recipientes que hayan contenido productos inflamables.

2.8 Equipo de protección individual EPI²⁵



FIGURA 2.22: Elementos de protección individual

FUENTE: http://es.wikipedia.org/wiki/Riesgos_accidentes

El equipo de protección individual está compuesto por: pantalla de protección de la cara y ojos; guantes de cuero de manga larga con las costuras en su interior; mandil de cuero; polainas; calzado de seguridad tipo bota, preferiblemente aislante; casco y/o cinturón de seguridad, cuando el trabajo así lo requiera.

La ropa de trabajo será de pura lana o algodón ignífugo. Las mangas serán largas con los puños ceñidos a la muñeca; además llevará un collarín que proteja el cuello. Es conveniente que no lleven bolsillos y en caso contrario deben poderse cerrar herméticamente. Los pantalones no deben tener dobladillo, pues pueden retener las chipas producidas, pudiendo introducirse en el interior del calzado de seguridad.

²⁵ http://es.wikipedia.org/wiki/Riesgos_accidentes

Normas de utilización y mantenimiento del equipo de protección

El soldador debe tener cubiertas todas las partes del cuerpo antes de iniciar los trabajos de soldadura. La ropa manchada de grasa, disolventes o cualquier otra sustancia inflamable debe ser desechada inmediatamente; asimismo la ropa húmeda o sudorosa se hace conductora por lo que debe también ser cambiada ya que en esas condiciones puede ser peligroso tocarla con la pinza de soldar. Por añadidura no deben realizarse trabajos de soldadura lloviendo, o en lugares conductores, sin la protección eléctrica adecuada.

Antes de soldar se debe comprobar que la pantalla o careta no tiene rendijas que dejen pasar la luz, y que el cristal contra radiaciones es adecuado a la intensidad o diámetro del electrodo.

Los ayudantes de los soldadores u operarios próximos deben usar gafas especiales con cristales filtrantes adecuados al tipo de soldadura a realizar. Para colocar el electrodo en la pinza o tenaza, se deben utilizar siempre los guantes. También se usarán los guantes para coger la pinza cuando esté en tensión.

En trabajos sobre elementos metálicos, es necesario utilizar calzado de seguridad aislante. Para los trabajos de picado o cepillado de escoria se deben proteger los ojos con gafas de seguridad o una pantalla transparente.

En trabajos en altura con riesgo de caída, se utilizará un cinturón de seguridad protegido para evitar que las chispas lo quemen. El cristal protector debe cambiarse cuando tenga algún defecto (por ej. rayado) y ser sustituido por otro adecuado al tipo de soldadura a realizar. En general todo equipo de protección individual debe ser inspeccionado periódicamente y sustituido cuando presente cualquier defecto.

Mantenimiento e inspección del material

Se debe inspeccionar semanalmente todo el material de la instalación de soldadura, principalmente los cables de alimentación del equipo dañados o pelados, empalmes o bornes de conexión aflojados o corroídos, mordazas del porta electrodos o bridas de tierra sucias o defectuosas, etc.

En cuanto a los equipos de soldar de tipo rotativo es necesario revisar las escobillas sustituyéndolas o aproximándolas en caso necesario. En ambientes pulvigenos metálicos se debe limpiar periódicamente el interior con aire comprimido para evitar cortocircuitos o derivaciones a la carcasa.

2.9 Corte por plasma²⁶



FIGURA 2.23: Cortadora de plasma mecánica

FUENTE: http://www.liebherr.com/AE/es-ES/products_ae.wfw/id-158-0

El fundamento del corte por plasma se basa en elevar la temperatura del material a cortar de una forma muy localizada y por encima de los 30.000 °C, llevando el gas utilizado hasta el cuarto estado de la materia, el plasma, estado en el que los electrones se disocian del átomo y el gas se ioniza (se vuelve conductor).

El procedimiento consiste en provocar un arco eléctrico estrangulado a través de la sección de la boquilla del soplete, sumamente pequeña, lo que concentra extraordinariamente la energía cinética del gas empleado, ionizándolo, y por polaridad adquiere la propiedad de cortar. La ventaja principal de este sistema radica en su reducido riesgo de deformaciones debido a la compactación calorífica de la zona de corte. También es valorable la economía de los gases aplicables, ya que a priori es viable cualquiera, si bien es cierto que no debe de atacar al electrodo ni a la pieza.

²⁶ http://www.liebherr.com/AE/es-ES/products_ae.wfw/id-158-0

El equipo necesario para aportar esta energía consiste en un generador de alta frecuencia alimentado de energía eléctrica, gas para generar la llama de calentamiento (argón, hidrógeno, nitrógeno), y un porta electrodos y electrodo que dependiendo del gas puede ser de tungsteno, hafnio o circonio.

Por la vertiente eléctrica del equipo, las normas de seguridad aplicables son las correspondientes a esta maquinaria, considerando adicionalmente los gases que puedan desprenderse en el proceso por suciedad de la pieza.

El corte con plasma a diferencia del oxicorte, tiene un espectro de aplicación sobre materiales más amplio. Especialmente se puede destacar la versatilidad para corte de metales en calibres delgados, lo cual con oxicorte no es posible considerando aspectos como la calidad de corte y el efecto negativo sobre la estructura molecular al verse afectada por las altas temperaturas y metales ferrosos al cromo níquel (aceros inoxidable), además del aluminio y el cobre. Adicionalmente, el corte con plasma es un proceso que brinda mayor productividad toda vez que la velocidad de corte es mayor, dependiendo del calibre del material hasta 6 veces mayor, lo cual entrega una razón de costo-beneficio mejor que el oxicorte.



FIGURA 2.24: Cortadora de plasma manual

FUENTE: http://www.liebherr.com/AE/es-ES/products_ae.wfw/id-158-0

CAPITULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Preliminares

Concerniente a la investigación ejecutada se comprobó que el tren de aterrizaje de nariz donado al instituto, no se encontraba en buenas condiciones, además se encuentra localizado en la Unidad Educativa FAE No. 5, ésto no es conveniente para el instituto ya que contraviene con el aprendizaje de los alumnos.

Rehabilitación del tren de aterrizaje de nariz

3.2 Reconocimiento de las partes defectuosas

Al hacer el reconocimiento del tren de aterrizaje, se notó de mejor manera la condición en la que se encuentra.



FIGURA 3.1: Tren de Aterrizaje de Nariz localizado en la U. E. FAE No.5.

FUENTE: Investigación de campo.

Al analizar el estado en el que se encuentra el tren de aterrizaje de nariz, se observó que tiene muchas áreas que están corroídas, debido a que ha sido puesto a la intemperie, cuando se encuentre en el ITSA el tren, se podrá realizar un análisis más profundo.

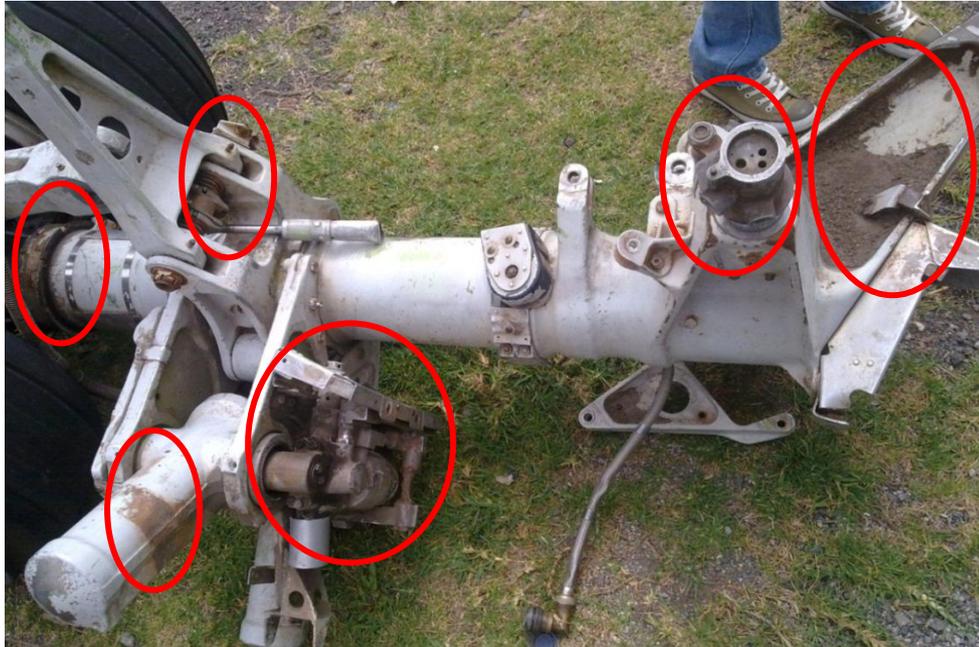


FIGURA 3.2: Tren de nariz trasladado al ITSA

FUENTE: Investigación de campo.

Al realizar un análisis más profundo se observó que la corrosión está bastante avanzada en las zonas marcadas en la fotografía, también varias partes que estaban incompletas y otros defectos de menor grado.



FIGURA 3.3: Parte inferior del tren de nariz

FUENTE: Investigación de campo.

Partes en mal estado:

- 1. Neumáticos
- 2. Cilindro actuador
- 3. Dirección
- 4. Cableado eléctrico
- 5. Conjunto de poleas

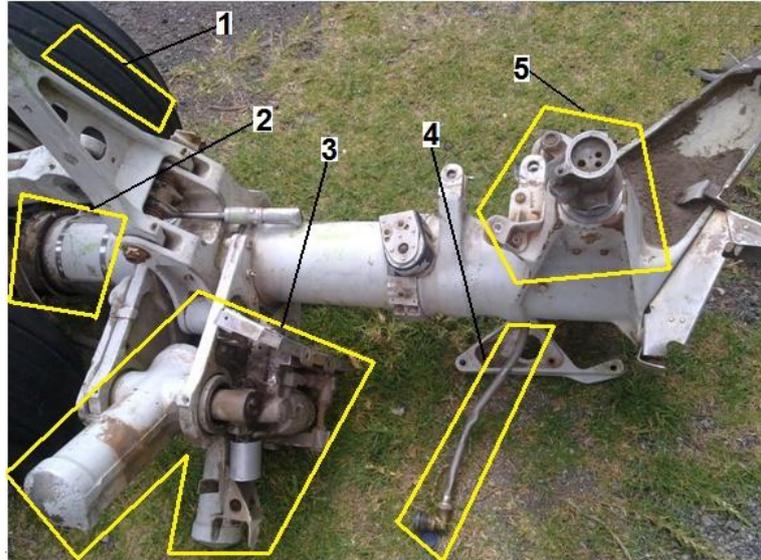


FIGURA 3.4: Tren de nariz ubicado en el ITSA

Fuente: Investigación de campo

3.3 Rehabilitación

Luego de haber una serie de análisis se toma la decisión final, la cual es la rehabilitación del tren de aterrizaje de nariz teniendo en cuenta la conservación de su mayor parte de piezas que no se encuentran muy deterioradas. Para este proceso se debe tener en cuenta varios factores que ayuden al mejoramiento de sus partes tal como son las herramientas, materiales y el tiempo que se tomara para realizar todas estas actividades.

Equipos, herramientas y materiales a utilizar

Para la rehabilitación del tren es necesario contar una gran variedad de herramientas tales como herramientas de corte, de presión, de ajuste, de medición, de golpe, etc.

Lista de equipos y herramientas:

- Llaves
- Pinzas
- Flexómetro
- Destornilladores
- Martillo
- Compresor
- Manguera
- Calibrador
- Llaves de presión
- Espátulas



FIGURA 3.5: Equipos y herramientas utilizadas en la rehabilitación del tren

Fuente: Investigación de campo

Lista de materiales:

El uso de materiales tales como disolventes, de limpieza, agua, etc son esenciales durante las actividades de rehabilitación del tren de aterrizaje.

Entre estas tenemos:

- Disolventes (Thinner)
- Pintura
- Desengrasante
- Grasa
- Agua
- Gasolina
- WD – 40
- Guaípe
- Lijas
- Brochas
- Guantes
- Gafas protectoras
- Mascarillas



Figura 3.6: Materiales utilizados en la rehabilitación del tren

Fuente: http://www.liebherr.com/AE/es-ES/products_ae.wfw/id-158-0

3.4 Procedimientos

- Se procede a limpiar el tren con brochas y espátulas para retirar toda la tierra y la suciedad superficial que tiene el tren.



FIGURA 3.7: Inicio de limpieza del tren de aterrizaje de nariz

FUENTE: Investigación de campo.

- Con la ayuda de un soplete y gasolina removemos la tierra que se quedó adherida al tren.
- Utilizando el equipo adecuado de protección como guantes y gafas aplicamos desengrasante en la superficie del tren para remover el óxido que se encuentra en gran parte de la superficie.



FIGURA 3.8: Se comprueba la funcionalidad del tecele

FUENTE: Investigación de campo.

- Después de unos minutos se limpió la superficie con agua y deja.



FIGURA 3.9: Limpieza de la superficie del tren de aterrizaje

FUENTE: Investigación de campo.

- Se termina de remover la suciedad con tiñer y un soplete.



FIGURA 3.10: Se termina de remover la suciedad

FUENTE: Investigación de campo.

- Se pinta el tren con un fondo anticorrosivo y después con pintura sintética automotriz.
- Se puede observar como que todo el conjunto al terminar la rehabilitación del tren.



FIGURA 3.11: Conjunto terminado del Soporte y el tren de aterrizaje

FUENTE: Investigación de campo.

3.5 Construcción del soporte para el tren de aterrizaje de nariz

3.5.1 Preliminares

El soporte se realizó con la finalidad de disminuir el esfuerzo físico y para la mejor visualización del tren de aterrizaje en todas las direcciones, también el mismo podría ser utilizado en otras tareas para ayudar al instituto.

3.5.2 Diseño

Luego de haber realizado un estudio a fondo de una serie de diseños y varias propuestas, por fin se escogió un diseño el cual cumplía con las características técnicas y beneficios en cuanto a lo económico y el tiempo de construcción.

El diseño que se está empleando actualmente se logra gracias a la ayuda de varios manuales de mantenimiento de aeronaves de los cuales solo se ha escogido uno y es el más factible para el tipo de actividad que va a desempeñar, además de ser una de las herramientas más utilizadas al momento de realizar actividades de mantenimiento en los trenes de aterrizaje de una aeronave.

Este diseño del soporte se dio gracias a la inventiva de estudiantes y profesores, además que se observó que en el taller no existe otro tipo de soporte con estas características, el cuál puede ser utilizado para realizar otros trabajos, además cuenta con un tecla desmontable, el cual tiene la capacidad de 2 toneladas, y es suficiente para el peso aproximado que tiene el tren.

- **El formato del Diseño se encuentra en el ANEXO B**

A continuación se expresa el trabajo que se realizó con un diagrama de flujo.

3.6 Calculo estructural

Objetivo:

- Comprobar la estabilidad y la resistencia del soporte, para que brinde la mejor funcionalidad para el instituto

Como primer paso se va a demostrar teóricamente que la estructura está construida eficientemente y cumple con el trabajo que va a realizar

Cálculos de la estructura

Tubo de acero de un diámetro de 10cm y 0.6cm de ancho

A = Área

A_{ex} = Área externa

A_{int} = Área interna

D = Diámetro

D_{ex} = Diámetro externo 10 cm

D_{int} = Diámetro interno 9,4 cm

r = Radio 4,7 cm

$$A = A_{ex} - A_{int} = \frac{\pi D_{ex}^2}{4} - \frac{\pi D_{int}^2}{4} = \frac{\pi}{4} (D_{ex}^2 - D_{int}^2)$$

$$A = 9.14$$

$$r = 4.7$$

El valor constante de K teórico recomendado cuando se aproximan las condiciones ideales

k = Relación de esbeltez

$$K = 1$$

Tomamos como referencia el valor de C_c que es 126.1 que se obtiene de la siguiente manera

El acero A36 tiene un límite de fluencia $F_y = 36000 \text{ lb/pulg}^2$

C_c = Relación de esbeltez real para el acero

F_y = Límite de fluencia del acero A 36 es 36, un valor constante

E = Límite de elasticidad

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}} = \sqrt{\frac{2\pi^2(29,000)}{36}} = 126.1$$

Se Calcula la relación de esbeltez

k = Relación de esbeltez

L = Longitud

r = radio

$$\frac{KL}{r} = \frac{1 \times 300}{4.7} = 63.8$$

Si kL / r es mayor que C_c es pandeo elástico, y si kL / r es menor que C_c es pandeo inelástico

Como la relación de esbeltez real es menor que 126.1, la columna pertenece a la clase que fallará debido al pandeo inelástico. En las especificaciones del AISC, el factor de seguridad es

Se Calcula el factor de seguridad

$F.S.$ = Factor de seguridad

$$F.S. = \frac{5}{3} + \frac{3(KL/r)}{8C_c} - \frac{(KL/r)^3}{8C_c^3}$$

$$F.S. = \frac{5}{3} + \frac{3(63.8)}{8(126.1)} - \frac{(63.8)^3}{8(126.1)^3}$$

$$F.S. = 1.66 + 0.19 - 0.016$$

$$F.S. = 1.83$$

Se Calcula el esfuerzo promedio permisible

F_a = Esfuerzo promedio permisible

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{(KL/r)^2}{2C_c^2}\right] F_y}{F.S.}$$

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{(63.8)^2}{2(126.1)^2}\right] 36000 \text{ lb/pulg}^2}{1.83}$$

$$F_a = \frac{31392.3}{1.83} = 17154.3 \text{ lb/pulg}^2$$

Transformando a kg se tiene

$$F_a = 1208.6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Se Calcula la carga permisible

P = Carga permisible

$$P = F_a \times A = 1208.6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 9.14 \text{ cm}^2$$

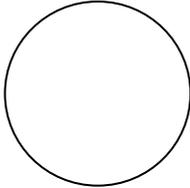
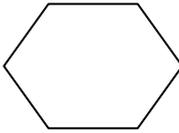
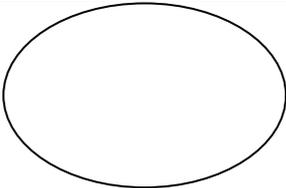
$$P = 11049.06 \text{ kg}$$

3.7 Diagrama de flujo operacional

Simbología del proceso de construcción

Para la construcción del soporte debemos considerar que existen varias normas que debemos seguir para evitar daños materiales o personales, así que la construcción será un proceso de pasos y parámetros a cumplir, de manera que se ha diseñado un diagrama de proceso según la siguiente tabla:

Tabla 3.1: Simbología del proceso de construcción

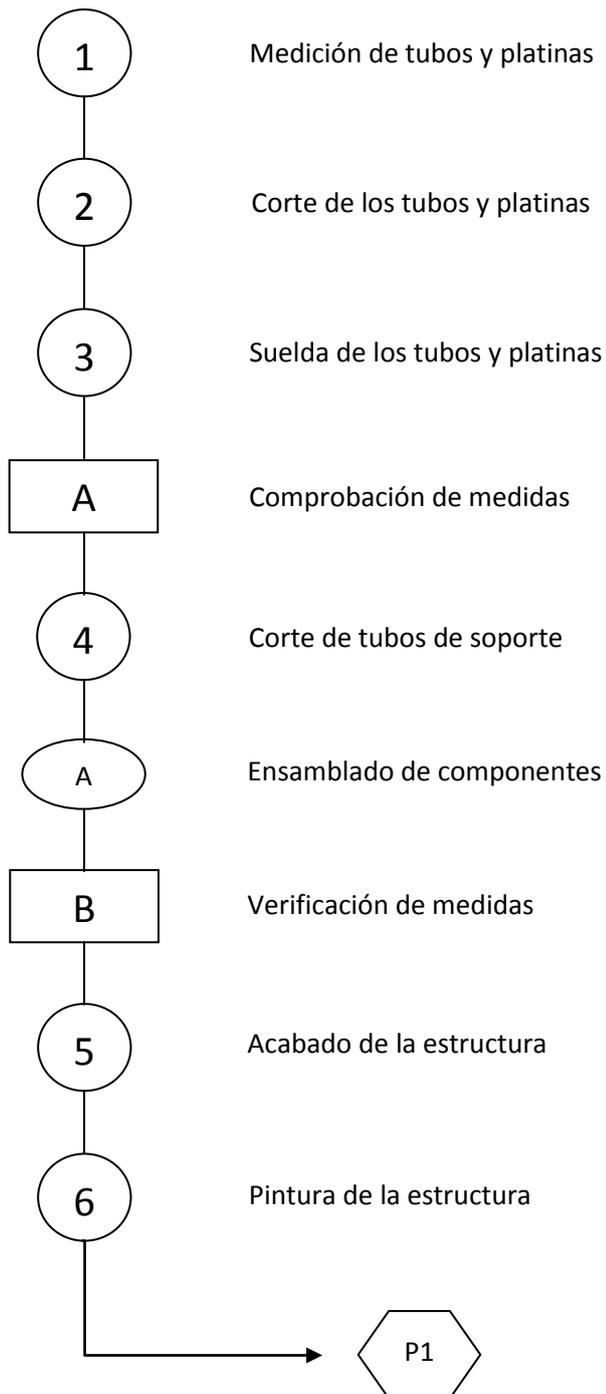
Número	Símbolo	Significado
1		Proceso
2		Inspección
3		Procesos terminados
4		Ensamblaje

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Edwin Ramos

Soporte para el tren de aterrizaje de nariz del avión Boeing 727

El soporte es construido con tubos de acero ASTM A36 bajo las especificaciones del diseño de los planos según el diagrama de proceso descrito a continuación:



3.8 Construcción del soporte

Herramientas

Las herramientas que utilizamos para la construcción de este equipo son del tipo industrial y nos sirven para trabajos específicos, estas son:

- Amoladora
- Sierras
- Martillos
- Destornilladores
- Prensas



Maquinas

Las maquinas que se utilizaron para la realización del proyecto son:

- Suelda MIG
- Torno
- Plasma
- Suelda Eléctrica

Materiales a Utilizar

Los materiales que se utilizaron son:

- Electroodos
- Tubo cilíndrico de acero A36 de 10cm de diámetro
- Tubo cilíndrico de acero A36 de 6cm de diámetro
- Pintura
- Disolventes
- Guaípe



3.9 Procedimiento

Como primer paso se procedió a elegir el mejor material para realizar el soporte, llegamos a la conclusión que el tubo de acero A36 de un diámetro de 10 cm y un espesor de 0.6 cm era apropiado para realizar este trabajo.

Una vez seleccionado se procedió a cortar el tubo y para esto se utilizó el plasma, una maquina capaz de cortar un material de hasta ½ pulgada de espesor fácilmente, tomando como medida base 3m que nos servirá como columna.



FIGURA 3.8.1: Selección y corte de tubos de acero

FUENTE: Investigación de campo.

Se cortó dos segmentos más de tubo, cada uno de un diámetro de 1.2 m para que nos sirva como base del soporte, inmediatamente procedemos a soldarlo a la base del tubo de 3m utilizando suelda eléctrica.

Utilizando escuadras y cuerdas se centró correctamente el segmento de 1.2m con la columna base de 3 m para que queden perpendiculares y no se deformen al momento de soldar.



FIGURA 3.8.2: Soldadura del tubo base con la columna

FUENTE: Investigación de campo.

Una vez soldados los dos tubos a sus respectivas columnas se verificó que estén en un ángulo recto y se encuentren totalmente niveladas.



FIGURA 3.8.3: Verificación de las columnas

FUENTE: Investigación de campo.

Luego se procedió a doblar un tubo de acero A36 para la parte superior, se cortó tomando en cuenta la medida de 2 m en base a que es la distancia suficiente para poder manipular el tren de aterrizaje en su interior.



FIGURA 3.8.4: Corte de parte superior del soporte

FUENTE: Investigación de campo.

Teniendo las dos columnas y la parte superior ya cortadas se determinó que la mejor manera de unir las era mediante platinas y pernos para que sea desmontable, en este caso se escogió platinas de $\frac{1}{2}$ pulgada de espesor.



FIGURA 3.8.5: Platina y varios materiales de trabajo

FUENTE: Investigación de campo.

Se cortó la platina de media con la ayuda del plasma ya que es demasiado grueso para cortarlo con una sierra normal, las dimensiones a las que se cortó fueron 14x12 para que se acople mejor a las columnas.



FIGURA 3.8.6: Corte de platina

FUENTE: Investigación de campo.

Se realizó unos orificios por los cuales pasarán unos pernos con el diámetro de 14 mm en un taladro.



FIGURA 3.8.7: Taladrado de platina

FUENTE: Investigación de campo.

Se realizó destajes en las dos columnas para que las platinas encajaran ahí y así mantuvieran la estabilidad y rigidez a la estructura, se tomó como referencia 8cm con el fin de tener suficiente espacio para que se acoplen con las otras partes, en especial aquí ya que van los pernos y puede representar un problema si no tienen suficiente espacio para ponerlos.



FIGURA 3.8.8: Destajes en las columnas

FUENTE: Investigación de campo.

Se suelda las platinas al tubo de acero base, para formar puntos de acople.

Se coloca todas las partes del soporte sobre bancos metálicos para alinear la estructura, evitando así que cuando esta erguida tenga alguna torcedura y pueda causar problemas.



FIGURA 3.8.9: Alineación de la estructura

FUENTE: Investigación de campo.

Se cortó tubos de 6 cm de ancho x 120 cm de largo para que sirvan como soporte de la estructura.



FIGURA 3.8.10: Corte de tubos para soporte de la estructura

FUENTE: Investigación de campo.

Una vez cortados los tubos, se soldaron a la estructura.



FIGURA 3.8.11: Soportes soldados a la estructura

FUENTE: Investigación de campo.

Las ruedas que se utilizaron para la base de la estructura son unas ruedas metálicas con un recubrimiento de caucho duro, cada una de estas ruedas soporta 380 kg de peso y en total las cuatro ruedas soportan un peso compartido de 1520 kg.



FIGURA 3.8.12: Ruedas para la estructura

FUENTE: Investigación de campo.

Se cortó una parte del tubo de la base para que encaje la base de la rueda y luego la soldamos poniendo unos puntos hasta cuadrar bien las ruedas.



FIGURA 3.8.13: Puntos de suelda entre las ruedas y la estructura

FUENTE: Investigación de campo.

Una vez cuadradas las ruedas se cortó y soldó unas cubiertas para mejorar la apariencia de la estructura.



FIGURA 3.8.14: Cubiertas soldadas a la estructura

FUENTE: Investigación de campo.

Para sostener al teclé se utilizó una platina de $\frac{1}{2}$ pulgada de espesor con la forma adecuada para que se ubique en la parte superior de la estructura.



FIGURA 3.8.15: Platina para sostener al tecle

FUENTE: Investigación de campo.

Se realizó un orificio en la parte baja de la platina, en este orificio pasará el gancho del tecle.



FIGURA 3.8.16: Orificio para la oreja del tecle

FUENTE: Investigación de campo.

Se soldó la platina a la estructura.



FIGURA 3.8.17: Platina soldada a la estructura

FUENTE: Investigación de campo.

Una vez terminada la estructura se procedió a pintarla.

Se comienza por pintar la estructura con un fondo verde anticorrosivo, cuando se seca se pintó con pintura amarilla sintética automotriz y se esperó hasta que se seque y ya está lista para utilizarla en el tren.



FIGURA 3.8.18: Estructura terminada y con el tren de aterrizaje montado

FUENTE: Investigación de campo.

3.10 Elaboración de manuales

Objetivo:

Los manuales de mantenimiento están diseñados para llevar un control progresivo de las tareas que se llevan a cabo en el tren de aterrizaje y en el soporte para el tren de aterrizaje, tienen unas cartillas de mantenimiento para llevar un control más preciso de los elementos que tienden a corroerse con más facilidad.

En la sección C de los anexos se adjuntó un magnético del manual de mantenimiento del avión Boeing 727, específicamente de la sección de trenes de aterrizaje en caso de que se realicen más tareas, y así se dé el mejor uso a este proyecto de grado.

 I.T.S.A.	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág. 1 de 3
	SOPORTE PARA EL TREN DE ATERRIZAJE DE NARIZ DEL AVIÓN BOEING 727		Código: ITSA-LMB-STA
	Elaborado por: A/C Edwin Ramos		Revisión N°: 001
	Aprobado por:	Fecha:	Fecha:

OBJETIVO:

Documentar y mantener a las partes y piezas en buen funcionamiento, para lo cual es recomendable en primera instancia que el personal encargado para el mantenimiento sea calificado.

ALCANCE:

Proporcionar los pasos que se deben seguir para el mantenimiento del soporte.

PROCEDIMIENTO:

El mantenimiento preventivo será realizado cada semana en el caso de que el soporte se encuentre funcionando esporádicamente.

¡IMPORTANTE!

Leer el manual antes de realizar el respectivo mantenimiento.

¡PRECAUCIÓN!

Realizar el mantenimiento bajo supervisión profesional, utilizar las herramientas y materiales recomendadas por el fabricante.

 I.T.S.A.	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág. 2 de 3
	SOPORTE PARA EL TREN DE ATERRIZAJE DE NARIZ DEL AVIÓN BOEING 727		Código: ITSA-LMB-STA
	Elaborado por: A/C Edwin Ramos		Revisión N°: 001
	Aprobado por:	Fecha:	Fecha:

MANTENIMIENTO

- **MATERIALES**

- Guaípe
- Grasa
- Aceite W40
- Herramientas necesarias

- **MANTENIMIENTO SEMANAL**

Revisar que no existan golpes o deficiencias en la estructura.

- **MANTENIMIENTO MENSUAL**

Revisar que no existan golpes o deficiencias en la estructura, engrasar y lubricar las partes móviles, revisar el desgaste de las ruedas. (Referirse al anexo B)

- **MANTENIMIENTO ANUAL**

Revisar que no existan golpes o deficiencias en la estructura, engrasar y lubricar las partes móviles, revisar el desgaste de las ruedas, revisar desgaste de cojinetes, revisar presencia de corrosión en tornillos y otras partes móviles.



I.T.S.A.

MANUAL DE MANTENIMIENTO

Pág.3 de 3

**SOPORTE PARA EL TREN DE ATERRIZAJE DE
NARIZ DEL AVIÓN BOEING 727**

Código:
ITSA-LMB-STA

Elaborado por: A/C Edwin Ramos

Revisión N°:
001

Aprobado por:

Fecha:

Fecha:

CARTILLA PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SOPORTE

Supervisor a cargo:

Aprobado por:

	DESCRIPCION DE LA TAREA	PERIODICIDAD: TRIMESTRAL				
		(d-m)	(d-m)	(d-m)	(d-m)	(d-m)
1	Verifique el soporte generalmente.					
2	Efectúe un aséo prolijo al equipo. No utilice solventes.					
3	Inspeccione visualmente el equipo en caso de corrosión, desgaste excesivo, pintura.					
4	Revise que ninguna rueda tenga un desgaste excesivo, en ese caso cámbiela.					
5	Lubrique el tecele y las ruedas.					
6	Efectué un chequeo operacional del equipo.					
REALIZADO POR:						
VERIFICADO POR:						
OBSERVACIONES:						

 I.T.S.A.	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág. 1 de 6
	TREN DE ATERRIZAJE DE NARIZ DEL AVIÓN BOEING 727		Código: ITSA-LMB-STA
	Elaborado por: A/C Edwin Ramos		Revisión N°: 001
	Aprobado por:	Fecha:	Fecha:

OBJETIVO:

Documentar y mantener a las partes y piezas en buen funcionamiento, para lo cual es recomendable en primera instancia que el personal encargado para el mantenimiento sea calificado.

ALCANCE:

Proporcionar los pasos que se deben seguir para el mantenimiento del tren de aterrizaje de nariz del Boeing 727-200.

PROCEDIMIENTO:

El mantenimiento preventivo será realizado cada tres meses en el caso de que el tren de nariz se utilice a diario.

¡IMPORTANTE!

- Utilizar señales de precaución alrededor del lugar donde se efectúa las actividades.
- Colocar avisos de advertencia sobre el uso de equipos y herramientas de gran tamaño.

¡PRECAUCIÓN!

- Utilizar el equipo de protección adecuado para las tareas de mantenimiento en aeronaves.

 I.T.S.A.	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág. 2 de 6
	TREN DE ATERRIZAJE DE NARIZ DEL AVIÓN BOEING 727		Código: ITSA-LMB-STA
	Elaborado por: A/C Edwin Ramos		Revisión N°: 001
	Aprobado por:	Fecha:	Fecha:

Equipos y Materiales

- A.** Soporte para el tren de aterrizaje de nariz (Referirse al Anexo B)
- B.** Conjunto de seguros (Ver figura 3.8.19 Pag. 75)
- C.** Eslingas para sujetar al tren (Ver figura 3.8.19 Pag. 75)
- D.** Gato hidráulico para el tren de nariz (Ver figura 3.8.19 Pag. 75)
- E.** Grasa MIL – G – 21164 (AMM 20-60-02)
- F.** Grasa MIL – G – 23827 (opcional)

Recomendaciones antes de realizar el mantenimiento

- Mantener el tren de aterrizaje bien asegurado a su respectivo soporte.
- Asegurar todas sus partes móviles a fin de evitar movimientos bruscos.
- Asegurar muy bien las eslingas de soporte.
- Ubicar de manera adecuada el gato hidráulico y asegurar su válvula de alivio.
- Utilizar un soporte en la parte trasera del avión, para evitar que la cola del avión tope con el piso.
- Cumplir con todas las normas de seguridad.

 I.T.S.A.	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág. 3 de 6
	TREN DE ATERRIZAJE DE NARIZ DEL AVIÓN BOEING 727		Código: ITSA-LMB-STA
	Elaborado por: A/C Edwin Ramos		Revisión N°: 001
	Aprobado por:	Fecha:	Fecha:

Inspección/Chequeo (Ver fig. 3.8.19 Pag. 75)

Examine

- A.** La válvula del strut y si hay presencia de fugas. (Ver figura 3.8.19)
- B.** Si existen rajaduras o rayones en el cilindro actuador externo. (Ver figura 3.8.19)
- C.** La superficie del cilindro actuador interno por suciedad, raspones, desgaste por fluidos o por aire. (Ver figura 3.8.19)
- D.** Montante amortiguador para especificar la presión de inflado. (Ver figura 3.8.19)
- E.** La tureca de presión para evidenciar fugas de líquido hidráulico. (Ver figura 3.8.19)
- F.** Conexiones de doblez, collar y actuadores del steering, para evidenciar rajaduras o pérdida de pernos. (Ver figura 3.8.19)
- G.** Cojinetes del steering para evidenciar la presencia de suciedad y desgaste. (Ver figura 3.8.19)
- H.** Ruedas por rajaduras, corrosión y pintura reventada. (Ver figura 3.8.19)
- I.** Muñones desajustados, resquebrajados, o evidencia de uso. (Ver figura 3.8.19)
- J.** Chequear el descargador de electricidad estática. (Ver figura 3.8.19)
- K.** Chequear irregularidades en los neumáticos.
- L.** Chequear una desigualdad de presión de los neumáticos.
- M.** Giro de las ruedas, redondez y balanceo.

 I.T.S.A.	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág. 4 de 6
	TREN DE ATERRIZAJE DE NARIZ DEL AVIÓN BOEING 727		Código: ITSA-LMB-STA
	Elaborado por: A/C Edwin Ramos		Revisión N°: 001
	Aprobado por:	Fecha:	Fecha:

N. Chequear el montante y estructura del tren de nariz para condición y seguridad.

(Ver figura 3.8.19)

O. Chequear el montante amortiguador para un apropiado serviceo. (Ver figura 3.8.19)

Si no hay discrepancias, cambie las ruedas y neumáticos del tren de nariz

Mantenimiento

A. Limpiar las partes principales del tren con el fin de evitar impurezas tales como grasa contaminada, aceite en mal estado y polvo. Utilizar una mezcla de agua y kerosene.

B. Limpiar las partes brillantes del tren tales como amortiguadores y cilindros actuadores, con MIL – H - 5606 o con su respectivo líquido hidráulico.

C. Lubricar los puntos de engrase mostrados en el manual de mantenimiento de la aeronave. Pag. 75

- Utilizar Grasa MIL – G – 21164 (AMM 20-60-02)

D. Eliminar el exceso de grasa de las partes lubricadas a fin evitar acumulación de polvo e impurezas externas. Esto ayudara a prevenir rayones y materia abrasiva en los actuadores.

E. Verificar el estado de los neumáticos del tren de aterrizaje, si hay la presencia de rajaduras demasiado grandes cambiar las ruedas inmediatamente.



I.T.S.A.

MANUAL DE MANTENIMIENTO

Pág. 5 de 6

TREN DE ATERRIZAJE DE NARIZ DEL AVIÓN
BOEING 727

Código:
ITSA-LMB-STA

Elaborado por: A/C Edwin Ramos

Revisión N°:
001

Aprobado por:

Fecha:

Fecha:

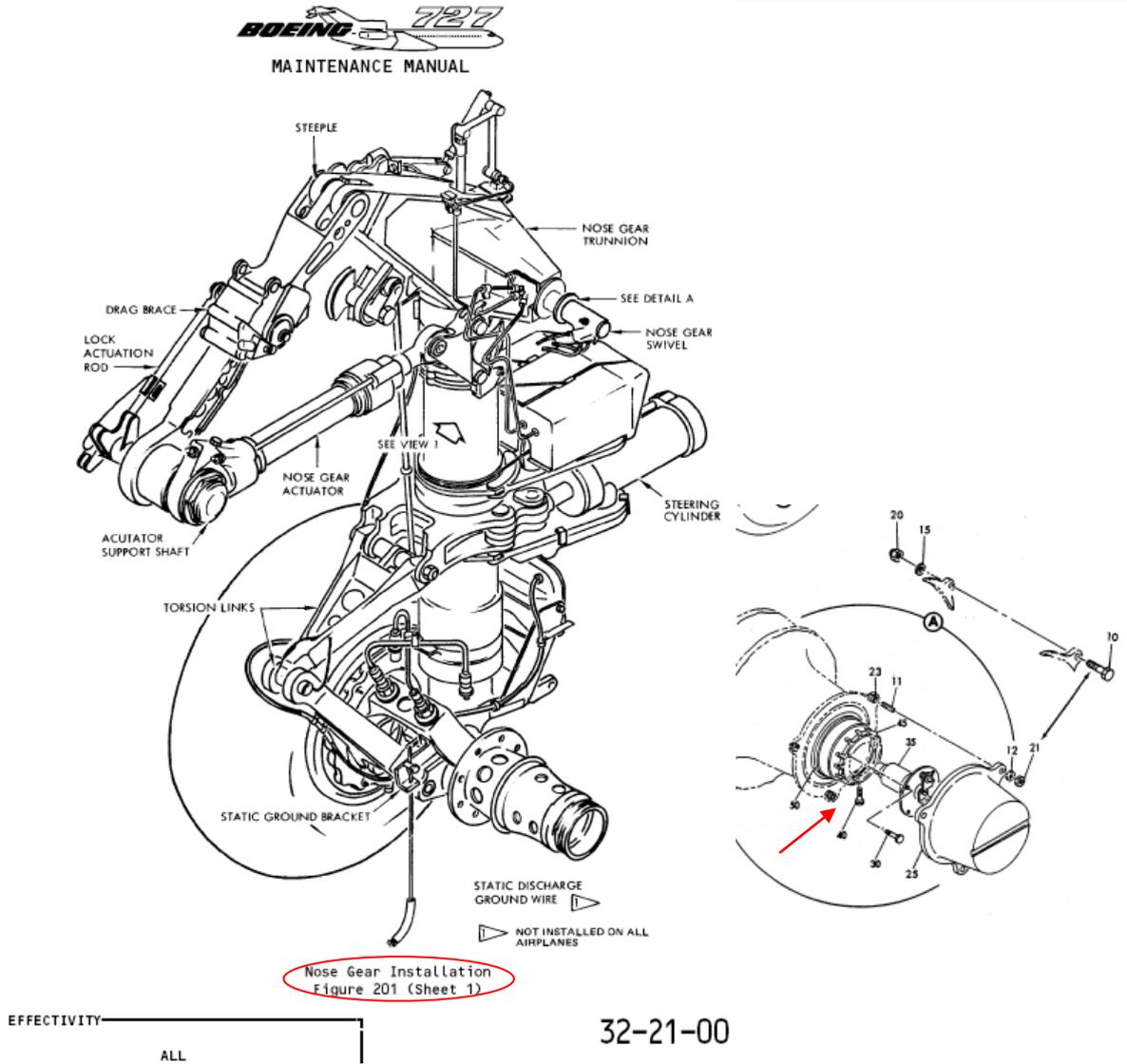


FIGURA 3.8.19: Instalación del Tren de nariz

FUENTE: Manual de Mantenimiento del Boeing 727



I.T.S.A.

MANUAL DE MANTENIMIENTO

**TREN DE ATERRIZAJE DE NARIZ DEL AVIÓN
BOEING 727**

Elaborado por: A/C Edwin Ramos

Aprobado por:

Fecha:

Pág. 6 de 6

Código:
ITSA-LMB-STA

Revisión N°:
001

Fecha:

CARTILLA PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL TREN DE ATERRIZAJE

Supervisor a cargo:

Aprobado por:

	DESCRIPCION DE LA TAREA	PERIODICIDAD: TRIMESTRAL				
		(d-m)	(d-m)	(d-m)	(d-m)	(d-m)
1	Verifique el tren de nariz generalmente.					
2	Efectúe un aséo prolijo al equipo. No utilice solventes.					
3	Inspeccione visualmente el equipo en caso de corrosión, desgaste excesivo, pintura.					
4	Revise que ninguna rueda tenga un desgaste excesivo, en ese caso cámbiela.					
5	Lubrique partes móviles.					
6	Efectué un chequeo operacional del equipo.					
REALIZADO POR:						
VERIFICADO POR:						
OBSERVACIONES:						



I.T.S.A.

MANUAL DE OPERACIÓN

Pág. 1 de 2

**SOPORTE PARA EL TREN DE ATERRIZAJE DE
NARIZ DEL AVIÓN BOEING 727**

Código:
ITSA-LMB-STA

Elaborado por: A/C Edwin Ramos

Revisión N°:
001

Aprobado por:

Fecha:

Fecha:

OBJETIVO:

Documentar como se opera el soporte para el tren de aterrizaje de nariz y así evitar que un mal uso del soporte pueda causar el daño del mismo.

ALCANCE:

Proporcionar los pasos que se deben seguir para operar el soporte para del tren de aterrizaje de nariz del Boeing 727-200.

PROCEDIMIENTO:

El uso del soporte se debe realizar en grupos de mínimo dos personas para asegurarse que no se produzcan daños en el equipo.

¡IMPORTANTE!

- Utilizar señales de precaución alrededor del lugar donde se efectúa las actividades.
- Colocar avisos de advertencia sobre el uso de equipos y herramientas de gran tamaño.

¡PRECAUCIÓN!

- Utilizar el equipo de protección adecuado para las tareas de operación en el equipo.

 I.T.S.A.	MANUAL DE OPERACION		Pág. 2 de 2
	SOPORTE PARA TREN DE ATERRIZAJE DE NARIZ DEL AVIÓN BOEING 727		Código: ITSA-LMB-STA
	Elaborado por: A/C Edwin Ramos		Revisión N°: 001
	Aprobado por:	Fecha:	Fecha:

- Mantener el tren de aterrizaje bien asegurado a su respectivo soporte.
- Tomar las cadenas del tecele y asegurarse de que no exista ningún objeto que pueda perjudicar el movimiento de las cadenas del tecele
- Subir o bajar el tren utilizando las cadenas del tecele
- Se debe subir máximo 20 cm del suelo para evitar daños
- Bajar el tren utilizando las cadenas del tecele
- Dejar que los neumáticos toquen el suelo para evitar sobrecargas



3.11 Análisis económico

De acuerdo a la planificación de materiales, costos y ejecución del proyecto, este resulta económicamente factible.

Todo el material empleado en la construcción de estas herramientas será descrito mediante el uso de tablas en las cuales consta la cantidad, detalle y el costo de cada uno de ellos.

A continuación se especifica el material utilizado para la construcción, el cual se lo ha dividido en tres grupos para facilitar su estudio, y estos son:

- **Recursos**
- **Presupuesto**
- **Gasto total del proyecto**

Recursos

En este punto se contará con la presencia del director de tesis y del investigador.

Tabla 3.2 Talento humano

N°	Talento humano	Designación
1	Ramos Aucay Edwin David	Investigador
2	Sgop. Téc. Avc. Ing. Washington Molina	Director de proyecto

Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Edwin Ramos

3.11.1 Presupuesto

Análisis costo financiero

Posteriormente a los análisis económicos realizados se puede decir que todos los materiales adquiridos presentan las características técnicas y financieras que se requerían para la construcción de este proyecto por lo que la ejecución del mismo se considera factible en relación a lo benéfico y económico.

A continuación se detalla los gastos con cada uno de los costos y materiales que se utilizaron durante la construcción de estas herramientas.

Costos primarios

Tabla 3.3 Costos primarios

Materiales	Cantidad	Costo Unitario USD	Costo total USD
Tren de aterrizaje de nariz	1	--	Donado
Tubos cilíndricos de acero A 56 de 10 cm de grosor	5	50	250
tubos cilíndricos de acero A 56 de 6 cm de grosor	4	40	160
Platinas de acero A 36	5	20	100
Ruedas giratorias	4	20	80
Pernos	4	5	20
Pintura sintética	1	25	25
Disolventes	--	--	18
Brochas y lijas	--	--	15
Total			668

Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Edwin Ramos

Costos secundarios

Tabla 3.4 Costos secundarios

Descripción	Costo USD
Derechos de asesoría	120
Mano de obra (Pintado y soldadura)	30
Alquiler de maquinaria y equipos	50
Suministros	20
Internet	40
Impresiones	80
Anillado y empastado	25
Copias	20
Varios	100
Total	485

Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Edwin Ramos

3.11.2 Costo total del proyecto

El costo total del proyecto realizado es asumido por el estudiante.

Costos totales

Tabla 3.5 Costos totales

Costos	Valor USD
Primarios	668
Secundarios	485
TOTAL	1153

Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Edwin Ramos

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se contribuyó al aprendizaje de los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica con la donación de un tren de aterrizaje de nariz del Avión Boeing 727-200.
- Se construyó un soporte para el tren de aterrizaje de nariz del Avión Boeing 727-200 con el fin de incrementar material didáctico para el instituto.
- Se rehabilitó el tren de aterrizaje de nariz para que los estudiantes puedan observar de mejor manera como está constituido el mismo.
- Se elaboró manuales de mantenimiento del soporte y del tren de aterrizaje de nariz para llevar un control progresivo de los mismos.

- Se recomienda adquirir un torquímetro adecuado para realizar el ajuste de las tuercas de los neumáticos ya que el que se encuentra en el taller no es adecuado para realizar este trabajo.
- Con el trabajo realizado en este documento, se concluye que se puede diseñar y realizar un pórtico rígido sin la ayuda de programas específicos para calcular la resistencia del material, se las puede calcular manualmente, además de que los programas solo nos ayudan a calcular la resistencia, no a diseñar las estructuras, esto fue inventiva de los estudiantes.
- En el análisis del marco se comprobó que los máximos esfuerzos de la estructura se dan en las uniones de la columna con la viga.
- En el análisis de distribución de fuerzas se comprobó que es diseño de la estructura es adecuado para el tren de aterrizaje de nariz, pero solo debe ser utilizada para instrucción y no para otros fines ya que al manipular el soporte de una manera indebida se pueden producir daños al soporte.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda hacer una inspección visual del tren de nariz y del sistema de soporte antes de utilizarlo en caso de que haya algún objeto extraño que pueda causar problemas.
- Hacer un control de corrosión después de un uso prolongado del sistema de soporte y del tren de nariz, ya que la exposición a los diferentes factores ambientales y de manipulación pueden comenzar a afectar el soporte, es recomendable hacerlo cada 3 meses.
- No utilizar el tren de nariz y el sistema de soporte para tareas que no estén previstas dentro de los manuales.
- Es necesario que se preste atención a los manuales de mantenimiento preventivo presentes en las cartillas de estas herramientas, de modo que se realice su respectivo chequeo cada cierto periodo de tiempo.
- Se recomienda no sobrecargar el soporte ya que se puede producir daños graves en el equipo, y esto puede causar que se deje de trabajar con el sistema de soporte y el tren de aterrizaje.
- Se recomienda que cada año se dé un mantenimiento completo al tren de aterrizaje de nariz ya que el uso continuo y la exposición a las condiciones medioambientales deterioran notablemente la funcionalidad del tren de aterrizaje de nariz.

GLOSARIO:

Aeronave.- Es todo vehículo apto para el traslado de personas o cosas, y destinado a desplazarse en el espacio aéreo, en el que se sustenta por reacciones del aire con independencia del suelo.

Aeropuerto.- Aeródromo público que se encuentra habilitado para la salida y llegada de aeronaves en vuelos internacionales.

Amortiguador.- Los amortiguadores son partes relevantes de seguridad de un vehículo aéreo y sirven para amortiguar las vibraciones del mismo, causadas por movimientos de conducir y pistas desiguales.

Área de aterrizaje.- Parte del área de movimiento destinada al aterrizaje o despegue de aeronaves.

Avión (aeroplano).- Aerodino propulsado por motor, que debe su sustentación en vuelo principalmente a reacciones aerodinámicas ejercidas sobre superficies que permanecen fijas en determinadas condiciones de vuelo.

Cilindro Actuator.- Es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o "actuar" otro dispositivo mecánico.

Copiloto.- Piloto titular de una licencia y habilitación correspondientes, que presta servicio de pilotaje sin estar al mando de una aeronave, a excepción del piloto que vaya a bordo de la aeronave con el único fin de recibir instrucción de vuelo.

Estación Aeronáutica.- Estación terrestre del servicio móvil aeronáutico. En ciertos casos, la estación aeronáutica puede estar instalada, por ejemplo, a bordo de un barco o de una plataforma sobre el mar.

Frenos.- Tarea del freno es reducir la velocidad del vehículo, respectivamente detenerlo. En coches y motocicletas, freno mecánicos son usados casi exclusivo. Principalmente frenos de discos.

Fuselaje.- Parte de la aeronave que incluye los "booms", las nacelas, las tapas, las vigas, las superficies aerodinámicas (incluyendo los rotores, pero excluyendo las hélices y las superficies de sustentación rotatorias).

Mantenimiento.- Ejecución de los trabajos requeridos para asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad de la aeronave, lo que incluye una o varias de las siguientes tareas; reacondicionamiento, inspección, reemplazo de piezas, rectificación de defectos e incorporación de una modificación o reparación.

Mantenimiento Rutinario.- Mantenimiento que comprende servicio, inspecciones programadas, reparaciones menores y cambio de partes que no requieran pruebas en vuelo.

Manual de Operaciones.- Manual que contiene procedimientos, instrucciones y orientación que permiten al personal encargado de operaciones desempeñar sus obligaciones.

Manual de Operación de la Aeronave.- Manual, aceptable para la DGAC, que contiene procedimientos, lista de verificación, limitaciones, información sobre la performance, detalles de los sistemas de la aeronave y otros textos pertinentes a las operaciones de las aeronaves. El manual de operación de la aeronave es parte del manual de operaciones.

Neumático.- También denominado cubierta en algunas regiones, es una pieza tuboidal de caucho que se coloca en las ruedas de diversos vehículos y máquinas.

Piloto.- Persona titular de una licencia aeronáutica que le permite dirigir u operar los mandos de una aeronave durante el tiempo de vuelo.

Pista.- Área rectangular definida en un aeródromo terrestre preparada para el aterrizaje y el despegue de las aeronaves.

Programa de Mantenimiento.- Documento aprobado por la DGAC que describe las tareas completas de mantenimiento programadas, la frecuencia con que han de efectuarse y los procedimientos conexos.

Registros de Mantenimiento.- Documento de cada aeronave, que todo explotador debe mantener o hacer mantener actualizados, conservarlos permanentemente en su poder y traspasarlos con la propiedad de ésta.

Superficie de Aterrizaje.- Parte de la superficie del aeródromo declarada como utilizable para el recorrido normal en tierra o en agua, de las aeronaves que aterricen o amaren en una dirección determinada.

Tarjetas del Circuito.- Controlan diferentes funciones del tren de aterrizaje.

Tipo de Aeronave.- Todas las aeronaves de un mismo diseño básico con sus modificaciones, excepto las que alteran su manejo o sus características de vuelo.

Transductor.- Un transductor en cada eje de la rueda del tren de aterrizaje principal suministra datos de velocidad de la rueda a la ACU.

Zona Peligrosa.- Espacio aéreo de dimensiones definidas en el cual pueden desplegarse en determinados momentos actividades peligrosas para el vuelo de las aeronaves.

Zona Prohibida.- Espacio aéreo de dimensiones definidas sobre el territorio o las aguas jurisdiccionales de un Estado, dentro del cual está prohibido el vuelo de las aeronaves.

ABREVIATURAS:

ACU: Unidad de control antideslizante (Antiskid control unit)

AMM: Manual de mantenimiento de la aeronave (Aircraft maintenance manual)

ATA: Asociación de transporte aéreo de América (Air transportation association of América)

IPC: Catálogo ilustrado de partes (Illustrated parts catalogue)

ITEL: Listado de equipos y herramientas ilustrado (Illustrated tools and equipment list)

MGM: Manual general de mantenimiento (Maintenance general manual)

MLG: Tren de aterrizaje principal (Main Landing Gear)

NLG: Tren de aterrizaje de nariz (Nose landing gear)

BIBLIOGRAFÍA:

- ESTRUCTURAS DE ACERO - ANÁLISIS Y DISEÑO
STANLEY W. CRAWLEY - ROBERT M. DILLON
- MANUAL DE MANTENIMIENTO BOEING 727
 - ATA 32 (Trenes de Aterrizaje)
- Catalogo ilustrado de partes
 - IPC
- Lista ilustrada de equipos y herramientas
 - ITEL
- NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH
Welding, brazing and thermal cutting
N.I.O.S.H Washington. U.S.A
- AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL
HYGIENIST
Industrial ventilation, 16 th Edition
A.C.G.I.H. Lansing. Michigan. U.S.A.

WEBGRAFÍA:

- <http://www.manualvuelo.com/SIF/SIF39.html>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Tren_de_aterrizaje
- http://turbohobby.com/trenes-de-aterrizaje-c-237_24_111.html
- <http://www.md80.com.ar/tren.html>
- http://www.liebherr.com/AE/es-ES/products_ae.wfw/id-158-0
- <http://aero-modelo.com/aviones/accesorios/trenes-de-aterrizaje-brazos-de-mando>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Tren_de_aterrizaje
- http://www.solomanuales.org/manuales_aeronautica-manual1170.htm
- <http://www.aeroforo.com/forum/showthread.php?3190-BIBLIOGRAFIA>
- http://www.oni.escuelas.edu.ar/2003/buenos_aires/62/tecnolog/tren.htm

ANEXOS

ANEXO A

COMO PRIMER ANEXO ADJUNTAMOS EL

ANTEPROYECTO

EN EL CUAL SE MUESTRA LAS PRIMERAS

INVESTIGACIONES Y LA RESOLUCIÓN DEL TEMA

DEL PROYECTO

CAPITULO I

1. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico de la Fuerza Aérea Ecuatoriana (ITSA), ubicado en la provincia de Cotopaxi cantón Latacunga en la calle Xavier Espinoza y Av. Amazonas. Es una institución educativa, que desde años atrás se encarga de la formación de profesionales comprometidos con el desarrollo Aeroespacial, Empresarial y cuidado del medio ambiente, por lo tanto la necesidad de aportar de manera efectiva a la seguridad y desarrollo de la nación; en áreas aeronáuticas mediante el conocimiento e infraestructura adecuados que permiten dar un valor agregado a los profesionales que de ellas egresan.

Es por eso que como estudiantes, el desarrollo profesional y personal debe ser prioritario dentro de toda actividad especialmente tecnológica. Además es importante que las autoridades de esta institución estén informadas sobre la necesidad de materiales didácticos utilizados como herramientas de estudio a los cuales se les debe realizar un mantenimiento eficaz y eficiente, de tal manera que entiendan que es de gran ayuda para lograr el desarrollo de la institución; utilizando conscientemente todos los recursos y beneficios que produce la misma.

Para el caso del ITSA, que no escapa a la problemática ocasionada por diferentes factores, entre estos uno muy importante que es la falta de material didáctico que debe ser utilizado al momento de impartir clases, esto ocasiona graves problemas de aprendizaje en los estudiantes, las cuales producirán problemas en un futuro.

Este problema está ocurriendo debido a la falta de material didáctico y herramientas que son necesarias para realizar un mantenimiento preventivo de los trenes de aterrizaje, al mismo tiempo que se haga un montaje y desmontaje de los neumáticos del tren de aterrizaje de un avión comercial, ya que estos una vez que cumplen un determinado tiempo de uso o cuando existe un daño es necesario desmontarlos para su reparación o mantenimiento.

De no tomar las medidas preventivas para un mejoramiento académico de los estudiantes se continuara formando profesionales que a futuro tendrán graves consecuencias al momento de desempeñar actividades laborales, además que estos inconvenientes pueden dañar el prestigio de la institución. Por esta razón se realizará un estudio para aplicar un sistema óptimo y operativo de mantenimiento en los trenes de aterrizaje, a la vez que es de suma importancia en cuanto al ahorro de recursos materiales y así de esa manera poder ayudar al desarrollo de la institución.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera influye la falta de un tren de aterrizaje real de un avión comercial, en los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico?

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El uso adecuado de recursos materiales representa una serie de importantes beneficios para la institución, ya que permite mejorar el rendimiento de las actividades que se desarrollan en la misma, y a la vez permiten aumentar la eficiencia de sus procesos. Por otra parte, al utilizar en forma más eficiente los recursos con los que cuenta la institución, se mejora el nivel académico de los estudiantes, se distribuirán de mejor manera las actividades de estudio sobre mantenimiento eficaz y por ende se generan mejores profesionales.

La presente investigación está enfocada en dar a conocer la forma en cómo se realiza el mantenimiento de los trenes de aterrizaje de un avión comercial especialmente en sus neumáticos, lo que se pretende dar a conocer con este trabajo es exponer una de tantas alternativas o soluciones que permitan mejorar y fortalecer el nivel de conocimiento que poseen los estudiantes. De esta manera beneficiando directamente al ITSA y a las personas que lo conforman. Además poner énfasis en la formación humana y profesional de los estudiantes que es vital para el desarrollo de la institución y en general de todo el país.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL

Contribuir al desarrollo académico estudiantil mediante la investigación para la implementación de un tren de aterrizaje de un avión comercial y su respectivo equipo y herramientas

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los principales efectos que produce la falta de un tren de aterrizaje de un avión comercial como material didáctico para los estudiantes.
- Analizar los principales efectos que produce la falta de herramientas y equipos necesarios para el mantenimiento de los trenes de aterrizaje de un avión comercial.
- Investigar el tipo de herramientas que se deben utilizar para el mantenimiento de los trenes de aterrizaje de un avión comercial.
- Identificar las ventajas para la implementación de un sistema que ayude a mejorar el mantenimiento de los trenes de aterrizaje.

1.5. ALCANCE

Espacial: ITSA, Carrera de Mecánica Aeronáutica

Temporal: Junio 2010 / Julio 2010

De contenido:

- Área: Mecánica Aeronáutica
- Campo: Trenes de Aterrizaje, ATA 32

El proyecto tratará en primera instancia de una investigación a fondo de las causas y efectos de un mantenimiento preventivo, estrategias que ayuden a mejorar el funcionamiento de los trenes de aterrizaje, a través de la utilización de herramientas requeridas y necesarias en esta área, por lo que resultaría como un gran beneficio para el instituto.

CAPÍTULO II

2. PLAN METODOLÓGICO

2.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

De Campo: En este tipo de investigación se realizará una entrevista personal a una persona capacitada en el área de estructuras de aeronaves, quien estará en la capacidad de responder a cualquier inquietud, además de esto se realizara una observación la cual ayudara de forma directa en la recolección de información necesaria al momento de encontrarse en el lugar donde se están produciendo estos fenómenos.

Bibliográfica – Documental: Constituye una manera primordial de obtener información, se recurrirá a manuales técnicos de aeronaves e internet para recopilar información acerca del mantenimiento de los trenes de aterrizaje, lo cual es necesario para la presente investigación.

2.2. TIPOS DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo al problema planteado referente al mantenimiento de los trenes de aterrizaje, se efectuó el tipo de investigación denominado No Experimental, debido a que ya se cuenta con la información previamente establecida en los manuales técnicos. Solo se investigará los métodos adecuados para mantener en buen estado los trenes de aterrizaje, teniendo en cuenta que es necesaria la implementación del material didáctico

2.3. NIVELES DE INVESTIGACIÓN

Exploratorio: Este nivel de investigación es la base del todo el trabajo debido a que se procederá a la recopilación de información para la obtención de datos, los mismos que van hacer tomados de diferentes fuentes que hagan relación al tema.

Descriptivo: En este nivel se busca especificar las características de la investigación de tal manera que se procure brindar un buen funcionamiento futuro de un fenómeno y de la manera en que se comportan las variables.

2.4. UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA

En la investigación no existirá universo ni población ya que solo se tomará como referencia una muestra. En este caso la muestra será no probalística, debido a que será representativa. Se da mediante la intervención de una persona especialista en estructuras de aeronaves; quien brindara sus conocimientos mediante técnicas de investigación.

2.5. RECOLECCIÓN DE DATOS

2.5.1. Técnicas

- **Bibliográfica:** Esta técnica permitirá obtener información de estudios anteriores registrados en documentos como manuales técnicos de aeronaves, internet.
- **De campo:** Esta técnica permitirá recolectar información real ya que se realizará en el lugar de los hechos donde el investigador se relacionara de forma directa con el objeto de estudio.
- **Auto administrado:** En este caso el cuestionario será proporcionado directamente a la persona especializada en estructuras, quien será el encargado de contestarlo.
- **Entrevista personal:** Se formularán preguntas claras y precisas del tema a la persona respectivamente calificada, quien proporcionará la información solicitada.

2.6. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Una vez recopilada la información de acuerdo a lo que consta en el plan metodológico, se tomará en cuenta los resultados obtenidos a través de la observación directa y la entrevista personal, para luego presentarlos debidamente en la sección a la que pertenecen.

2.7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

- **Análisis:** Una vez que se ha recopilado y tabulado la información, será necesario analizarla para presentar los resultados obtenidos.
- **Deducción:** Después de analizar los datos, éstos se los deberá interpretar, es decir comprender la magnitud y el significado de los mismos.
- **Síntesis:** Será la reconstrucción de todo lo descompuesto por el análisis.

2.8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Las conclusiones y recomendaciones serán elaboradas luego de la ejecución del plan metodológico determinando la mejor alternativa del trabajo investigativo con una forma clara y exacta.

CAPÍTULO III

3. EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO

3.1. MARCO TEÓRICO

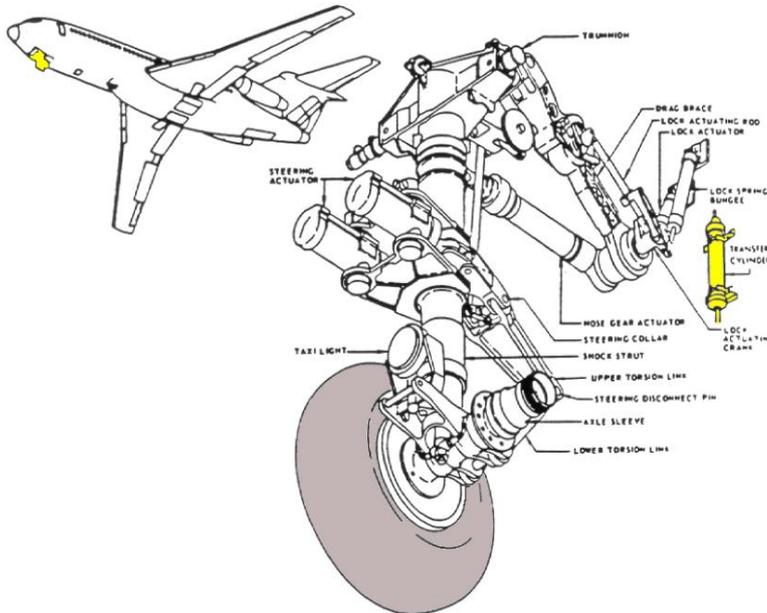
3.1.1. Antecedentes de la investigación

Desde los principios de la aviación los trenes de aterrizaje han formado parte fundamental de todas las aeronaves, esto es debido a que hubo la necesidad de movilizar la aeronave durante todas sus fases de vuelo tales como el despegue y aterrizaje.

Con el pasar del tiempo este sistema ha ido evolucionando hasta convertirse en algo indispensable para la aeronave.

3.1.2. Fundamentación Teórica

Tren de Aterrizaje



El tren de aterrizaje, es la parte de cualquier aeronave encargada de absorber la energía cinética producida por el contacto entre la aeronave y la pista durante la fase de aterrizaje.

Función

Durante el aterrizaje, el tren debe absorber la energía cinética producida por el impacto. La cubierta es el primer elemento que absorbe tal impacto, pero no es suficiente; así el tren de aterrizaje debe poseer un sistema de amortiguación para poder disminuir el impacto. La velocidad de descenso de un avión en el aterrizaje, en el momento de impacto con el suelo, es decisiva para la absorción de trabajo de los amortiguadores. La expresión energía de descenso se emplea frecuentemente y es la energía cinética arbitrariamente asociada con la velocidad vertical. El sistema debe absorber la energía cinética, equivalente a la caída libre del peso del avión desde 80 cm. de altura. El peso total del avión, su distribución sobre las ruedas principales y la proa o

popa, la velocidad vertical de aterrizaje, la cantidad de unidades de ruedas, las dimensiones y presión de las cubiertas y otros, son los factores que influyen sobre la amortiguación del choque y ésta debe ser tal que la estructura del avión no esté expuesta a fuerzas excesivas. Entonces, la función del amortiguador del tren de aterrizaje es reducir la velocidad vertical del avión a cero, en tal forma que la reacción del suelo nunca exceda de un cierto valor, generalmente un múltiplo del peso del avión, en el aterrizaje.

Otra de las finalidades es permitir al avión que se desplace sobre tierra, tanto en carrera de despegue, aterrizaje, y trasladarse de un lugar a otro llamado comúnmente (TAXI) y para poder estar posado sobre tierra.

Ubicación del tren de aterrizaje

La ubicación del tren de aterrizaje con respecto al centro de gravedad es importante, ya que de ella depende que un avión obtenga malas o buenas condiciones de despegue o aterrizaje.

En un tren común con rueda de cola (convencional), el centro de gravedad, debe encontrarse detrás de las ruedas principales, mientras que en un tren triciclo en el cual la tercera rueda se encuentra en la proa, debe estar situado ligeramente delante de las ruedas principales.

Sistemas de amortiguación

El sistema de amortiguación más elemental, está constituido por un cilindro donde juega un pistón cargado a resorte para acompañar el retorno del mismo, y de una mezcla de aire comprimido y líquido hidráulico para evitar los bruscos movimientos.

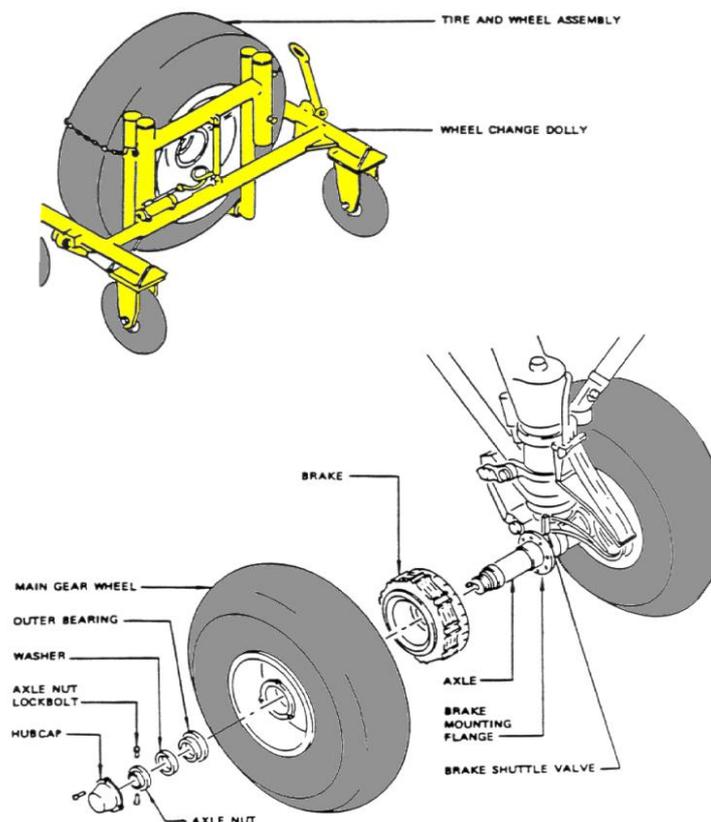
Montante amortiguador

Tiene la función de transformar la energía cinética de descenso en incremento de presión de un líquido y un gas que se encuentra dentro de este (en el momento que el avión aterriza).

Este montante amortiguador está constituido por un cilindro que en su parte superior va sujeto a la estructura del avión y por su parte inferior posee un pistón hueco que, en cuyo interior, se desplaza a su vez otro pistón. En la parte superior del pistón hueco existen dos válvulas que permiten el paso de cierta cantidad de líquido.

Neumáticos

Las ruedas de un avión son un elemento vital de control durante la operación en tierra de la aeronave, y por tanto, deben ser tratadas como tales.



Frenos

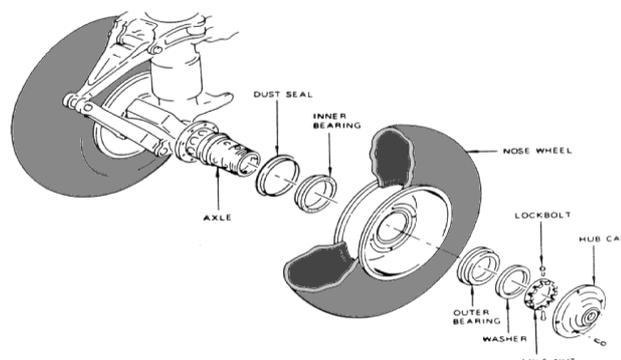
El sistema de frenos tiene como objetivo aminorar la velocidad del aeroplano en tierra, tanto durante la rodadura como en la fase final del aterrizaje, y por supuesto pararlo.

El dispositivo de frenado de los aviones consiste, lo mismo que en los automóviles, en un disco metálico acoplado a cada rueda, el cual se frena, y con la rueda, al ser oprimido a ambos lados por unas pastillas de freno accionadas por un impulso hidráulico.

El sistema de frenos de los aviones tiene dos características especiales: una, que solo dispone de frenos en el tren principal, nunca en las ruedas directrices; y dos, que cada rueda del tren principal (o conjunto de ruedas de un lado en trenes complejos) dispone de un sistema de frenado independiente.

El sistema general se alimenta del líquido contenido en un recipiente común; desde este depósito unos conductos llevan el líquido a dos bombines (uno por sistema) situados en la parte superior de los pedales. Al presionar un pedal, el líquido contenido en el bombín de su lado es bombeado hacia la rueda correspondiente; otro bombín en la rueda recibe esta presión y empuja a las pastillas las cuales oprimen al disco metálico y frenan la rueda. Al presionar el otro pedal, sucede lo mismo con el sistema de ese lado, y obviamente al presionar los dos pedales se opera sobre ambos sistemas. Es notorio pues, que cada pedal actúa sobre los frenos de su lado, y que para actuar sobre los frenos debe pisarse la parte de arriba de los pedales.

Este sistema de frenos independientes supone una ayuda para dirigir al aeroplano en tierra, pues aplicando freno a una u otra rueda el piloto puede reforzar el giro de la rueda directriz.



3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Modalidad de Campo

Dentro del estudio se realizó la modalidad de campo (participante) ya que se realizó una entrevista personal a una persona capacitada en el instituto (formato de entrevista ANEXO 1), además la investigación se dio directamente en la ciudad de Latacunga (La guía de la observación se encuentra en el ANEXO 2).

Se observó que el instituto no cuenta con un tren de aterrizaje de un avión comercial el cual posee elementos muy importantes que son necesarios para mejorar el nivel práctico. Durante la investigación se llegó a la conclusión de que la UNIDAD EDUCATIVA FAE N° 5 cuenta con un tren de aterrizaje de un avión comercial que se encuentra inhabilitado y en malas condiciones estructurales, está localizado en la parte interior de su patio central

3.2.2. Modalidad Bibliográfica

La primera parte está referida a la delimitación de los aspectos teóricos de la investigación, donde se incluyen la formulación, importancia y alcance de la investigación, definición de los objetivos propuestos, elaboración del marco teórico, entre otros. Esta parte está basada en la revisión bibliográfica de manuales técnicos de aeronaves e internet, que permitirán obtener mayor información sobre el mantenimiento de los trenes de aterrizaje.

3.3. TIPOS DE INVESTIGACIÓN

Para el estudio se aplicó una técnica de investigación (no experimental). La razón que se tuvo para elegir esta técnica fue porque se limitó a observar las instalaciones del ITSA, para encontrar la manera de solucionar problemas tales como la falta de material didáctico, para lo cual se investigó diversas formas de implementar este tipo de material al instituto.

3.4. NIVELES DE INVESTIGACIÓN

El grado de profundidad con que se abordó el presente trabajo se dio en función a varios niveles de estudio. De acuerdo con el nivel exploratorio la base de la investigación se realizó en el instituto. Además se detallaron las características de cada método correspondiente.

3.5. UNIVERSO, POBLACIÓN Y MUESTRA

La elaboración del presente trabajo de investigación se apoyó de una entrevista personal realizada a un especialista en estructuras de aeronaves. No se aplicó la fórmula para la obtención de muestras porque puede presentar errores, por lo que se realizó una muestra no probabilística puesto que se relaciona directamente con el propósito de la investigación.

3.6. RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos se realizó mediante la observación a las instalaciones del instituto (Taller de Mecánica), se determinó variables sobre la implementación de material didáctico referente a trenes de aterrizaje de un avión comercial, y de esta manera escoger un sistema que se adapte a las necesidades de los estudiantes.

Como segunda fuente para la obtención de datos que ayudaron a la investigación se realizó una entrevista personal cuyo formato se encuentra en el ANEXO 1, se logró realizar gracias a la ayuda y colaboración del especialista escogido que es instructor de la materia de trenes de aterrizaje.

Los datos bibliográficos acerca de las características de los trenes de aterrizaje se obtuvieron de manuales técnicos de aeronaves e internet los mismos que se pueden encontrar en la fundamentación teórica.

3.7. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Una vez realizada la entrevista, la información se procesó mediante un análisis e interpretación para cada una de las preguntas.

La entrevista realizada produjo los siguientes resultados:

1.- ¿Conoce la importancia que tiene el tren de nariz de un avión?

Es importante en razón de que es un componente indispensable para desplazarse en tierra, además de soportar el peso de la aeronave.

Análisis.- El tren de aterrizaje de nariz de una aeronave es un elemento fundamental para que la aeronave pueda desplazarse en tierra o durante el taxeo

Interpretación.- Es importante conocer más de este elemento ya que esto permitirá un mejor desempeño académico y en un futuro laboral.

2.- ¿Cree que es necesario proveer material didáctico para la materia de trenes de aterrizaje?

Sí, porque la que existe actualmente es insuficiente y es necesario actualizar el material didáctico existente.

Análisis.- El material didáctico que existe hoy en día en el instituto no satisface las necesidades de los estudiantes y es necesario actualizarlas para mejorar el conocimiento acerca de estos elementos.

Interpretación.- La falta de material didáctico ha provocado que los estudiantes presenten falencias al momento de efectuar sus actividades teórico-prácticas.

3.- ¿Cree que es necesario combinar la teoría con la practica en la materia de trenes de aterrizaje?

Es muy necesario porque ayuda al desempeño de los estudiantes.

Análisis.- Durante mucho tiempo se ha trabajado con material solamente teórico y se ha dejado de lado la práctica por lo que muchos de los estudiantes que se están desempeñando en el ámbito laboral tienen severos inconvenientes en este aspecto.

Interpretación.- La combinación de la teoría con la práctica es muy necesaria ya que hace que el estudiante mejore su capacidad intelectual.

4.- ¿Cómo cree que ayudaría la implementación de un tren de aterrizaje de nariz a los estudiantes?

Permitiría reforzar el conocimiento adquirido en la parte teórica así como realizar prácticas.

Análisis.- La implementación de este elemento permitirá reforzar el conocimiento que se ha adquirido durante todo el periodo de aprendizaje.

Interpretación.- Es de vital importancia que el instituto gestione más proyectos relacionado directamente con material didáctico a tal punto de llegar a satisfacer las necesidades de los estudiantes.

5.- ¿Piensa que sería muy útil equipar un sistema de montaje y desmontaje de neumáticos de un tren de nariz para que los estudiantes de la carrera de mecánica se desenvuelvan mejor?

Sí, porque es una de las actividades más comunes y cotidianas en el mantenimiento de rampa, ya que con frecuencia se realiza el montaje y desmontaje de los neumáticos.

Análisis.- Es muy útil equipar un sistema de montaje y desmontaje de neumáticos de un tren de nariz ya que es una de las actividades más comunes y cotidianas en el mantenimiento que se le da al avión.

Interpretación.- Día tras día las compañías de aviación tanto militares como civiles buscan la manera de introducir este sistema dentro de las áreas de mantenimiento relacionadas con los trenes de aterrizaje.

3.8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.8.1. Análisis de la observación

Mediante una deducción de la información recolectada en la observación que se realizó en los talleres del ITSA, se determinó que no cuentan con un tren de aterrizaje de un avión comercial y tampoco con ningún sistema de montaje y desmontaje de los neumáticos del mismo. Además que hay despreocupación por parte de los docentes y estudiantes en cuanto a mejorar su nivel de conocimiento práctico por medio del uso de materiales que estén acordes a las nuevas técnicas de estudio. Se observó que el material didáctico con el que cuenta el instituto es un tren de aterrizaje de un avión militar mas no de un avión comercial, y por ende no complementa al desarrollo académico estudiantil.

3.8.2. Análisis de la entrevista personal

Para obtener mayor información sobre los trenes de aterrizaje de un avión comercial se realizó la entrevista personal al Sgop. Washington Molina, instructor de la materia de trenes de aterrizaje de la carrera de mecánica, especialidad estructuras, quién dio a conocer que la implementación de un tren de aterrizaje de un avión comercial es beneficioso para los estudiantes de la carrera de mecánica aeronáutica, además que ayudara a perfeccionar un conocimiento equilibrado entre la teoría y la práctica. Así como piensa que la implementación de un sistema de montaje y desmontaje de neumáticos es ideal para el ampliar las habilidades prácticas, ya que esta actividad es una de las más realizadas durante un mantenimiento rutinario. También indicó que el tren de aterrizaje es un componente indispensable ya que este soporta todo el peso de la aeronave y sirve para desplazarse en tierra.

3.9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

3.9.1. CONCLUSIONES

- La falta de material didáctico provoca que las actividades no sean desarrolladas satisfactoriamente, esto ocasiona un retroceso en el proceso enseñanza aprendizaje, y esto conlleva a la pérdida de tiempo y recursos indispensables para el desarrollo de actividades efectivas y eficientes.
- Se pudo cumplir con los objetivos planteados anteriormente mediante técnicas de investigación, las cuales sirvieron como herramientas primordiales para un desarrollo eficiente de la investigación
- La ejecución correcta del plan metodológico permitió identificar las causas y efectos del problema, así como también ayudo a determinar la solución del problema.

3.9.2. RECOMENDACIONES

- Implementar un tren de aterrizaje de un avión comercial para desarrollar satisfactoriamente el proceso de aprendizaje que va de la teoría a la práctica.
- Implementar una estructura que sirva como soporte para los puntos de apoyo de un tren de aterrizaje de nariz de un avión comercial.
- Desarrollar un sistema de montaje y desmontaje de neumáticos de un avión comercial de tal manera que se fomente el interés de esta actividad por parte de los estudiantes.

CAPITULO IV

4. FACTIBILIDAD DEL TEMA

Para la implementación del nuevo sistema de un soporte y herramientas para un tren de aterrizaje de nariz, es necesario tomar en cuenta las factibilidades necesarias tales como:

Factibilidad Técnica

Factibilidad Legal

Factibilidad Operacional

Factibilidad Económica

4.1. FACTIBILIDAD TECNICA

Esta factibilidad permitirá el análisis técnico, de todos los factores que justifiquen la viabilidad del proyecto.

La implementación total será analizada correctamente de igual manera se realizarán las pruebas que sean suficientes para su funcionamiento.

Se obtendrá un mejor beneficio para los estudiantes y así el instituto estará mejor representado cuando los estudiantes desempeñen sus labores fuera del instituto

4.2. FACTIBILIDAD LEGAL

Una vez realizado la respectiva investigación para conocer si la implementación del sistema de enllantado y des enllantado de un tren de aterrizaje de nariz para el ITSA es legal o no, se halló que, no hay ninguna ley que informe o indique que no se deba implementar sistema alguno. Y es por eso que se continuará con el proceso de la implementación del sistema para el instituto.

4.3. FACTIBILIDAD OPERACIONAL

Se determinó que la tarea a ejecutar en los plazos y volúmenes de información requeridos, cuentan con aptitud operativa respectiva y existe la necesidad de desarrollarla por ende el sistema de enllantado y des enllantado de un tren de nariz, destinado a realizarse en el instituto

4.4. ANALISIS COSTO FINANCIERO

El recurso económico que se necesita está al alcance para ejecutar el proyecto en los pasos requeridos, razón por la cual se concluye que la tarea es económicamente factible. Existe la relación costo-beneficio en que se basa la factibilidad económica.

Los costos que lleva implementar el sistema de enllantado y des enllantado son los siguientes:

**SOPORTE Y SISTEMA DE MONTAJE O DESMONTAJE DE UN TREN DE
ATERRIZAJE DE NARIZ**

Principales

MATERIALES	VALOR
Tubos metálicos de acero	\$ 500
Suelda	\$ 50
Pintura	\$ 200
Lijas	\$ 20
Gatos hidráulicos	\$ 180
Pernos	\$ 20
Tren de aterrizaje de nariz	Donado
Brochas	\$ 20
TOTAL	\$ 990

Primarios

MATERIALES	VALOR
Utilices de oficina	\$ 50
Internet	\$ 40
Impresiones	\$ 80
Anillado	\$ 25
Copias	\$ 20
TOTAL	\$ 215

Secundarios

MATERIALES	VALOR
Alimentación	\$ 150
Movilización urbana	\$ 30
Movilización provincial	\$ 200
TOTAL	\$ 380

Técnicos

MAQUINARIA	ALQUILER
Suelda eléctrica	\$ 100
Compresor	\$ 100
Amoladora	\$ 50
TOTAL	\$ 250

Total

GASTOS	VALOR
Principales	\$ 990
Primarios	\$ 215
Secundarios	\$ 380
Técnicos	\$ 250
TOTAL	\$1835

CAPITULO V

5. DENUNCIA DEL TEMA

En base a estudios realizados se ha llegado a la conclusión de que el instituto no cuenta con un tren de aterrizaje de un avión comercial, y la implementación de este ayudaría mucho al aprendizaje de los estudiantes.

Por lo anteriormente mencionado se ha tomado como un tema específico la “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SOPORTE PARA EL TREN DE ATERRIZAJE DE NARIZ DEL AVION BOEING 727 PARA INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO”.

CRONOGRAMA

i	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predeceso	junio 2010							julio 2010							agosto 2010													
						30	02	05	08	11	14	17	20	23	26	29	02	05	08	11	14	17	20	23	26	29	01	04	07	10			
1	Planteamiento del Problema	5 días?	lun 07/06/10	vie 11/06/10																													
2	Plan Metodologico	5 días?	lun 14/06/10	vie 18/06/10	1																												
3	Ejecucion del Plan Metodologico	10 días	lun 21/06/10	vie 02/07/10	2																												
4	Factibilidad del Tema	5 días	lun 05/07/10	vie 09/07/10	3																												
5	Denuncia del Tema	5 días	lun 12/07/10	vie 16/07/10																													
6	Presentacion del Anteproyecto	2 días	lun 19/07/10	mar 20/07/10	5																												
7	Aprobacion del Tema	5 días	mié 21/07/10	mar 27/07/10	6																												
8	Adquisicion de Materiales	5 días	mié 28/07/10	mar 03/08/10	7																												
9	Desarrollo del Tema	15 días	mié 04/08/10	mar 24/08/10	8																												
10	Pruebas de Funcionamiento	5 días	mié 25/08/10	mar 31/08/10	9																												
11	Implementacion	2 días	mié 01/09/10	jue 02/09/10	10																												
12	Defensa	2 días	vie 03/09/10	lun 06/09/10	11																												

A/C Ramos Aucay Edwin David

INVESTIGADOR

GLOSARIO:

TREN DE ATERRIZAJE: Está compuesto de varias ruedas que permiten el aterrizaje del avión, evitando que el fuselaje se arrastre por el suelo. En las avionetas permanece siempre extendido, generando resistencia al avance por su roce con el aire

NEUMATICO: También denominado cubierta en algunas regiones, es una pieza tuboidal de caucho que se coloca en las ruedas de diversos vehículos y máquinas

AVION: Un avión o aeroplano es una nave que viaja por el aire impulsada por motores de hélice o de reacción y que se sustenta gracias al efecto aerodinámico del aire al incidir sobre la superficie de sus alas.

STIRING: Puede ser controlado hidráulicamente por cilindros direccionales en aviones de gran peso o mecánicamente en aeronaves ligeras, mediante el uso de cables de acero y varillas de transmisión de movimiento

AMORTIGUADOR: Los amortiguadores son partes relevantes de seguridad de un vehículo y sirven para amortiguar las vibraciones del vehículo, causadas por movimientos de conducir y calles desiguales.

CILINDRO ACTUADOR: Es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” otro dispositivo mecánico.

FRENOS: Tarea del freno es reducir la velocidad del vehículo, respectivamente detenerlo. En coches y motocicletas, freno mecánicos son usados casi exclusivo. Principalmente frenos de discos.

ESTACION AERONAUTICA Estación terrestre del servicio móvil aeronáutico. En ciertos casos la estación aeronáutica puede estar a bordo de un barco o de un satélite terrestre.

BIBLIOGRAFÍA:

- MANUAL DE MANTENIMIENTO BOEING 727
 - ATA 32 (Trenes de Aterrizaje)

- <http://www.manualvuelo.com/SIF/SIF39.html>

- http://es.wikipedia.org/wiki/Tren_de_aterrizaje

- http://turbohobby.com/trenes-de-aterrizaje-c-237_24_111.html

- <http://www.md80.com.ar/tren.html>

- http://www.liebherr.com/AE/es-ES/products_ae.wfw/id-158-0

- <http://www.noesficción.com/2009/02/25/trenes-de-aterrizaje/>

- <http://aero-modelo.com/aviones/accesorios/trenes-de-aterrizaje-brazos-de-mando>

ANEXO

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA

ENTREVISTA

- **Objetivo:** Investigar el criterio de un docente especializado en estructuras de aeronaves y trenes de aterrizaje.

PREGUNTAS:

- 1.- ¿Conoce la importancia que tiene el tren de nariz de un avión?
- 2.- ¿Cree que es necesario proveer material didáctico para la materia de trenes de aterrizaje?
- 3.- ¿Cree que es necesario combinar la teoría con la práctica en la materia de trenes de aterrizaje?
- 4.- ¿Cómo cree que ayudaría la implementación de un tren de aterrizaje de nariz a los estudiantes?
- 5.- ¿Piensa que sería muy útil equipar un sistema de enllantado y des enllantado de un tren de nariz para que los estudiantes de la carrera de mecánica se desenvuelvan mejor?

AGRADECEMOS SU COLABORACIÓN

ANEXO

FICHA DE OBSERVACIÓN BIBLIOGRÁFICA

OBSERVACION DEL TALLER MECÁNICA AERONÁUTICA EN LAS INSTALACIONES DEL ITSA.

DATOS INFORMATIVOS:

Lugar: Instalación del ITSA (Taller de mecánica).

Fecha: 05 – Junio - 2010

Observador: Edwin David Ramos Aucay

OBJETIVOS

- Observar el tipo de trenes de aterrizaje con los que cuenta el taller de mecánica del instituto.

OBSERVACIONES

ANEXO



Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Investigador

- En esta fotografía se muestra el estado del tren que está localizado en la Unidad Educativa FAE N° 5, se puede observar que se encuentra en un estado deteriorable.

ANEXO



Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Investigador

- Esta fotografía muestra el estado en el que se encuentra la parte interna de los neumáticos del tren, se observa claramente que necesita mantenimiento.

ANEXO



Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Investigador

- Esta fotografía muestra la parte del cilindro amortiguador, el cual se encuentra en mal estado y además que no se encuentra con todos sus componentes.

ANEXO



Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Investigador

- Esta fotografía se la realizó una vez que el tren de aterrizaje fue trasladado al instituto y se encuentra ubicado en la parte posterior del taller de mecánica.

ANEXO



Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Investigador

- Esta fotografía muestra en todo su esplendor el tren de aterrizaje de nariz con todos sus componentes, se puede notar todo el trabajo que se debe realizar hasta culminar con el proyecto.

ANEXO B

**ESTE ANEXO MUESTRA LOS DISEÑOS DE LA
ESTRUCTURA CON SUS RESPECTIVAS MEDIDAS**



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

DISEÑO DE SOPORTE PARA EL TREN DE ATERRIZAJE DE NARIZ

VISTA DEL SOPORTE EN 3 DIMENSIONES

ESCALA
1:20

REALIZADO POR:

EDWIN RAMOS

DIRECTOR DE PROYECTO:

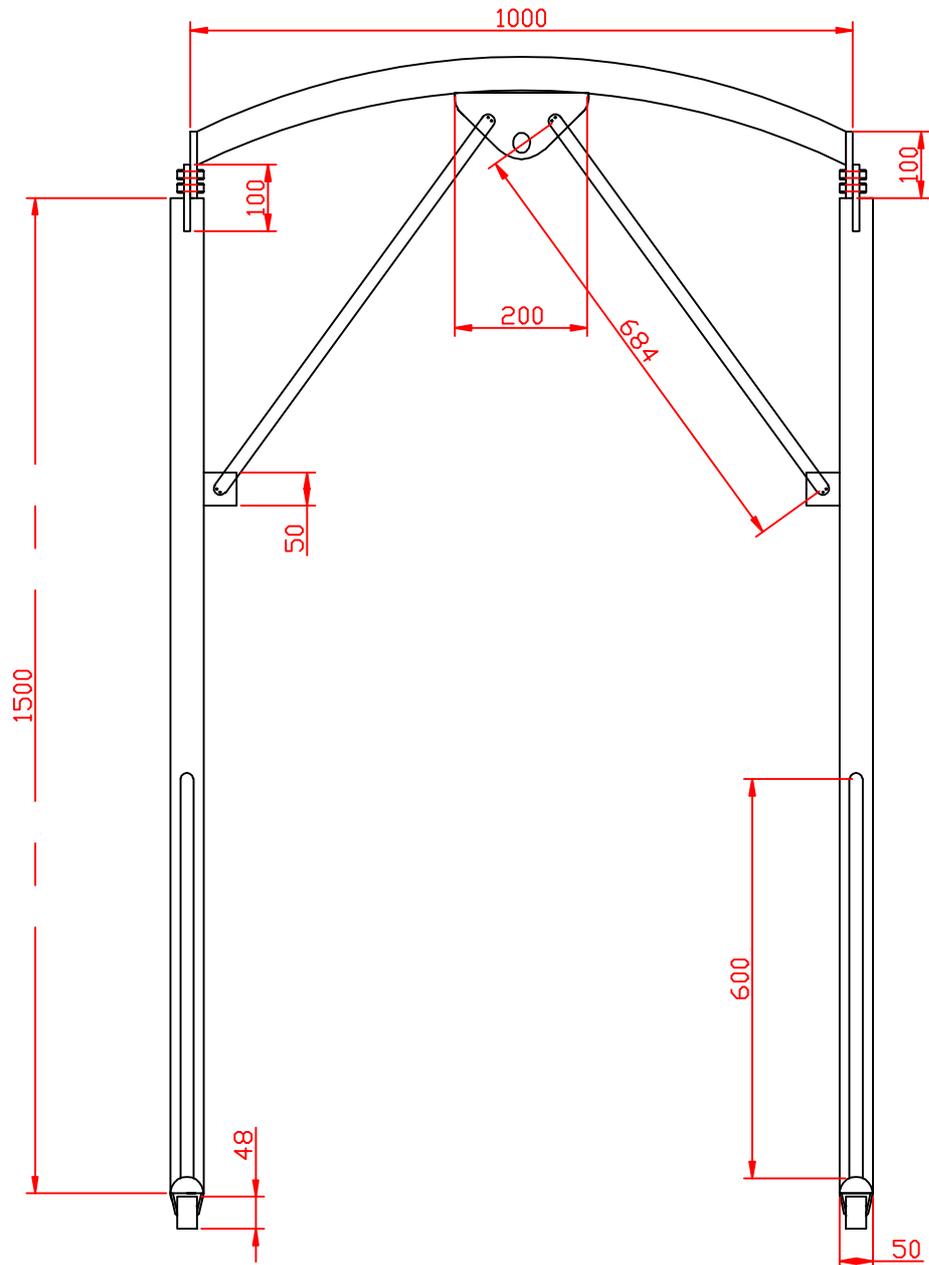
ING. WASHINGTON MOLINA

FECHA:

07 / 01 / 2011

PAGINA

1/4



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

DISEÑO DE SOPORTE PARA EL TREN DE ATERRIZAJE DE NARIZ

VISTA LATERAL

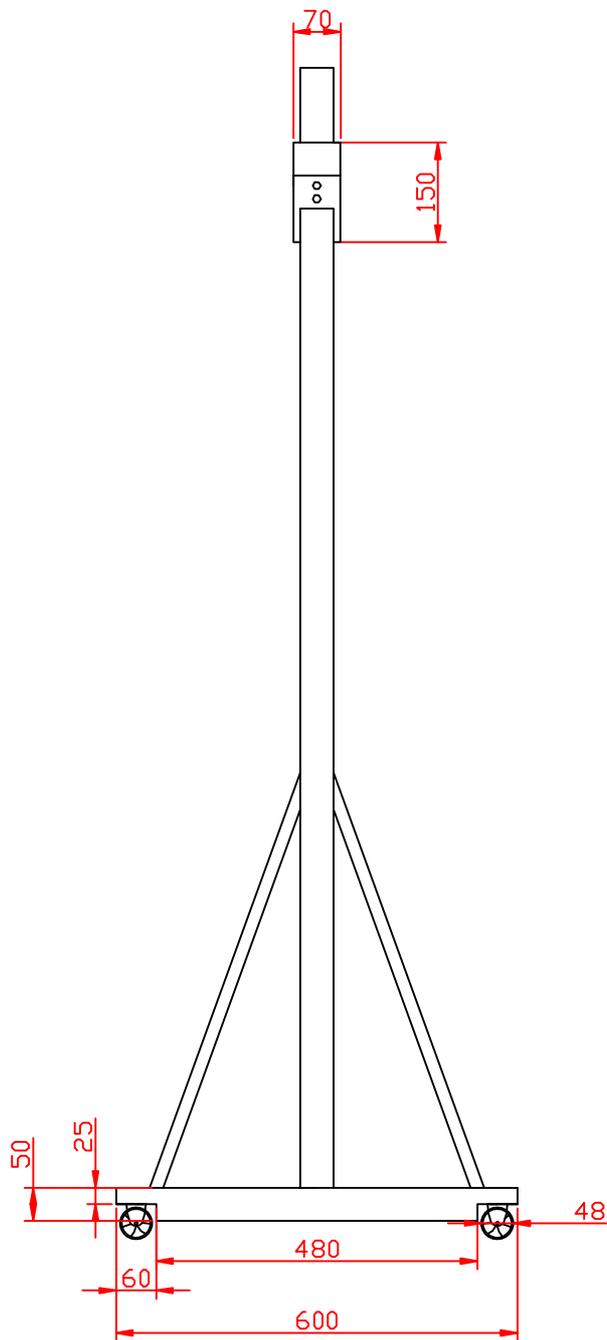
ESCALA **1:20**

REALIZADO POR:
EDWIN RAMOS

DIRECTOR DE PROYECTO:
ING. WASHINGTON MOLINA

FECHA:
07 / 01 / 2011

PAGINA
2/4



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

DISEÑO DE SOPORTE PARA EL TREN DE ATERRIZAJE DE NARIZ

VISTA LATERAL

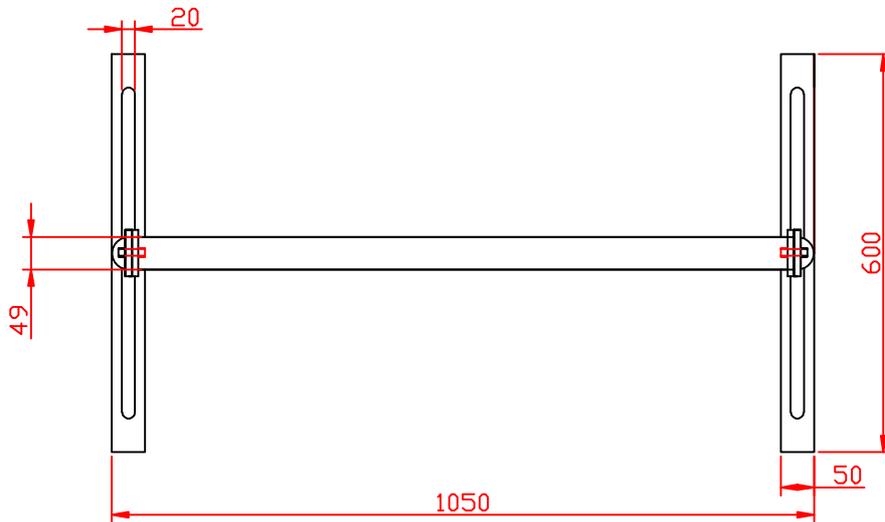
ESCALA
1:20

REALIZADO POR:
EDWIN RAMOS

DIRECTOR DE PROYECTO:
ING. WASHINGTON MOLINA

FECHA:
07 / 01 / 2011

PAGINA
3/4



MATERIALES

TUBOS DE ACERO REDONDO A36 DE 100 mm de Diametro

TUBOS DE ACERO REDONDO A36 DE 60 mm de Diametro

PLATINA DE ACERO A 36 DE 12.7 mm de Espesor

RUEDAS DE APOYO DE 280 KG DE SOPORTE

TECLE DE 2000 KG DE CARGA



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

DISEÑO DE SOPORTE PARA EL TREN DE ATERRIZAJE DE NARIZ

VISTA SUPERIOR

ESCALA
1:20

REALIZADO POR:

EDWIN RAMOS

DIRECTOR DE PROYECTO:

ING. WASHINGTON MOLINA

FECHA:

07 / 01 / 2011

PAGINA

4/4

ANEXO C

**EN ESTE ANEXO SE MUESTRAN LAS HOJAS DEL MANUAL DE
MANTENIMIENTO DEL AVION BOEING 727 SOBRE EL TREN DE
ATERRIZAJE DE NARIZ**



MAINTENANCE MANUAL

LANDING GEAR - DESCRIPTION AND OPERATION

1. General

- A. The landing gear supports the airplane during ground operations, cushions impact on landing, dampens vibrations and absorbs shock when the airplane is taxied or towed. Two main gears and one nose gear are used (Fig. 1). Each main gear is located behind the rear wing spar, just outboard of the body. The nose gear is located below the aft portion of the control cabin. Side struts and drag struts stabilize the main gear laterally and longitudinally (Fig. 2). The nose gear is steerable, and is braced longitudinally by a hinged drag brace (Fig. 3). The main and nose gears have dual wheels, and all wheels are provided with hydraulic brakes, action modulated by an antiskid system. A retractable tailskid is mounted on the rear fuselage to protect the aft end of the airplane from damage should the nose be raised excessively high when the airplane is on the ground with the ventral stairs retracted.
- B. Retraction and extension of the gear is by hydraulic power, with a manual extension system for lowering the gear when hydraulic power is not available. The landing gear is controlled by a single control handle mounted on the pilots' instrument panel. Cables from a drum actuated by the control lever, transfer motion to a selector valve that directs hydraulic pressure for gear actuation.
- C. When the control handle is moved to the up position, the landing gear doors open, the gear retracts and all doors close. When the control handle is moved to the down position, all landing gear doors open, the gear extends and the wheel well doors close. Wing doors remain open. With the control handle in the off position hydraulic pressure is released from all landing gear hydraulic lines and actuators, and the gear is held in the extended or retracted position by the mechanical locks.
- D. A crank and cable system for main gear manual extension unlocks the doors first, and then unlocks the gear, which falls to the extended position by gravity. Operation for nose gear manual extension unlocks the gear only. Main gear doors are pushed fully open by the weight of the gear acting on a safety bar mechanism. The nose gear doors are opened, and then closed, by mechanical linkage when the nose gear falls to the extended position. Final operation of the manual extension system engages the down locks to lock the gears in the extended position. Main landing gear doors remain open after manual extension of the gear.

EFFECTIVITY

ALL

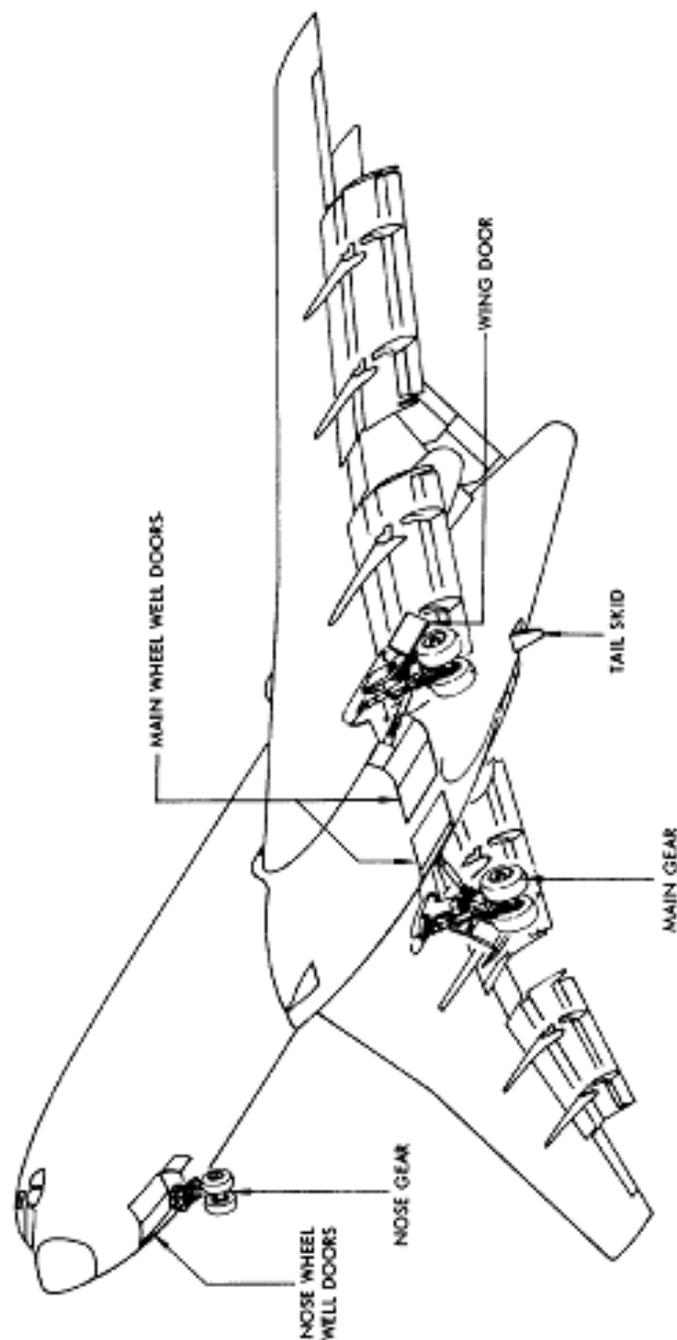
32-00-00

04.101

Page 1
Dec 01/05



MAINTENANCE MANUAL



Landing Gear Location
Figure 1

EFFECTIVITY

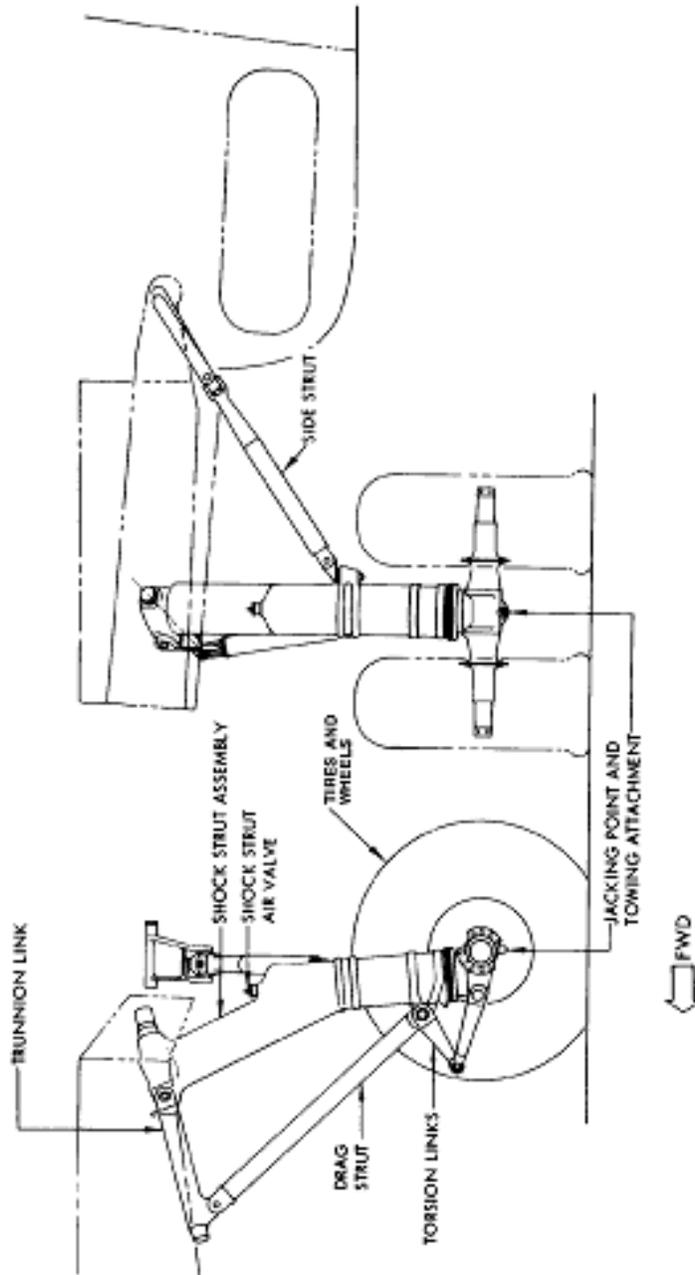
JAN82

ALL

32-00-00

01

Page 2
Dec 01/05



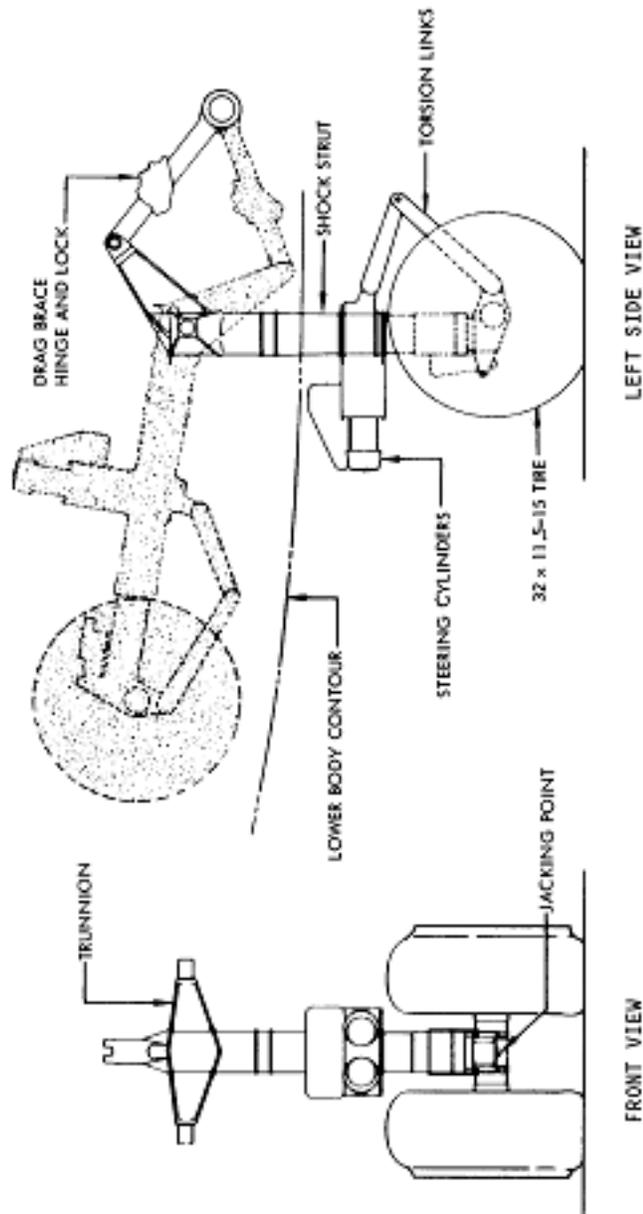
Main Gear Schematic
Figure 2

EFFECTIVITY	ALL
-------------	-----

32-00-00

03

Page 3
Dec 01/05



Nose Gear Schematic
 Figure 3

EFFECTIVITY

ALL

01

32-00-00

Page 4
 Dec 01/05



MAINTENANCE MANUAL

2. Mechanical Fuse Points

A. Mechanical fuse points are connections with fasteners designed to fail first under excessive shock loads. Fuse points are designed to minimize damage to primary structure if attached components are subjected to severe impact loads. The following table lists those connections in landing gear systems, and the section of the chapter where additional coverage will be found.

SUBJECT NO.	FASTENER TYPE	PART CONTAINING FASTENER
32-11-0	AN6D033	MAIN GEAR REAR TRUNNION BEARING
32-11-21	69-15741-()	MAIN GEAR DRAG BRACE
32-34-21	MS20426D	MAIN GEAR DOOR GROUND RELEASE GUIDE
32-41-1	MS20470D6	BRAKES-NOSE WHEEL-CONTROL LINKAGE
32-51-0	MS20470A8	STEERING-PISTON POSITION ROD ASSY
32-51-0	MS20426A5	STEERING-RUDDER PEDAL CONTROL ROD ASSY
32-71-41	66-21132	TAILSKID-ENERGY ABSORBER ASSY

EFFECTIVITY

ALL

32-00-00

01.101

Page 5
Jul 25/08



MAINTENANCE MANUAL

MAIN AND NOSE GEAR GROUND LOCKPIN ASSEMBLIES - MAINTENANCE PRACTICES

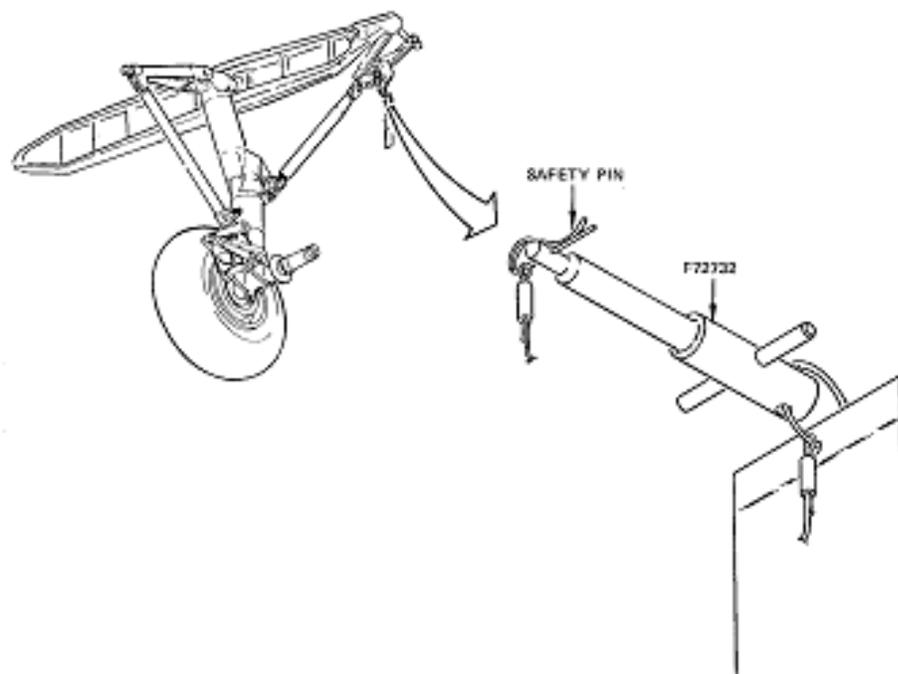
1. Equipment and Materials
 - A. Main Gear Ground Lockpin Assembly - F72732
 - B. Nose Gear Ground Lockpin Assembly - F72735
2. Main Gear Ground Lockpin Assembly Removal/Installation
 - A. Remove Main Gear Ground Lockpin Assembly (Fig. 201)
 - (1) Remove safety pin from forward side of lockpin assembly as installed in main gear side strut.
 - (2) Pull lockpin assembly from side strut.
 - B. Install Main Gear Ground Lockpin Assembly (Fig. 201)
 - (1) Insert lockpin assembly in side brace from aft side.
 - (2) Insert safety pin in lockpin assembly.
3. Nose Gear Ground Lockpin Assembly Removal/Installation
 - A. Remove Nose Gear Ground Lockpin Assembly (Fig. 202)
 - (1) Remove safety pin from downlock pin.
 - (2) Remove downlock pin from drag brace knuckle.
 - B. Install Nose Gear Ground Lockpin Assembly (Fig. 202)
 - (1) Insert downlock pin in drag brace knuckle from left side.
 - (2) Insert safety pin in downlock pin.

EFFECTIVITY

ALL

32-00-11

03 Page 201
Dec 01/05



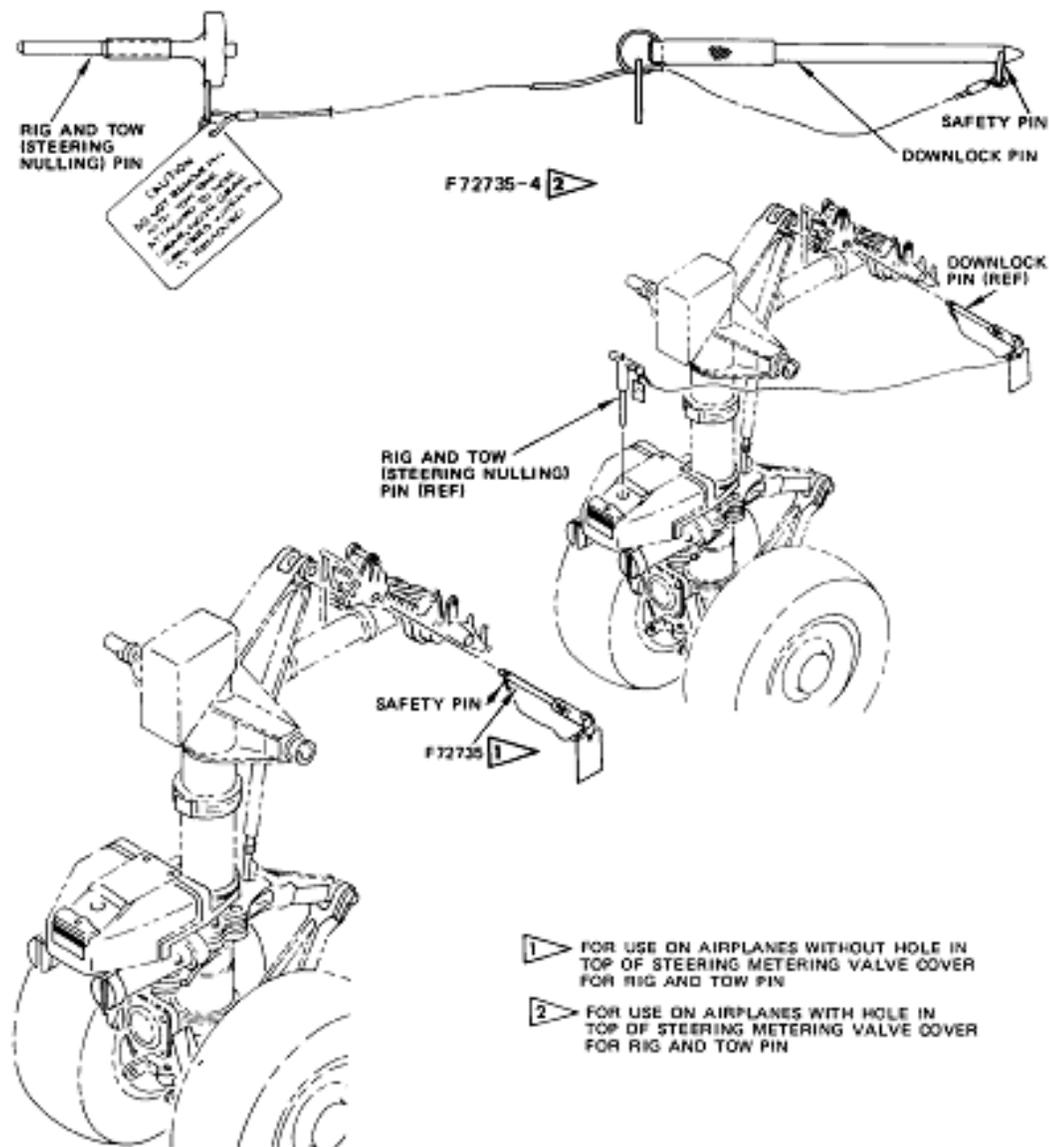
Main Gear Ground Lockpin Assembly
Figure 201

EFFECTIVITY	
	ALL

32-00-11

03

Page 202
Dec 01/05



Main Gear Ground Lockpin Assembly
Figure 202

EFFECTIVITY	
	ALL

32-00-11

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Edwin David Ramos Aucay

NACIONALIDAD: Ecuatoriano

FECHA DE NACIMIENTO: 25 de Diciembre de 1988

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 150057735-6

TELÉFONOS: 095693527 - 081315167 - 032951348

CORREO ELECTRÓNICO: David_r20@hotmail.es

DIRECCIÓN: Ciudadela Parque Industrial, Calle Sao Paulo / Riobamba - Ecuador



ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIOS: Escuela "Sergio Quirola", Riobamba

SECUNDARIOS: Instituto Técnico Superior "Carlos Cisneros", Riobamba

TÍTULOS OBTENIDOS

BACHILLER TÉCNICO INDUSTRIAL

Especialización Mecánica Automotriz

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

- Escuela Superior Militar de Aviación “ESMA”, Manta, Marzo-Abril 2009.
- Ala Número 11 de la FAE, Quito, Agosto-Septiembre 2009.
- Aerovic, Guayaquil, Marzo-Abril 2010.
- LAN Chile, Guayaquil, Agosto-Septiembre 2010.

CURSOS Y SEMINARIOS

Suficiencia en el idioma inglés, centro de lenguajes del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

EXPERIENCIA LABORAL

Empresa: Escuela Superior Militar de Aviación “ESMA”

Cargo: Prácticas laborales y de aprendizaje

Año: 2008

Empresa: Ala Número 11 de la FAE, Quito

Cargo: Prácticas laborales y planeación de Mantenimiento

Año: 2009

Empresa: Aerovic, Guayaquil

Cargo: Prácticas laborales en Aviones Cesna

Año: 2009

Empresa: LAN Chile, Guayaquil

Cargo: Prácticas laborales en Aviones Boeing y Airbus

Año: 2010

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

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

Edwin David Ramos Aucay

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

Ing. Guillermo Trujillo

Latacunga, Enero 07 del 2011

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, EDWIN DAVID RAMOS AUCAY, Egresado de la carrera de **MECÁNICA AERONÁUTICA**, en el año 2010, con Cédula de Ciudadanía N° 150057735-6, autor del Trabajo de Graduación “**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SOPORTE PARA EL TREN DE ATERRIZAJE DE NARIZ DEL AVIÓN BOEING 727 PARA EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**”, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Edwin David Ramos Aucay

Latacunga, Enero 07 del 2011