

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO DE MONTAJE Y
DESMONTAJE PARA LOS NEUMÁTICOS DEL TREN DE
ATERRIJAJE DE NARIZ DEL AVIÓN BOEING 727 PARA EL
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO”**

POR:

ULQUIANGO ULCO FAUSTO PATRICIO

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

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN
MOTORES**

2011

CERTIFICACIÓN

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

Sgop. Téc. Avc. Ing. Washington Molina
Director del Trabajo de Graduación

Latacunga, Marzo 14 del 2011

DEDICATORIA

Dedico el siguiente trabajo de graduación fruto del sacrificio y esfuerzo, al ser más maravilloso de este mundo “Dios” quien estuvo conmigo durante el transcurso de mi carrera y me bendijo con salud y vida con la cual pude continuar hacia adelante para poder lograr mis objetivos.

Dedico también a las personas más importantes en mi vida, mis “Padres” quienes con su esfuerzo me han ayudado a salir adelante apoyándome en toda las decisiones, además que con su paciencia y amor supieron inculcar en mi valores de humildad, honestidad y el sentido de superación con lo cual he logrado alcanzar todas las metas propuestas con el fin de llegar a ser una persona de bien y útil para el país.

Ulquiango Ulco Fausto Patricio

AGRADECIMIENTO

Mi más sincera y eterna gratitud a mis padres y hermano quienes han estado conmigo incondicionalmente brindándome todo su apoyo, impartiendo sus consejos llenos de sabiduría motivándome a continuar con mis metas y es por eso que ellos son lo más preciado y valioso que tengo.

A todos los docentes quienes con paciencia supieron transmitir sus conocimientos y experiencias sembrando en mí un espíritu de superación profesional listo para afrontar los desafíos que nos depara la vida.

A mis compañeros con quienes he compartido no solo tres años de formación académica sino tres años repletos de experiencias maravillosas, llenando de eterna gratitud y satisfacción a mi vida.

Gracias a ti mi Dios por darme cada día salud y vida permitiéndome disfrutar de lo maravilloso de la vida y por darme una gran familia y amigos.

Ulquiango Ulco Fausto Patricio

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Portada.....	i
Certificación.....	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Índice de contenidos	v
Índice de tablas	x
Índice de figuras	xi
Índice de anexos	xiv
Introducción.....	xv
Resumen.....	xvi
Summary.....	xvii

CAPÍTULO I

EL TEMA

1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación e importancia	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Alcance.....	4

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades del avión Boeing 727-200	5
2.1.1. Tren de aterrizaje principal B727-200.....	7
2.2. Tren de aterrizaje de nariz B727-200	10
2.2.1. Brazo de resistencia.....	11
2.2.2. Montante amortiguador	12
2.2.3. Extensión y retracción	14
2.2.4. Sistema de extensión manual	16
2.2.5. Operación de extensión manual del tren de nariz	17
2.2.6. Frenos	18
2.2.7. Sistema antideslizante.....	19
2.2.8. Transductor	20
2.2.9. Sistema de freno de parqueo	22
2.2.10. Neumáticos y ruedas.....	23
2.2.11. Ruedas del tren de nariz	24
2.2.12. Sistema de dirección	25
2.2.13. Válvula medidora de presión	27
2.3. Plataforma rodante para cambio de neumáticos	28
2.3.1. Descripción.....	29
2.3.2. Diseño	30
2.4. Adaptador NLG	32

2.4.1. Descripción.....	32
2.4.2. Remoción e instalación de la rueda del tren de nariz	33
2.5. Estructuras de acero	34
2.5.1. Columnas y puntales.....	34
2.5.2. Esfuerzos de pandeo.....	36
2.5.3. Formas de columnas.....	36
2.6. Soldadura Mig	38
2.6.1. Influencia a distintos parámetros para soldar	39
2.6.2. Hilos o alambres de soldadura	41
2.6.3. Gases de protección.....	41
2.6.4. Método operatorio de la soldadura Mig	42
2.6.5. Equipo de protección individual Epi.....	43
2.6.6. Corte por plasma.....	45

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Preliminares	47
3.1.1. Rehabilitación del tren de aterrizaje de nariz del avión B727	47
3.1.2. Partes en mal estado.....	49
3.1.3. Rehabilitación.....	51
3.1.3.1. Equipos, herramientas y materiales a utilizar	51

3.1.4. Procedimiento	53
3.2. Construcción de la Plataforma rodante para cambio de neumáticos y adaptador NLG para el tren de aterrizaje de nariz del avión B727-200.....	56
3.2.1. Preliminares	56
3.2.2. Diseño	56
3.3 Cálculos estructurales	57
3.4. Construcción de la plataforma rodante para cambio de neumáticos.....	60
3.4.1. Equipos y herramientas.....	60
3.4.2. Materiales.....	60
3.5. Simbología del proceso de construcción.....	61
3.6. Procedimiento	63
3.6.1. Soporte de la estructura	63
3.6.2. Ensamblado de la estructura.....	65
3.6.3. Acabado de la estructura.....	67
3.6.4. Pintura de la estructura	68
3.7. Construcción del adaptador NLG y protector de rosca.....	69
3.7.1. Equipos y herramientas.....	70
3.7.2. Materiales.....	70
3.8. Simbología del proceso de construcción.....	71
3.9. Procedimiento del adaptador NLG	73
3.10. Procedimiento del protector de rosca.....	77
3.11. Elaboración de manuales	81
3.12. Análisis económico.....	93

3.12.1 Recursos	93
3.12.2 Presupuesto	94
3.12.3 Costo total del proyecto	95

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones	96
4.2 Recomendaciones	97

Glosario de términos

Bibliografía

Anexos

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO III

Tabla 3.1 Cálculos estructurales	58
Tabla 3.2 Simbología del proceso de construcción plataforma	61
Tabla 3.3 Características del bronce fosforoso	69
Tabla 3.4 Simbología del proceso de construcción adaptador NLG.....	71
Tabla 3.5 Talento humano	93
Tabla 3.6 Costos primarios.....	94
Tabla 3.7 Costos secundarios	95
Tabla 3.8 Costos totales.....	95

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO II

Figura 2.1 Boeing 727-200 FAE	6
Figura 2.2 Tren de aterrizaje principal.....	7
Figura 2.3 Frenos del tren de aterrizaje principal	8
Figura 2.4 Tren de aterrizaje de nariz B727-200.....	11
Figura 2.5 Brazo de resistencia.....	12
Figura 2.6 Montante amortiguador	13
Figura 2.7 Eextensión y retracción del tren de nariz	14
Figura 2.8 Palanca de extensión y retracción del tren.....	15
Figura 2.9 Sistema de extensión manual	16
Figura 2.10 Operación de extensión manual del tren de nariz	17
Figura 2.11 Conjunto de frenos del tren de nariz	18
Figura 2.12 Sistema antideslizante	19
Figura 2.13 Unidad de control del antideslizante.....	20
Figura 2.14 Rotor y estator del transductor	21
Figura 2.15 Parte interna del transductor del antideslizante	21
Figura 2.16 Palanca y luz de parqueo.....	23
Figura 2.17 Partes de la rueda del tren de nariz	24
Figura 2.18 Nomenclatura del neumático del tren de nariz.....	25
Figura 2.19 Sistema de dirección	26
Figura 2.20 Válvula medidora de presión.....	27
Figura 2.21 Plataforma rodante para cambio de neumáticos.....	28
Figura 2.22 Conjunto de neumático y rueda sobre la plataforma.....	29
Figura 2.23 Diseño básico de una plataforma para cambio de neumáticos	30

Figura 2.24 Adaptador NLG	32
Figura 2.25 Remoción de la tuerca de retención.....	33
Figura 2.26 Esfuerzo de compresión.....	35
Figura 2.27 Esfuerzo de pandeo	36
Figura 2.28 Secciones de columnas y puntales	37
Figura 2.29 Proceso de soldadura mig.....	38
Figura 2.30 Naturaleza del gas	40
Figura 2.31 Unidades de protección individual.....	43
Figura 2.32 Cortadora de plasma mecánica.....	45
Figura 2.33 Cortadora de plasma manual	46

CAPÍTULO III

Figura 3.1 Tren de aterrizaje de nariz ubicado en la U. E. Fae N° 5	48
Figura 3.2 Tren de nariz ubicado en el ITSA.....	49
Figura 3.3 Piezas con mayor deterioro.....	50
Figura 3.4 Equipos y herramientas utilizadas en la rehabilitación del tren	51
Figura 3.5 Materiales utilizados en la rehabilitación del tren	52
Figura 3.6 Limpieza superficial del tren de nariz	53
Figura 3.7 Limpieza del tren con agente removedor	53
Figura 3.8 Pulverizado con desengrasante alrededor del tren	54
Figura 3.9 Remoción de fragmentos de suciedad	54
Figura 3.10 Pulverizado con thinner y limpieza completa	55
Figura 3.11 Pintado del tren de aterrizaje de nariz.....	55
Figura 3.12 Medición y corte de tubos de acero.....	63
Figura 3.13. Soldadora Mig	63

Figura 3.14 Base para la estructura de la plataforma.....	64
Figura 3.15 Moldeado de rodillos de nylon.....	64
Figura 3.16 Corte de tubos cuadrados de 2 pulg y perfil c	65
Figura 3.17 Montaje de la parte fija y móvil de la estructura	65
Figura 3.18 Soldadura de tubos cilíndricos de 1 ½ pulg y platinas.....	66
Figura 3.19 Montaje de ruedas giratorias y relleno de partes huecas.....	66
Figura 3.20 Acabado de la estructura	67
Figura 3.21 Prueba de la estructura de la plataforma	67
Figura 3.22 Pintado de la plataforma con fondo anticorrosivo.....	68
Figura 3.23 Pintado de la plataforma con pintura sintética y su terminado	68
Figura 3.24 Parte inferior del molde del adaptador NLG	73
Figura 3.25 Parte superior del molde del adaptador NLG	74
Figura 3.26 Pieza de bronce fundida.....	74
Figura 3.27 Acabado de la parte interna del adaptador	75
Figura 3.28 Montaje de la pieza a realizar orificio para el torquimetro	75
Figura 3.29 Perforación de la parte media del adaptador	76
Figura 3.30 Adaptador NLG terminado	76
Figura 3.31 Sección del eje duraluminio	77
Figura 3.32 Ranura de ajuste o desajuste del protector.....	78
Figura 3.33 Refrentado de la parte frontal.....	78
Figura 3.34 Desbastado y cilindrado de la parte interna del protector	79
Figura 3.35 Pre acabado de la rosca del protector.....	79
Figura 3.36 Comprobación con el medidor de paso de hilos	80
Figura 3.37 Protector de rosca terminado	80
Figura 3.38 Instalación de la rueda del tren de nariz.....	85
Figura 3.39 Partes principales del tren de nariz	92

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A:

Anteproyecto

ANEXO B:

Formatos de los planos de diseño de Plataforma rodante para cambio de neumáticos, Adaptador NLG y Protector de rosca

HOJA DE VIDA DEL GRADUANDO

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

INTRODUCCIÓN

Desde el origen de la humanidad, los seres humanos siempre han estado en constante desarrollo y evolución, buscando mejorar su calidad de vida para así satisfacer sus necesidades. Los avances tecnológicos han hecho que el mundo se modernice a pasos agigantados, gracias a los hombres y mujeres que pusieron en práctica sus ideas realizando los más grandes inventos de la historia.

Una de las mejores maravillas inventadas fueron los aviones que permitieron trasladarse a distancias lejanas en un lapso de tiempo muy corto, revolucionando así los sistemas de medios de transporte.

Desde el funcionamiento de las primeras aeronaves estas ya poseían un sistema de apoyo con ruedas las mismas que les permitía moverse en tierra al momento del despegue y del aterrizaje, este sistema formado por un brazo actuador y un par de neumáticos llegó a denominarse “Tren de aterrizaje” el mismo que cumple con una de las funciones más importantes durante la operación de una aeronave, no obstante hasta la actualidad continúa llevando el mismo nombre, pero su evolución es de una manera notable ya que ha variado en el cambio de algunas de sus partes, las cuales han sido reemplazadas por otras con mejores características de rendimiento y como en toda aeronave con el fin de reducir peso, sin embargo su principio de apoyo en tierra continúa siendo el mismo.

La tecnología ha incursionado dentro del campo de la aviación, ya que se implementaron muchos instrumentos y sistemas de vuelo relacionados directamente con los de trenes de aterrizaje, como por ejemplo en la actualidad poseen sistemas de amortiguación que ayudan a evitar que la aeronave tenga un impacto muy fuerte al momento de aterrizar; del mismo modo ha habido grandes cambios y mejoras dentro de los procedimientos de mantenimiento hacia estos sistemas.

RESUMEN

El presente proyecto inicialmente contiene fundamentos básicos que sirven como información general para docentes y estudiantes del Instituto, en cuanto se refiere al mantenimiento de trenes de aterrizaje de aeronaves y al uso de herramientas de aviación.

Posteriormente se realizó un estudio minucioso de las mejores alternativas de mantenimiento para el tren de aterrizaje de nariz de un avión Boeing 727-200, el mismo que fue donado por parte de los investigadores que realizaron este proyecto. En efecto la mejor elección fue la de ejecutar una rehabilitación parcial del tren de aterrizaje.

Una parte importante del desarrollo de este trabajo fue el diseño y construcción de una herramienta muy elemental al momento de realizar actividades de montaje y desmontaje de neumáticos del tren de aterrizaje de nariz, esta herramienta lleva como nombre “Plataforma rodante para cambio de neumáticos” la cual acompañada de una llave de tuercas ó “Adaptador NLG” cumplen con la función de remover e instalar las ruedas de un tren de aterrizaje.

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

Las herramientas construidas poseen su propio manual de operación y mantenimiento los cuales deben cumplirse a cabalidad, de manera que se puedan evitar adversidades al personal que utiliza el equipo.

Para concluir este presenta sus conclusiones y recomendaciones respectivas las cuales fueron obtenidas durante el transcurso de realización del trabajo escrito y práctico.

SUMMARY

This project initially contains basic fundamentals that serve as background information for teachers and students of the Institute, as it relates to the maintenance of aircraft landing gear and the use of aviation tools.

After that conducted a careful study of the best options for maintenance the nose landing gear of a Boeing 727-200, the same that was donated by the researchers who realized this project. In fact the best choice was to execute a partial rehabilitation of the landing gear.

An important part of this task is the design and building of a very elemental tool when making activities of mounting and dismounting tires nose landing gear, this tool is called "Rolling platform for change of tires" which together with a wash of nuts or "Adapter NLG" function to remove and install the wheels of a landing gear.

The project realized is designed at improving the academic performance of students in aviation mechanics career, with the didactic material is part of a real aircraft, where students can take classes in a much more practical and can be complemented by the theory.

The tools built have him own operating and maintenance manual which must be met fully, so that they can avoid problems with personal that operate the equipment.

To conclude this presents the findings and corresponding recommendations which were obtained during the course of making written and practical work.

CAPÍTULO I

EL TEMA

“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO DE MONTAJE Y DESMONTAJE PARA LOS NEUMÁTICOS DEL TREN DE ATERRIZAJE DE NARIZ DEL AVIÓN BOEING 727 PARA EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO”

1.1. Antecedentes

Con la misión de formar los mejores profesionales, íntegros, innovadores, competitivos y entusiastas a través del aprendizaje con logros aportando así, al desarrollo de nuestra patria, nace el 08 de noviembre de 1999, mediante Acuerdo Ministerial No. 3237 del Ministerio de Educación Pública, Cultura y Deportes, el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA), un centro académico de formación tecnológica superior regida por las leyes y reglamentos de educación superior correspondiente y registrado en el CONESUP con el número 05-003 de fecha 20 de Septiembre del 2000, el mismo que se encuentra ubicado en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Siendo el ITSA un centro de educación superior está enfocado a formar profesionales tanto civiles como militares quienes adquirirán títulos de tecnólogos en diferentes ramas de la aviación tales como: Mecánica Aeronáutica, Seguridad Aérea y Terrestre, Logística y Transporte, Electrónica. De esta manera el instituto brinda la oportunidad de ser profesionales competitivos y capaces de resolver problemas de la manera más eficiente.

Dentro del campo de la aviación hay varias ramas en las cuales debe estar inmiscuido el estudiante con el propósito de abrirse camino hacia nuevas metas que ayuden al desarrollo de la empresa y en sí de todo el país.

1.2. Justificación e importancia

Es importante que el ITSA implemente nuevos métodos de enseñanza enfocados más a la parte práctica con el propósito de optimar los conocimientos acerca de procedimientos de remoción e instalación de ruedas en los trenes de aterrizaje de aeronaves, los mismos que han sido adquiridos de forma teórica durante las horas de clase, esto con la finalidad de que el estudiante pueda entender y asimilar de una manera sencilla y didáctica; para lo cual se pondría en práctica realizando tareas de mantenimiento programadas por el docente de cada materia y que mejor si se cuenta con material didáctico tal como un tren de aterrizaje real el mismo que incorpora todas sus partes principales de funcionamiento y que actualmente se encuentra sin uso, de tal manera que pueda ser rehabilitado y que sirva como herramienta de instrucción para los docentes.

La implementación de un tren de aterrizaje de nariz y sus respectivas herramientas de mantenimiento, permitirá instruir a los alumnos en nuevos temas relacionados con el proyecto y aplicar los conocimientos teóricos obtenidos durante las horas de clase en las diferentes materias concernientes al tema, además de dotar al taller de mecánica de una herramienta más de trabajo para la ejecución de programas de mantenimiento de aeronaves.

Este proyecto además servirá para que los estudiantes de la cerrera de mecánica aeronáutica puedan demostrar y reforzar sus diferentes habilidades durante las actividades de mantenimiento tales como son la remoción e instalación de neumáticos de una aeronave por medio del uso de herramientas específicas como una plataforma rodante para cambio de neumáticos “Dolly” y una llave para desajustar la tuerca de retención de la rueda “Adaptador NLG”, esto permitirá que

el estudiante adquiera la suficiente experiencia en este tipo de actividades y que en futuro pueda desempeñarse eficientemente en el sector aeronáutico.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general:

Construir e implementar una plataforma rodante para cambio de neumáticos y sus respectivas herramientas para el montaje y desmontaje de los neumáticos del tren de aterrizaje de nariz del avión Boeing 727-200 para ser utilizado en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

1.3.2. Objetivos específicos:

- Recopilar información del procedimiento de montaje y desmontaje de neumáticos del tren de aterrizaje de nariz del avión B727-200.
- Construir la plataforma y Adaptador NLG de acuerdo a las especificaciones descritas en los manuales de mantenimiento del avión B727-200.
- Realizar las pruebas operacionales para comprobar que el proyecto realizado funcione de una manera eficiente.
- Realizar manuales de operación y mantenimiento para las herramientas construidas y para el tren de aterrizaje de nariz.
- Rehabilitar al tren de aterrizaje de nariz y aportar con nuevo material de estudio para los estudiantes de la carrera de mecánica aeronáutica.

1.4. Alcance

El presente proyecto permitirá que los estudiantes de la carrera de mecánica aeronáutica, motores y aviones puedan comprender de una manera práctica el procedimiento de montaje y desmontaje de neumáticos que se realizan durante el mantenimiento de una aeronave, y que de la misma forma ayudará a que conozcan más a profundidad los diferentes componentes y funcionamiento de un tren de aterrizaje de nariz de un avión Boeing 727-200.

Además al elaborar este trabajo, se proporcionará una ayuda técnica a personal de mantenimiento y/o estudiantes del Instituto ya que contará con un manual de operación y mantenimiento lo cual facilitará el trabajo a realizarse, siempre y cuando sigan las normas de seguridad establecidas por los manuales de mantenimiento del avión.

Es por ello que este proyecto está encaminado a facilitar la información necesaria a los estudiantes que cursan la carrera de mecánica aeronáutica y por ende a los futuros tecnólogos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades del avión Boeing 727-200¹

El Boeing 727-200 es una aeronave comercial trimotor de tamaño medio. Su primer vuelo fue en 1963 siendo el modelo más vendido hasta principios de los años 90, con un total de 1.831 aviones entregados, época en que fue sustituido por el Boeing 737. En agosto de 2006, un total de 127 Boeing 727-100 y 493 Boeing 727-200 permanecían en servicio activo.

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 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.

¹ <http://www.wikipedia.com/boeing727,la enciclopedia libre.htm>



Figura 2.1: Boeing 727-200 FAE

Fuente: [http://www.wikipedia.com/boeing727,la enciclopedia libre.htm](http://www.wikipedia.com/boeing727,la%20enciclopedia%20libre.htm)

Características generales (727-200)²

- Envergadura: 32,91 m
- Longitud: 46,69 m
- Altura del empenaje: 10,36 m
- Motores: 3 Pratt & Whitney JT8D,
- Peso máximo al despegue: 95.028 kg
- Max. Número de pasajeros: 189
- Velocidad de crucero: 907 km/h
- Altitud de crucero: 9,1 a 12,2 km
- Alcance: 4.450 km

² [http://www.wikipedia.com/boeing727,la enciclopedia libre.htm](http://www.wikipedia.com/boeing727,la%20enciclopedia%20libre.htm)

Versiones

- 727-100: Primer modelo de producción.
- 727-100C: Versión convertible pasajeros/carga.
- 727-100QC: Versión rápidamente convertible pasajeros/carga.
- 727-100QF: Versión de carga para UPS y de negocios.
- 727-200: Versión alargada del modelo 100 (6.1 m más largo).
- 727-200ADV: Versión Advence, con mayor alcance y aviónica modernizada.
- 727-200WL: Versión con winglets.
- 727-200RE: Versión Remotorizada con los motores de la serie MD80 Pratt & Wittney JT8D-217C.
- 727-200F: Versión sólo carguero.

2.1.1. Tren de aterrizaje principal B727-200³

Soporta la mayor parte del peso del avión en tierra, por lo que suele estar situado en la zona central del avión. Generalmente está formado por dos cilindros actuadores, aunque aviones más grandes suelen llevar una o dos adicionales.

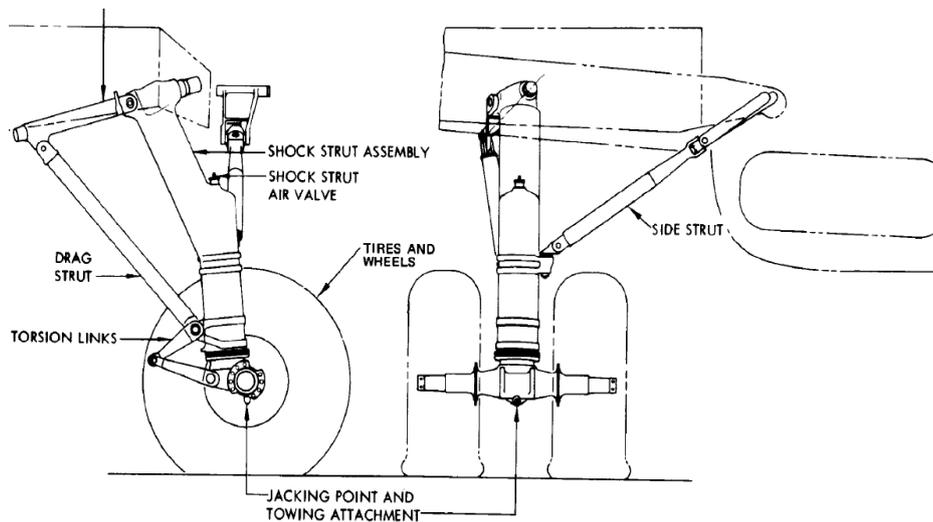


Figura 2.2: Tren de aterrizaje principal

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

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

Elementos del tren principal:

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 rudas 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.

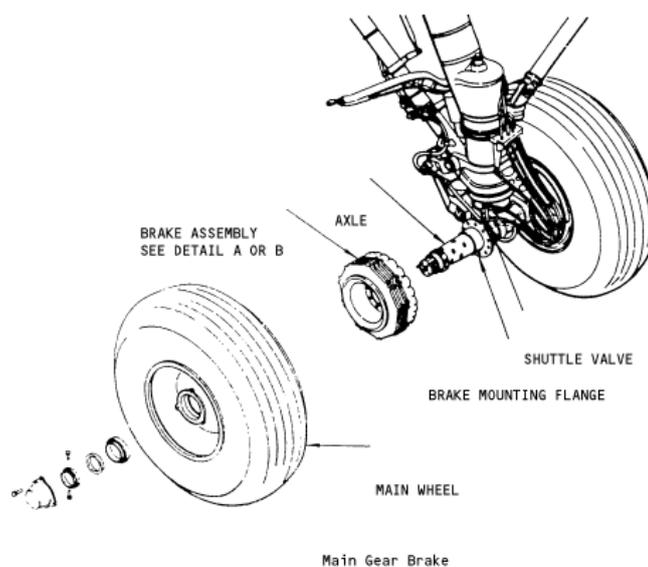


Figura 2.3 Frenos del tren de aterrizaje principal

Fuente: Manual de mantenimiento B727, ATA 32

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

- Un sistema de freno hidráulico es el medio normal de frenado y es controlado por los pedales del piloto o del primer oficial.
La presión hidráulica para los frenos del tren principal es suministrada por el sistema B.
- 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.
- 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.

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.

2.2. Tren de aterrizaje de nariz B727-200⁴

Descripción

El tren de aterrizaje de nariz soporta a 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.

Durante la extensión y retracción del tren de nariz unos pivotes localizados en el muñón giratorio el cual contiene cojinetes aseguran los soportes en la bahía de alojamiento; un brazo articulado ayuda a estabilizar el tren longitudinalmente cuando este se encuentra extendido, de tal manera que el tren lleva incorporado seguros al momento de subir o bajar.

El tren de nariz es retraído o extendido simultáneamente junto con los trenes principales cuando la palanca de control es manipulada hacia cualquiera de las dos posiciones. El tren incluye un brazo articulado de apoyo, un montante amortiguador, un brazo de torsión; una conexión mecánica y un sistema de cableado conectan al timón de dirección con los pedales de la cabina para controlar la dirección del tren cuando este se encuentra comprimido por el peso de la aeronave. Un pin de seguridad atraviesa el eje de la unión de torsión para mantener al tren de forma asegurada y poder evitar que este se retraiga al momento de encontrarse en actividades que se realizan en tierra.

La mayor parte de aeronaves tienen una línea roja de advertencia, en la puerta del tren con finalidad de dar un aviso acerca del máximo ángulo de giro que tiene el tren al momento de realizar el remolcado de la aeronave, al sobrepasar esta línea roja los daños pueden ser catastróficos ya que puede ocurrir una ruptura de la barra de tiro y por ende daños al tren de nariz.

⁴ Manual de mantenimiento Boeing 727, ATA 32

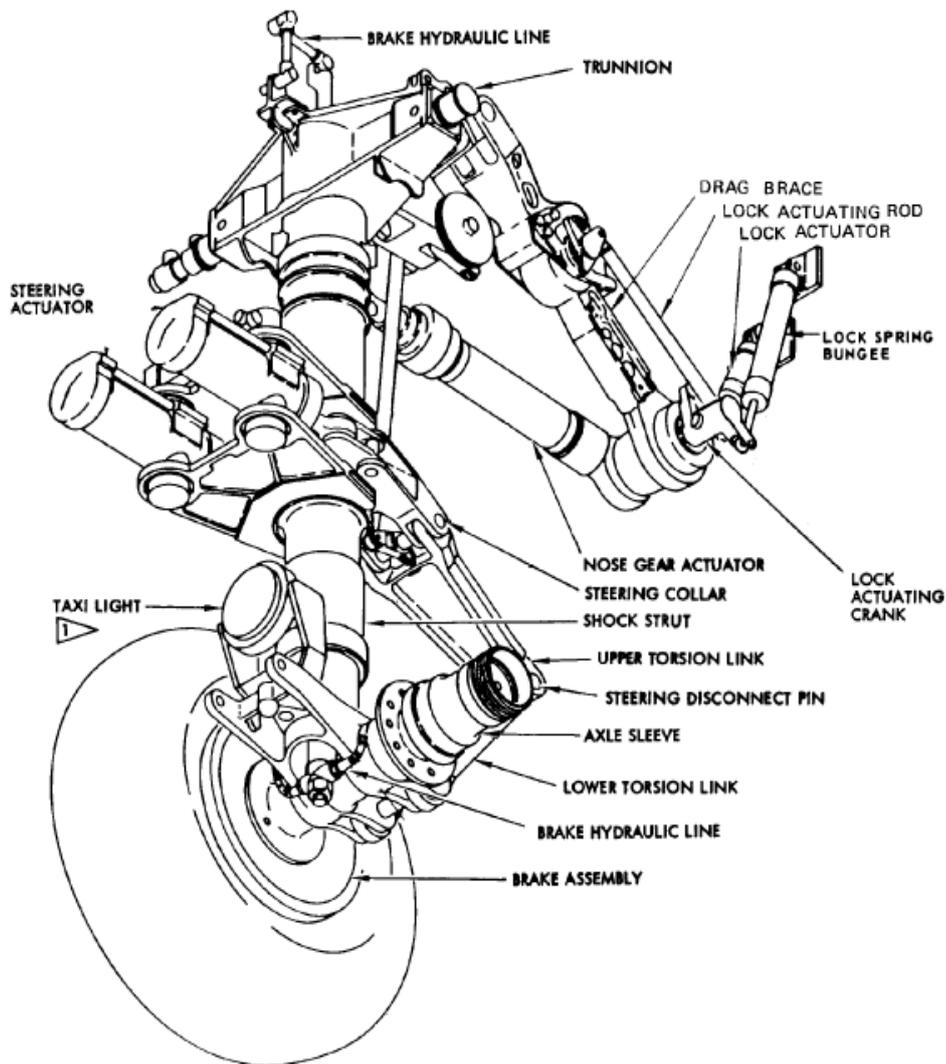


Figura 2.4: Tren de aterrizaje de nariz B727

Fuente: Manual de mantenimiento B727, ATA 32

2.2.1. Brazo de resistencia

El brazo de resistencia asegura al tren en la posición retraído o extendido, este elemento consiste de un conjunto brazos de conexión, una varilla de actuación y un centro articulado bloqueable.

Un interruptor de bloqueo opera por movimiento de la varilla de actuación que está acoplado al brazo de resistencia. Un interruptor de posición operado por una articulación del brazo de está montado sobre el eje de soporte de uniones.

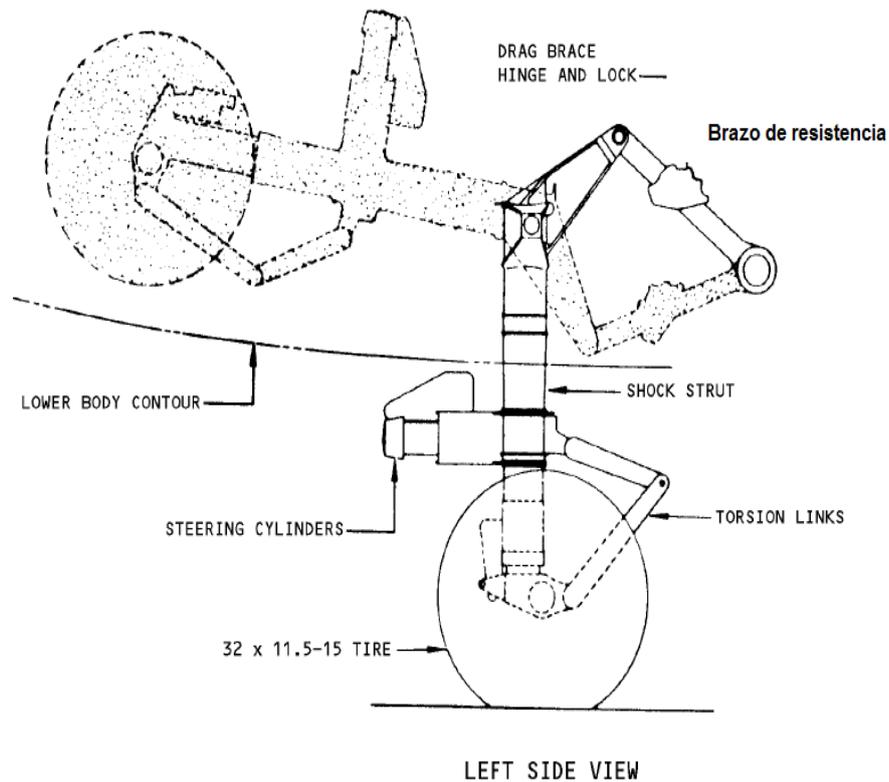


Figura 2.5: Brazo de resistencia

Fuente: Manual de mantenimiento B727, ATA 32

2.2.2. Montante amortiguador

El montante amortiguador es el soporte principal del tren de nariz, este elemento importante incluye un cilindro externo y un cilindro interno, una varilla con orificio por donde se almacena el liquido hidráulico. El montante amortiguador está acoplado a la estructura del tren de nariz por medio de muñones formando parte del cilindro exterior.

La parte superior del cilindro exterior termina en una punta tipo cono donde se acopla el brazo de resistencia. Agarraderas de doble longitud en la parte superior del cilindro proporcionan un enlace para el acople del actuador del tren de nariz. Una leva centrada en el cilindro exterior es colocada para enganchar con otra leva similar en la punta del cilindro interior, cuando el cilindro interno se extiende. El collar de la dirección es colocado en un parte alejada del cilindro exterior.

Camisas reemplazables se arman sobre los ejes para proporcionar un soporte para los cojinetes de las ruedas y proteger a los ejes de posibles daños. Dentro del cilindro interior está un mamparo acoplado por un pasador de medición para la parte baja del cilindro interno. El montante amortiguador es armado y serviciado con líquido hidráulico por la válvula de carga, el cilindro exterior contiene todo el líquido alrededor de la varilla del pistón y en un espacio entre los cilindros interior y exterior. El montante amortiguador es luego inflado con nitrógeno o aire seco a una temperatura específica y un sello entre los 2 cilindros ayuda a proteger la presión contenida y evita baje la misma.

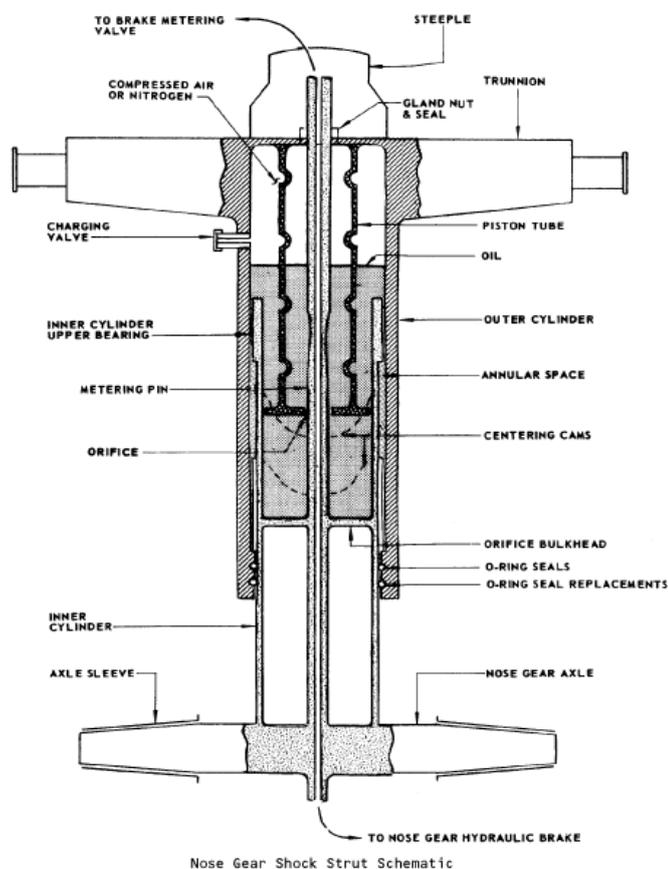


Figura 2.6: Montante amortiguador

Fuente: Manual de mantenimiento B727, ATA 32

Cuando opera, la compresión del montante amortiguador es proporcionado por el nitrógeno que se encuentra dentro del cilindro y esto hace que se produzca un efecto de estiramiento o compresión. El líquido hidráulico de la parte baja de la cámara de aceite/ aire pasa a través del orificio del pistón hacia la parte superior de la cámara.

2.2.3. Extensión y retracción

El sistema de extensión y retracción del tren de nariz sube o baja al tren cuando este lo requiera, por ejemplo durante el despegue, vuelo y el aterrizaje. El tren se retrae o extiende simultáneamente con el tren de aterrizaje principal cuando la palanca de control de los mismos se mueve hasta la posición abajo que es cuando el tren baja y se asegura. El actuador del tren está conectado entre el muñón y el brazo de resistencia delantero. Un seguro de bloqueo dirige el actuador y una palanca de mando asegura al tren en la posición superior o inferior. Una válvula restrictiva en la línea superior asegura la presión de servicio del actuador. Un cilindro de transferencia conectado entre la línea inferior y el reductor instalado en el cilindro previene la extensión del tren a la fuerza cuando este ha sido desasegurado por error. El cilindro de transferencia está montado en la bahía de almacenamiento del tren de aterrizaje. Para retraer el tren, la palanca de control es movida a la posición superior. El seguro libera al tren y el actuador se presuriza para poder extender. Al dirigir y empujar el actuador rota al muñón, esta rotación mueve al tren hacia arriba o abajo en el compartimiento.

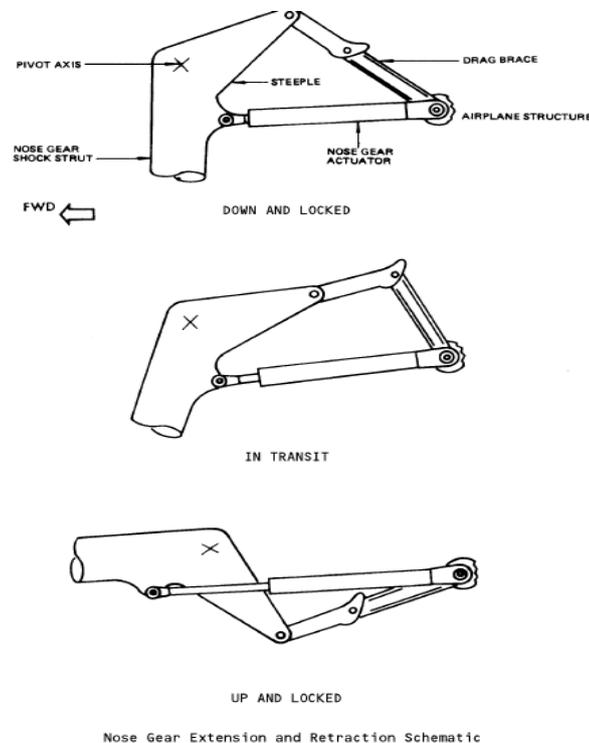


Figura 2.7: Extensión y retracción del tren de nariz

Fuente: Manual de mantenimiento B727, ATA 32

La extensión y retracción del tren principal, tren de nariz y de las compuertas es logrado por la ayuda de la energía hidráulica que entrega el sistema de la aeronave. Las puertas del tren de nariz son operadas hidráulicamente, por el contrario el patín de cola opera en su retracción y extensión de forma eléctrica dependiendo de la serie de la aeronave. Una extensión mecánica manual puede ser realizada para los trenes de aterrizaje en caso de que el sistema de energía hidráulica falle, la energía hidráulica para el tren de nariz normalmente es proporcionada por el sistema A.

Este sistema es presurizado por las bombas mecánicas las cuales son impulsadas por los motores de la aeronave. Una válvula selectora, la cual es posicionada a través de un sistema de cableado por una manija en la posición del piloto, controla la operación normal del sistema hidráulico del tren.

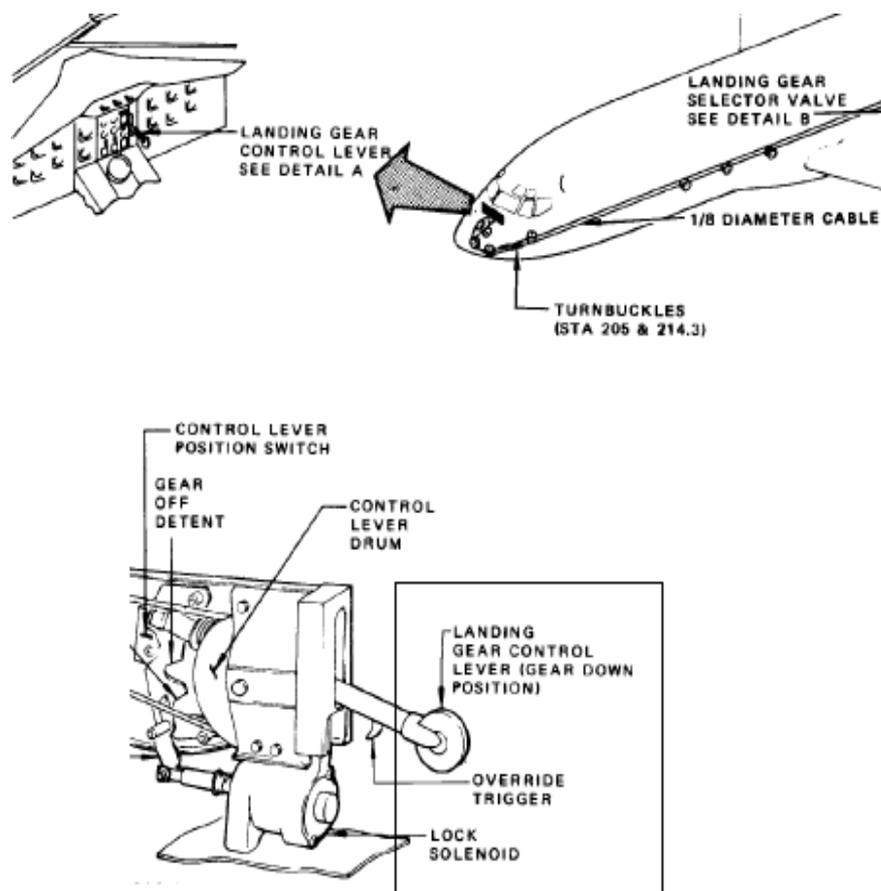


Figura 2.8: Palanca de extensión y retracción del tren

Fuente: Manual de mantenimiento B727, ATA 32

2.2.4. Sistema de extensión manual

El mecanismo de extensión manual del tren de aterrizaje de nariz consiste de dos tambores cableados, cables, un conjunto de tuercas y tornillos, una palanca, un eje segmentado y una palanca actuadora de seguridad. El mecanismo es actuado por una manivela localizada en el centro del tambor y que a su vez esta en el piso de la cabina del piloto. La manija de control del tren de aterrizaje debe encontrarse en posición neutral o abajo para prevenir un asegurado hidráulico. Girando la manivela 2.3 vueltas en sentido de las manecillas del reloj se logra la liberación y desaseguramiento del tren.

El movimiento de la palanca hacia arriba lleva consigo un eje segmentado que entra en contacto con piñones en el interior de la palanca actuadora de bloqueo, la rotación de esta palanca actuadora mueve la varilla que empuja el seguro actuador de forma que libera al tren de aterrizaje. Cuando el tren es liberado, este caerá libremente hacia la posición inferior de la aeronave. El cable y las conexiones dirigidos por el movimiento del tren, abren las puertas para permitir al tren pasar a través de ellas y luego cerrarlas después de que la bahía de alojamiento se encuentre vacía y el tren este completamente afuera y asegurado.

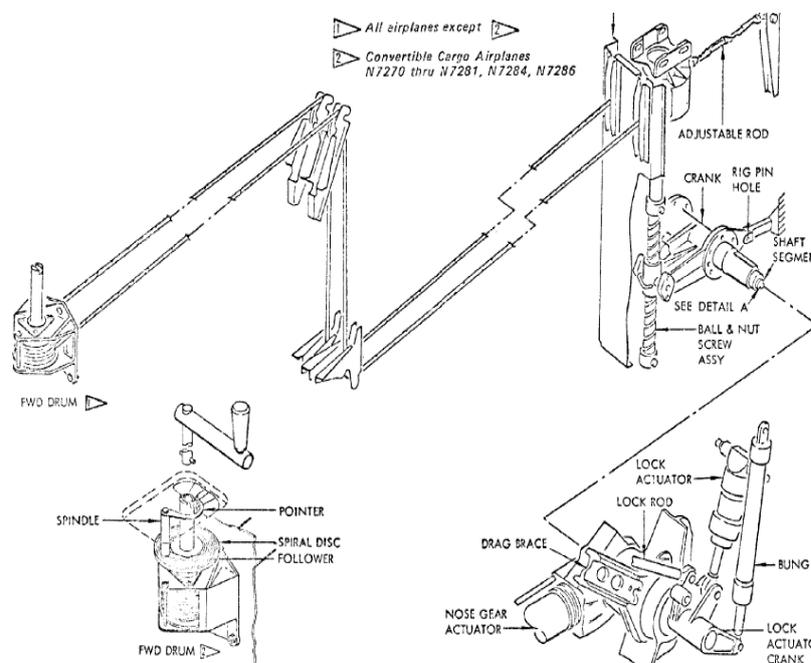


Figura 2.9: Sistema de extensión manual

Fuente: Manual de mantenimiento B727, ATA 32

2.2.5. Operación de extensión manual del tren de nariz

Seguir los siguientes pasos para desasegurar el tren de forma manual:

- Mover la palanca del tren a la posición neutral o hacia abajo.
- Colocar la manivela del tren en la mitad del tambor y girar aproximadamente 2.3 vueltas en sentido de las manecillas de reloj para liberar el seguro.
- Girar la palanca aproximadamente 5 vueltas en sentido contrario a las manecillas del reloj para asegurar el tren en la posición abajo. Remover la palanca y guardarla.

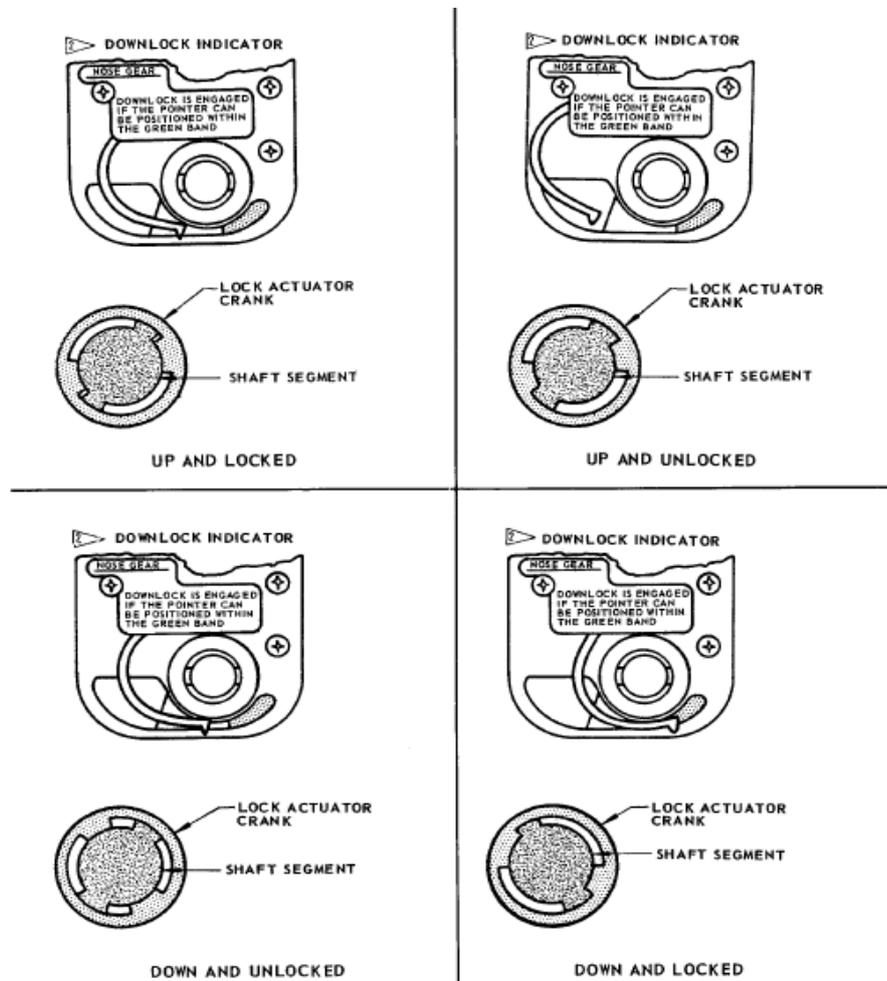


Figura 2.10: Operación de extensión manual del tren de nariz

Fuente: Manual de mantenimiento B727, ATA 32

2.2.6. Frenos

Descripción

La aeronave es soportada durante el aterrizaje, decolaje y operaciones en tierra por medio de 6 conjuntos de llantas tubulares. Cuatro se encuentran en el tren de aterrizaje principal y dos en tren de aterrizaje de nariz. Cada rueda está provista con una unidad de frenos perneados a la pestaña en el eje de la rueda. Los frenos son de tipo de disco múltiple, con portadores y disco de lineamiento, además de discos de freno rotativos.

Cada freno está provisto de con pistones los cuales actúan los frenos cuando es aplicada la presión hidráulica del sistema de frenado. Los frenos también están provistos con una combinación de resortes y ajustadores automáticos, estos ayudan a compensar la vida útil de los frenos. Para conocer el estado de los frenos, las ruedas de la aeronave se encuentran provistas por un pin de medición el cual se encarga de mostrar la medida de precaución que se debe tener para un cambio del conjunto de frenos de manera oportuna.

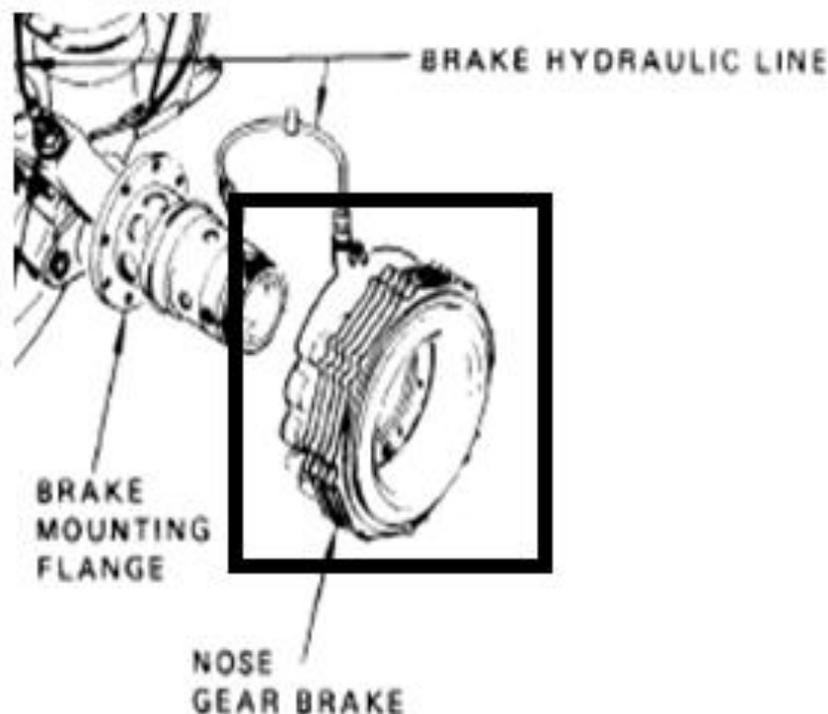


Figura 2.11: Conjunto de frenos del tren de nariz

Fuente: Manual de mantenimiento B727, ATA 32

2.2.7. Sistema antideslizante

Descripción

El sistema antideslizante previene el derrapado de la ruedas durante la manipulación de los frenos de la aeronave. La eficiencia máxima de frenado es obtenida cuando todas las ruedas están en un deslizamiento ligero o en un rango de desaceleración en un derrape miento corto.

El sistema controla electrónicamente una válvula del antideslizante para frenar variada y continuamente durante ocurre la acción.

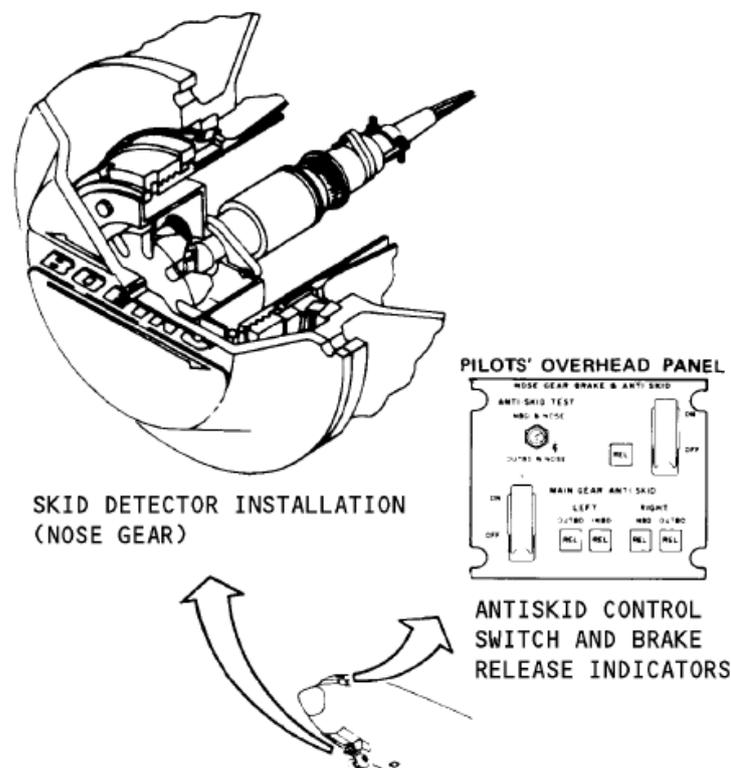


Figura 2.12: Sistema antideslizante

Fuente: Manual de mantenimiento B727, ATA 32

El sistema antideslizante controla a las ruedas individualmente, las desaceleraciones bruscas de las ruedas se controlan por medio de señales que son enviadas a la cabina por sensores, de manera que se toman acciones correctivas de las cuales es encargado el sistema, a tal punto que este medio va a

controlar la cantidad adecuada de presión para enviar al antideslizante y ayudar a frenar de manera flexible a la aeronave, para poder evitar daños en el conjunto de frenos y ruedas. El máximo frenado se obtiene bajo una variedad de condiciones de las diferentes pistas que tienen cada aeropuerto.

El sistema consiste de unos sensores de velocidad individuales para cada rueda o llamados “transductores”, un control térmico del antideslizante, dos válvulas dobles de control y una válvula simple de control del antideslizante.

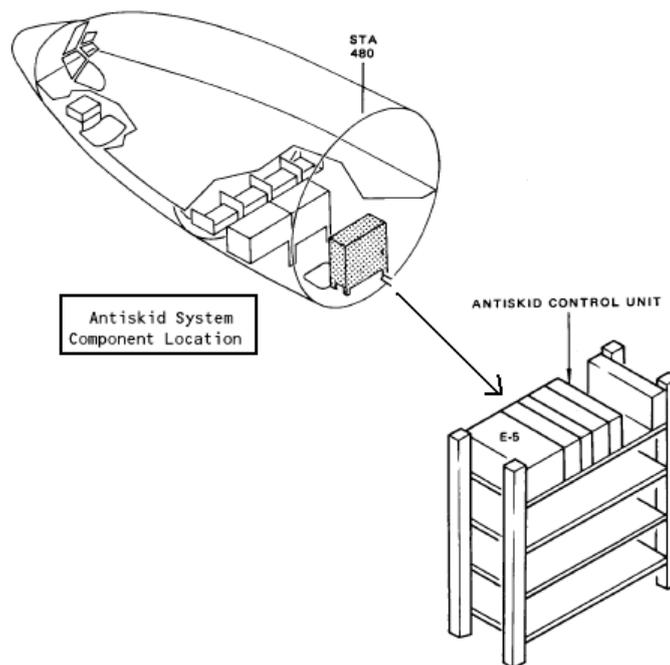


Figura 2.13: Unidad de control del antideslizante

Fuente: Manual de mantenimiento B727, ATA 32

2.2.8. Transductor

Es un dispositivo sensor de velocidad, este detiene solo una parte del movimiento, un rotor que gira dentro de un estator al que se encuentra acoplado. El estator esta acoplado firmemente al eje de cada rueda, el rotor es dirigido por el cubo protector de la rueda. El rotor tiene 50 polos u orejetas extendidas fuera de su circunferencia, el estator tiene un número igual de orejetas extendidas en su interior. El estator también tiene una bobina a su alrededor la cual está conectada

para generar un fuente de energía dc. Cuando la bobina del estator esta energizada esta llega a ser un electro magneto.

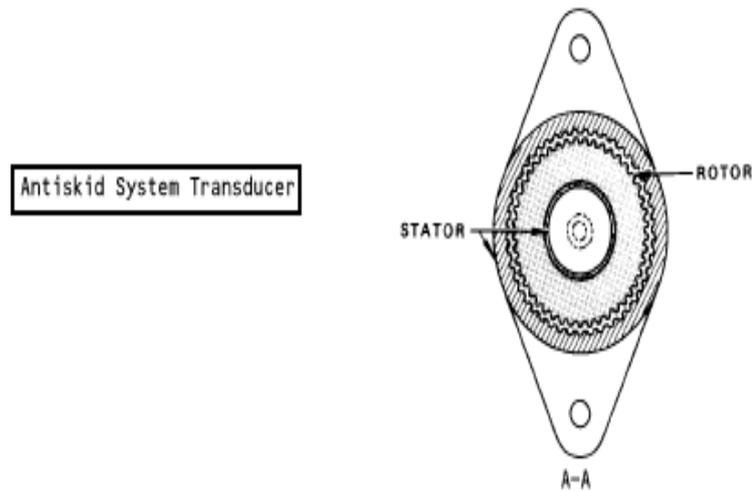


Figura 2.14: Rotor y estator del transductor

Fuente: Manual de mantenimiento B727, ATA 32

La frecuencia de voltaje generado es directamente proporcional a la velocidad rotacional de la rueda, esta señal A.C. es alimentada dentro del protector de control del antideslizante.

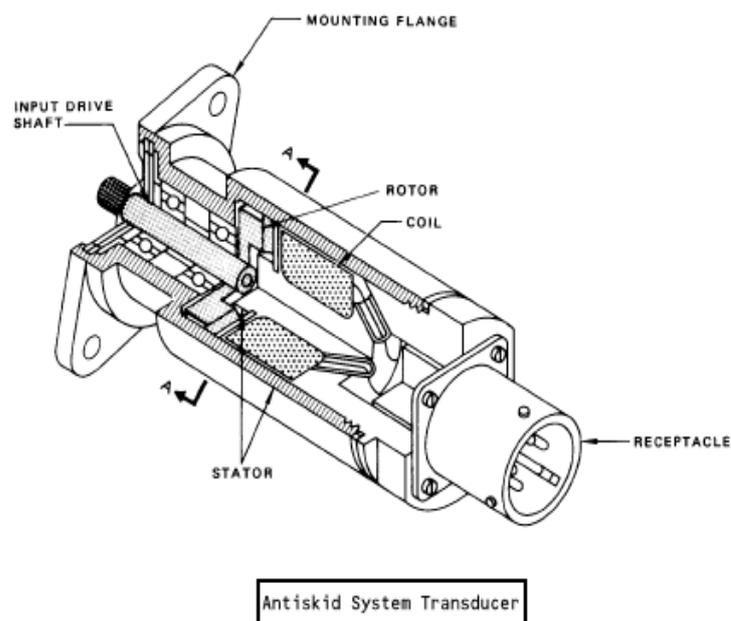


Figura 2.15: Parte interna del transductor del antideslizante

Fuente: Manual de mantenimiento B727, ATA 32

2.2.9. Sistema de freno de parqueo

Descripción

Un sistema de freno de parqueo es proporcionado para permitir detener a la aeronave al momento de estacionarse o encontrarse sin movimiento. El sistema consiste de una manija de control de freno que se encuentra en el pedestal, y de un mecanismo conectado a un trinquete en la parte inferior del compartimiento de nariz el cual bloquea al freno al momento de aplicar los frenos.

Para liberar el freno de parqueo, el piloto o el primer oficial deben aplicar completamente los pedales de los frenos y luego liberarlos para que pueda desengancharse.

Precaución:

El freno de parqueo no debe ser utilizado si la aeronave se encuentra a una velocidad elevada ya que los frenos necesitaran una alta cantidad de energía de frenado, esto puede producirse en casos de emergencia durante el descolaje o aterrizaje.

Si un frenado brusco de la aeronave ocasionara que los frenos empiece a alcanzar temperaturas extremadamente altas y se produzca fuego en las ruedas de manera que los frenos quedaran inservibles, y si solo ocurre un sobrecalentamiento es necesario que se enfríe estos con un ventilador, por un lapso de 40 a 60 minutos.

Luz de parqueo

Está localizada en el pedestal central. La luz se encuentra en un portalámparas con una tapa translúcida de color roja. Cuando el freno de parqueo está aplicado, la palanca exterior en el eje transversal opera un micro interruptor para iluminar la luz en el pedestal del piloto. La energía para la luz de parqueo es tomada de la barra de la batería de 28 voltios dc. Cuando el freno es aplicado, el micro interruptor también actúa una válvula de corte para prevenir que el freno pierda presión al retornar el fluido a través de la válvula del antideslizante.

Operación del freno de parqueo

Los frenos de parqueo son colocados por la presión de los pedales y al levantar la palanca de parqueo y luego liberando los pedales. La luz del sistema se encenderá y continuara así mientras las batería se encuentre encendida, para liberar el freno, es necesario presionar los pedales y luego liberarlos.

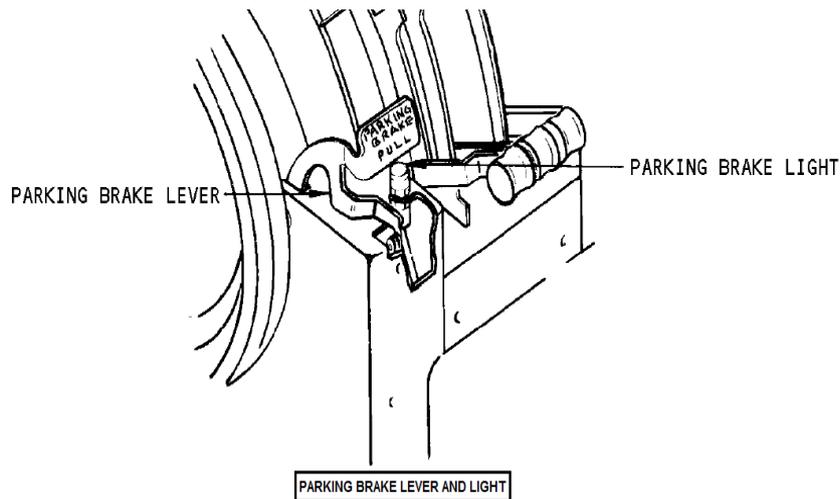


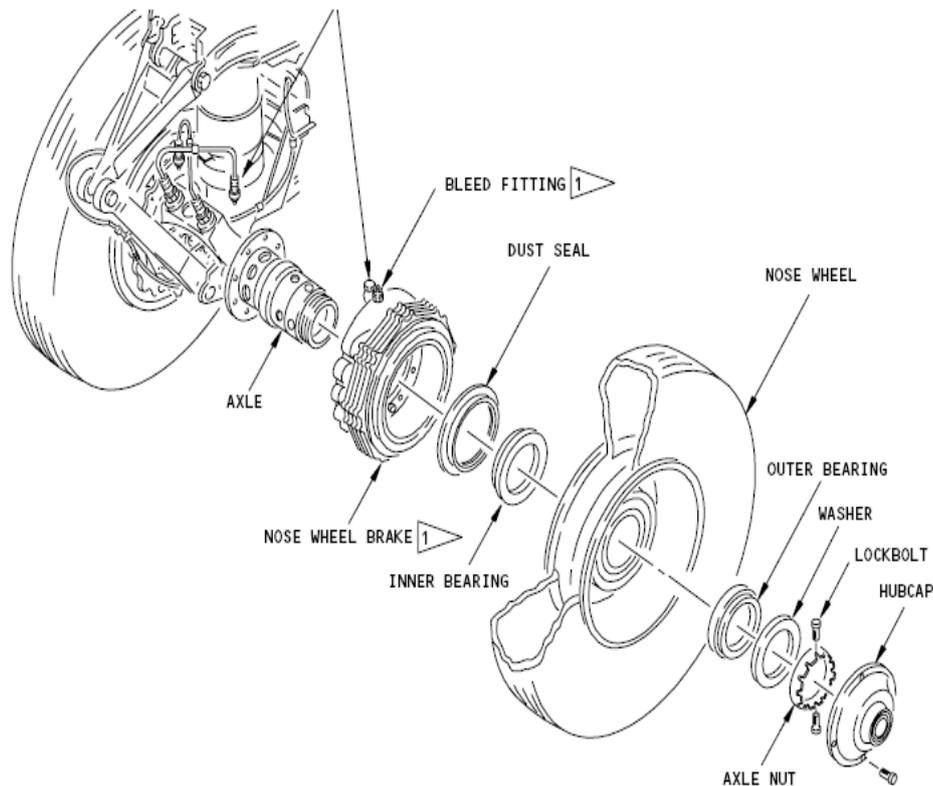
Figura 2.16: Palanca y luz parqueo

Fuente: Manual de mantenimiento B727, ATA 32

2.2.10. Neumáticos y ruedas

Descripción

Cada tren de aterrizaje (nariz y principal) está equipado con dos conjuntos de neumáticos y ruedas. El conjunto de frenos proporciona un rozamiento para absorber el calor generado por el frenado, el conjunto de neumáticos y ruedas del tren principal están diseñados y numerados de izquierda a derecha 1, 2,3 y 4 continuamente, todas las ruedas están balanceadas dinámicamente.



Nose Wheel Gear Installation

Figura 2.17: Partes de la rueda del tren de nariz

Fuente: Manual de mantenimiento B727, ATA 32

2.2.11. Ruedas del tren de nariz

Las ruedas del tren de aterrizaje de nariz es un conjunto forjado con aluminio para facilitar el montaje de los neumáticos. El borde de la superficie interior del eje de cada rueda está sellado de forma tubular por los neumáticos, una válvula de aire ubicada en la parte exterior de la rueda para permitir el inflado o desinflado de los neumáticos. Las partes medias interior y exterior de las ruedas se encuentran perneadas, y la conexión entre estas dos partes están selladas con un resorte. Un resorte ranurado para el rodamiento de los frenos multidisco esta perneado en la parte media de la rueda.

En las partes más estrechas de la ruedas se encuentran cojinetes de tipo rodillo, donde unos sellos en borde interno de la rueda protege los cojinetes de arenisca y

suciedad. Los tapacubos dirigen transductores montados en los ejes para la modulación del antideslizante de los frenos del tren de aterrizaje de nariz

Los neumáticos del tren de aterrizaje de nariz constan de las siguientes medidas:

- **32 x 11.5 – 15 Type VIII tubeless tire**

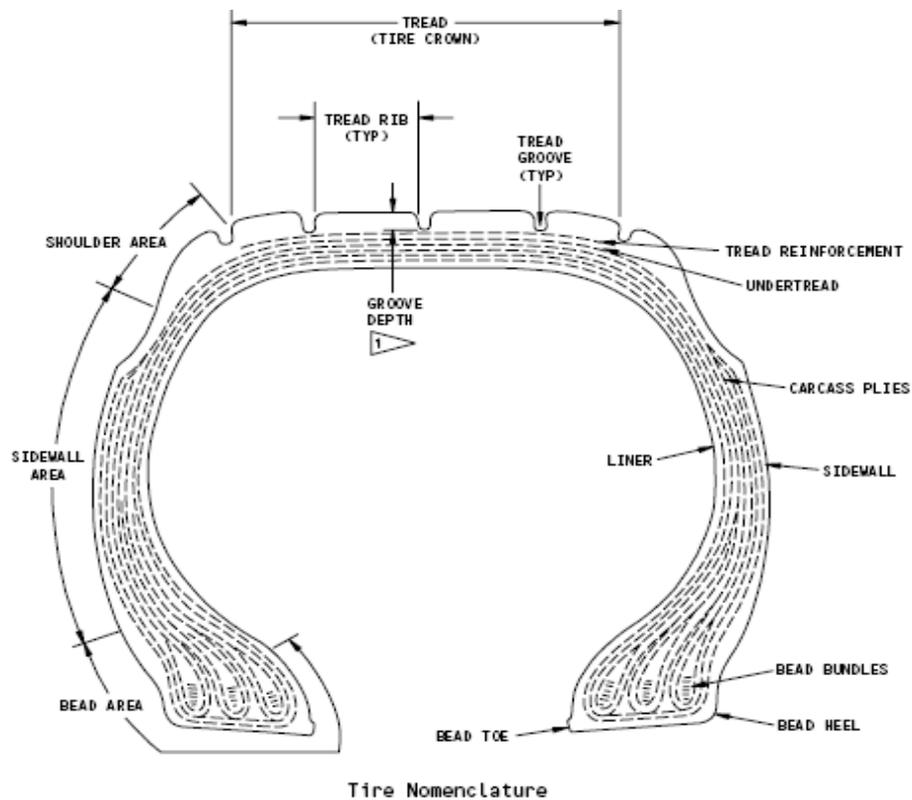


Figura 2.18: Nomenclatura del neumático del tren de nariz

Fuente: Manual de mantenimiento B727, ATA 32

2.2.12. Sistema de dirección

Descripción

El sistema de dirección es provisto para el control direccional de la aeronave durante maniobras en tierra o en el taxeo. La energía hidráulica es utilizada para ayudar a girar las ruedas del tren principal desde **0** a **78°** a cada lado. La dirección es controlada por un disco en el lado izquierdo de la cabina del piloto, y por un

mecanismo interconectado desde los pedales del timón de dirección en el cual se encuentra un resorte de carga en la posición central del mismo.

La parte dirigible de la dirección del tren de nariz puede ser desconectada desde el mecanismo de energía para liberar hasta un giro mayor de 90° cuando la aeronave es remolcada.

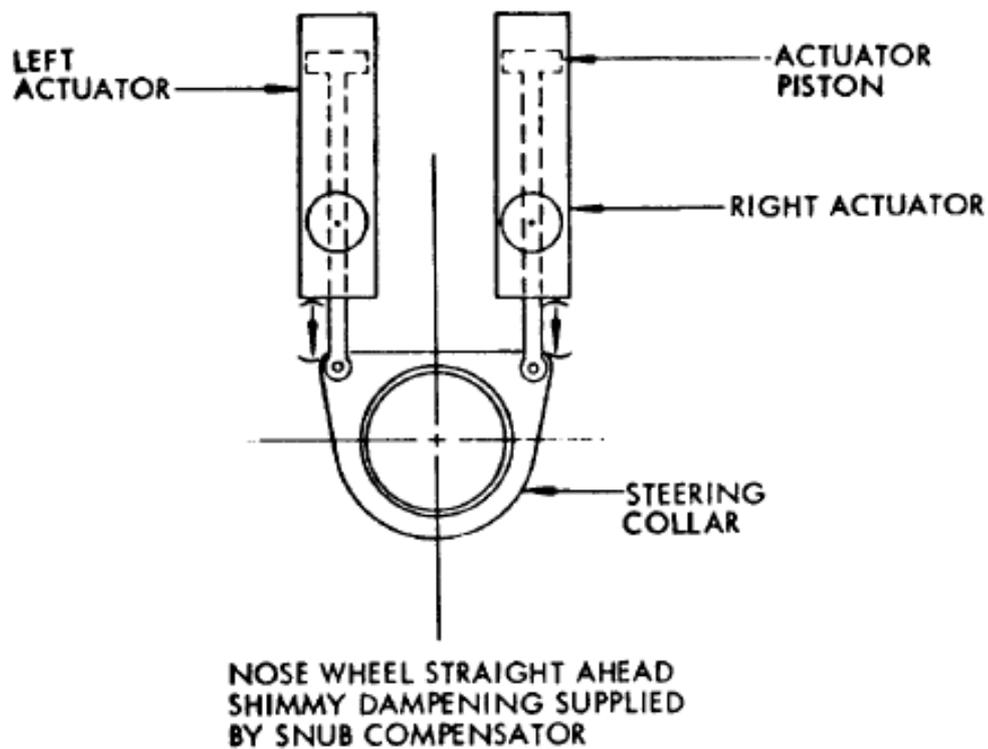


Figura 2.19: Sistema de dirección

Fuente: Manual de mantenimiento B727, ATA 32

El pedal de dirección del timón está disponible durante el despegue, aterrizaje y taxi donde se requieren pequeños cambios de dirección. La conexión del pedal del timón está conectada a la dirección por medio de cables. La deflexión completa de los pedales produce sobre $7\text{-}1/4^\circ$ de giro del tren de nariz.

En esta posición cualquier movimiento de los pedales del rudder será transmitido en control direccional de tierra del tren de nariz a través de la acción del mecanismo del pedal del rudder.

2.2.13. Válvula medidora de presión

Esta válvula es un pistón localizado en el tren de nariz. Combinada con la válvula de medición son un par de válvulas giratorias para dirigir el fluido hidráulico y lograr el giro del tren. El pistón y el conjunto tipo manga es armado para dirigir 3000 psi de fluido hidráulico a través de las válvulas giratorias hacia los actuadores de la dirección.

El movimiento del cable de control posiciona la válvula del pistón para el giro requerido. Cuando las ruedas alcanzan el ángulo de giro requerido, el pistón retorna a la posición neutral por la acción del cable de control. La rueda de la dirección debe ser girada **95°** para obtener el máximo ángulo de rotación de **78°**.

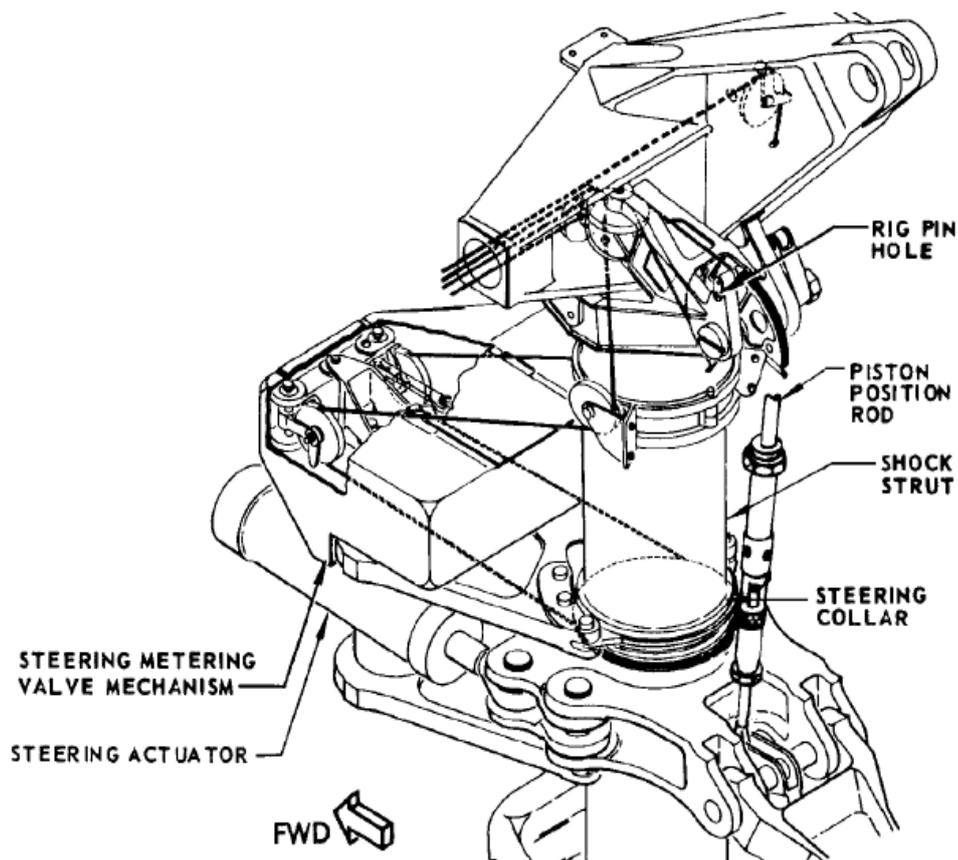


Figura 2.20: Válvula medidora de presión

Fuente: Manual de mantenimiento B727, ATA 32

2.3. Plataforma rodante para cambio de neumáticos⁵

Introducción

La invención de la presente herramienta es debido a la necesidad para empujar o halar elementos que contengan un peso muy elevado, o más específicamente un medio de transporte rodante llamado Plataforma “Dolly”, el cual emplea un mecanismo de levante por medio de dos brazos que pueden levantar pesos significativos, estos actúan de manera hidráulica por medio de actuadores que permiten reducir el esfuerzo físico de las personas que lo están operando.



Figura 2.21: Plataforma rodante para cambio de neumáticos

Fuente: <http://www.freepatentsonline.com/2502285.html>

⁵ <http://www.freepatentsonline.com/2502285.html>

2.3.1. Descripción

Mientras la invención de la Plataforma está bien adaptada para varios usos y propósitos de transporte, este es especialmente diseñado para facilitar el transporte de conjunto de ruedas o conjunto de frenos de varias maquinarias y entre estas trasladar ruedas de aeronaves desde un lugar a otro.

Su construcción es un diseño simple el cual consta de materiales de acero los cuales constituyen la mayor parte de la estructura, acompañados de actuadores hidráulicos conectados a brazos que permiten el levantamiento de objetos pesados hasta un cierto nivel, y con la ayuda de ruedas las cuales son la base principal de toda la plataforma debido a que proporcionan el movimiento de toda la estructura y su peso que lleva consigo.

La Plataforma es de manipulación fácil por lo que en la actualidad esta es una de las herramientas más utilizadas para la transportación de neumáticos de todo tipo de maquinaria tales como autos, camiones, **aviones**, además de servir para otros fines.

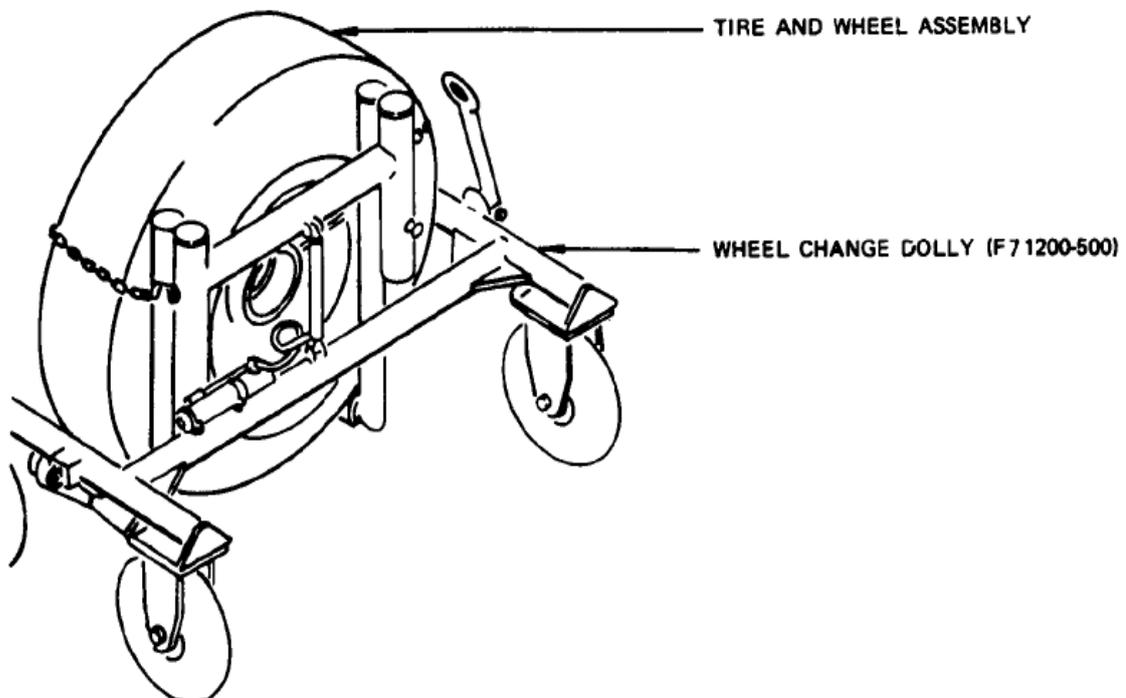


Figura 2.22: Conjunto de neumático y rueda sobre la plataforma

Fuente: Listado de equipos y herramientas ilustrado B727

2.3.2. Diseño

La presente invención de esta herramienta consiste de una serie de combinaciones y arreglos que se adaptaron a una base con ruedas móviles, elevando y bajando un mecanismo actuado por un par de brazos acoplados a la estructura de la plataforma, teniendo en cuenta que su desplazamiento tanto hacia arriba como hacia abajo tiene un límite debido a que todo depende del tamaño del cilindro acatador.

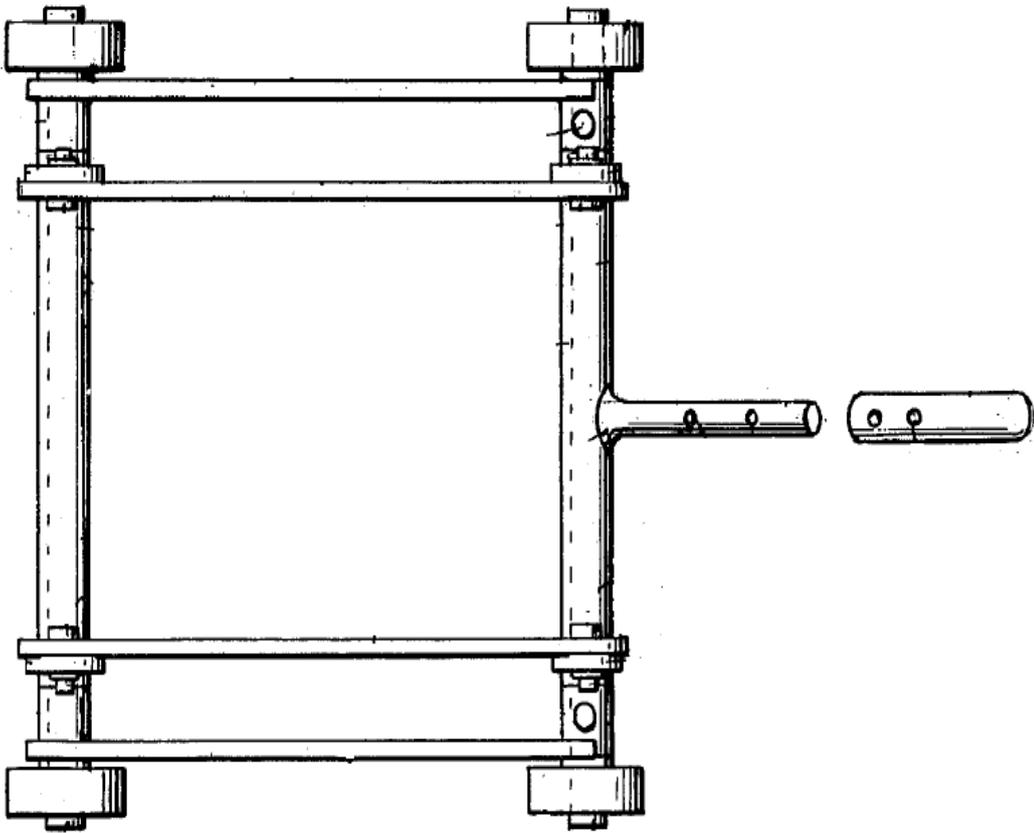


Figura 2.23: Diseño básico de una plataforma rodante para cambio de neumáticos

Fuente:

http://directory.groundsupportworldwide.com/Wheel_and_Brake_Change_Dolly

Las dimensiones de cada plataforma rodante para cambio de neumáticos son diferentes por la razón que son utilizadas en distintos tipos de neumáticos, es por eso que habrá una variación en cuanto al tamaño del cilindro actuador y en sí de toda su estructura. En consecuencia se debe tener en cuenta el peso que va a soportar la estructura debido a la diferencia de cargas con las que se va a trabajar, tales como son cuando se transporta el neumático con todo su conjunto de frenos o en el caso que solo se puede transportar al neumático.

La plataforma cuenta con una cadena de seguridad la cual permite asegurar al neumático hacia la pared de la estructura y mantenerla fija, esto al momento de ser transportado hacia un lugar donde se va a realizar una tarea de mantenimiento, al igual que la cadena hay otro medio de seguridad en el actuador el cual evita que este se contraiga al momento de colocar peso sobre la estructura.

Al momento de manipular esta herramienta es necesario leer el manual de instrucciones de uso para evitar contratiempos al momento de realizar cierta actividad, es por eso previa la construcción de esta herramienta se realiza una serie de estudios con el fin de obtener todas las medidas de seguridad necesarias para realizar cualquier tipo de trabajo.

2.4. Adaptador NLG

- Nose Gear Wheel Retaining Nut Wrench

Usado para instalar y remover la tuerca de retención de la rueda del tren de aterrizaje de nariz del avión Boeing 727-200.

2.4.1. Descripción

El adaptador de la tuerca de retención consiste de un plato o disco redondo, unas agarraderas de sujeción, pasadores de sujeción y tornillos.

Una abertura de 0.76 de pulgada se encuentra en el centro de la herramienta, para acoplar una llave de copa o un torquimetro estándar.

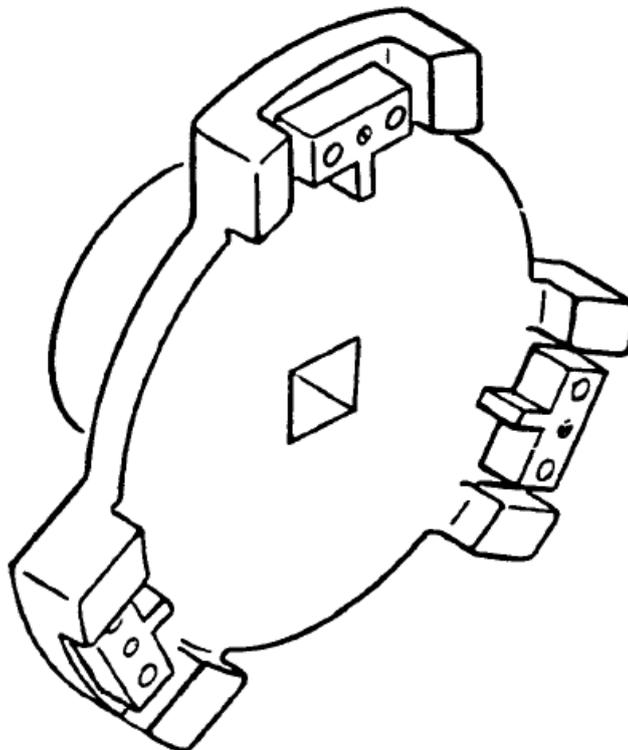


Figura 2.24: Adaptador NLG

Fuente: Listado de equipos y herramientas ilustrado B727

2.4.2. Remoción e instalación de la rueda del tren de nariz

Al momento de la remoción o instalación de las ruedas del tren de aterrizaje de nariz es importante que se emparejen estas con el fin de prevenir cualquier dificultad o un movimiento desigual de la ruedas cuando el tren esté siendo elevado por un gato hidráulico.

En lo posible, se debe instalar las ruedas del tren teniendo una presión y diámetro igual en las dos ruedas, además de estar dentro de 5/16 de pulgada y emparejar las bandas de rodadura en un mismo punto.

Para la remoción o instalación de las ruedas del tren de aterrizaje de nariz es necesario contar con una lista de materiales y herramientas.

- Plataforma rodante para cambio de neumáticos
- Adaptador NLG
- Gato hidráulico
- Torquimetro
- Grasa Aeroshell 5 ó MIL-G81322
- Protector de rosca F72913-6

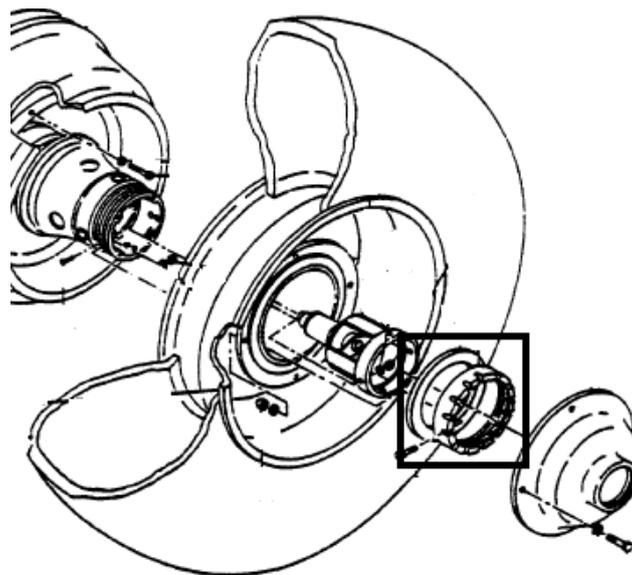


Figura 2.25: Remoción de la tuerca de retención

Fuente: Listado de equipos y herramientas ilustrado B727

2.5. Estructuras de acero⁶

2.5.1. Columnas y puntales

El término 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 límite que puede soportar este bloque se calcula experimentalmente incrementando la carga aplicada hasta que falle por fluencia.

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, fallara 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 su 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 excéntricas y/o esfuerzos residuales. Se debe recordar que los esfuerzos de

⁶ Stanley C., Robert D. "Estructuras de acero", análisis y diseño; Limusa; Grupo Noriega

pandeo se dan además del esfuerzo de compresión directo debido a las fuerzas aplicadas.

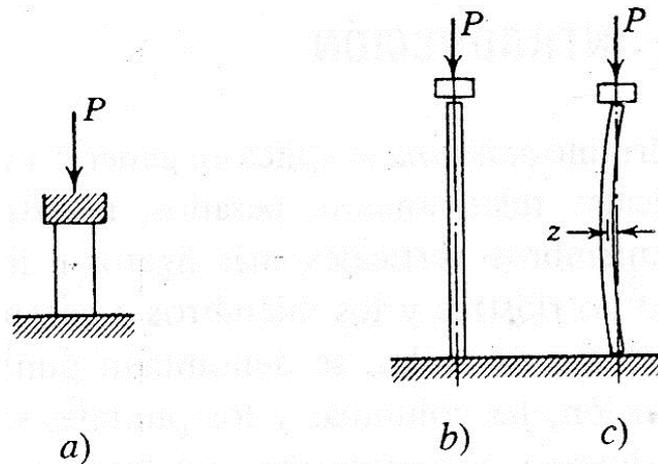


Figura 2.26: Esfuerzo de compresión

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

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.

2.5.2. Esfuerzos de pandeo

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.

En la figura representada de 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.

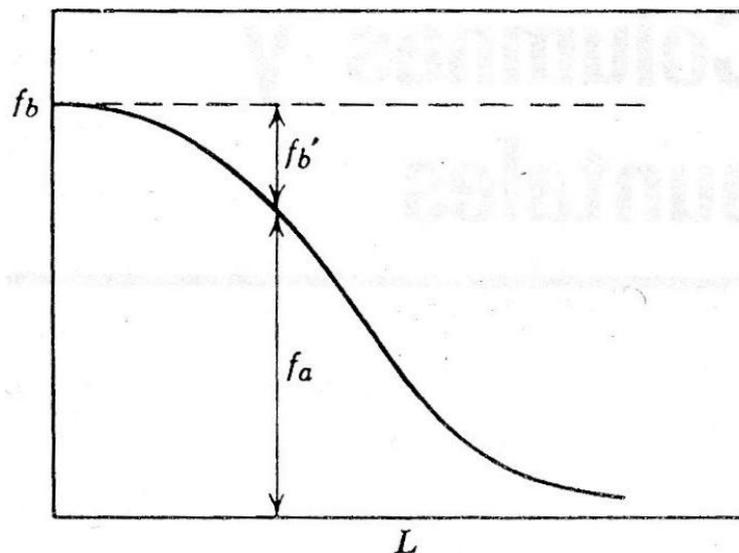


Figura 2.27: Esfuerzo de pandeo

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

2.5.3. Formas de columnas

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.

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.

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.

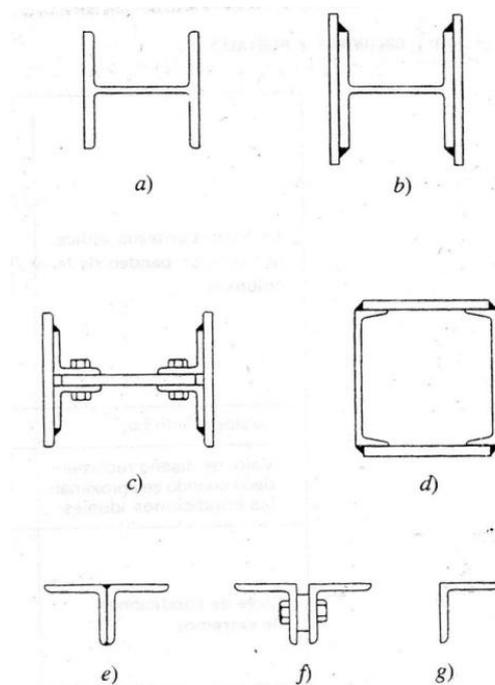


Figura 2.28: Secciones de columnas y puntales

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

En el Manual AISC se incluyen datos sobre las formas cuadradas y rectangulares de uso más frecuente. La mayoría de los tubos de acero disponibles 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.

2.6. Soldadura Mig⁷

Descripción del proceso de soldadura Mig

La soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible es un proceso en el que el arco se establece entre un electrodo de hilo continuo y la pieza a soldar, estando protegido de la atmósfera circundante por un gas inerte (proceso MIG) o por un gas activo (proceso MAG).

En la siguiente figura se indican los elementos más importantes que intervienen en el proceso:

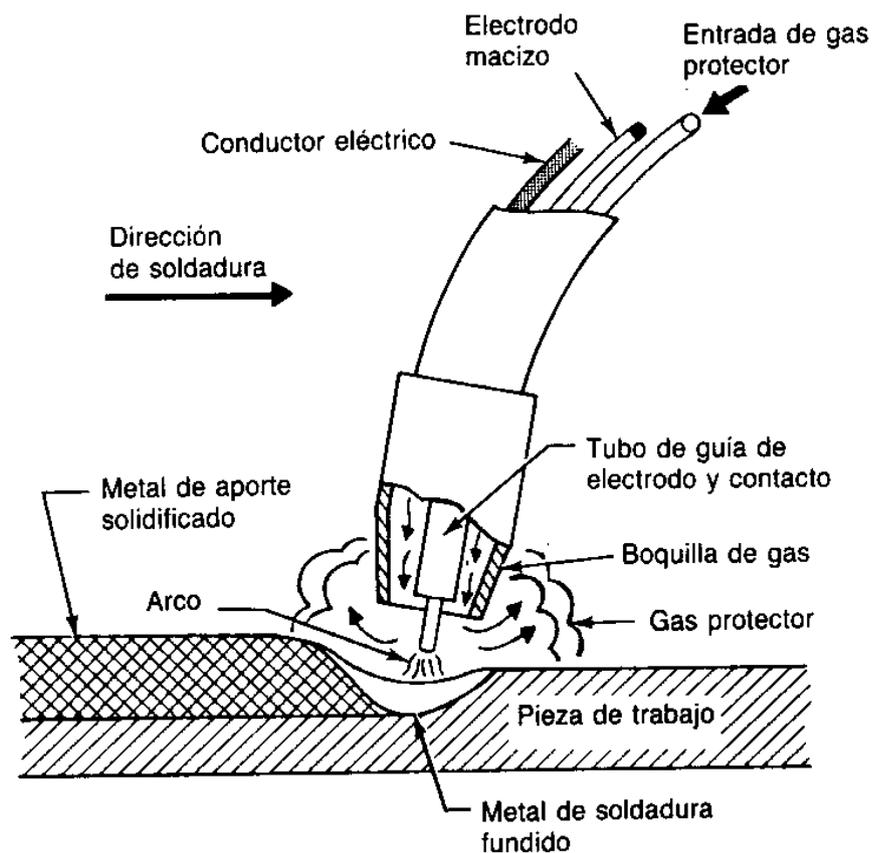


Figura 2.29: Proceso de soldadura Mig

Fuente: <http://www.sunarc.com/tecnologiaensoldadura.pdf>

⁷ <http://www.sunarc.com/tecnologiaensoldadura.pdf>

El proceso puede ser:

- **Semiautomático:** La tensión de arco, la velocidad de alimentación del hilo, la intensidad de soldadura y el caudal de gas se regulan previamente. El avance de la antorcha de soldadura se realiza manualmente.
- **Automático:** Todos los parámetros, incluso la velocidad de soldadura, se regulan previamente, y su aplicación en el proceso es de forma automática.
- **Robotizado:** Todos los parámetros de soldeo, así como las coordenadas de localización de la junta a soldar, se programan mediante una unidad específica para este fin. La soldadura la efectúa un robot al ejecutar esta programación.

Este tipo de soldadura se utiliza principalmente para soldar aceros de bajo y medio contenido de carbono, así como para soldar acero inoxidable, aluminio y otros metales no férricos y tratamientos de recargue.

Produce soldaduras de gran calidad en artículos para la industria del automóvil, calderería y recipientes a presión o estructura metálica en general, construcción de buques y un gran número de otras aplicaciones, día a día en aumento.

2.6.1. Influencia a distintos parámetros para soldar

El comportamiento del arco, la forma de transferencia del metal a través de éste, la penetración, la forma del cordón están condicionados por la conjunción de una serie de parámetros entre los que destacan:

- **Polaridad:** afecta a la forma de transferencia, penetración, velocidad de fusión del hilo. Normalmente se trabaja con polaridad inversa o positiva, es decir, la pieza al negativo y el alambre de soldadura al positivo. En este punto, es interesante comentar el hecho de que ya que los electrones

viajan del polo negativo al positivo, es este último el que se calienta más, concretamente el polo positivo se calienta un 65% más que el negativo. Esta condición podría ser particularmente útil para aquellos trabajos donde se requiera un mayor aporte térmico en la pieza que en el hilo de soldadura, lo que se conseguiría empleando la polaridad directa o negativa.

- **Tensión de arco:** este parámetro resulta determinante en la forma de transferencia del metal a la pieza, tal y como se verá en el siguiente apartado.
- **Velocidad de alimentación de hilo:** en esta técnica no se regula previamente la intensidad de soldadura, sino que es el ajuste de la velocidad de alimentación del hilo el que provoca la variación de la intensidad gracias al fenómeno de la autorregulación.
- **Naturaleza del gas:** presenta una notable influencia sobre la forma de transferencia del metal, penetración, aspecto del cordón, proyecciones,... En la siguiente figura se muestran las formas de los cordones y las penetraciones típicas de este proceso, en función del tipo de gas:

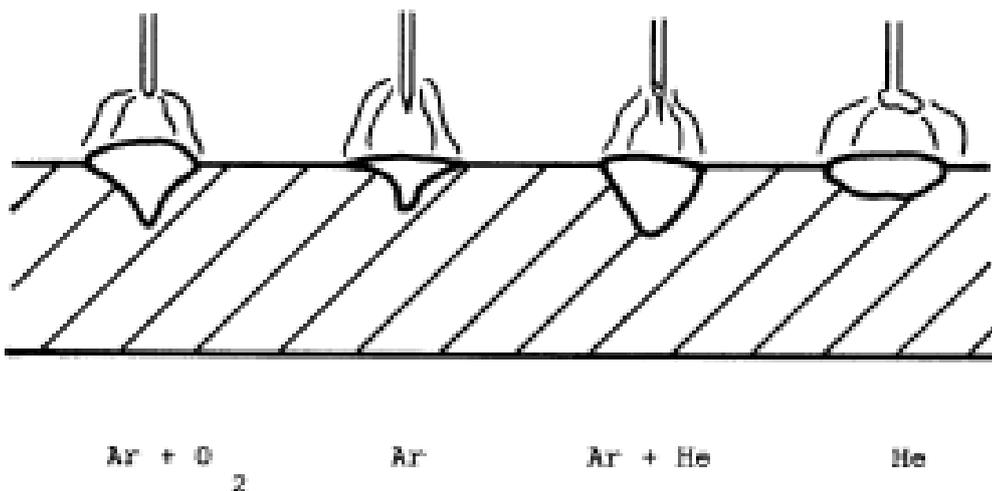


Figura 2.30: Naturaleza del gas

Fuente: <http://www.sunarc.com/tecnologiaensoldadura.pdf>

2.6.2. Hilos o alambres de soldadura

En la soldadura Mig, el electrodo consiste en un hilo macizo o tubular continuo de diámetro que oscila entre 0,8 y 1,6 mm. Los diámetros comerciales son 0,8; 1,0; 1,2; y 1,6 mm, aunque no es extraño encontrarse en grandes empresas con el empleo de diámetros diferentes a estos, y que han sido hechos fabricar a requerimiento expreso.

Se presenta enrollado por capas en bobinas de diversos tamaños. El hilo suele estar recubierto de cobre para favorecer el contacto eléctrico con la boquilla, disminuir rozamientos y protegerlo de la oxidación. No obstante, para su elección, debe tenerse en cuenta la naturaleza del gas protector, por lo que se debe seleccionar la pareja hilo-gas.

2.6.3. Gases de protección

En la soldadura Mig (Metal Inert Gas), el gas que actúa como protección es inerte, es decir, que no actúa de manera activa en el propio proceso, y por tanto, muy estable. En contrapartida, en la soldadura MAG (Metal Activ Gas), el gas de protección se comporta como un gas inerte a efectos de contaminación de la soldadura, pero, sin embargo, interviene termodinámicamente en ella. En efecto, en las zonas de alta temperatura del arco, el gas se descompone absorbiendo calor, y se recompone inmediatamente en la base del arco devolviendo esta energía en forma de calor.

De los seis gases inertes existentes (argón, helio, neón, criptón, xenón y radón) el argón es el más empleado en Europa, mientras que es el Helio el que se utiliza en Estados Unidos.

El argón puro solo se utiliza en la soldadura del aluminio, el cobre, el níquel o el titanio. Si se aplica al acero, se producen mordeduras y cordones de contorno irregular.

- **Ar + CO2:**

Se suelen utilizar estas mezclas con cantidades de dióxido de carbono que van del 15 al 25%. Con esta mezcla se consigue una mejor visibilidad del baño, un arco más suave, con menores turbulencias, un baño de fusión más frío, un mejor aspecto del cordón, menos proyecciones, y una mayor estabilidad del arco.

2.6.4. Método operatorio de la soldadura Mig

La pistola de soldadura debe mantenerse en una posición correcta para que el gas proteja de forma conveniente el baño de fusión. En este procedimiento la ejecución de la soldadura puede realizarse de derecha a izquierda o de izquierda a derecha. En el primer caso se obtiene una gran velocidad de soldadura y poco espesor de cordón, a la vez que un mejor aspecto de la obra ya ejecutada; en el segundo caso, se obtiene una soldadura en general más abultada. El movimiento de la pistola al ejecutar soldaduras planas, puede ser:

- **Movimiento lineal:** es el preferido para realizar cordones de raíz en planchas de poco espesor.
- **Movimiento circular:** es el adecuado para evitar penetraciones muy grandes cuando hay grandes separaciones entre los bordes de las chapas y deben realizarse cordones anchos.
- **Movimiento a impulsos:** el movimiento hacia adelante y hacia atrás se utiliza cuando se quiere realizar un cordón fino y, sin embargo, con una gran penetración, cuando existe pequeña separación entre los bordes a soldar; también se emplea en cordones de ángulo en los que no haya que aportar grandes cantidades de material.
- **Movimiento pendular:** es el adecuado cuando debe realizarse un cordón muy ancho. Se emplea preferentemente para realizar las últimas pasadas en las soldaduras que requieren varias de ellas. También es el más indicado en soldaduras de rincón que necesiten una gran aportación de material.

2.6.5. Equipo de protección individual EPI⁸

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.



Figura 2.31: Unidades de protección individual

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

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.

Normas de seguridad

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

⁸ <http://www.wikipedia/equiposdeproteccion>

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.

2.6.6. Corte por plasma⁹

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 si bien es cierto que no debe de atacar al electrodo ni a la pieza.



Figura 2.32: Cortadora de plasma mecánica

Fuente: 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

⁹ <http://www.sunarc.com/tecnologiaensoldadura.pdf>

calentamiento (**argón, hidrógeno, nitrógeno**), y un porta electrodos y electrodo que dependiendo del gas puede ser de tungsteno, hafnio o circonio.

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, lo cual entrega una razón de costo-beneficio mejor que el oxicorte.



Figura 2.33: Cortadora de plasma manual

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

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Preliminares

Luego de haber realizado una investigación a fondo acerca de las necesidades por las que atraviesa el instituto, se optó por la donación de un tren de aterrizaje de nariz de un avión Boeing 727-200 el mismo que se encontraba localizado en la Unidad Educativa FAE N° 5 de Latacunga.

3.1.1. Rehabilitación del tren de aterrizaje de nariz del avión B727-200

Situación actual del tren de aterrizaje de nariz

A primera vista el tren de aterrizaje se encontraba en pésimas condiciones ya que la mayoría de sus partes pequeñas estaban deterioradas en su totalidad, llegando a la conclusión que se debe realizar una rehabilitación parcial del tren de aterrizaje a fin de contribuir con nuevo material didáctico de instrucción para los estudiantes.

Reconocimiento de partes defectuosas

- El tren de aterrizaje de nariz del avión Boeing 727-200 se encontraba en la U. E. FAE N°5, al momento de encontrarse en este lugar y ver por primera vez al tren se pudo notar claramente en la condición que se encontraba

y cuáles deberían ser sus cambios a futuro. El primer paso que se dió en este proceso fue el traslado del tren hasta un lugar donde se pueda empezar con la ardua tarea de su rehabilitación, teniendo como espacio disponible en las instalaciones del instituto.



Figura 3.1: Tren de aterrizaje de nariz ubicado en la U. E. FAE N° 5

Fuente: Investigación de campo

- Al momento de divisar de mejor manera al tren de aterrizaje de nariz se puede notar claramente que hay muchas piezas en muy mal estado debido a la corrosión que se ha producido como resultado de encontrarse en un lugar al aire libre y como consecuencia se han deteriorado la mayor parte de los componentes del tren, sin embargo al momento de trasladar al tren de aterrizaje hasta las instalaciones del instituto se tomaran decisiones que ayuden a la rehabilitación del mismo.

3.1.2. Partes en mal estado:

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

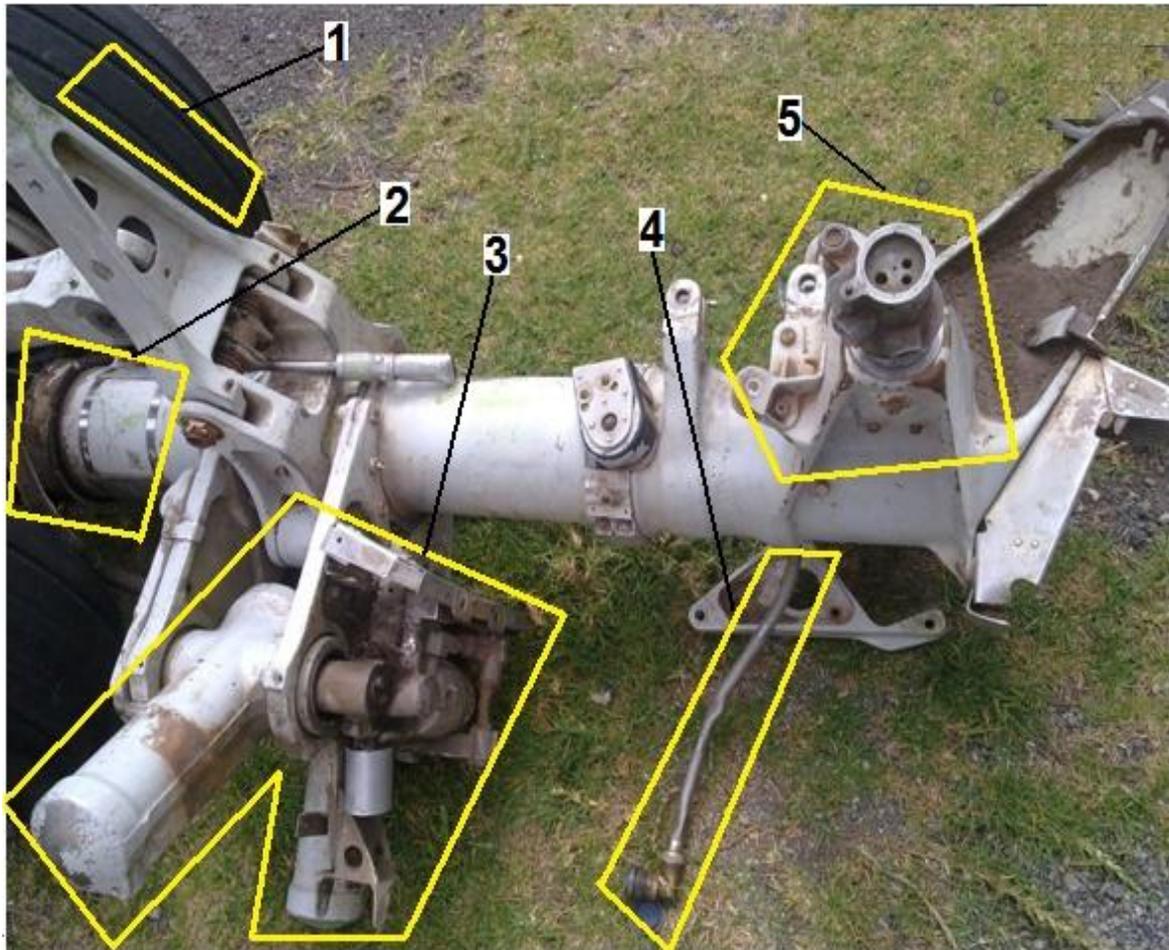


Figura 3.2: Tren de nariz ubicado en el ITSA

Fuente: Investigación de campo

- Al observar más detenidamente cada una de las partes del tren de nariz y luego de haber realizado un análisis exhaustivo, se llega a la conclusión de que hay mechas piezas en muy estado y que no pueden ser reparadas por lo que es mejor retirarlas, y luego de esto se toma la decisión de empezar con una rehabilitación parcial del tren teniendo en cuenta la mejora de sus partes principales hasta obtener resultados satisfactorios.



Figura 3.3: Piezas con mayor deterioro

Fuente: Investigación de campo

3.1.3. 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.

3.1.3.1. 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.

Listado de equipos y herramientas:

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



Figura 3.4: 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 3.5: Materiales utilizados en la rehabilitación del tren

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

3.1.4. Procedimiento

- Primero se procedió con una limpieza superficial de todo el tren empezando desde la parte superior hasta culminar con la parte de las ruedas, tratando de retirar el exceso de tierra y suciedad.



Figura 3.6: Limpieza superficial del tren de nariz

Fuente: Investigación de campo

- Luego de haber retirado una parte de suciedad se rocío al tren con una mezcla de químicos disolventes que ayuden a quitar parte de las impurezas restantes, esto se logra con la ayuda de un soplete el cual atomiza el líquido a presión ayudando a remover de mejor manera toda la suciedad.



Figura 3.7: Limpieza del tren con agente removedor

Fuente: Investigación de campo

- Utilizando un equipo de protección adecuado tales como gafas, guantes y mascarilla se procedió a aplicar el desengrasante por toda la superficie del tren, esto con el objetivo de remover la mayor parte de oxido que se encuentra acumulado en las partes de mayor tamaño.



Figura 3.8: Pulverizado con desengrasante alrededor del tren

Fuente: Investigación de campo

- Rápidamente con la ayuda de brochas y espátulas se limpió toda la superficie del tren, para luego retirar las impurezas que se han producido durante la remoción de suciedad y con el uso de agua se logró retirar mucho más rápido y dejar al tren libre de contaminaciones.



Figura 3.9: Remoción de fragmentos de suciedad

Fuente: Investigación de campo

- Para un mejor acabado se culminó con la aplicación de Thinner en las partes que han quedado con restos de suciedad, esto se logró con la ayuda de un soplete.



Figura 3.10: Pulverizado con Thinner y limpieza completa

Fuente: Investigación de campo

- Al final luego de haber realizado una limpieza absoluta de todo el tren de aterrizaje se procedió a cubrirlo con un fondo anticorrosivo, dejando secar por un tiempo y luego se continúa con la pintura que en este caso se utilizara pintura sintética automotriz.



Figura 3.11: Pintado del tren de aterrizaje de nariz

Fuente: Investigación de campo

3.2. Construcción de la plataforma rodante para cambio de neumáticos y adaptador NLG para el tren de aterrizaje de nariz del avión B727-200

3.2.1. Preliminares

Dentro del campo de la aviación no basta solo la fuerza humana del hombre y es por eso que hay muchas actividades que deben ser realizadas con la ayuda de maquinarias y/o herramientas las cuales disminuyen la dificultad de hacer un trabajo.

Es por eso que se ha realizado herramientas de montaje y desmontaje de neumáticos para el tren de aterrizaje de nariz del avión Boeing 727-200, llamado Plataforma rodante para cambio de neumáticos y Adaptador NLG. La plataforma disminuye considerablemente el esfuerzo físico que realizan las personas al momento de montar y desmontar un neumático en una aeronave, y es por eso que en la mayor parte de compañías aéreas optan por tener esta herramienta tan indispensable que es de uso diario.

3.2.2. Diseño

El diseño que se empleó se logró gracias a la ayuda de varios manuales de mantenimiento de aeronaves de los cuales solo se escogió 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.

El diseño de la Plataforma rodante para cambio de neumáticos y Adaptador NLG se logró gracias a la ayuda de un programa informático como Autocad, siendo el encargado de realizar los planos de diseño y el cuerpo en tres dimensiones de todas estas herramientas.

- **El formato de los diseños se encuentran en el ANEXO B**

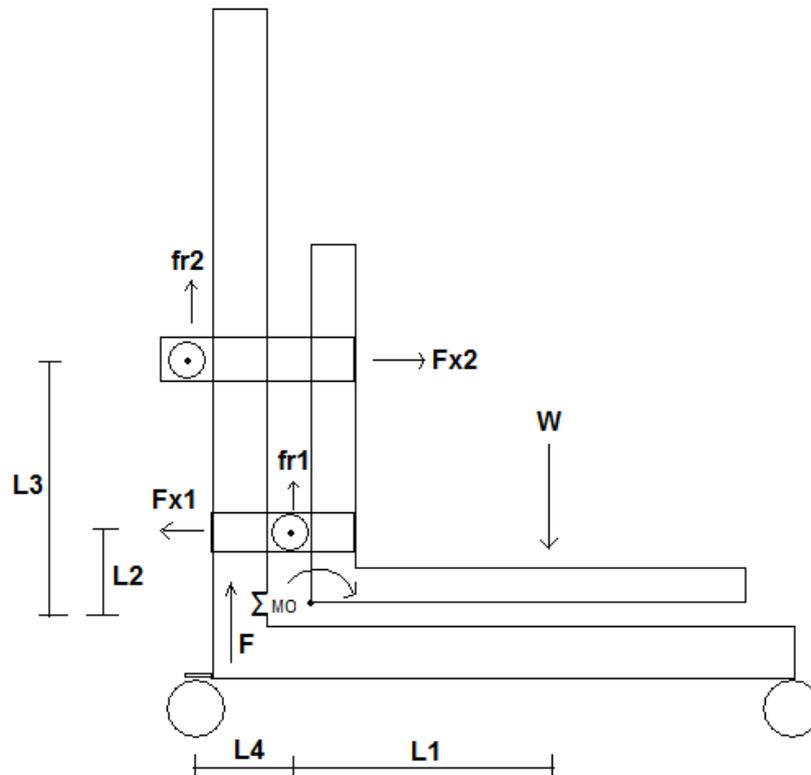
3.3. Cálculos estructurales

Tabla 3.1 Cálculos estructurales

$L_1=25\text{cm}$	Donde:
$L_2=7\text{cm}$	$A_c=$ área del tubo de 1 ¼ de pulg
$L_3=33\text{cm}$	$f_r =$ fuerza de rozamiento
$L_4=10\text{cm}$	$W=$ peso
$D_{e_c}=3.2\text{cm}$	$L=$ longitud
$D_{i_c}=2.9\text{cm}$	$C_r=$ coeficiente de rozamiento
$D_p=1.2\text{cm}$	$b_p=$ base de platina
$W=150\text{ kg}$	$h_p=$ altura de la platina
$b_p=0.6\text{cm}$	$\sigma_t=$ resistencia a la tracción
$h_p=5\text{cm}$	$\tau_c=$ resistencia al corte
$\sigma_c=1800\text{ kg/cm}^2$	$\sigma_f=$ resistencia a la flexión
$\sigma_c=1600\text{ kg/cm}^2$	$\sigma_c=$ resistencia dada por catalogo
	$A_p=$ área del perno

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Fausto Ulquiango



Desarrollo

Se realiza una sumatoria de fuerzas y momentos en un momento de inercia para determinar las fuerzas que actúan sobre las platinas y rodillos de la estructura.

$$\sum M_0 = 0$$

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$WL_1 + FL_4 + Fx_1L_2 - Fx_2L_3 = 0$$

$$Fx_2 - Fx_1 = 0$$

$$F - W - 2fr_{1,2} = 0$$

$$Fx_2 = Fx_1$$

$$F = W + 2fr_{1,2}$$

$$0 = F - W - 2WCr_{1,2}$$

$$WL_1 + FL_4 + Fx(L_2 - L_3) = 0$$

$$Fx = \frac{-WL_1 - FL_4}{L_2 - L_3}$$

$$Fx = \frac{-WL_1 - L_4(W + 2WCr_{1,2})}{L_2 - L_3}$$

$$Fx = \frac{-150(25) - 10(150 + 2 \times 150 \times 0.5)}{7 - 33}$$

$$Fx = 260 \text{ Kg}$$

Debido a que las fuerzas que actúan en estos puntos son iguales, se toma como una sola fuerza **Fx** la cual servirá para conocer la resistencia a la tracción, al corte y la flexión que pueden sufrir estos materiales.

- Se calcula la resistencia a la tracción que soportara las platinas de acero al aplicar una carga de 150 kg en la parte móvil de la estructura.

$$\sigma_{te} = \frac{Fx}{2A} = \frac{260}{2 \times 0.6} \text{ (5)}$$

$$\sigma_{te} = 43 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{tc} \gg \sigma_{te}$$

- En este punto se calcula la resistencia al corte que soportara los pernos de ¼ pulg que atraviesan los rodillos de nylon, en el supuesto caso de que se cizallen en sus extremos.

$$\tau_{c_e} = \frac{Fx}{2A_p} = \frac{260}{2\pi r^2} = \frac{260}{2\pi(0.6)^2} = 115 \text{ kg/cm}^2$$

$$\tau_{c_c} \gg \tau_{c_e}$$

- Se calcula la resistencia a la flexión que soportara los tubos de acero de la parte móvil de la estructura donde se aplicara directamente la carga de 150 kg (rueda del tren de aterrizaje).

$$\sigma_{f_e} = \frac{W}{2A_c} = \frac{W}{2(A_{ex_c} - A_{in_c})} = \frac{W}{2[\pi 1.6^2 - \pi(1.45)^2]} = \frac{150}{2(1.44)} = 52 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{f_c} \gg \sigma_{f_e}$$

- Luego de haber realizado cada uno de los cálculos se puede asegurar que los materiales utilizados en la construcción de la estructura soportaran la carga de 150 kg, además se realizó una comparación entre la resistencia del material dada por catálogo y la resistencia calculada por lo tanto se puede confirmar que la estructura está bien construida.

3.4. Construcción de la Plataforma rodante para cambio de neumáticos

3.4.1. Equipos y herramientas

- Suelda MIG
- Plasma
- Tronzadora o disco de corte
- Escuadras
- Torno
- Pulidora
- Amoladora
- Taladro
- Llaves
- Compresor
- Soplete

3.4.2. Materiales

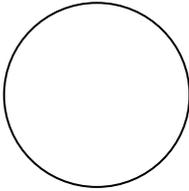
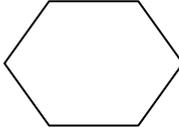
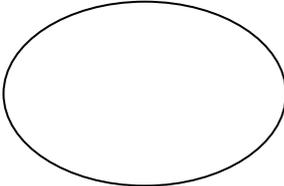
Se utilizaron los siguientes materiales:

- Tubo cuadrado de acero ASTM A500 de 10x10 cm y 3mm de espesor
- Tubo cuadrado de acero ASTM A500 de 2x2 pulg y 3mm de espesor
- Tubo rectangular de acero ASTM A500 de 3x7 cm y 3mm de espesor
- Platinas de acero ASTM A36 de 5x15 cm y 6mm de espesor
- Platinas de acero ASTM A36 de 5x20 cm y 6mm de espesor
- Tubo cilíndrico de acero ASTM A500 de 1 ^¼ pulg de diámetro y 3mm de espesor
- Tubos cilíndricos de acero ASTM A500 de 2 pulg de diámetro y 3mm de espesor
- Perfil C A500 de 10x5 cm y 3mm de espesor
- Rodillos de nylon
- Ruedas giratorias
- Pernos de acero de 1/4 pulg

3.5. Simbología del proceso de construcción

Para la construcción de la Plataforma rodante para cambio de neumáticos debemos considerar que existen varios lineamientos que cumplir, así que la construcción será solo el cumplimiento de los parámetros de diseño según sea el caso, de manera que desempeñando todos estos puntos se ha diseñado un diagrama de proceso según la siguiente tabla:

Tabla 3.2: Simbología del proceso de construcción

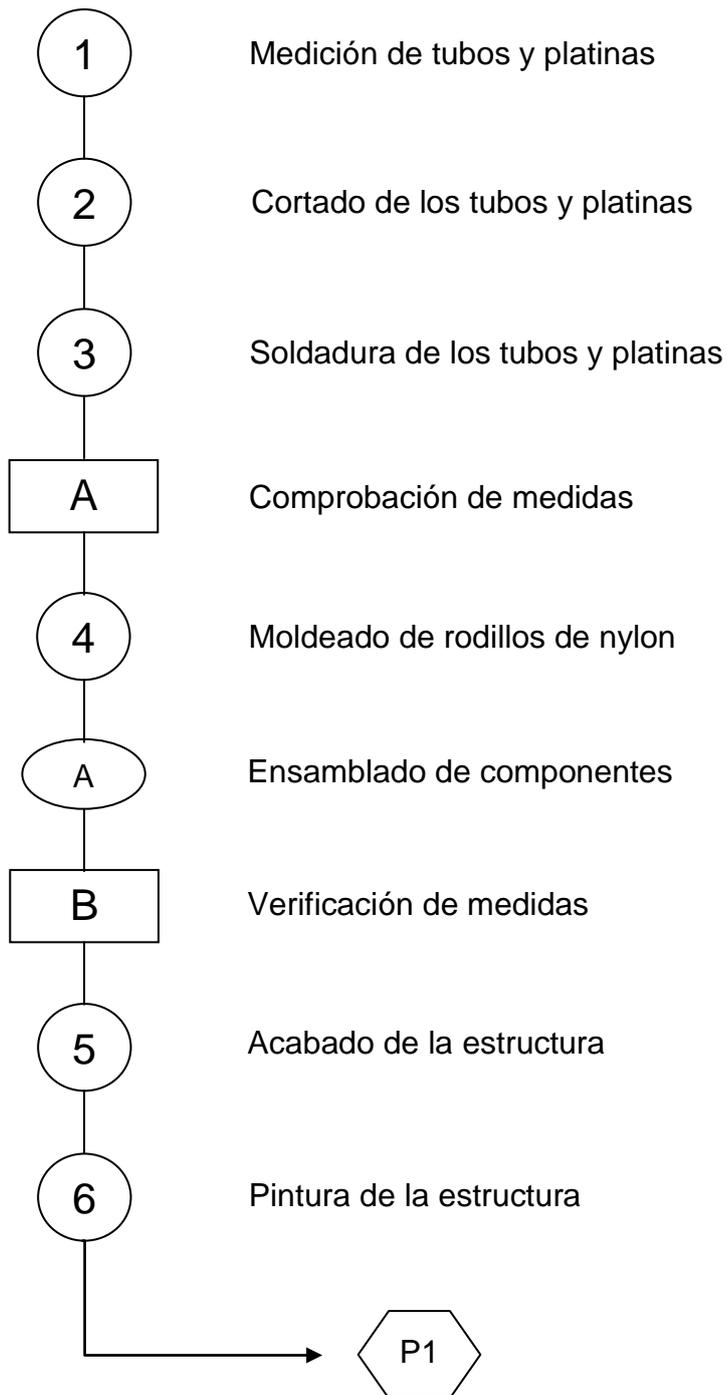
Número	Símbolo	Significado
1		Proceso
2		Inspección
3		Procesos terminados
4		Ensamblaje

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Fausto Ulquiango

Plataforma rodante para cambio de neumáticos

La plataforma es construida con tubos de acero ASTM A500 y A36 bajo las especificaciones del diseño de los planos según el diagrama de proceso descrito a continuación:



3.6. Procedimiento

3.6.1. Soporte de la estructura

- El material utilizado para la construcción del trabajo fue tubos cilíndricos y cuadrados de acero A500, A36. El primer paso que se llevó a cabo fue medir y cortar los tubos los cuales servirían como base de la estructura, esto se dio con la ayuda del disco de corte.



Figura 3.12: Medición y corte de tubos de acero

Fuente: Investigación de campo

- La soldadura de las piezas se realizó con material de buena calidad, para lo cual se utilizó una soldadora Mig la misma que suelda por medio de una reacción química que se produce al contacto de la varilla de acero con los tubos de acero.



Figura 3.13: Soldadora Mig

Fuente: Investigación de campo

- Luego de haber cortado varios segmentos de tubos cilindros y cuadrados, se procedió a encuadrarlos utilizando escuadras de precisión y una vez alineados todos los tubos se los soldó con la ayuda de la soldadora Mig.



Figura 3.14: Base para la estructura de la plataforma

Fuente: Investigación de campo

- Previamente a continuar con el montaje del resto de la estructura, se procedió a realizar los rodillos de nylon los cuales servirían para que una parte de la estructura se deslice hacia arriba y abajo, esto se lo realizó ubicando un segmento de nylon en el torno.



Figura 3.15: Moldeado de rodillos de nylon

Fuente: Investigación de campo

- Continuando con el montaje de las piezas de la estructura, se procedió a cortar los tubos cuadrados de 2 pulg y el perfil C los mismos que serán soldados para formar la parte deslizante de la estructura.



Figura 3.16: Corte de tubos cuadrados de 2 pulg y perfil C

Fuente: Investigación de campo

3.6.2. Ensamblado de la estructura

- Una vez terminadas la parte fija y la parte móvil de la estructura se procedió a montarlas y unir las definitivamente, para esto se colocó los rodillos de nylon entre las dos partes y para asegurarlas a estas se las unió por medio de platinas y pernos en sus costados.



Figura 3.17: Montaje de la parte fija y móvil de la estructura

Fuente: Investigación de campo

- Después de ya haber unido las dos partes se procedió a soldar los tubos cilíndricos de 1 ½ pulg los mismos que servirán como brazos de apoyo para poder levantar a la rueda del avión, además se soldó las platinas que recubrirán a las rudas de las estructura.



Figura 3.18: Soldadura de tubos cilíndricos de 1 ½ pulg y platinas

Fuente: Investigación de campo

- Para dar el apoyo de la estructura se instaló ruedas giratorias las cuales facilitaran el desplazamiento de la plataforma de un lugar a otro con un esfuerzo mínimo, además se rellenó las partes huecas de la estructura con piezas pequeñas realizadas por corte de plasma.



Figura 3.19: Montaje de ruedas giratorias y relleno de partes huecas

Fuente: Investigación de campo

3.6.3. Acabado de la estructura

- El acabado de la estructura fue de gran importancia por lo que se realizó un pulido de cada una de las partes que fueron soldadas, y con la ayuda de una amoladora se retiró los excesos de suelda hasta obtener una superficie lisa y de buena apariencia.



Figura 3.20: Acabado de la estructura

Fuente: Investigación de campo

- Posteriormente se dio paso a realizar una prueba sencilla en la cual se colocó sobre la plataforma un neumático de un auto, esto con el fin de comprobar si el gato hidráulico que se acopló a la estructura era el apropiado para el levantamiento de ruedas de aeronaves.



Figura 3.21: Prueba de la estructura de la plataforma

Fuente: Investigación de campo

3.6.4. Pintura de la estructura

- Después de haber culminado con todas las soldaduras y pruebas se procedió a al pintado de la estructura teniendo en cuenta que esta debía contener un fondo, por consiguiente se pintó la plataforma con un fondo anticorrosivo gris.



Figura 3.22: Pintado de la plataforma con fondo anticorrosivo

Fuente: Investigación de campo

- Finalmente se dio un acabado con pintura con pintura sintética automotriz amarillo Caterpillar, para luego obtener una estructura totalmente terminada y de buena apariencia.



Figura 3.23 Pintado de la plataforma con pintura sintética y su terminado

Fuente: Investigación de campo

3.7. Construcción del adaptador NLG y protector de rosca

- Para la construcción del adaptador NLG y del protector de rosca no fue necesario realizar cálculos estructurales debido a que el adaptador sería construido a partir de una fundición en bronce fosforoso Br-14y el protector construido con aluminio, sin embargo se tuvieron en cuenta las propiedades físicas y técnicas que posee cada material.

Características del bronce fosforoso

Tabla 3.3 Características del bronce fosforoso

Calidad	Composición	Normas	Aplicaciones
Br-14	Cu....87 a 89% Sn....11 a 13% Cu....80% Sn....10% Sb....9% P....1%	UNE 37103C-130 DIN 1705 Gc Cu Sn 12 ASTM C-907000 C-90800 C-92500 UNI 7013 Gc Cu Sn 12	Bronce fosforoso fabricado con materiales de primera calidad recomendado para piezas que soportan grandes cargas así como piezas de mucho desgaste. Se utiliza para la fabricación de ruedas dentadas, coronas de tornillos, elementos hidráulicos de alta presión, etc.

Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Fausto Ulquiango

Características del duraluminio

Es una aleación de aluminio con una base de magnesio, es un metal liviano, pero muy duro; tiene la aleación en la proporción de:

- 2,5 a 5% de cobre
- 0,5 a 4% de magnesio
- 4 a 6% de zinc con silicio, hierro

- 0,1 % de titanio

El duraluminio se corroe más que otras aleaciones, motivo por el cual se recubren ambas caras de la chapa de duraluminio con otras de aluminio. En estas condiciones se lo utiliza mucho en aviación. La proporción conveniente del duraluminio es del 90% al 95% de aluminio, 4,5% de cobre, 0,25% de manganeso, 0,5% de magnesio, 0,5% de hierro y 0,5% de estaño.

3.7.1. Equipos y herramientas

- Fresadora
- Torno
- Limas
- Llaves
- Cuchillas de acero
- Calibrador
- Taladro
- Brocas
- Medidor de paso de hilos
- Pulidora

3.7.2. Materiales

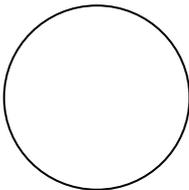
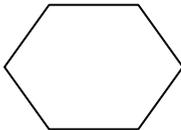
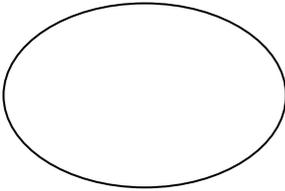
Se utilizaron los siguientes materiales:

- Bronce fosforoso Br-14
- Crisol
- Moldes
- Eje o tubo Duraluminio (Aluminio templado T4) de 125 mm de diámetro x 60 mm de largo

3.8. Simbología del proceso de construcción

Para la construcción del Adaptador NLG debemos considerar que existen varios lineamientos que cumplir, así que la construcción será solo el cumplimiento de los parámetros de diseño según sea el caso, de manera que desempeñando todos estos puntos se ha diseñado un diagrama de proceso según la siguiente tabla:

Tabla 3.4: Simbología del proceso de construcción

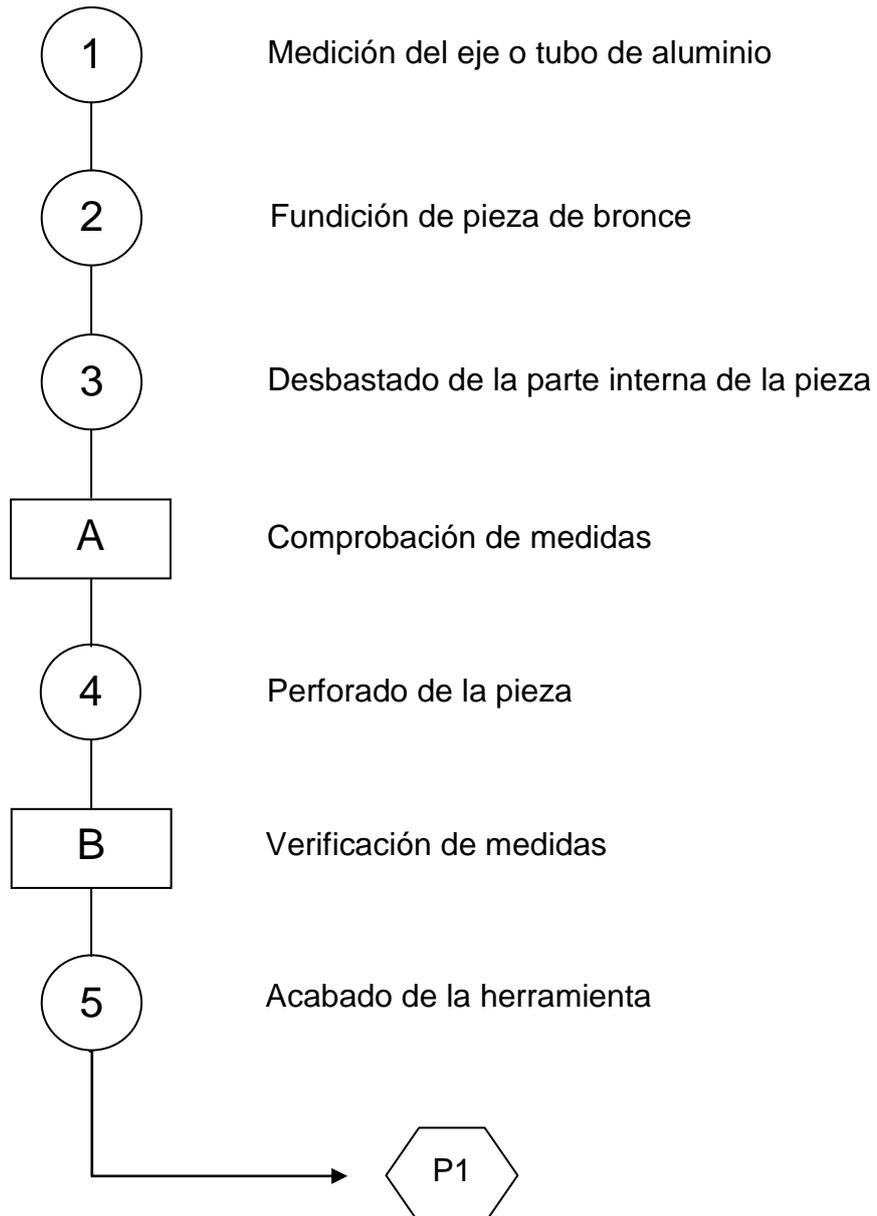
Número	Símbolo	Significado
1		Proceso
2		Inspección
3		Procesos terminados
4		Ensamblaje

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Fausto Ulquiango

Adaptador NLG

El Adaptador NLG es construido de una pieza de bronce fosforoso Br-14 bajo las especificaciones del diseño de los planos según el diagrama de proceso descrito a continuación:



3.9. Procedimiento del Adaptador NLG

El adaptador NLG fue elaborado a base de una aleación de cobre estaño y fosforo, esto debido a los requerimientos de resistencia del material que se necesitan para desempeñar el ajuste y desajuste de la tuerca de retención de la rueda del tren de aterrizaje de nariz.

- Para la construcción de esta herramienta se elaboró dos moldes en base a otra pieza similar, por lo tanto se fabricó uno para la parte inferior y otro para su parte superior, el primero en realizarse fue el de su parte inferior debido a su complejidad en el diseño y porque fue importante que se lo realice con paciencia a fin de que toda la pieza salga bien elaborada.



Figura 3.24: Parte inferior del molde del adaptador NLG

Fuente: Investigación de campo

- Al igual que la pieza anterior, también se realizó un molde su parte superior con el propósito de facilitar el trabajo al momento que se esté colocando el bronce derretido en su respectivo molde.



Figura 3.25: Parte superior del molde del adaptador NLG

Fuente: Investigación de campo

- Luego se procedió a fundir el bronce en un recipiente llamado crisol el cual soporta elevadas temperaturas al momento de realizar fundiciones de diferentes materiales, cuando el bronce estaba líquido se lo colocó en su respectivo molde hasta obtener la pieza deseada.



Figura 3.26: Pieza de bronce fundida

Fuente: Investigación de campo

- Después de haber fundido la pieza de bronce se retiró los moldes y se procedió a dar el acabado de su parte interior ya que aquí se encuentra la parte dentada que se acoplará a la turca de la rueda y debe tener una medida milimétrica exacta.



Figura 3.27: Acabado de la parte interna del adaptador

Fuente: Investigación de campo

- Posteriormente a la culminación con la parte interior, se procedió con la parte exterior de la pieza lo cual consistía en realizar el orificio por donde se acoplaría el dado del torquimetro.

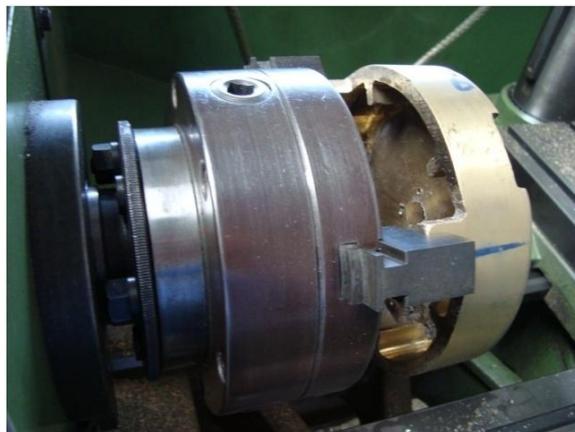


Figura 3.28: Montaje de la pieza a realizar el orificio para el torquimetro

Fuente: Investigación de campo

- Para realizar el orificio por donde se acoplaría el dado del torquimetro se requirió de una broca de acero la cual era del taladro que poseía el torno, el proceso de perforación se dio a bajas revoluciones con el fin de evitar daños a la pieza y al taladro.



Figura 3.29: Perforación de la parte media del adaptador

Fuente: Investigación de campo

- Finalmente se realizó un limado en la parte interna y externa del adaptador con el propósito de dar un buen acabado de la pieza y además porque había partes con exceso de material.



Figura 3.30: Adaptador NLG terminado

Fuente: Investigación de campo

3.10. Procedimiento del Protector de rosca

Para la construcción del protector de rosca o de hilos, se utilizó Duraluminio o aluminio templado el cual a diferencia del aluminio puro este tiene mayor resistencia a las fuerzas que se apliquen sobre este, esta herramienta es utilizada para proteger el eje de la rueda del tren de nariz al momento de ser montada o desmontada.

- El primer paso en la construcción de la herramienta fue cortar una sección del duraluminio con las siguientes medidas: un diámetro externo de 125 mm, un diámetro interno de 120 mm y un largo de 60 mm. Estas medidas fueron tomadas de acuerdo a las herramientas que se utiliza en este tipo de aeronaves, además de contar con su respectivo número de parte.



Figura 3.31: Sección del eje duraluminio

Fuente: Investigación de campo

- Posteriormente se procedió a realizar una ranura en la parte posterior para lo cual se colocó del lado contrario, se trazó una línea diametralmente con una escuadra de centros, esta ranura sirve para ajustar o desajustar el protector en caso que la rosca quede atascada.



Figura 3.32: Ranura de ajuste o desajuste del protector

Fuente: Investigación de campo

- Después de haber realizado esa ranura, se procedió a colocar la pieza con el lado hueco hacia delante donde se realizaría un refrentado de la cara frontal hasta que aparezca una forma tangencial a la cara refrentada posterior.



Figura 3.33: Refrentado de la parte frontal

Fuente: Investigación de campo

- Al momento de haber concluido con la parte exterior se procedió al desbastado y cilindrado de la parte interior del protector, teniendo en cuenta una profundidad de 30 mm y un diámetro interno de 120mm.



Figura 3.34: Desbastado y cilindrado de la parte interna del protector

Fuente: Investigación de campo

- A continuación se realizó ligeramente una serie de hilos los cuales formaran la rosca del protector, para este proceso primero se calibró en el torno el número de hilos que se deseaba hacer, luego se empezó desbastar con una medida inicial pequeña la cual aumentaría hasta obtener el acabado deseado.



Figura 3.35: Pre acabado de la rosca del protector

Fuente: Investigación de campo

- Luego de haber realizado el primer desbastado, se procedió a verificar si la distancia y el número de hilos eran los adecuados para el protector, para lo cual se necesitó de la ayuda de un medidor de paso de hilos, y posterior a eso se lo colocó en un mango de prueba donde se comprobaría si la pieza estaba bien realizada.



Figura 3.36: Comprobación con el medidor de paso de hilos

Fuente: Investigación de campo

- Finalmente luego de haber pasado por una serie de procesos se obtuvo los resultados anhelados, de manera que se pudo concluir con la construcción de un protector de rosca el mismo que tiene la función de proteger el eje de las ruedas del tren de aterrizaje de nariz.



Figura 3.37: Protector de rosca terminado

Fuente: Investigación de campo

3.11. Elaboración de manuales

La elaboración de los manuales de operación y mantenimiento preventivo de la Plataforma rodante para cambio de neumáticos, Adaptador NLG y del Tren de aterrizaje de nariz del Boeing 727-200, permitirán que los operarios que utilicen estas herramientas puedan conocer paso a paso el procedimiento que se debe llevar a cabo al momento de realizar actividades de mantenimiento en el tren de aterrizaje de nariz.

Además de mantener todas estas herramientas de estudio en óptimas condiciones y que pueda servir como material de estudio para todos los estudiantes del ITSA.

	MANUAL DE OPERACIÓN		Pág.: 1 de 4
	PLATAFORMA PARA CAMBIO DE NEUMÁTICOS Y ADAPATDOR NLG		Código: ITSA-MO-PCN
	Elaborado por: Fausto Ulquiango		Revisión N°: 1
	Aprobado por: Sgop. Téc. Avc. Molina W.	Fecha: 14-03-2011	

1.0 Objetivo

Explicar la manera correcta de operación de la plataforma para cambio de neumáticos.

2.0 Alcance

Informar a los operarios la importancia de un correcto montaje y desmontaje de los neumáticos del tren de aterrizaje de nariz del avión Boeing 727-200.

3.0 Procedimiento

Remoción e instalación de las ruedas del tren de aterrizaje de nariz B727

- **Nota:** Lea cuidadosamente cada una de las instrucciones antes de realizar cualquier actividad con estas herramientas.

General

Al momento de la remoción o instalación de las ruedas del tren de aterrizaje de nariz es importante que estas sean emparejadas con el fin de prevenir complicaciones, debido a un movimiento brusco de las mismas.

Equipos y Materiales

- A. Plataforma rodante para cambio de neumáticos (Dolly)
- B. Adaptador NLG (Nose Gear Wheel Retaining Nut Wrench)

- C. Gato hidráulico o tecla para el tren de nariz
- D. Torquimetro
- E. Grasa – Aeroshell 5 ó MIL-G81322
- F. Protector de rosca del eje de la rueda de nariz F-72913-6

Advertencia: No remover las dos ruedas al mismo tiempo, un fallo accidental del gato hidráulico podría causar severos daños a las personas y a la estructura del tren.

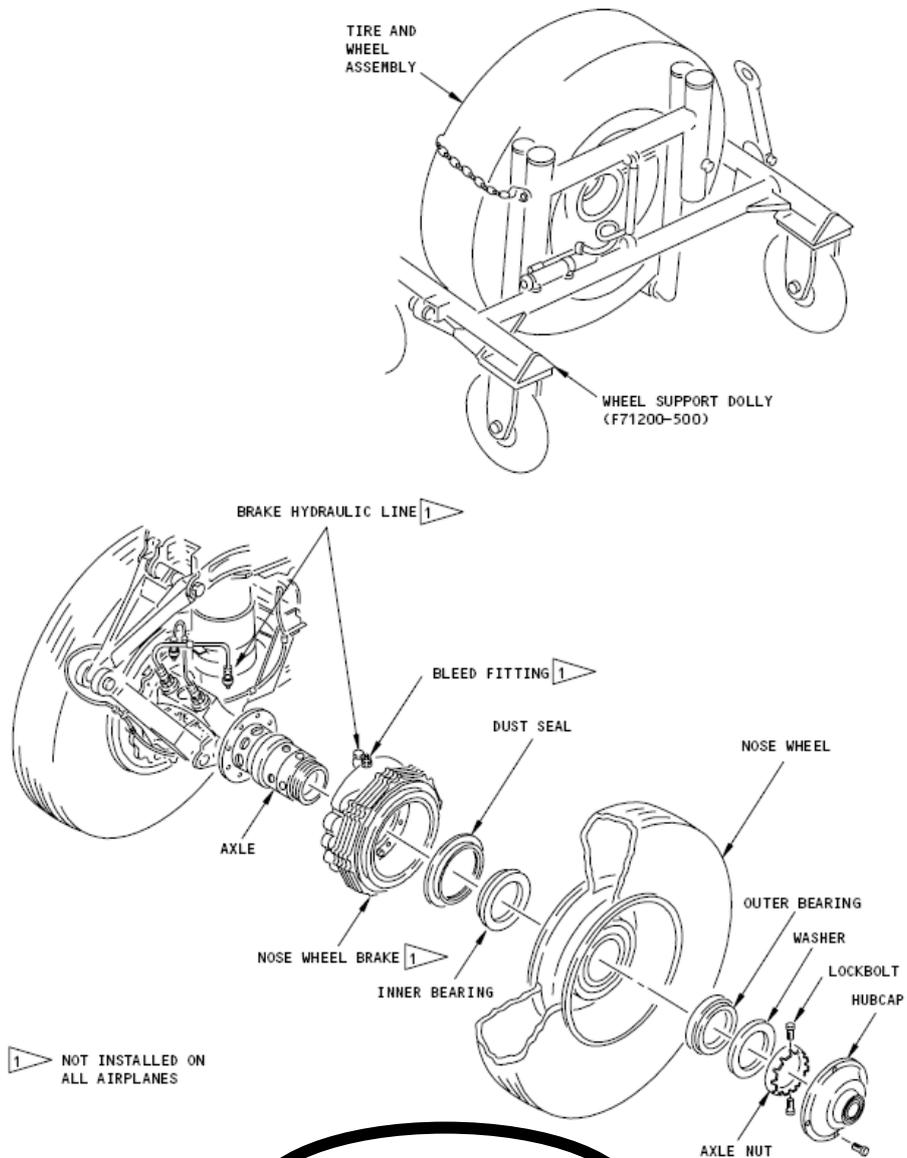
Es importante que las ruedas sean desinfladas antes de ser removidas o instaladas en el tren de aterrizaje, en el caso de no contar con el equipo adecuado para esta tarea, se puede retirar la rueda pero con la mayor seguridad posible.

Remoción de la rueda de nariz (Ver fig. 401)

1. Limpiar la rueda antes de levantarla con el gato hidráulico o tecla.
2. Desinflar la rueda (opcional).
3. Remover el tapacubos de la rueda.
4. Remover los pernos de seguridad de la tuerca de retención.
5. Colocar la plataforma rodante para cambio de neumáticos.
6. Remover la tuerca de retención usando el Adaptador NLG.
7. Remover la arandela y cojinete externo.
8. Instalar el protector de rosca F 72913-6.
9. Levantar la rueda y remover.
10. Remover el cojinete interno y el sello guardapolvo.
11. Registrar la razón por la cual se cambia la rueda, a fin de ayudar en los chequeos que se realizarán a la rueda retirada.

Instalación de la rueda de nariz

1. Instalar el sello guardapolvo y el cojinete interno (lubricar el cojinete).
2. Alinear los discos de frenos.
3. Colocar la rueda en la Plataforma
4. Alinear la rueda con el eje del tren y deslizar en posición del freno y del cojinete interno.
5. Instalar el cojinete y arandela externa (lubricar el cojinete).
6. Lubricar los hilos o rosca del eje con grasa e instalar la tuerca de retención. Mientras gira la rueda, ajustar la tuerca a **150 lbs-ft de torque**, aflojar la tuerca, luego reajustar a 50 lbs-ft continuar así hasta que se alineen los seguros de la tuerca de retención.
7. Instalar los pernos de seguridad de la tuerca.
8. Chequear que el antideslizante y el eje del transductor no estén torcidos.
9. Colocar el tapacubos y sus respectivos pernos.
10. Chequear la presión de la rueda.
Iniciar el inflado de la rueda solo con **Nitrógeno**
11. Bajar el tren y remover el gato hidráulico o tecla.



Nose Wheel Gear Installation
Figure 401

EFFECTIVITY

ALL

32-45-11

01 Page 404
Apr 01/07

BOEING PROPRIETARY - Copyright (C) - Unpublished Work - See title page for details.

Figura 3.38: Instalación de la rueda del tren de nariz

Fuente: Investigación de campo

	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág.: 1 de 3
	PLATAFORMA RODANTE PARA CAMBIO DE NEUMÁTICOS Y ADAPTADOR NLG		Código: ITSA-MM-PCN
	Elaborado por: Fausto Ulquiango		Revisión N°: 1
	Aprobado por: Sgop. Téc. Avc. Molina W.	Fecha: 14-03-2011	

1.0 Objetivo

Informar al personal que utiliza las herramientas para que luego de su manejo realice el respectivo mantenimiento, teniendo en cuenta los pasos a seguir.

2.0 Alcance

Es importante que los operarios que utilicen estas herramientas colaboren protegiéndolas de diferentes agentes externos e internos dañinos para la estructura, además mantenerlo en un lugar de trabajo adecuado.

3.0 Procedimiento

Para un obtener un mantenimiento efectivo tanto de la Plataforma como del Adaptador NLG es primordial que se siga a cabalidad cada uno de los pasos que se detallan en las cartillas de mantenimiento preventivo.

CARTILLA PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE GSE¹

DATOS DEL EQUIPO DE GSE



Descripción del equipo:	Plataforma
Fabricante / Modelo:	TRONAIR
Manual de referencia:	OPS. & SERVICE Manual 12/2000 R1
Aplicabilidad:	Todo

DESCRIPCIÓN DE LA TAREA

PERIODICIDAD: TRIMESTRAL

		(d-m)	(d-m)	(d-m)	(d-m)
1	Verifique el equipo por condición general				
2	Efectúe un aseo minucioso al equipo. No utilice solventes				
3	Inspeccione visualmente el gato hidráulico, la estructura y ruedas por daños de corrosión y desgaste excesivo.				
4	Inspeccione visualmente fugas de lubricante por el pistón o por el eje del balancín de la gata.				
5	Abra la válvula de alivio y verifique la retracción del pistón ejerciendo una fuerza leve en su parte superior.				
6	Lubrique partes móviles y rodamientos				
7	Revise la condición de la ruedas, si existe un desgaste excesivo cámbielas de inmediato.				
8	Efectué un chequeo operacional del equipo				
Realizado por:					
Verificado por:					

OBSERVACIONES:

¹ GSE: Ground support equipment (Equipo de apoyo en tierra)

CARTILLA PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO ADAPTADOR NLG					
DATOS DEL EQUIPO					
	Descripción del equipo:	Adaptador NLG			
	Fabricante / Modelo:	BOEING			
	Manual de referencia:	OPS. & SERVICE Manual 12/2000 R1			
	Aplicabilidad:	Todo			
DESCRIPCIÓN DE LA TAREA		PERIODICIDAD: TRIMESTRAL			
		(d-m)	(d-m)	(d-m)	(d-m)
1	Verifique el equipo por condición general				
2	Efectúe un aseo minucioso al equipo. No utilice solventes				
3	Inspeccione visualmente la herramienta por daños, corrosión, desgaste excesivo.				
4	Inspeccione visualmente el protector de hilos por daños en su parte interna de la rosca.				
5	Verifique el estado de la parte dentada del Adaptador NLG.				
6	Realice una limpieza superficial del Adaptador NLG y del protector de hilos.				
7	Guarde las herramientas en un lugar seguro libre de exposición al sol y lluvia.				
Realizado por:					
Verificado por:					
OBSERVACIONES:					

	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág.: 1 de 4
	TREN DE ATERRIZAJE DE NARIZ DEL BOEING 727-200		Código: ITSA-MM-NLG
	Elaborado por: Fausto Ulquiango		Revisión N°: 1
	Aprobado por: Sgop. Téc. Avc. Molina W.	Fecha: 09-03-2011	

1.0 Objetivo

Mantener en óptimas condiciones la estructura y componentes del tren de aterrizaje de nariz del avión Boeing 727-200.

2.0 Alcance

Es importante que los estudiantes que trabajen en el tren de aterrizaje mantengan libre de impurezas todos los componentes, para de esta manera obtener un funcionamiento satisfactorio y evitar daños y/o atascamientos a las partes internas.

3.0 Procedimiento

Medidas de seguridad

- Utilizar el equipo de protección adecuado para las tareas de mantenimiento en aeronaves.
- Leer las todas las instrucciones de los manuales.
- 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.

Mantenerse con todos los sentidos y prestar la mayor concentración posible.

Equipos y Materiales

- A.** Soporte para el tren de aterrizaje de nariz. (Ver fig. 3.11)
- B.** Conjunto de seguros. (Ver fig. 3.10)
- C.** Eslingas o cadenas para sujetar al tren. (Ver fig. 3.10)
- D.** Pin de seguridad. (Ver fig. 3.10)
- E.** Gato hidráulico o tecla para el tren de nariz. (Ver fig. 3.11)
- F.** Grasa MIL – G – 21164 (AMM 20-60-02).
- G.** 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.

Inspección/Chequeo

Examine

- A.** La válvula del amortiguador por presencia de fugas. (Ref. 32-21-00, fig. 201)
- B.** Rajaduras o rayones en el cilindro actuador externo. (Ref. 32-21-00, fig. 201)
- C.** La superficie del cilindro actuador interno por suciedad, raspones, desgaste. (Ref. 32-21-00, fig. 201)
- D.** Presión de inflado del montante amortiguador. (Ref. 32-21-00, fig. 201)
- E.** Fugas de líquido hidráulico de la tureca de presión. (Ref. 32-21-00, fig. 201)

- F.** Conexiones de doblez, collar y actuadores de la dirección, para evidenciar rajaduras o pérdida de pernos. (Ref. 32-21-00, fig. 201)
- G.** Cojinetes de la dirección para evidenciar la presencia de suciedad y desgaste. (Ref. 32-21-00, fig. 201)
- H.** Ruedas por rajaduras, corrosión y pintura. (Ref. 32-21-00, fig. 201)
- I.** Muñones desajustados o resquebrajados. (Ref. 32-21-00, fig. 201)
- J.** Chequear el descargador de electricidad estática. (Ref. 32-21-00, fig. 201)
- K.** Chequear irregularidades en los neumáticos. (Ref. 32-21-00, fig. 201)
- L.** Chequear desigualdad de presión en los neumáticos. (Ref. 32-21-00, fig. 201)
- M.** Condición del teclé del tren y seguridad de la tuerca de retención. (Ref. 32-21-00, fig. 201)
- N.** Giro de las ruedas, redondez y balanceo. (Ref. 32-21-00, fig. 201)
- O.** Chequear el montante y estructura del tren de nariz para condición y seguridad. (Ref. 32-21-00, fig. 201)
- P.** Chequear el montante amortiguador. (Ref. 32-21-00, fig. 201)
- Q.** 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. (Ver fig. 201, pág. 92)
- B.** Limpiar las partes brillantes del tren tales como amortiguadores y cilindros actuadores, con MIL – H - 5606 o con su respectivo líquido hidráulico. (Ver fig. 201, pág. 92)
- C.** Lubricar los puntos de engrase mostrados en el manual de mantenimiento de la aeronave. (Ver fig. 201, pág. 92)
 - 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. (Ver fig. 201, pág. 92)
- E. Verificar el estado de los neumáticos del tren de aterrizaje, si hay la presencia de rajaduras demasiado grandes cambiar las ruedas inmediatamente. (Ver fig. 201, pág. 92)

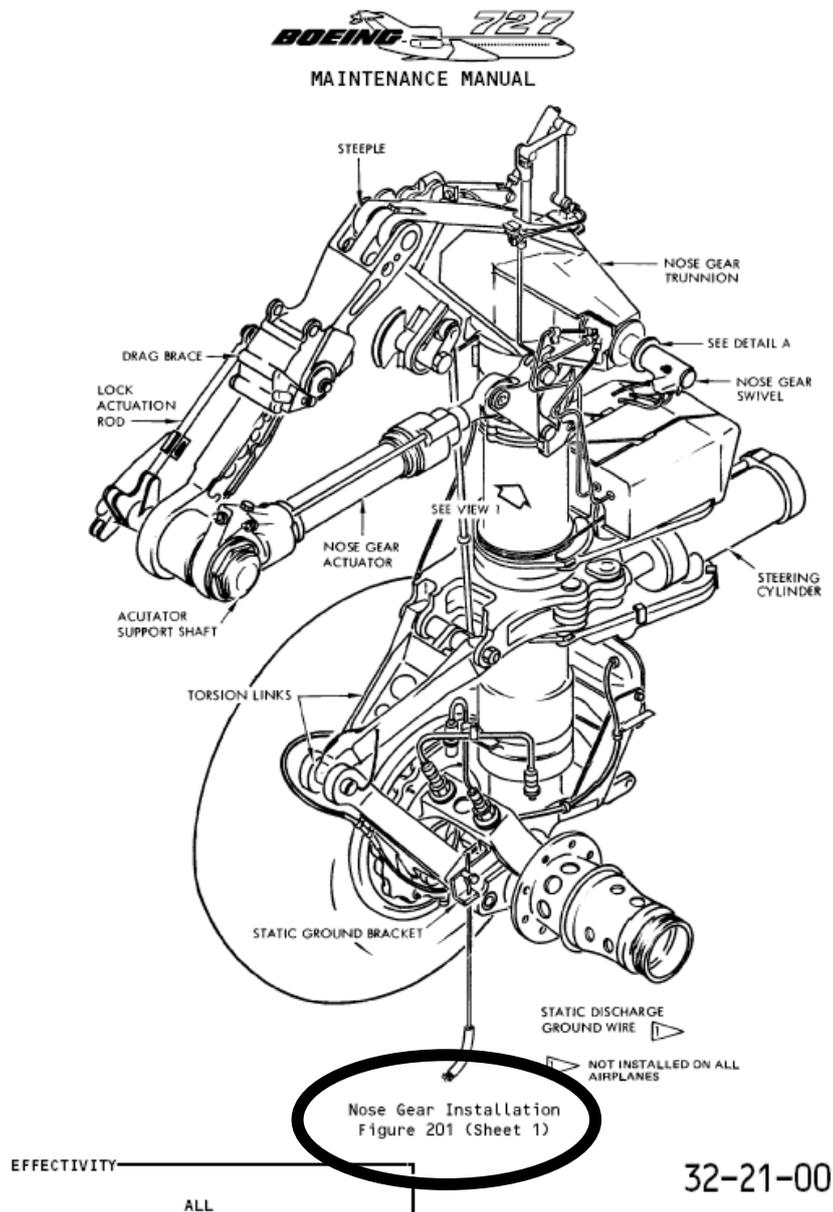


Figura 3.39: Partes principales del tren de nariz

Fuente: Investigación de campo

3.12. 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**

3.12.1. Recursos

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

Tabla 3.5 Talento humano

N°	Talento humano	Designación
1	Ulquiango Ulco Fausto Patricio	Investigador
2	Sgop. Téc. Av. Ing. Washington Molina	Director de proyecto

Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Fausto Ulquiango

3.12.2. 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 3.6 Costos primarios

Materiales	Cantidad	Costo unitario USD	Costo total USD
Tren de aterrizaje de nariz B727-200	1	-	Donado
Tubos cilíndricos de acero A500	4	28	112
Tubos cuadrados de acero A500	3	25	75
Platinas de acero A36	3	13	39
Pintura sintética	1	15	15
Gato hidráulico	1	40	40
Ruedas giratorias	3	15	45
Pernos	4	4	16
Bronce fosforoso Br-14	1	280	280
Eje duraluminio T4	1	80	80
Disolventes	-	-	18
Brochas y lijas	-	-	10
Total			\$730

Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Fausto Ulquiango

Costos secundarios

Tabla 3.7 Costos secundarios

Materiales	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: Fausto Ulquiango

3.12.3. Costo total del proyecto

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

Costos totales

Tabla 3.8 Costos totales

Costos	Valor
Primarios	730,25
Secundarios	485
TOTAL	\$ 1215

Fuente: Investigación de campo

Realizado por: Fausto Ulquiango

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- La construcción de la Plataforma y del Adaptador NLG se logró gracias a la información recopilada en manuales de mantenimiento de aeronaves de acuerdo a las necesidades que requerían este tipo de herramientas.
- Cada una de las herramientas tanto la Plataforma, el Adaptador NLG y el tren de aterrizaje de nariz poseen su propio manual de operación y mantenimiento para facilitar su uso y mantenerlas en optimas condiciones.
- Las pruebas operacionales realizadas durante la elaboración del proyecto dieron como resultado herramientas que operan de acuerdo a las exigencias que requiere el tren de aterrizaje de nariz.
- La construcción de las herramientas representan un aporte muy significativo con el fin de beneficiar al desarrollo académico de ITSA.
- La rehabilitación del tren de aterrizaje de nariz se realizo con el fin de aportar con nuevo material didáctico para los estudiantes del instituto y en especial de la carrera de mecánica aeronáutica.
- La implementación del tren de aterrizaje de nariz y herramientas permitirá que los estudiantes de mecánica puedan realizar sus prácticas mejorando así sus conocimientos y destrezas.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda tener en cuenta que el proyecto realizado solo debe ser utilizado con fines didácticos dedicado a la instrucción de los estudiantes de mecánica aeronáutica.
- 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.
- Realizar una inspección visual cada cierto período sobre el estado en el que se encuentra el tren de aterrizaje y si es necesario realizar su mantenimiento de inmediato, esto con el fin mantener el material didáctico en buen estado.
- Se recomienda utilizar la Plataforma rodante para cambio de neumáticos y Adaptador NLG solo para realizar las actividades a las cuales están destinadas, debido a que podrían averiarse y/o causar daños a terceros.
- Se recomienda utilizar todos los medios de seguridad necesarios al momento de encontrarse manipulando el tecla del soporte del tren de aterrizaje de modo de evitar daños a la estructura y al personal que está realizando alguna actividad.
- El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA) debe incentivar a sus alumnos para realizar los proyectos requeridos por las compañías de aviación con el objetivo de poner en práctica los conocimientos teóricos-prácticos obtenidos durante el periodo de estudio.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

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.

Dirección.- Parte principal de un tren de aterrizaje 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.

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).

Interruptor antideslizante.- El interruptor controla la potencia al sistema.

Interruptores de Prueba e Indicación.- Permite hacer una prueba de la válvula de paso del tren de aterrizaje y operar el sistema de aire/tierra.

Interruptor del elevador del tren de aterrizaje.- El Switch del elevador del tren de aterrizaje envía la posición del elevador al ACU.

Interruptor de presión de freno alterno.- El Switch de presión de freno alterno muestra que el sistema de freno hidráulico alterno tiene presión.

Mantenimiento.- Ejecución de los trabajos requeridos para asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad de la aeronave, lo que incluye una o varias de la 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.

Overhaul (revisión general).- Desarme, limpieza, inspección, reparación y ensayo de una aeronave, motor de aeronave, hélice, componente o accesorio, usando métodos, técnicas y prácticas aceptables para la DGAC de acuerdo con datos técnicos aprobados o aceptables para ésta.

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.

Superficie de Despegue.- La parte de la superficie del aeródromo declarado como utilizable para el recorrido normal en tierra o en el agua, de las aeronaves que despeguen 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.

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.

Unidad de control del antideslizante (ACU).- Esta unidad controla la operación de antideslizamiento y monitorea el sistema por fallas.

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.

Zona Restringida.- Espacio aéreo de dimensiones definidas sobre el territorio o las aguas jurisdiccionales de un Estado, dentro del cual está restringido el vuelo de las aeronaves, de acuerdo con determinadas condiciones especificadas.

SIGLAS UTILIZADAS

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)

GSE: Equipo de apoyo en tierra (Ground support equipment)

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

Libros

- Stanley C., Robert D. “Estructuras de acero”, análisis y diseño; Limusa; Grupo Noriega

Manuales

- Manual de mantenimiento Boeing 727
 - ATA 32 – Trenes de aterrizaje
- Catalogo ilustrado de partes
 - IPC
- Listado de equipos y herramientas ilustrado
 - ITEL
- National institute for occupational safety and health
 - Welding, brazing and thermal cutting
 - N.I.O.S.H Washington U.S.A

Internet

- http://es.wikipedia.org/wiki/Tren_de_aterrizaje
- http://www.wikipedia.com/boeing727,la_encyclopedia_libre.htm
- http://directory.groundsupportworldwide.com/Wheel_and_Brake_Change_Dolly
- <http://www.freepatentsonline.com/2502285.html>
- <http://www.arqhys.com/construccion/acero-estructuras.html>
- <http://www.sunarc.com/tecnologiaenslodadura>
- <http://aero-modelo.com/aviones/accesorios/trenes-de-aterrizaje-brazos-de-mando>
- http://turbohobby.com/trenes-de-aterrizaje-c-237_24_111.html
- http://www.liebherr.com/AE/es-ES/products_ae.wfw/id-158-0

A

N

E

X

O

S

ANEXO A

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

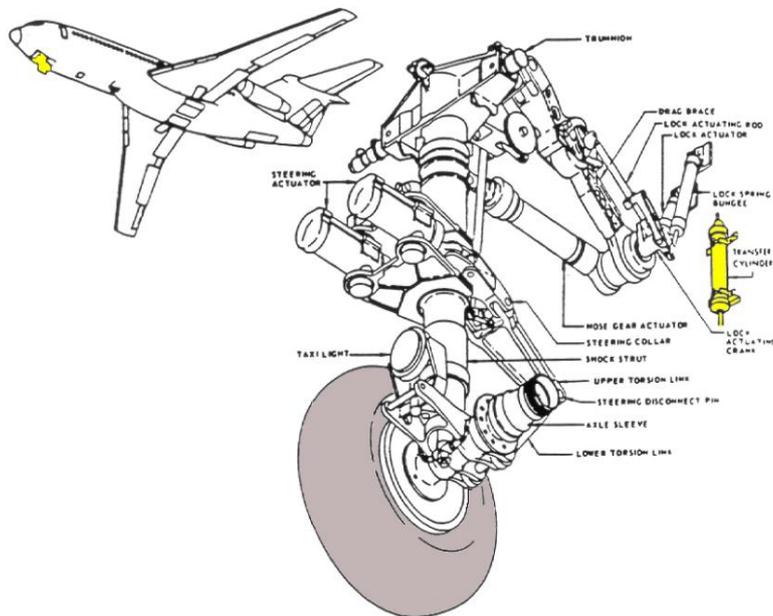
3.1.1. Antecedentes de la investigación

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 ó

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.

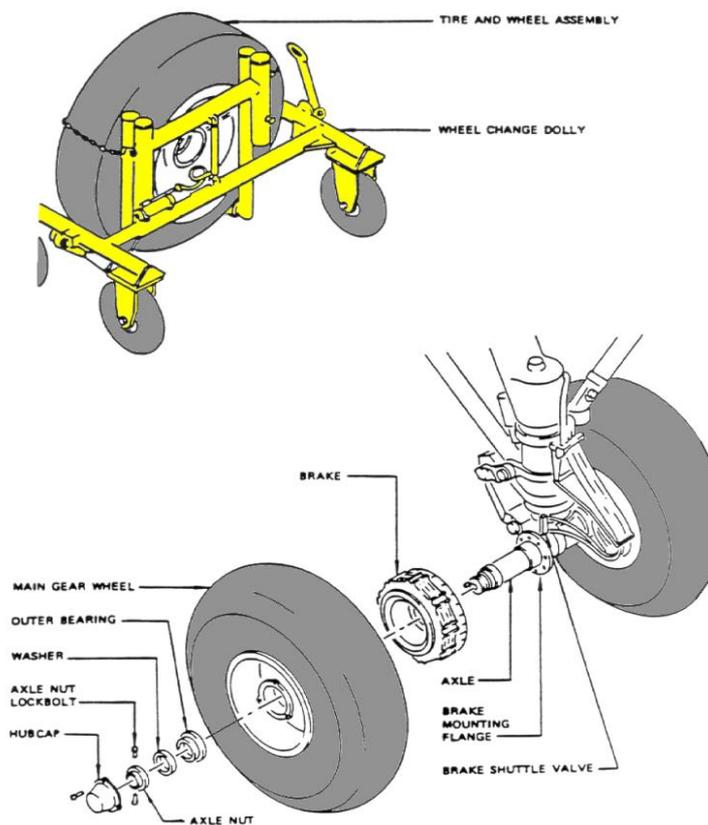
Montante amortiguador

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

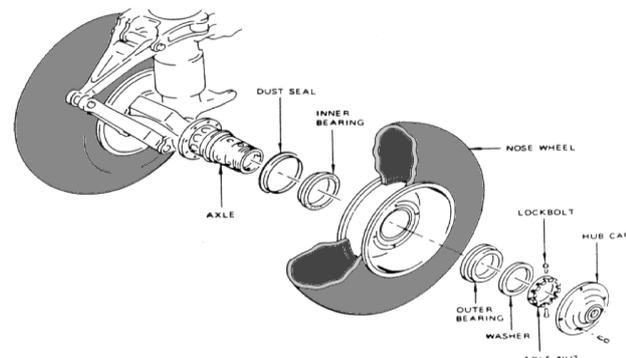
El sistema de frenos tiene como objetivo aminorar la velocidad del aeroplano en tierra, tanto durante la rodadura como en la fase final del aterrizaje, y por supuesto pararlo.

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 proceso 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 práctica 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 mas 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 practicas, ya que esta actividad es una de las mas 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

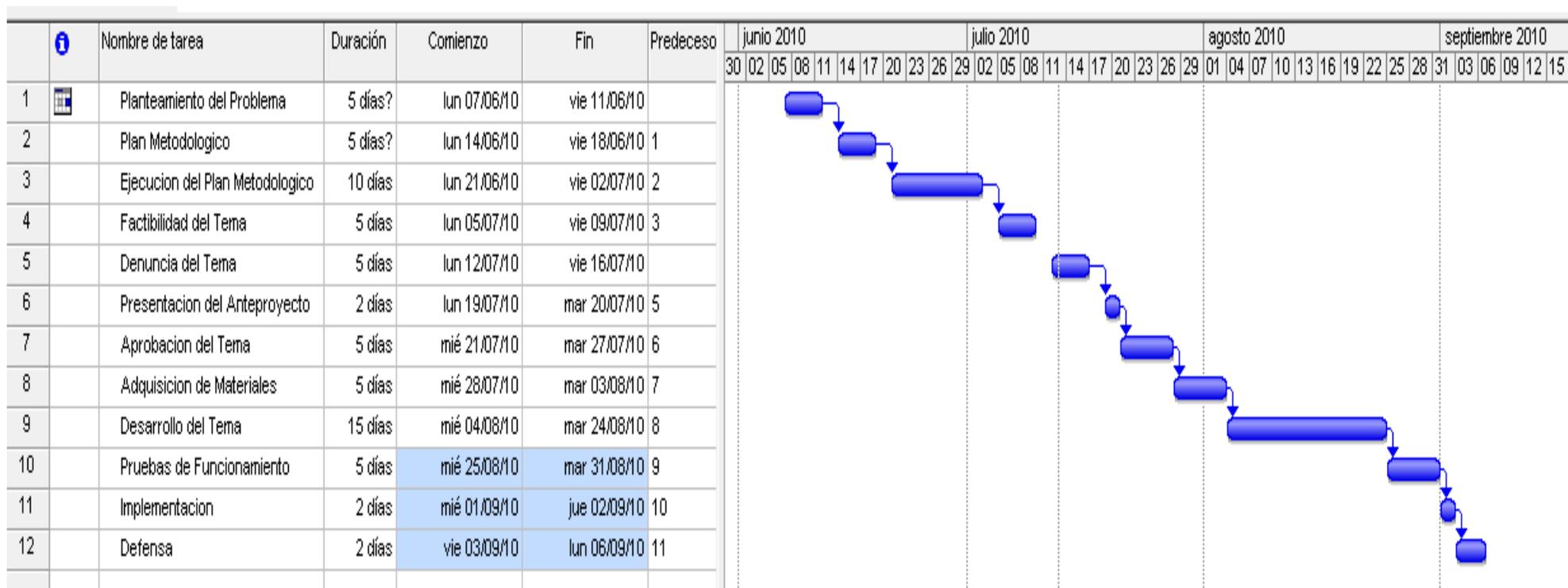
CAPITULO V

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 PROCEDIMIENTO DE MONTAJE Y DESMONTAJE PARA LOS NEUMÁTICOS DEL TREN DE ATERRIZAJE DE NARIZ DEL AVION BOEING 727 PARA EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO”.

CRONOGRAMA



A/C Ulquiango Ulco Fausto Patricio

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 TECNOLOGICO SUPERIOR AERONAUTICO

CARRERA DE MECANICA

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: Fausto Ulquiango Ulco

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

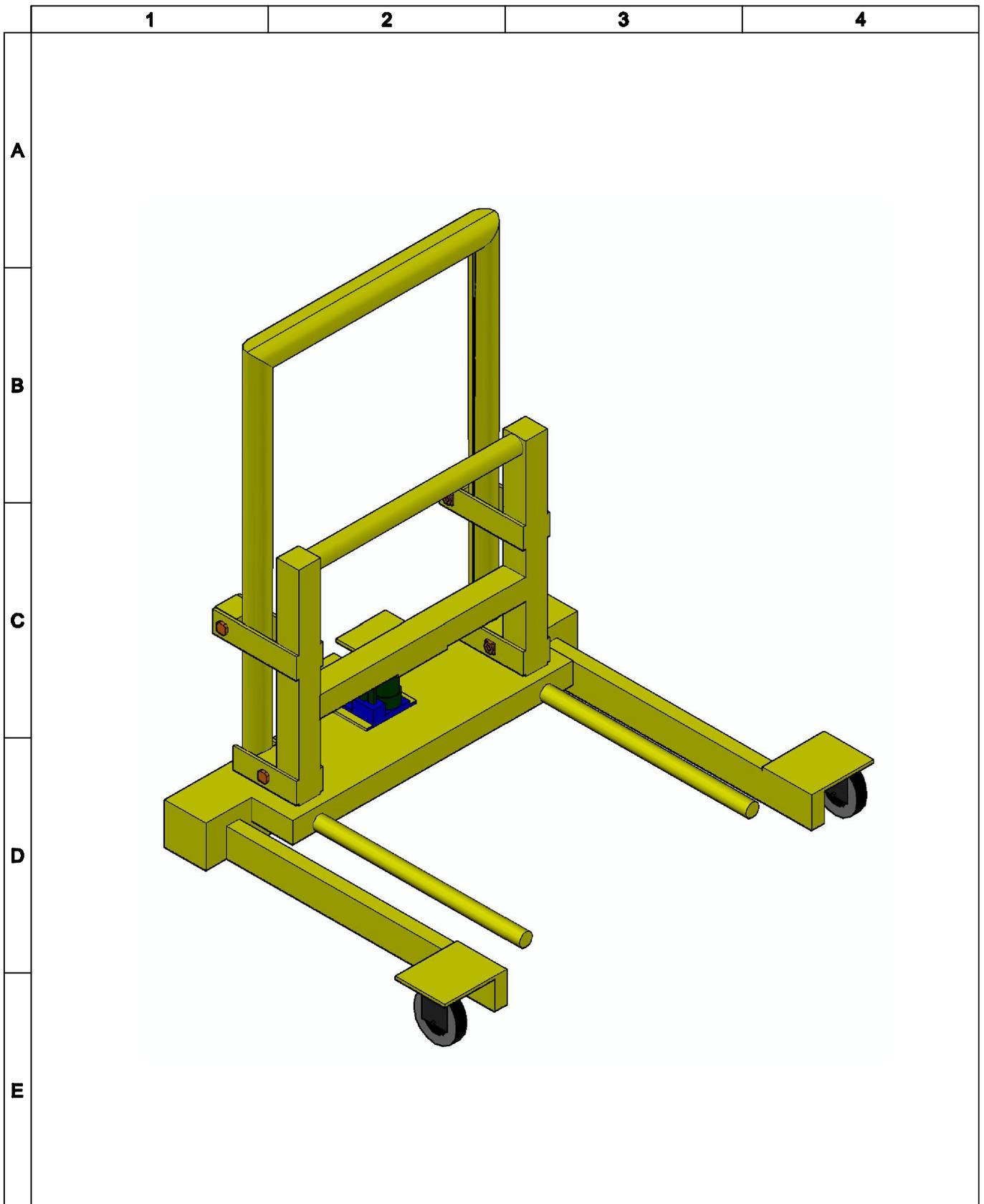


Fuente: Investigación de Campo

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



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

DISEÑO PLATAFORMA RODANTE PARA CAMBIO DE NEUMÁTICOS

VISTA 3D

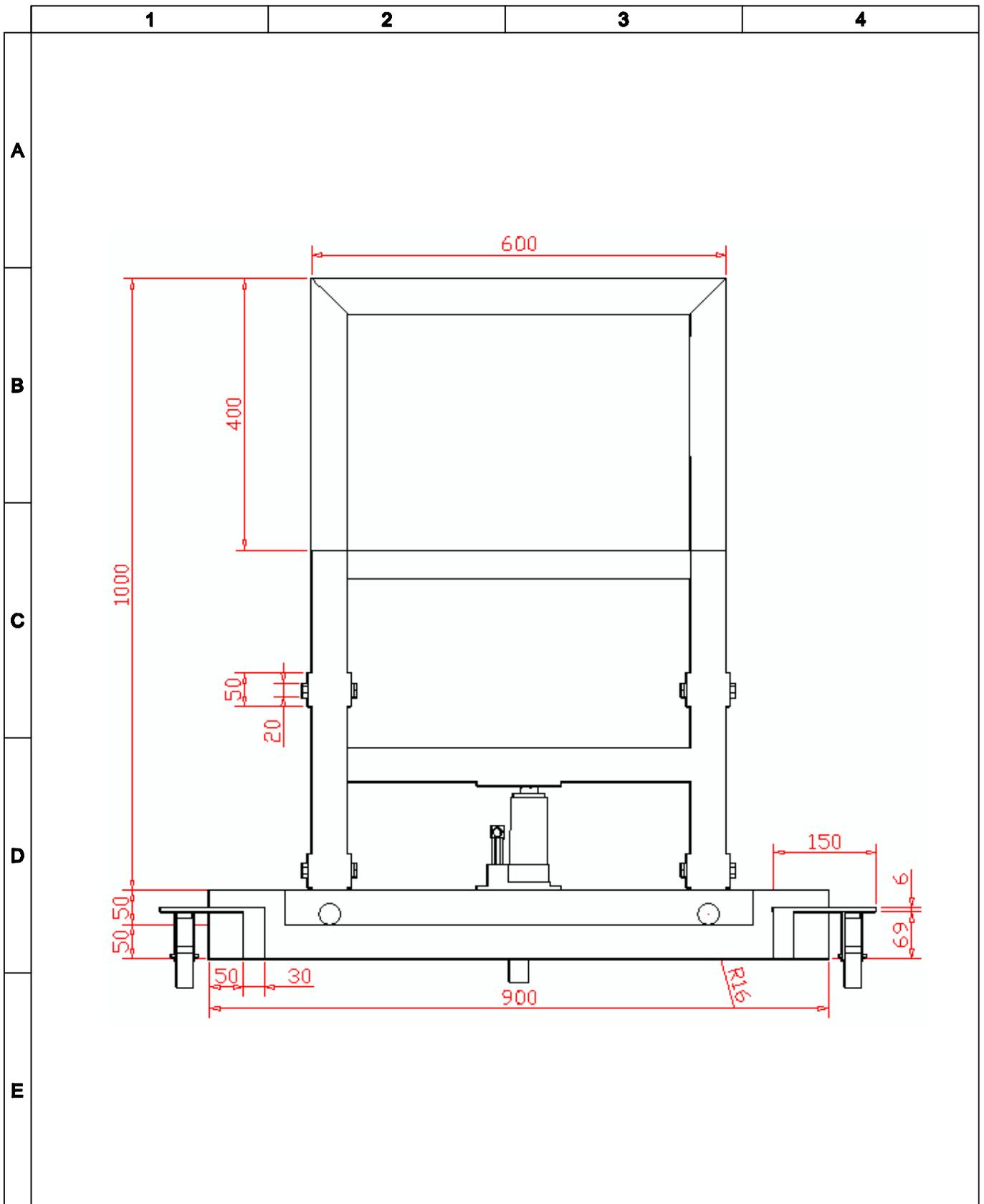
ESCALA:
1:10

REALIZADO POR:
FAUSTO ULQUIANGO

DIRECTOR DE PROYECTO:
SGOP. TÉC. AVC. ING. W. MOLINA

FECHA:
14 - 03 - 2011

PÁGINA:
1/12



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO
DISEÑO PLATAFORMA RODANTE PARA CAMBIO DE NEUMÁTICOS

VISTA FRONTAL

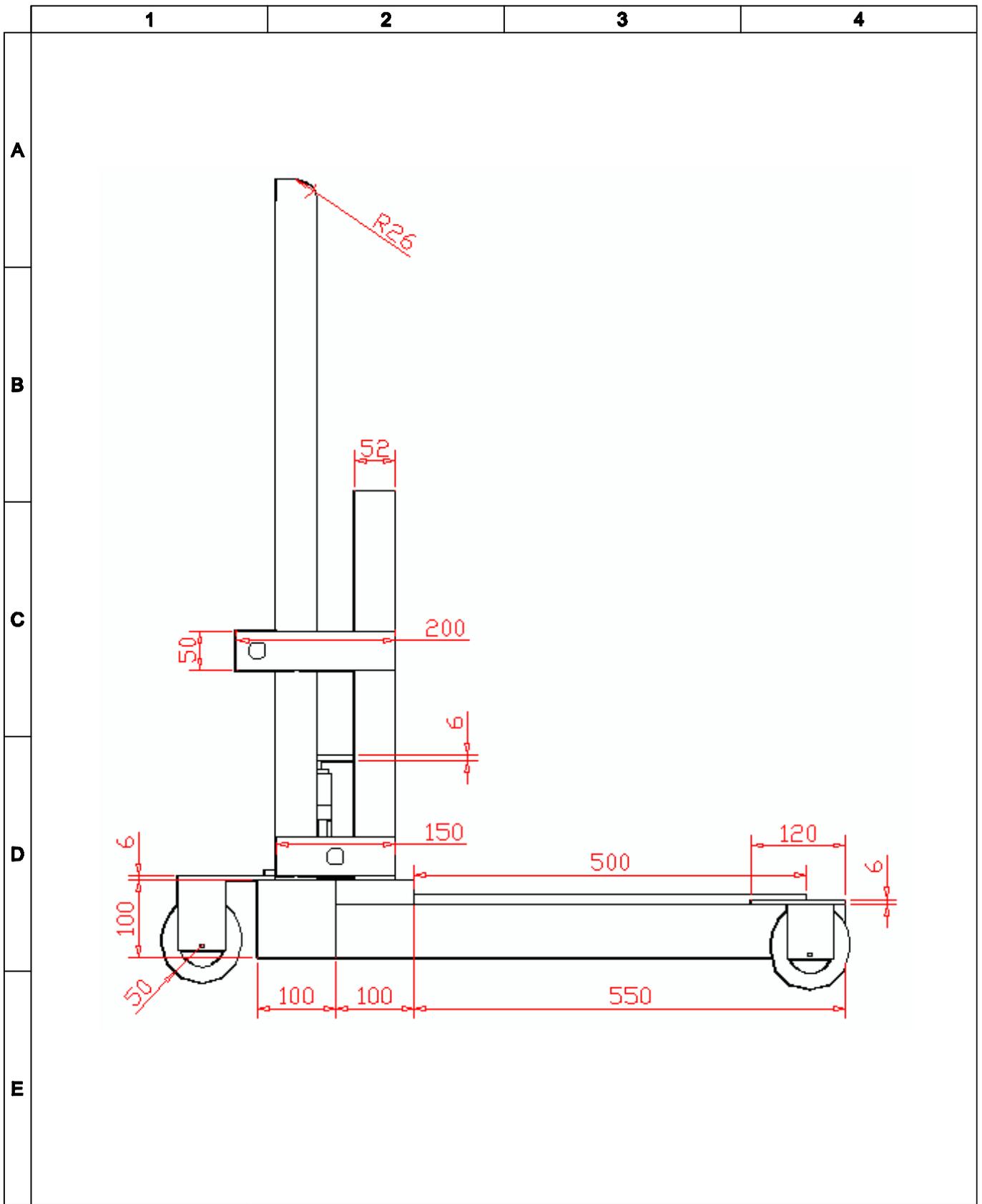
ESCALA:
1:10

REALIZADO POR:
FAUSTO ULQUIANGO

DIRECTOR DE PROYECTO:
SGOP. TÉC. AVC. ING. W. MOLINA

FECHA:
14 - 03 - 2011

PÁGINA:
2/12



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO
DISEÑO PLATAFORMA RODANTE PARA CAMBIO DE NEUMÁTICOS

VISTA LATERAL

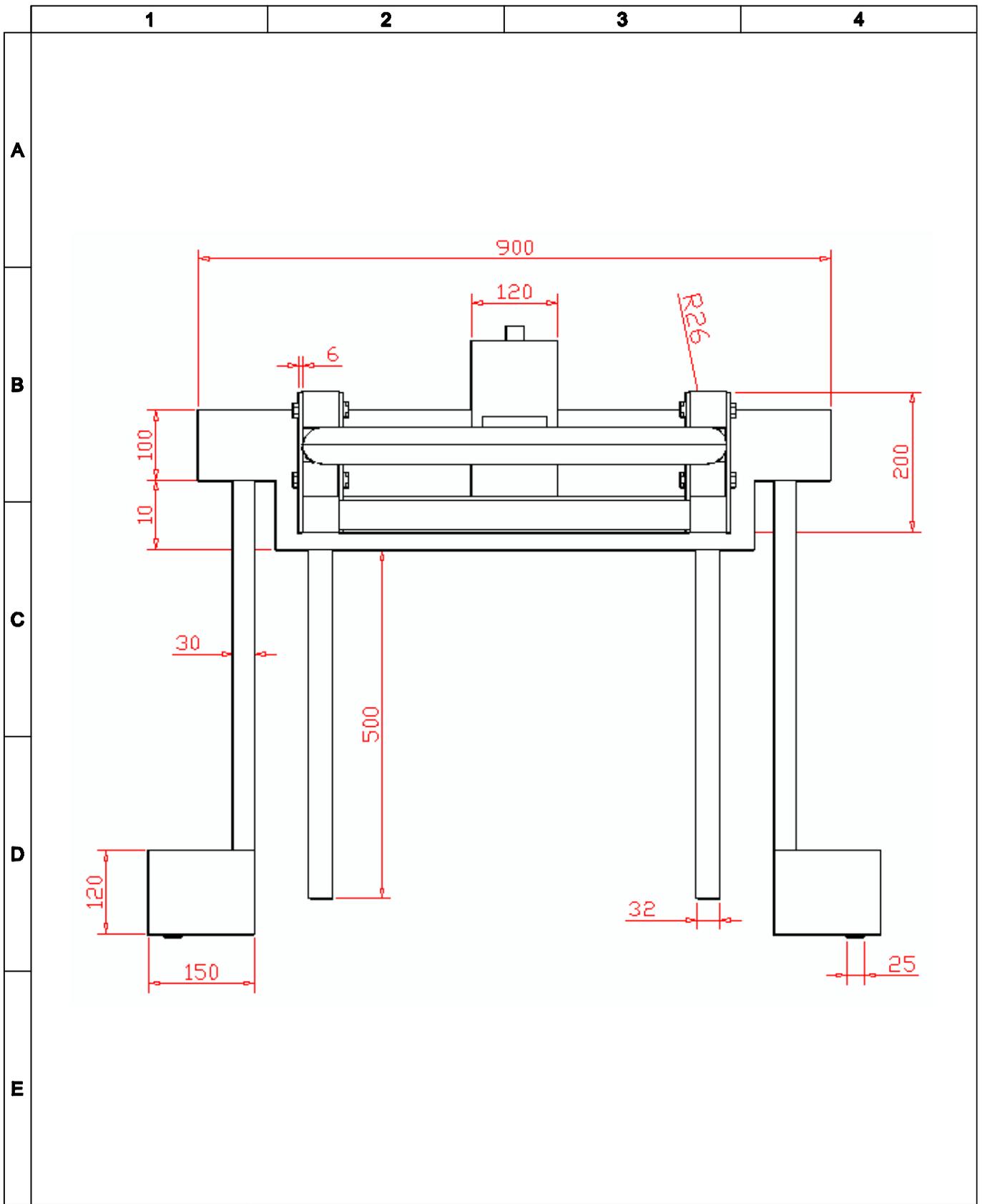
ESCALA:
1:10

REALIZADO POR:
FAUSTO ULQUIANGO

DIRECTOR DE PROYECTO:
SGOP. TÉC. AVC. ING. W. MOLINA

FECHA:
14 - 03 - 2011

PÁGINA:
3/12



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO
DISEÑO PLATAFORMA RODANTE PARA CAMBIO DE NEUMÁTICOS

VISTA SUPERIOR

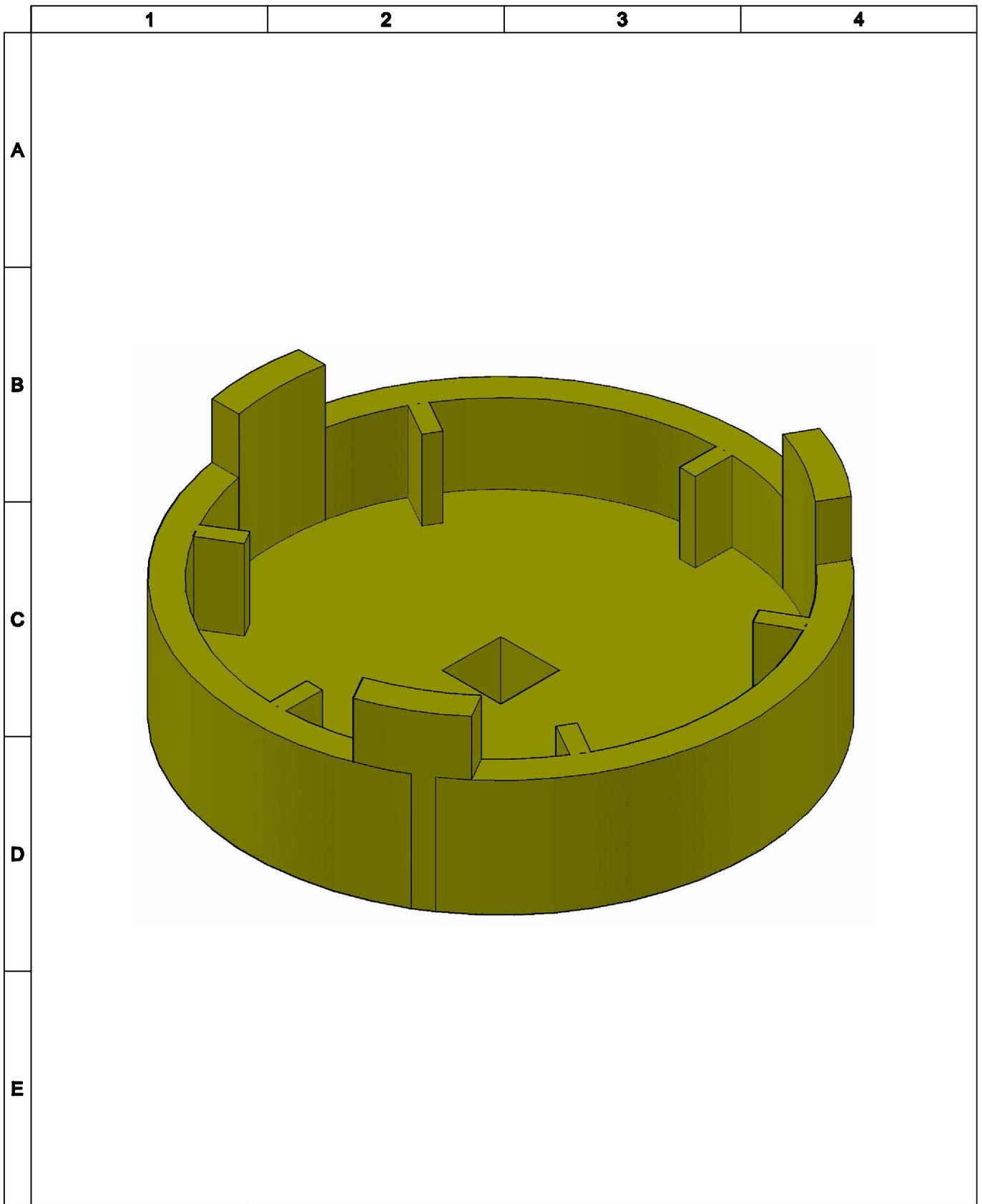
ESCALA:
1:10

REALIZADO POR:
FAUSTO ULQUIANGO

DIRECTOR DE PROYECTO:
SGOP. TÉC. AVC. ING. W. MOLINA

FECHA:
14 - 03 - 2011

PÁGINA:
4/12



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

DISEÑO ADAPTADOR NLG

VISTA 3D

ESCALA:
1:10

REALIZADO POR:

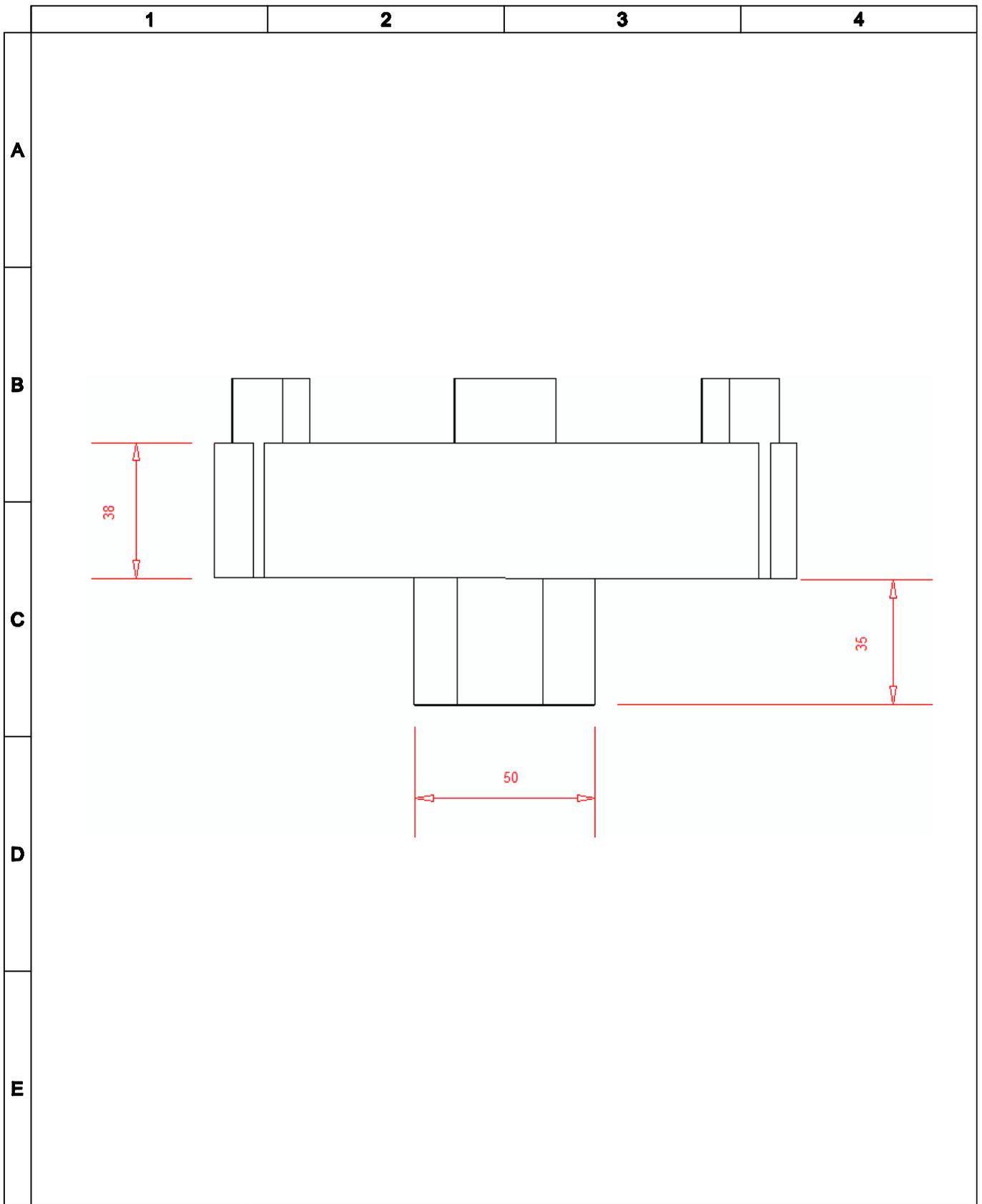
FAUSTO ULQUIANGO

DIRECTOR DE PROYECTO:

SGOP. TÉC. AVC. ING. W. MOLINA

FECHA:
14 - 03 - 2011

PÁGINA:
5/12



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

DISEÑO ADAPTADOR NLG

VISTA FRONTAL

ESCALA:
1:10

REALIZADO POR:

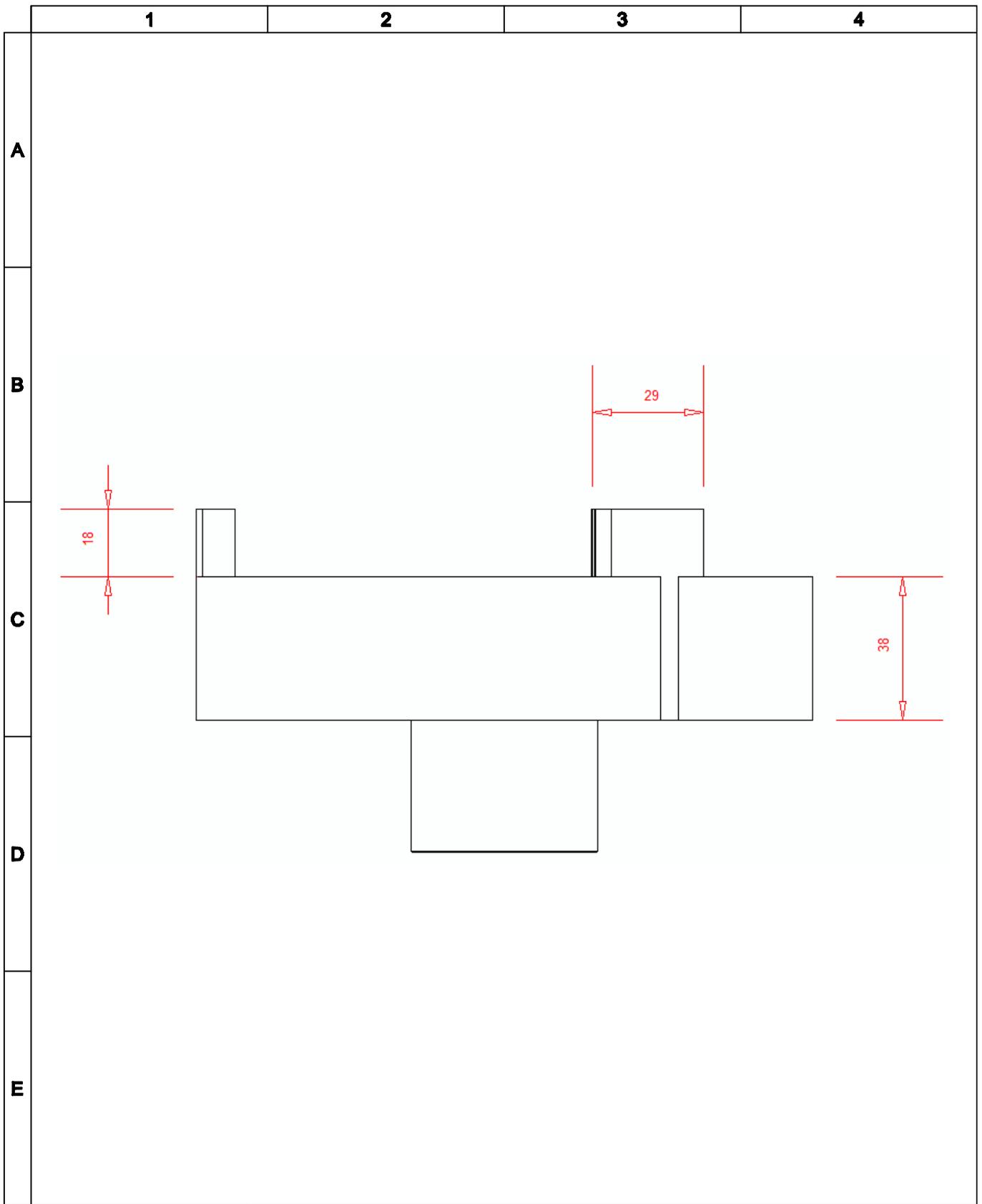
FAUSTO ULQUIANGO

DIRECTOR DE PROYECTO:

SGOP. TÉC. AVC. ING. W. MOLINA

FECHA:
14 - 03 - 2011

PÁGINA:
6/12



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

DISEÑO ADAPTADOR NLG

VISTA LATERAL

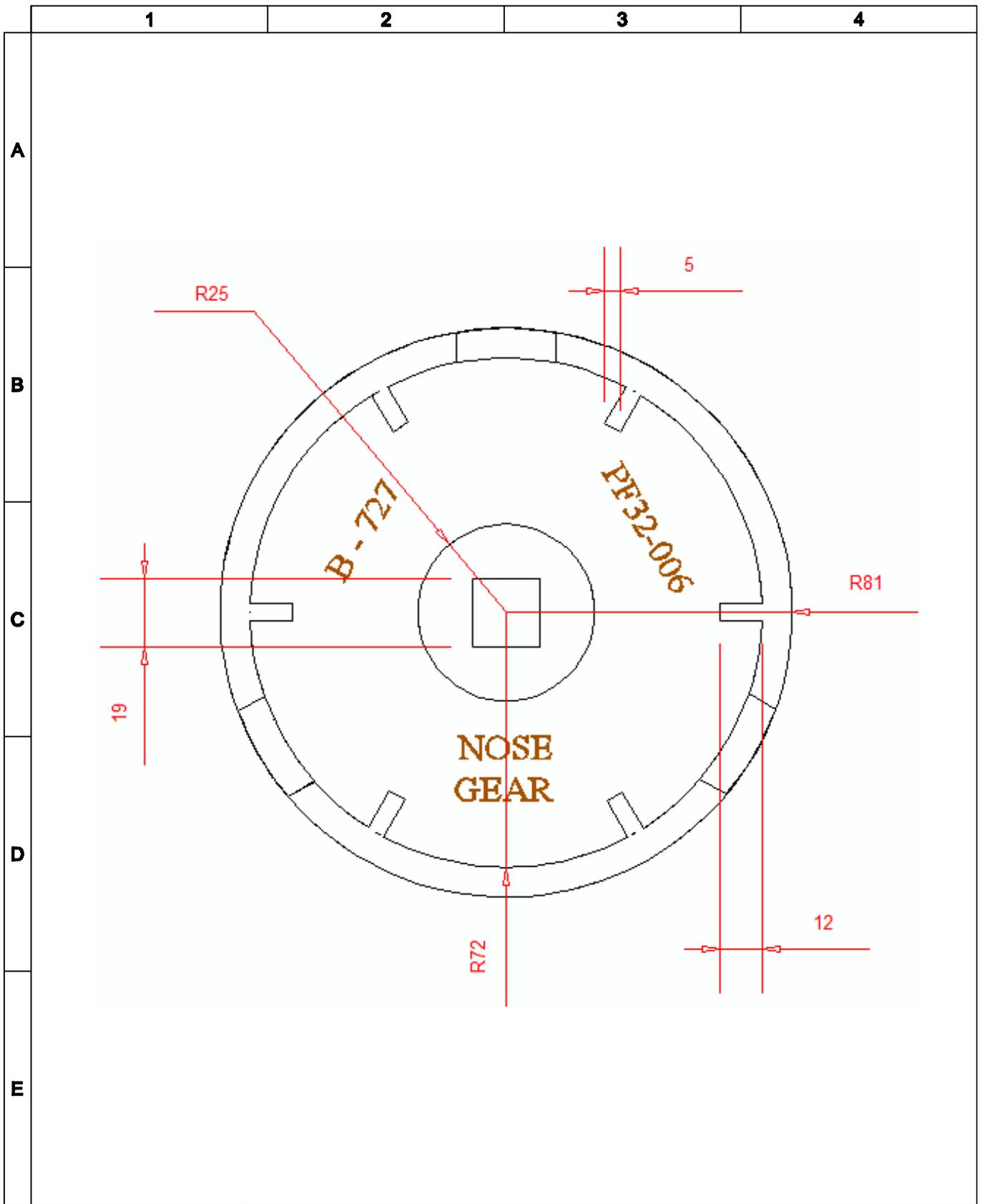
ESCALA:
1:10

REALIZADO POR:
FAUSTO ULQUIANGO

DIRECTOR DE PROYECTO:
SGOP. TÉC. AVC. ING. W. MOLINA

FECHA:
14 - 03 - 2011

PÁGINA:
7/12



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

DISEÑO ADAPTADOR NLG

VISTA SUPERIOR

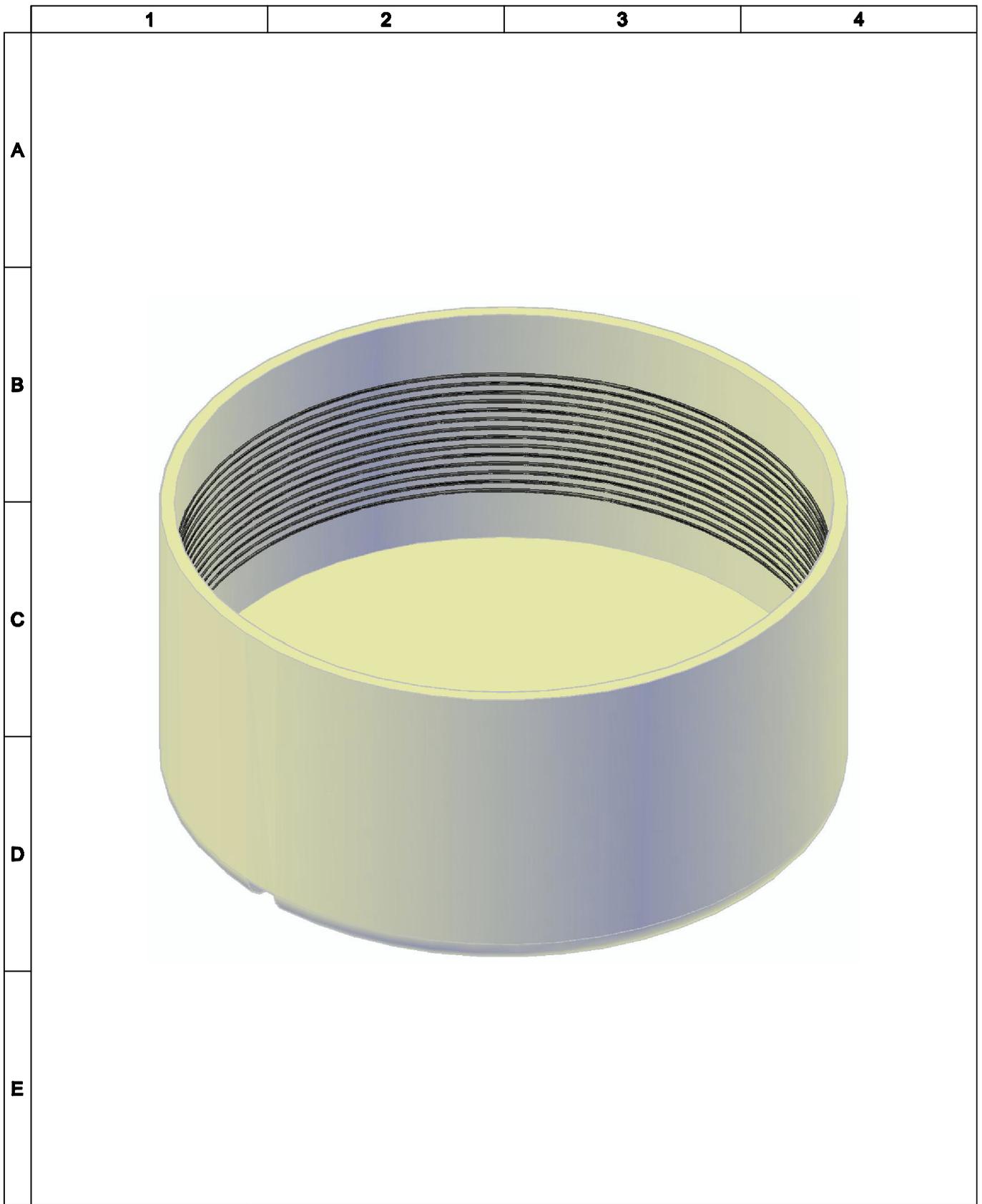
ESCALA:
1:10

REALIZADO POR:
FAUSTO ULQUIANGO

DIRECTOR DE PROYECTO:
SGOP. TÉC. AVC. ING. W. MOLINA

FECHA:
14 - 03 - 2011

PÁGINA:
8/12



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

DISEÑO PROTECTOR DE ROSCA

VISTA 3D

ESCALA:
1:10

REALIZADO POR:

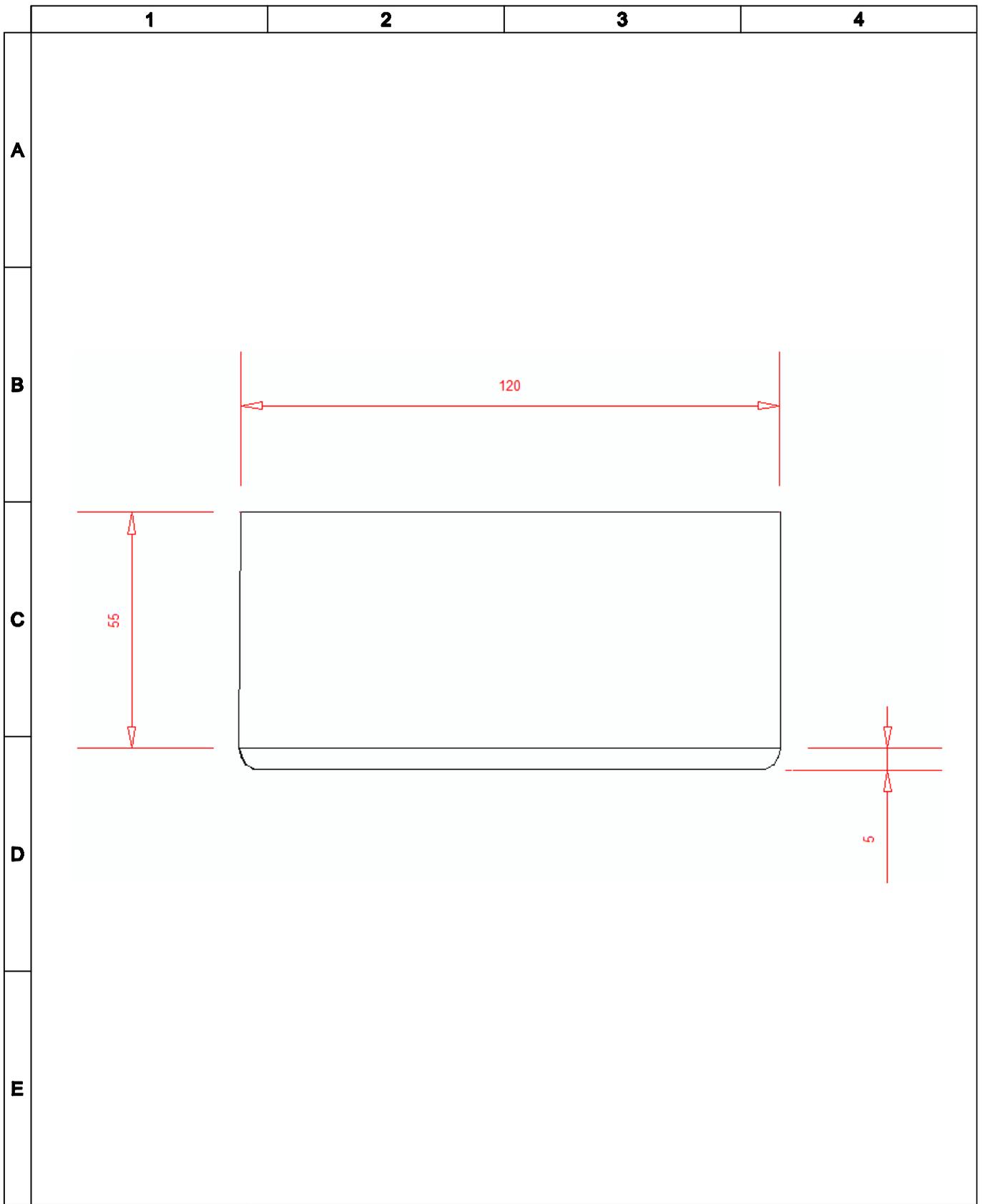
FAUSTO ULQUIANGO

DIRECTOR DE PROYECTO:

SGOP. TÉC. AVC. ING. W. MOLINA

FECHA:
14 - 03 - 2011

PÁGINA:
9/12



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

DISEÑO PROTECTOR DE ROSCA

VISTA FRONTAL

ESCALA:
1:10

REALIZADO POR:

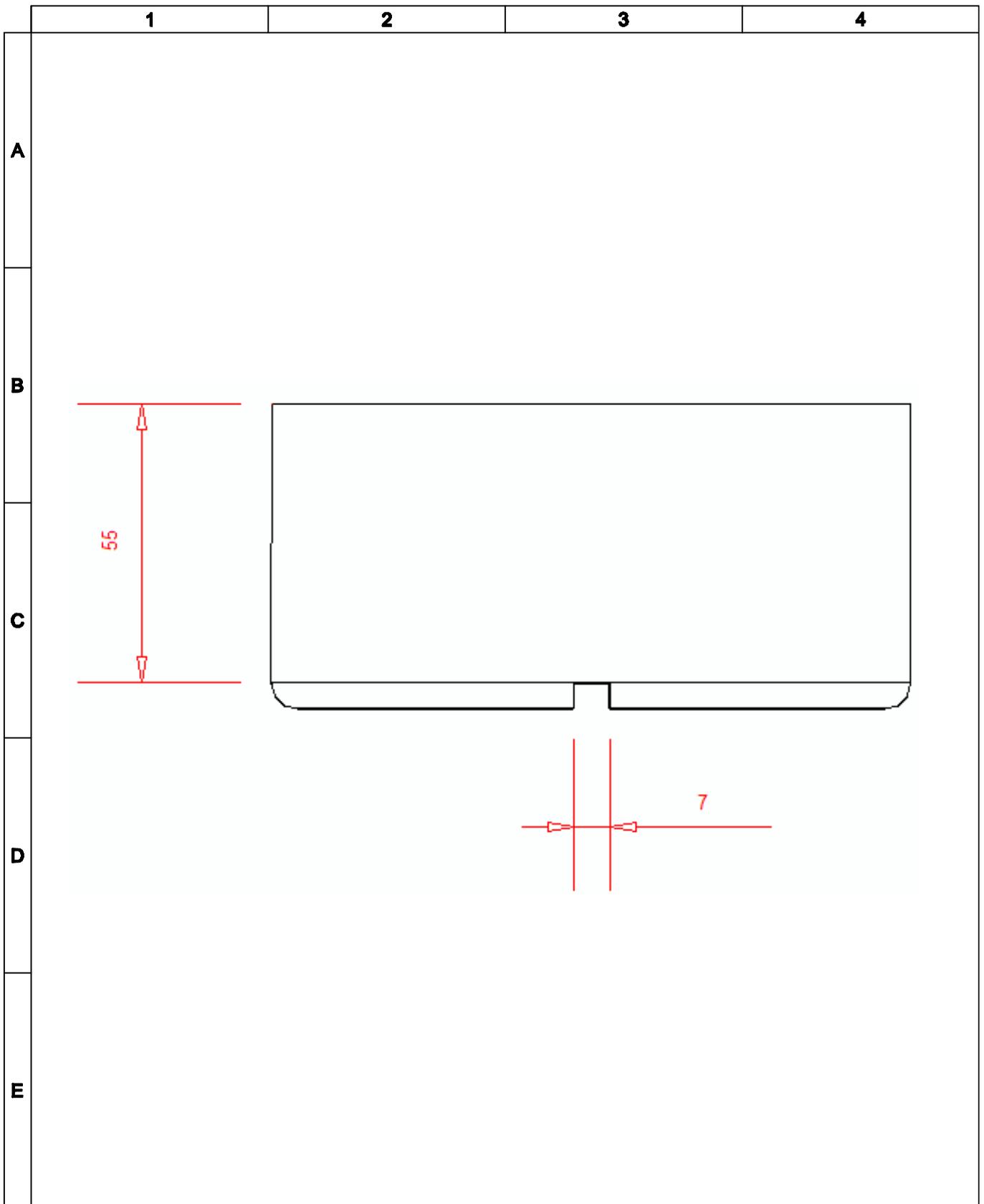
FAUSTO ULQUIANGO

DIRECTOR DE PROYECTO:

SGOP. TÉC. AVC. ING. W. MOLINA

FECHA:
14 - 03 - 2011

PÁGINA:
10/12



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

DISEÑO PROTECTOR DE ROSCA

VISTA LATERAL

ESCALA:
1:10

REALIZADO POR:

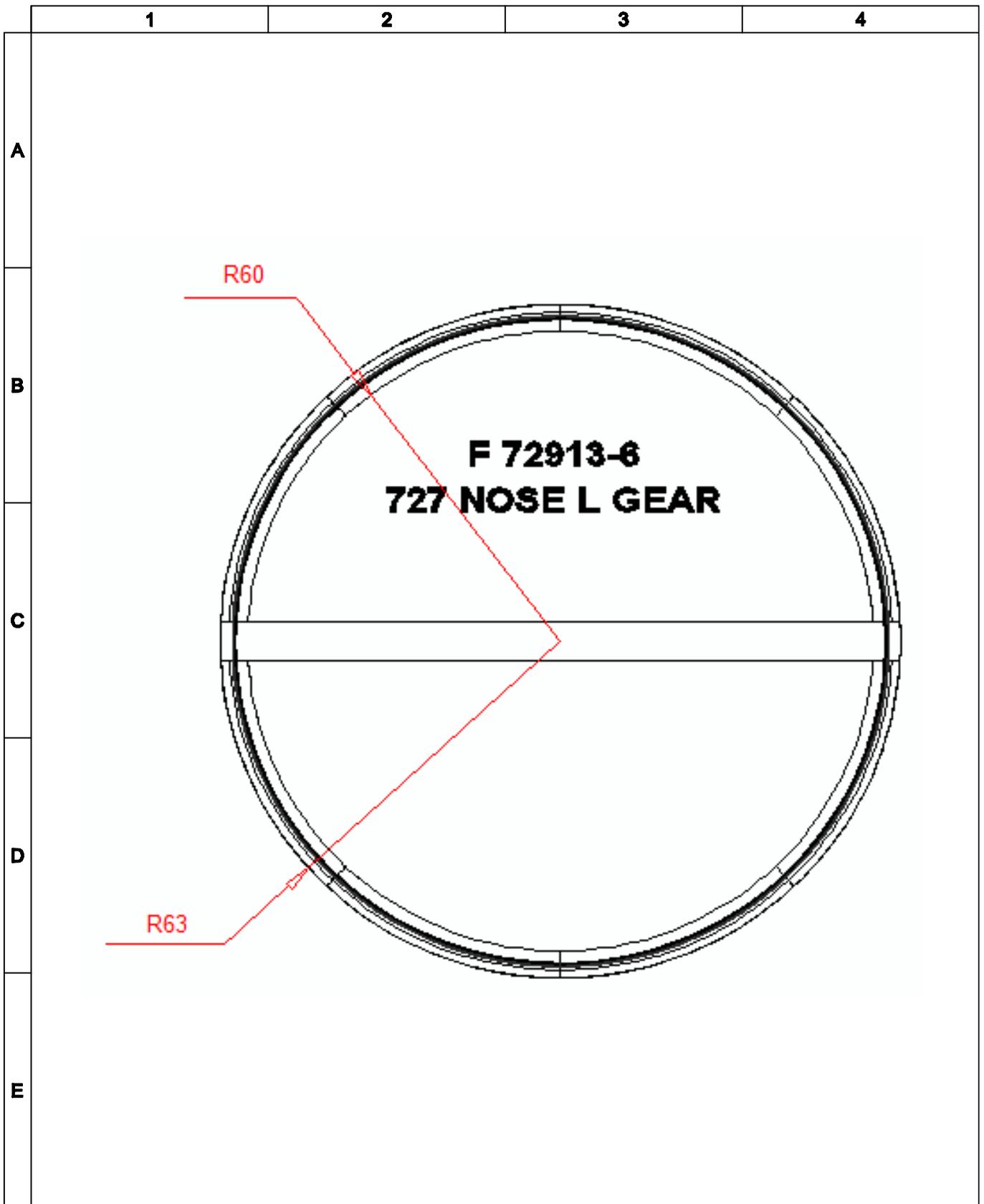
FAUSTO ULQUIANGO

DIRECTOR DE PROYECTO:

SGOP. TÉC. AVC. ING. W. MOLINA

FECHA:
14 - 03 - 2011

PÁGINA:
11/12



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

DISEÑO PROTECTOR DE ROSCA

VISTA SUPERIOR

ESCALA:
1:10

REALIZADO POR:

FAUSTO ULQUIANGO

DIRECTOR DE PROYECTO:

SGOP. TÉC. AVC. ING. W. MOLINA

FECHA:
14 - 03 - 2011

PÁGINA:
12/12

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

NOMBRE: Fausto Patricio Ulquiango Ulco

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

FECHA DE NACIMIENTO: 15 de Abril de 1989

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 172016812-7

TELÉFONOS: 2-054-241 / 084132954

CORREO ELECTRÓNICO: fpato_154@hotmail.com

DIRECCIÓN: Quito, Tumbaco, San José de Collaqui



ESTUDIOS REALIZADOS

Secundaria

Colegio Técnico Experimental de Aviación Civil "COTAC"

TÍTULOS OBTENIDOS

Bachiller en CIENCIAS especialidad Físico Matemáticas

EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

Institución: AEROLANE – LAN Ecuador

Título Obtenido: Certificado de prácticas profesionales

Tipo: Entrenamiento en flotas A320, B767 y B777

Fecha: Agosto 2010 – Diciembre 2010

Duración: 5 meses

CURSOS Y SEMINARIOS

Institución: System

Título Obtenido: Certificado Computación Básica

Tipo: Curso de computación

Fecha: Abril 2007 – Abril 2009

Duración: 2 años

Institución: Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico

Título Obtenido: Certificado de Suficiencia en el idioma Ingles

Tipo: Certificado

Fecha: Octubre 2007 – Marzo 2010

Duración: 29 meses

EXPERIENCIA LABORAL

Institución: Ala de Transportes N° 11

Título Obtenido: Curso Sabreliner

Tipo: Curso de capacitación

Fecha: Marzo 2010 – Abril 2010

Duración: 30 días

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

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

Ulquiango Ulco Fausto Patricio

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

Ing. Guillermo Trujillo

Latacunga, Marzo 14 del 2011

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, ULQUIANGO ULCO FAUSTO PATRICIO, Egresado de la carrera de **MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**, en el año 2010, con Cédula de Ciudadanía N° 172016812-7, autor del Trabajo de Graduación **“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCEDIMIENTO DE MONTAJE Y DESMONTAJE PARA LOS NEUMÁTICOS DEL 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.

Ulquiango Ulco Fausto Patricio

Latacunga, Marzo 14 del 2011