

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA PROTOTIPO DE
EXTENSIÓN Y RETRACCIÓN DEL TREN DE NARIZ DEL
AVIÓN BOEING 727 OPERADO ELÉCTRICAMENTE**

POR:

HERMOSA PUENTE EDISON PAÚL

**Proyecto de Grado presentado como requisito parcial para la obtención del
Título de:**

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2004

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. HERMOSA PUENTE EDISON PAÚL, como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGO, MECÁNICO AERONÁUTICO.

Ing. Trujillo Guillermo

Latacunga, 20 de Enero del 2004.

DEDICATORIA

Este proyecto de grado quiero dedicar con todo mi amor a mis queridos padres, quienes con su sacrificio y apoyo hicieron posible la culminación de esta difícil pero no imposible etapa, y una dedicatoria muy especial para mi novia quién siempre me supo apoyar en momentos difíciles y orientar por buen camino.

Hermosa Puente Edison Paúl

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo va dirigido de manera muy especial a todos mis maestros y uno muy especial a mis queridos padres quienes con su sabiduría vertieron todos sus conocimientos para ayudarme a culminar esta meta, y un agradecimiento muy especial a mi querida institución el ITSA, porque en aquellas aulas quedan los más bellos y lindos recuerdos de mi juventud, y a mis compañeros de curso que son los mejores que pude haber tenido ¡GRACIAS!

Hermosa Puente Edison Paúl

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
Portada.....	i
Certificación.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Índice de contenidos.....	v
Resumen.....	1
Introducción.....	2
Justificación.....	2
Objetivos.....	2
Alcance.....	3

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Introducción de los trenes de aterrizaje.....	4
1.2 Características del tren de nariz del avión Boeing 727.....	7
1.3 Descripción y operación de las unidades componentes del sistema del tren de nariz del avión Boeing 727.....	9
1.3.1 Actuador del tren de nariz.....	9
1.3.2 Cilindro de transferencia.....	10
1.3.3 Mecanismo de seguro del tren de nariz.....	12
1.3.4 Seguro del tren de nariz.....	14
1.3.5 Arreglo de empaques del amortiguador de nariz.....	15
1.3.6 Conjunto de tuerca glándula del perno medidor.....	16

1.3.7 Compuertas del tren de nariz.....	17
1.4 Estudio de la retracción y extensión del tren de nariz.....	20
1.4.1 Retracción del tren de nariz.....	23
1.4.2 Extensión del tren de nariz.....	24
1.4.3 Sistema de extensión manual del tren de aterrizaje.....	25
1.4.3.1 Mecanismo para la extensión manual del tren de nariz.....	28
1.4.3.2 Operación del sistema manual de extensión del tren de nariz.....	29
1.5 Sistema Indicador de posición y de alarma.....	30
1.5.1 Elementos del sistema de posición para el tren.....	31
1.5.2 Interruptor de posición en la palanca de control.....	34
1.5.3 Sensores para el tren principal.....	34
1.5.4 Interruptores de posición y seguro del tren de nariz.....	35
1.5.5 Interruptores de alarma del tren de aterrizaje.....	36
1.5.6 Interruptor de alarma de aterrizaje operado por los Flaps.....	37
1.5.7 Interruptor de rearmado de la alarma del tren.....	37
1.5.8 Operación del sistema de indicación.....	38
1.6 Análisis de fallas de la extensión y retracción del tren de aterrizaje.....	39
1.6.1 Fallas en la extensión manual del tren de aterrizaje.....	44
1.7 Ajustes y pruebas de funcionamiento.....	45
1.7.1 Ajustes.....	45
1.7.2 Prueba del sistema de control del tren de aterrizaje.....	49

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

2.1 Definición de alternativas y estudio técnico.....	52
---	----

2.1.1 Definición de alternativas.....	52
2.1.2 Estudio técnico.....	52
2.2 Estudio de factibilidad.....	53
2.3 Selección de la mejor alternativa.....	59
2.4 Requerimientos Técnicos.....	59

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN

3.1 Construcción de los sistemas de extensión y retracción.....	61
3.1.1 Diseño de planos generales.....	62
3.1.2 Fabricación de las cuadernas y de la estructura en general.....	62
3.1.3 Recubrimiento Superficial.....	64
3.1.4 Cálculos.....	65
3.1.5 Diagrama de procesos.....	70
3.1.6 Diagrama de ensamble.....	83
3.1.7 Pruebas de funcionamiento.....	84
3.2 Tipo de máquinas y herramientas utilizadas en la construcción.....	89

CAPÍTULO IV

MANUALES

4.1 Manual de Operación.....	91
4.2 Manual de Mantenimiento.....	92
4.3 Manual de Seguridad.....	93

CAPÍTULO V
ESTUDIO ECONÓMICO

5.1 Presupuesto.....	95
5.2 Análisis económico.....	95
5.2.1 Herramientas y máquinas utilizadas.....	95
5.2.2 Materiales usados.....	96
5.2.3 Mano de obra.....	97
5.2.4 Otros.....	97

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones.....	99
6.2 Recomendaciones.....	100

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

PLANOS

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1	Localización del tren de aterrizaje
FIGURA 1.2	Esquemático del tren de nariz
FIGURA 1.3	Palanca de control de los trenes de aterrizaje
FIGURA 1.4	Actuador del tren de nariz
FIGURA 1.5	Cilindro de transferencia
FIGURA 1.6	Mecanismo de seguro del tren de nariz
FIGURA 1.7	Seguro del tren de nariz
FIGURA 1.8	Arreglo de empaques del amortiguador de nariz
FIGURA 1.9	Conjunto de tuerca glándula del perno medidor
FIGURA 1.10	Compuertas del tren de nariz
FIGURA 1.11	Localización de los componentes del mecanismo de retracción del tren de nariz
FIGURA 1.12	Extensión manual del tren de nariz
FIGURA 1.13	Manivela de extensión manual del tren de nariz
FIGURA 1.14	Sistema de extensión manual del tren de nariz
FIGURA 1.15	Luces indicadoras de posición y de alarma
FIGURA 1.16	Ventanilla de inspección del tren de nariz
FIGURA 1.17	Ajuste del sistema de control del tren de aterrizaje
FIGURA 1.18	Ajuste del sistema de control del tren de aterrizaje
FIGURA 2.1	Primera alternativa
FIGURA 2.2	Segunda alternativa
FIGURA 3.1	Estructura General
FIGURA 3.2	Platina de Hierro de ½" * 1/8"
FIGURA 3.3	Electrodo 6011

- FIGURA 3.4 Madera de Balsa
- FIGURA 3.5 Resina Poliéster
- FIGURA 3.6 Fibra de vidrio 375
- FIGURA 3.7 Estructura Soporte
- FIGURA 3.8 Secuencia de construcción del Sistema Prototipo de extensión y retracción del tren de nariz del avión Boeing 727 controlado eléctricamente.

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.1	Tensión del cable
TABLA 2.1	Matriz de Evaluación
TABLA 2.2	Matriz de Decisión
TABLA 3.1	Verificación de funcionamiento del sistema prototipo
TABLA 5.1	Costos en la utilización de herramientas y máquinas
TABLA 5.2	Costos de materiales utilizados
TABLA 5.3	Costos de la mano de obra
TABLA 5.4	Costos de otros gastos
TABLA 5.5	Costo total de la construcción

RESUMEN

El presente proyecto de grado surge de la necesidad de los estudiantes del ITSA de conocer más profundamente el funcionamiento de los sistemas de extensión y retracción de los trenes de aterrizaje en los aviones, principalmente de aviones comerciales, puesto que en un futuro los conocimientos adquiridos serán de mucha importancia para su vida como un trabajador más en la sociedad.

En la primera parte de este trabajo, se plantea el objetivo que es el de construir un sistema prototipo de extensión y retracción del tren de nariz del avión Boeing 727 controlado eléctricamente, de modo que se empezó una selección de alternativas para su fabricación. Al encontrar la mejor alternativa, se realizó una evaluación para la selección de la construcción más idónea de acuerdo a nuestro medio y recursos económicos.

Se procedió a la construcción del sistema prototipo, haciendo uso de talleres particulares, talleres del CEMA y del taller de Mecánica Básica del ITSA.

Concluida la construcción, se realizó las pruebas de funcionamiento con el propósito de observar el comportamiento del sistema prototipo, la misma que arrojó resultados satisfactorios lo que implica la justificación del Proyecto.

INTRODUCCIÓN

Justificación

En el proceso de enseñanza y aprendizaje, tanto de alumnos civiles como militares del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, se ha visto necesario la creación de un prototipo de funcionamiento del tren de nariz del avión Boeing 727 operado eléctricamente, el mismo que ayudará a comprender y profundizar los conocimientos teóricos y prácticos de este sistema, para que en un futuro todos estos conocimientos sean puestos en práctica en los innumerables retos que nos espera en el futuro.

Objetivos:

Objetivo general

Construir un sistema prototipo de extensión y retracción del tren de nariz del avión Boeing 727 operado eléctricamente.

Objetivos específicos

- ✓ Dar a conocer los diferentes pasos de funcionamiento del tren de nariz del avión Boeing 727.
- ✓ Incrementar el conocimiento de su operación.
- ✓ Conocer los diferentes subsistemas de extensión y retracción del tren de nariz.

- ✓ Utilizar correctamente los manuales de operación y funcionamiento del tren de nariz del avión Boeing 727.
- ✓ Reconocer el funcionamiento de las luces de indicación del tren de nariz y sus posibles fallas.
- ✓ Determinar conclusiones y recomendaciones.

Alcance

Este proyecto de grado se realizará en las instalaciones del CEMA, y su objetivo es el de contar con un medio de prueba, el cual está destinado a facilitar la comprensión del funcionamiento del tren de nariz del avión Boeing 727 ; en lo referente a la extensión y retracción del mismo. Mediante la visualización y operación que permitirán un mayor entendimiento tanto de alumnos civiles como militares del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Cabe recalcar que este proyecto de grado se basa solo en la extensión y retracción del tren controlado eléctricamente, y no en caso de falla en donde entra a funcionar el sistema manual.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Introducción de los trenes de aterrizaje

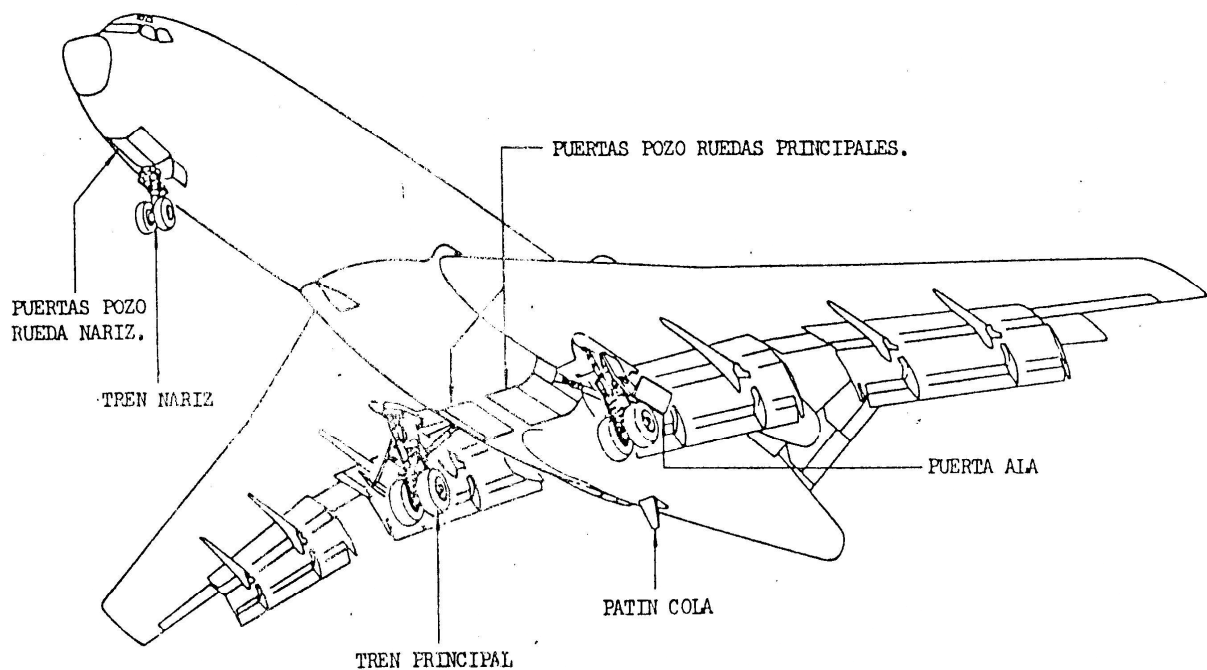


Figura 1.1. Localización del Tren de Aterrizaje

El tren de aterrizaje soporta el avión en tierra, amortigua los impactos durante el aterrizaje, amortigua vibraciones durante el carreteo y el remolque. Se utilizan dos piernas principales y una de nariz. Cada pierna principal está atrás de la viga trasera y hacia fuera del fuselaje. La rueda de nariz se encuentra debajo de la porción trasera de la cabina de mando. Se utilizan brazos laterales y de arrastre para estabilizar al tren principal en sentido lateral y longitudinal.

El tren de nariz es controlable, y tiene un soporte longitudinal que sirve de bisagra. Tanto el tren principal como el de nariz tienen doble rueda, todas las ruedas llevan frenos hidráulicos, controlados por un sistema antiderrapante. El patín de cola es retractable y se encuentra montado en la parte trasera del fuselaje para proteger a este extremo trasero en caso de que la nariz del avión se levante excesivamente cuando el avión está en tierra y la escalera trasera está retractada.

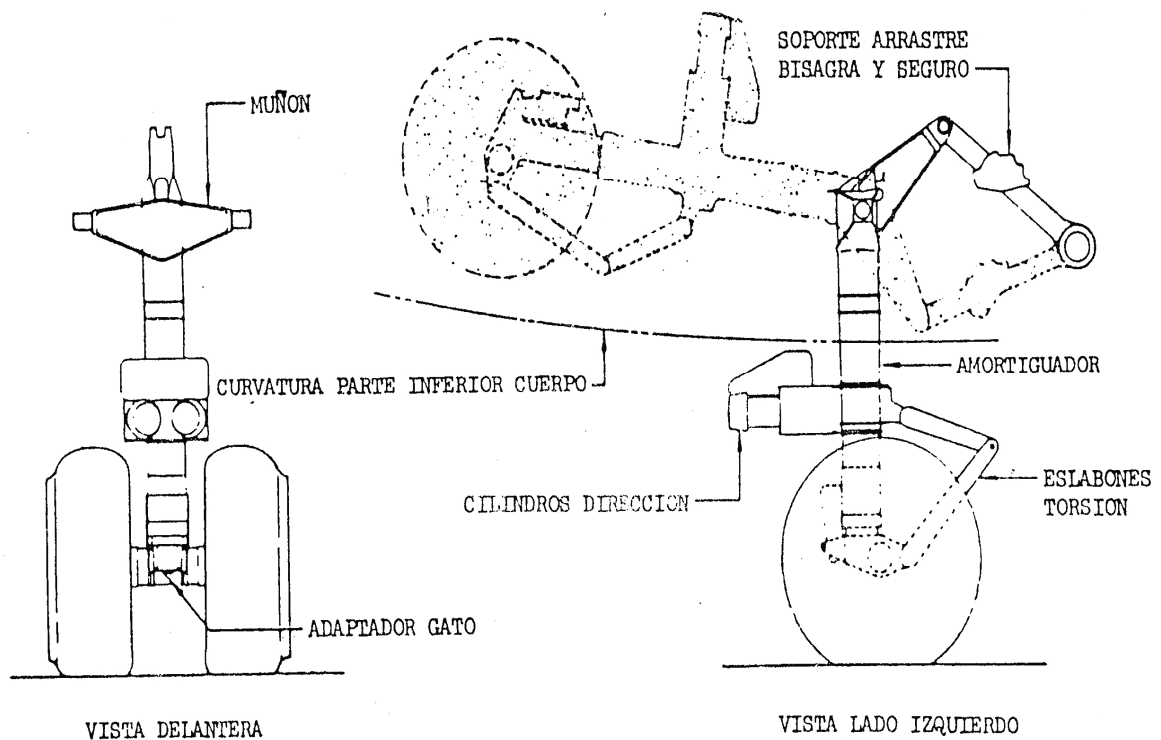


Figura 1.2. Esquemático del Tren de Nariz

La retracción y extensión del tren de aterrizaje es por medio de potencia hidráulica, contando con un sistema manual de extensión para bajar el tren en caso de falla hidráulica. El tren de aterrizaje está controlado por una sola palanca de control montada en el tablero de instrumentos del capitán. El movimiento de la

palanca de control se transmite por medio de cables a una válvula selectora que controla la presión hidráulica para el funcionamiento del tren. Al mover la palanca de control hacia arriba se abren las puertas para el tren de aterrizaje, se retracta el tren y luego se cierran las puertas. Cuando la palanca de control para el tren se mueve hacia abajo, se abren las puertas del tren, baja el tren y luego se cierran las puertas. Las puertas de ala permanecerán abiertas.



Figura 1.3. Palanca de control de los trenes de aterrizaje

Al colocar la palanca de control para el tren en la posición de “OFF” se releva la presión hidráulica de las líneas hidráulicas y éste se mantiene extendido o retractado por medio de seguros mecánicos. Una manivela y un sistema de cables sirven para el control manual para la extensión del tren, retira el seguro a las puertas y luego retira el seguro al tren el cual cae libre para extenderse por gravedad. La extensión manual para el tren de nariz solamente suelta al tren. El peso del tren principal abre las puertas completamente accionado sobre una

varilla de seguridad. Las puertas para el tren de nariz se abren y se cierran por medio de un mecanismo de varillas cuando el tren cae a la posición extendida. Una operación final del control manual engarza y asegura a las puertas en la posición extendida. Las puertas principales del tren permanecerán abiertas después de haber bajado el tren.

1.2 Características del tren de nariz del avión Boeing 727.

El control direccional de nariz para maniobras en tierra es controlado con el volante de control instalado en cabina del lado del capitán. Con la palanca del tren colocada en la posición de abajo, energía hidráulica del sistema A es usado para girar las ruedas de nariz hasta 78° en cualquier dirección. Los pedales del timón pueden usarse en tierra para cuando se requieran cambios de dirección pequeños. Al presionar los pedales a su máxima carrera se tendrá un giro aproximado de 7° a ambos lados. Las señales de entrada del volante de control pueden sobrepasar la fuerza de pedales.

Ambos frenos principales y de nariz son controlados por los pedales del timón.

Al presionar la parte superior del pedal izquierdo o derecho se proporciona el control independiente de frenos principales. Los frenos de nariz no son actuados hasta que ambos pedales de frenos hayan sido presionados aproximadamente en 50%. El sistema hidráulico B proporciona normalmente presión a los frenos principales.

El sistema A proporciona un medio de presión alterno a través de la válvula de interconexión de frenos, controlada por un interruptor con guarda en el tablero del tercer miembro. Los frenos de nariz son alimentados por el sistema hidráulico A. Un acumulador hidráulico de frenos almacena energía para la operación de frenos de estacionamiento.

Se cuenta con una palanca y una luz roja en el pedestal de controles para dejar los frenos puestos durante el estacionamiento. Un cuarto recurso de frenos esta disponible, esto es un sistema hidráulico actuado por presión neumática. Una válvula de control neumático actuado por una manija en el tablero de instrumentos del capitán regula la presión para el frenado.

El avión Boeing-727 está equipado con un sistema de antiderrape Hydro-aire Mark III. Cuando se aplica presión de frenado, el sistema de antiderrape ajusta automáticamente la fuerza de frenado a cada tren, proporcionando un esfuerzo de frenado óptimo dependiendo de las condiciones de la pista. El sistema es controlado por los interruptores de antiderrape de tren de nariz y principal en el tablero superior de pilotos. El sistema de antiderrape se auto-monitorea continuamente y la luz correspondiente "Inoperativa" prenderá cuando ocurra una falla.

La selección de posición del tren de aterrizaje se hace por medio de una palanca de tres posiciones operadas por el piloto en el tablero central de instrumentos.

La palanca selectora del tren tiene las posiciones de “UP”, “OFF” y “DN”. Luces rojas de aviso puertas, prenderán si cualquier puerta está desasegurada. Luces ámbar en el tablero del ingeniero de vuelo prenderán para indicar cual puerta esta desasegurada. Se cuenta con una luz ámbar que prenderá cuando la posición del patín de cola no corresponda a la posición de la palanca del tren.

1.3 Descripción y operación de las unidades componentes del sistema del tren de nariz del avión Boeing 727.

1.3.1 Actuador del tren de nariz

El actuador del tren de nariz convierte la presión hidráulica a energía mecánica para retractar o extender el tren de nariz. El actuador es un cilindro hidráulico y pistón con acción de amortiguación para disminuir su movimiento cuando se aproxima a los límites de desplazamiento.

La cabeza del cilindro del actuador está acoplada a la flecha soporte del brazo de arrastre, en la parte trasera del pozo, y la barra del pistón está acoplada a un herraje en el muñón del tren de nariz. El fluido hidráulico entra a la cabeza del cilindro de el actuador a través de dos ductos flexibles.



Figura 1.4. Actuador del tren de nariz

El actuador de tren de nariz amortigua el rango de retracción del tren, solo cuando se aproxima a la posición de arriba por la acción del conjunto de la válvula amortiguadora a carga de resorte. Durante la retracción, con el actuador extendido, la presión hidráulica pasa a través de una válvula poppet dentro del actuador sin restricción. Cuando el actuador está dentro de lo que es una pulgada de completamente extendido el collar operador de la válvula amortiguadora hace contacto con la placa de la válvula amortiguadora de esta válvula.

Con un poco más de extensión del actuador, empuja la placa de la válvula amortiguadora contra un resorte de compresión para cerrar los puertos en el tubo de alimentación principal. Para el resto del desplazamiento del actuador el flujo hidráulico es restringido pasando a través de los orificios del tubo alimentador que bajan la velocidad de extensión hasta, que el pistón alcanza su tope límite. Durante la extensión del tren, el fluido hidráulico que sale del extremo de la barra del pistón de el actuador es restringido por la válvula poppet cerrada que sirve para prevenir un caída rápida del tren de nariz. Además, la válvula amortiguadora actúa para disminuir el movimiento del actuador por la primera pulgada de desplazamiento. Cuando el actuador se retracta, la compresión del resorte regresa a la placa de la válvula amortiguadora a su posición original y los puertos abren. Para el remanente durante la caída libre, el flujo del fluido es restringido por la válvula poppet únicamente.

1.3.2 Cilindro de transferencia

El cilindro de transferencia iguala momentáneamente la presión hidráulica en ambos lados del pistón del actuador de nariz al comienzo de cada ciclo de

extensión para relevar al tren de la fuerza del actuador hasta que el seguro de tren arriba esté suelto.



Figura 1.5. Cilindro de transferencia

El cilindro contiene un pistón, dos resortes y dos resortes de retén. Un extremo del cilindro está conectado a la línea de tren abajo. El otro extremo está conectado a un tercer puerto en el lado de arriba de el actuador del tren de nariz. Al final de la retracción del tren, el resorte de retén del cilindro es presionado hacia el lado de abajo del cilindro. Cuando la palanca de control es movida a la posición DN para extensión del tren, la presión es dirigida a el lado de debajo de el actuador.

La presión también entra al lado de abajo del cilindro de transferencia y desplaza el pistón que dirige la presión del lado de arriba del cilindro de transferencia al lado de arriba del actuador del tren. Una válvula restrictora y unidireccional en el puerto de arriba del actuador, demora la pérdida de presión al

retorno. Con lo que, momentáneamente la presión del sistema existe en ambos lados del pistón del actuador del tren, porque el área de retracción del pistón es más grande y el tren es momentáneamente levantado en la dirección de retracción. Durante este período, el actuador de seguro, desasegura al tren y empieza a plegarse el brazo de arrastre. Cuando el resorte de retén se comprime hacia abajo, la presión que se tiene cae en el lado de arriba del actuador y la extensión procede en forma normal.

Después que el resorte de retén ha sido comprimido, un movimiento extra del pistón está disponible actuando contra la tensión del resorte. El movimiento extra del pistón proporciona una amortiguación a la caída de presión generada en el sistema por impactos de aterrizaje previniendo así fluctuaciones de presión, que puedan afectar al actuador del seguro y posiblemente desasegurar al tren. El cilindro es simétrico, con resortes dobles, y puede ser instalado en cualquier lado del sistema. El cilindro está instalado en el mamparo trasero del pozo de nariz.

1.3.3 Mecanismo de seguro del tren de nariz

El mecanismo de seguro del tren de nariz asegura y desasegura al tren en ambas posiciones: tren arriba y tren abajo. El mecanismo consiste de un brazo de arrastre que mantiene al tren en la posición de arriba y asegurado o abajo y asegurado, un actuador de seguro, un resorte de seguro, un eslabón de actuación del seguro y una barra de actuación, un brazo actuador y un tope de seguro.



Figura 1.6. Mecanismo de seguro del tren de nariz

El brazo de arrastre del tren consiste de un eslabón superior y uno inferior, una barra de actuación del seguro, y una articulación central asegurable. El extremo trasero del eslabón superior pivotea en una flecha a través de un herraje de soporte en la parte trasera del pozo de nariz. El extremo delantero del eslabón superior forma parte de la articulación del brazo de arrastre. El extremo trasero del eslabón inferior está al extremo delantero del brazo de arrastre superior completando así la articulación. El extremo delantero del brazo de arrastre tiene una doble terminal de horquilla que está acoplada a él.

El actuador de seguro y resorte están acoplados a los brazos de la manivela de actuación del seguro. La barra de actuación del seguro conecta a la manivela de actuación del seguro con el brazo de actuación del seguro que pivotea en el brazo de arrastre. Un interruptor de seguro operado por el movimiento de la barra de actuación del seguro está acoplado al brazo de arrastre.

Se cuenta también con un interruptor de posición operado por el eslabonaje del brazo de arrastre superior que está montado en el herraje de la flecha de soporte.

1.3.4 Seguro del tren de nariz

Los resortes del seguro en la articulación de arrastre lo mantienen asegurado en la posición central. El seguro del tren de nariz es actuado para asegurar o desasegurar mediante el actuador de seguro y resorte a través de la barra de actuación del seguro.

El tope del seguro es empujado fuera del retén en el brazo de arrastre por el actuador de seguro antes de que el tren se retracte o se extienda.



Figura 1.7. Seguro del tren de nariz

Cuando el seguro es cortado, un movimiento ligero del actuador del seguro proporciona una fuerza para empezar el giro del brazo de arrastre en la dirección de arriba. Cuando el tren se retracta, la presión hidráulica permanece en el

actuador del seguro durante el ciclo, con el movimiento del tren forzando al actuador para retractarse contra la presión hidráulica mientras la actuación de la manivela del seguro gira por la posición se sobrecentrado para girar la manivela de actuación del seguro de la dirección opuesta con el eslabón de giro, transmitiendo la fuerza para mover el tope de seguro hacia el retén. El seguro opera en forma similar al ciclo de extensión del tren.

1.3.5 Arreglo de empaques del amortiguador de nariz

El anillo porta empaques y anillo de retén están instalados entre la chumacera inferior y la leva de centrado inferior. Un empaque tipo – 0 con anillos de respaldo está instalado en las ranuras exteriores del porta empaques para proporcionar un sello estático entre el adaptador y el cilindro exterior.

Un empaque tipo 0 con canal ó empaque GT en la ranura interior de porta empaques para proporcionar un sello dinámico entre el movimiento del cilindro interior y el porta empaques. Dos empaques de repuesto uno grande tipo 0 estático y uno chico están instalados en ranura en el anillo de retén para usarse como repuestos en caso de fuga estática o dinámica.



Figura 1.8. Arreglo de empaques del amortiguador de nariz

Si la fuga ocurre en ambos empaques la tuerca glándula del amortiguador, chumacera inferior, anillo de retén y anillo adaptador con empaques pueden sacarse del cilindro exterior. El empaque de repuesto grande será para reemplazo del sello estático y después de desechar el sello de canal y empaque tipo – 0, o el sello GT, el empaque de repuestos tipo 0 chico será instalado en la ranura interior, inferior con sellos de expansión.

Después de que se han usado los empaques tipo 0, deberá anotarse que los empaques de repuesto han sido utilizados. A la primera oportunidad de desarmado completo del amortiguador un nuevo empaque tipo 0 y canal dinámico o sello GT deberá instalarse en el anillo adaptador. Los sellos dinámicos y estáticos de repuesto serán instalados en el anillo de retén.

NOTA: El sello expansivo azul debe ser instalado en el lado superior (presión).

1.3.6 Conjunto de tuerca glándula del perno medidor

Un conjunto de tuerca glándula del perno medidor está instalada sobre el perno medidor en la parte superior del amortiguador. La tuerca glándula debe ser removida para reemplazo de los empaques tipo 0 del amortiguador y para reemplazo de los empaques de la glándula en caso de fuga. El conjunto consiste de retenes de empaque superior e inferior, empaques tipo 0, empaques de tipo de repuesto y espaciadores. La parte superior del cilindro exterior está roscada en el interior y como ayuda a la fijación se cuenta con la barra de seguro de la tuerca glándula que asegura a ésta a la estructura del tren de nariz.



Figura 1.9. Conjunto de tuerca glándula del perno medidor

Se cuenta con una configuración alterna que usa empaques tipo 0 y sellos expansivos en lugar de empaques tipo 0 y anillos de respaldo.

NOTA: Los sellos expansivos de color azul deben ser instalados en el lado inferior (presión).

1.3.7 Compuertas del tren de nariz

Las compuertas de nariz son del tipo de almeja, consisten de cuatro compuertas que ajustan con el fuselaje cuando cierran. El par de compuertas delanteras encierran el pozo de nariz y son normalmente abiertas sólo cuando el tren está en tránsito, pero pueden abrirse para tener acceso a puntos de servicio en el área de nariz soltando los seguros mecánicos.

Después del servicio las compuertas delanteras deben cerrarse manualmente y asegurarse.



Figura 1.10. Compuertas del tren de nariz

El par de compuertas traseras cubren la apertura del amortiguador en el fuselaje cuando el tren está retractado y permanecen abiertas cuando el tren es extendido. Los eslabones de las compuertas consisten de dos barras acopladas a las compuertas y a los herrajes en el muñón.

Cuando el tren está completamente extendido, las compuertas del amortiguador están abiertas. Cuando el tren se retracta, el movimiento inicial del muñón tiende a abrir la puerta hasta que el punto de conexión superior pasa por la posición de sobrecentro en relación a la línea entre el punto de conexión inferior y el muñón del tren. El movimiento de retracción continuo tiende a cerrar las puertas, pero debido a que la barra pasa a través de la parte superior del arco descrito por la unión superior, la puerta se mueve sola durante el tránsito del tren.

El movimiento de retracción final acarrea la unión superior que pasa el punto de centrado para jalar a las barras y cerrar las puertas rápidamente. Las barras de

actuación de la puerta son ajustables y están instaladas para jalar las puertas firmemente y mantener en posición de cerrado.

El eslabonaje de las compuertas delanteras se inicia con una palanca en el muñón, con una barra conectada a la palanca y a un tubo de torsión soportado a una pared lateral en el pozo. Una barra conectada al tubo de torsión y a un cuadrante de cables en la pared izquierda. Los cables del cuadrante corren a lo largo de la pared lateral del pozo, alrededor de dos poleas y conectan a otra polea en la pared delantera. Las manivelas y barras radiales de la polea están conectadas a las puertas por barras actuadoras de compuerta.

Cuando el tren de nariz está abajo, las compuertas del pozo de nariz están cerradas, la palanca en el muñón es horizontal, y los brazos en el punto del tubo de torsión hacia abajo. Cuando el tren se retracta, el brazo del tubo de torsión es empujado hacia delante para girar el cuadrante en dirección contraria al giro de las manecillas del reloj.

El movimiento es transferido a través de cables y eslabones para abrir las puertas. La palanca del muñón continua para accionar al interruptor a través del arco de retracción, y las puertas permanecen abiertas cuando el brazo del muñón se aproxima y pasa al punto de centrado donde la palanca y la barra se alinean. Esta parte del movimiento ocurre durante el tren en tránsito.

Después de pasar el punto de centrado, el movimiento de retracción final jala el brazo en el tubo de torsión de regreso a la posición original causando que el

cuadrante gire en dirección de las manecillas del reloj y cerrando las puertas. El eslabón es ajustado con lo cual las puertas se mantienen ajustadamente en la posición de cerrado cuando el tren es asegurado arriba o abajo.

1.4 Estudio de la retracción y extensión del tren de nariz

Generalidades.

El tren de nariz se retracta y extiende al mismo tiempo que el tren principal.

A. El mecanismo de retracción consta de los siguientes componentes: Un actuador hidráulico, que aplica la fuerza necesaria para subir o bajar el tren y que está instalado entre el muñón del tren y el punto trasero de acoplamiento del brazo de arrastre; Un mecanismo de seguro controlado por un actuador hidráulico y un cilindro de resorte (BUNGEE) que asegura positivamente al tren arriba o abajo.

El mecanismo del seguro forma parte del brazo de arrastre, este por medio de un cilindro de transferencia, conectado entre la línea de tren abajo y el actuador, evita la aplicación de presión al tren antes de soltar al seguro. El cilindro de transferencia se localiza en el pozo de nariz.

B. Para retractar el tren, la palanca de control deberá colocarse en la posición de arriba (UP), de esta manera el seguro se suelta y el actuador se extiende haciendo girar al muñón del tren. La rotación del muñón hace que el tren suba hacia delante y hacia el interior del pozo.

Al mover la palanca de control a la posición de abajo (DN), el amortiguador se comprime y el muñón gira en dirección contraria a la anterior bajando así el tren: las compuertas del tren de nariz son accionadas por medio de un mecanismo de cable y varillas controlado por el movimiento del tren.

Mecanismo del seguro del tren de nariz

Este mecanismo permite asegurar al tren de nariz en sus posiciones de abajo y arriba; y suelta al seguro antes de iniciarse la retracción o extensión.

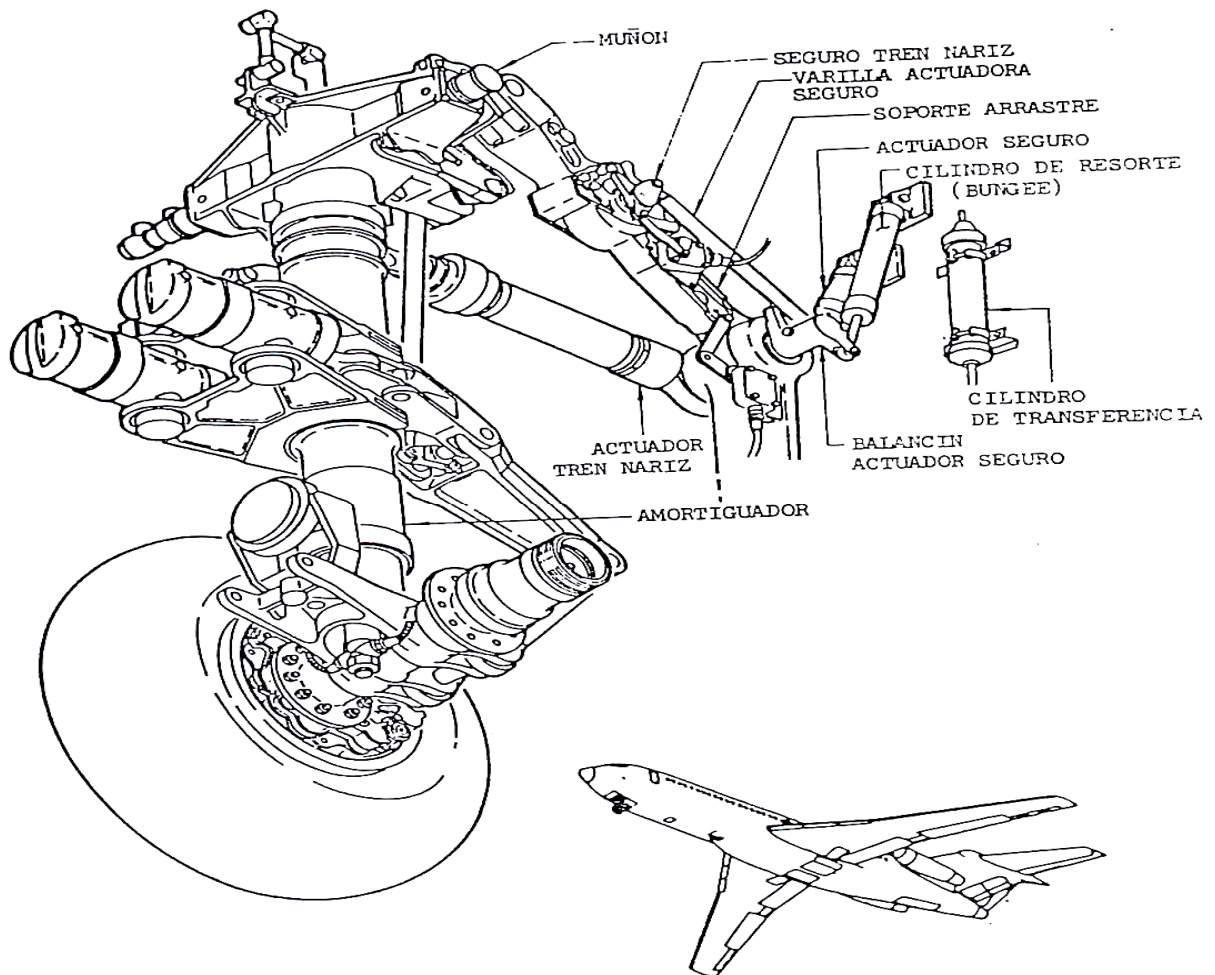


Figura 1.11. Localización de los componentes del mecanismo de retracción del tren de nariz

El mecanismo consta de un actuador hidráulico, un cilindro de resorte (BUNGEE), un balancín, una varilla, un brazo de seguro y un conjunto de muelas de sujeción.

El conjunto de muelas se desengarza de las muescas localizadas en el soporte de arrastre por medio de la acción del actuador hidráulico antes de la extensión o retracción del tren. Cuando el tren llega por completo a su posición de retractado o extendido, el conjunto de muelas engarza con las muescas para asegurar el tren.

El cilindro de resorte (BUNGEE) aplica la fuerza necesaria para mantener al conjunto de muelas contra las muescas.

El actuador y el cilindro de resorte aplican fuerzas al balancín del seguro y por medio de una varilla estas fuerzas se transmiten al brazo actuador que está a su vez conectado al conjunto de muelas mediante un eslabón.

Un interruptor localizado en el seguro es actuado por las varillas del brazo actuador.

Existe además un cilindro de transferencia que iguala la presión hidráulica en ambos lados del pistón actuador al principio del ciclo de extensión para permitir que el seguro del tren se suelte.

Este cilindro está localizado en la pared trasera del pozo de la rueda de nariz.

1.4.1 Retracción del tren de nariz

Al colocar la palanca de control en la posición de arriba (UP), la presión hidráulica pasa a través de la válvula selectora para llegar al actuador del tren de nariz y por medio de una válvula restrictora al actuador hidráulico del seguro.

Estando el tren en la posición de abajo y asegurado y el soporte de arrastre en posición de sobrecentro, el actuador del tren no podrá extenderse, por lo tanto, el actuador del seguro actuará primero para soltar dicho seguro; dejando de esta manera libre al tren para que se inicie la rotación del brazo de arrastre.

Una vez que el actuador del seguro actúa al brazo de arrastre fuera de su centro, el actuador del tren se extenderá para retractarlo. La presión hidráulica permanece dentro del actuador del seguro durante todo el ciclo de retracción.

El movimiento del soporte de arrastre posiciona al balancín del seguro en la condición de sobrecentro con relación al actuador hidráulico.

Al acercarse a la posición de sobrecentro, el actuador del seguro es obligado a moverse en contra de la presión hidráulica.

Cuando el tren está completamente retractado y el balancín ha pasado a la posición de sobrecentro, el actuador hidráulico del seguro se extiende para hacer girar al balancín actuador y asegurar al tren en la posición de arriba.

1.4.2 Extensión del tren de nariz

Para extender el tren es necesario colocar la palanca de control en la posición de abajo (DN) y así dirigir presión hidráulica hacia el actuador de seguro y hacia el actuador del tren en la misma secuencia de eventos que para la retracción.

El peso del tren aplicado en el brazo de arrastre, más la fuerza aplicada al presurizar el actuador hace que la operación de soltar al seguro de tren arriba sea rígida y con ruido.

Para evitar esto se utiliza el cilindro de transferencia, el cual controla momentáneamente la presión para la operación de tren abajo dirigiéndola a la cámara de tren arriba del actuador; de esta manera se elimina la fuerza del actuador durante la liberación del seguro y la rotación inicial del brazo de arrastre. De este punto en adelante, el ciclo de extensión es idéntico al de retracción.

Compuertas del amortiguador

Cuando el tren de nariz está completamente extendido, las compuertas del amortiguador están abiertas. A medida que el tren se retracta, el movimiento inicial del muñón tratará de abrir aún más las compuertas hasta que el punto de

acoplamiento superior se coloque en la posición de sobrecentro con relación a la línea entre el punto inferior de acoplamiento y el muñón del tren.

El resto del movimiento del tren en su carrera de retracción, tratará de cerrar las compuertas, pero debido a que la varilla de empuje pasa por sobre la parte superior del arco que describe la unión superior; la puerta casi no se mueve cuando el tren está en tránsito. El movimiento final del ciclo de retracción coloca a la unión superior después de centro para jalar las varillas y cerrar rápidamente las compuertas, estas varillas actuadoras son ajustables para cerrar las puertas firmemente y mantenerlas en esa posición.

1.4.3 Sistema de extensión manual del tren de aterrizaje

- A. El sistema de extensión manual, se utiliza para extender el tren de aterrizaje en caso de falla del sistema normal.

El movimiento de una manivela se transfiere por medio de cables, tambores y cajas de engrandes al mecanismo para soltar las compuertas, soltar al seguro de tren arriba y asegurar el tren en la posición de abajo. Cuando se sueltan las compuertas, estas bajan a la posición de abiertas, permaneciendo en esta posición; las compuertas del tren de nariz se abren y después cierran por medio de un sistema mecánico acoplado al tren de nariz. Al estar el tren libre del seguro de arriba, este caerá libremente utilizándose una manivela para asegurarlo en la posición de abajo.

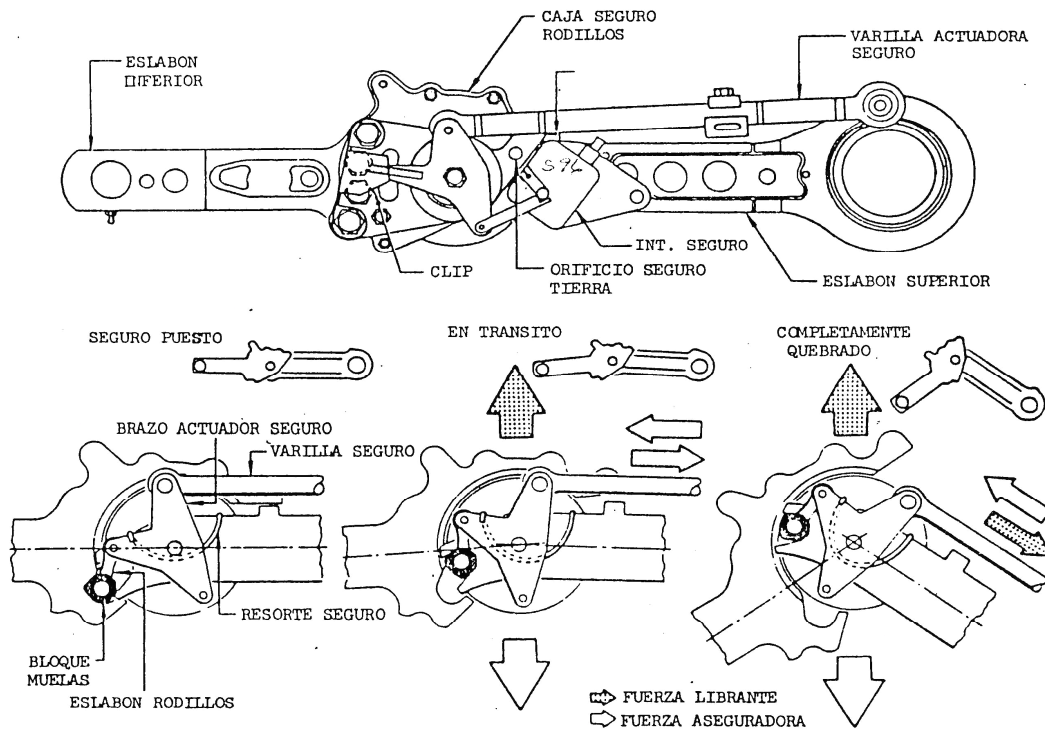


Figura 1.12. Extensión manual del Tren de Nariz

B. Los controles para la extensión manual se encuentran localizados en el piso de la cabina de pilotos. Existen 3 tambores de cables, uno para cada pierna del tren instalados debajo del piso de la cabina de pilotos, a la altura de los registros para insertar las manivelas de actuación manual. Cada registro tiene instalado en la parte inferior una placa con las instrucciones para operar el sistema de extensión manual. La manivela para accionar al sistema se encuentra localizada en la repisa de equipo justo atrás del asiento del segundo observador en la cabina de pilotos.

Las instrucciones para la extensión manual son las mismas para las 3 piernas excepto que la dirección de rotación es opuesta para bajar los trenes izquierdo y derecho principales.

Para soltar las compuertas y desengarzar el seguro de tren arriba, hay que dar con la manivela aproximadamente 3 vueltas al mecanismo de extensión manual, después son necesarias otras 6 vueltas en sentido opuesto para asegurar el tren en su posición de abajo.

C. Las compuertas de los trenes principales, pueden ser abiertas en tierra para tener acceso a los diversos puntos de servicio.

El mecanismo está constituido de cables y varillas accionadas por una manija que se encuentra localizada en el pozo izquierdo justamente hacia adentro del punto de fijación del brazo lateral del tren izquierdo.

Al operar la manija, ésta actúa a las válvulas de seguridad de las compuertas y al sistema de cables y varillas para soltar al seguro de las mismas, de esta manera se permite que las compuertas abran.

La válvula de seguridad de las compuertas permite el libre paso a la presión hidráulica en los actuadores y les evitan cerrarlas en caso de aplicación de presión hidráulica al resto del sistema.

Las compuertas del tren de nariz se pueden abrir en tierra, soltando las trabas del mecanismo de operación, a las cuales se tiene acceso a través de un seguro en la piel cerca de los extremos delanteros de las mismas.

1.4.3.1 Mecanismo para la extensión manual del tren de nariz

Este mecanismo consiste de dos tambores para cables, un tornillo sin fin, un balancín, un segmento y otro balancín para el seguro. El mecanismo es actuado por una manivela que se acopla al tambor central que se encuentra por debajo del piso de la cabina de pilotos.



Figura 1.13. Manivela de extensión manual del tren de nariz

La palanca de control del tren deberá estar en la posición de neutral (OFF) o abajo (DN) para evitar un bloqueo hidráulico, 2.3 vueltas de la manivela hacia la derecha, suelta al seguro de tren arriba. El movimiento de la manivela se transmite, por medio de cables al tambor montado al sin fin; al girar este, el balancín se mueve hacia arriba o hacia abajo de acuerdo con la rotación.

El movimiento hacia arriba del balancín gira al segmento de flecha acoplado, al mecanismo del seguro que a través de una varilla sale fuera de centro para liberar al tren. Una vez libre el tren caerá por su propio peso.

Las compuertas se abren, ya que dependen del movimiento del tren para su control y permiten el paso de éste hacia abajo cerrando después que el tren esté en su posición de abajo.

El tren de nariz es asegurado en la posición de abajo con la manivela 5 vueltas a la izquierda; 2.3 vueltas colocan al mecanismo en posición neutral y 2.7 vueltas sirven para asegurar el tren abajo. El movimiento del balancín gira al segmento de flecha acoplado al mecanismo del seguro para engarzar al brazo y asegurar positivamente al tren en su posición de abajo.

Al final de la operación la manivela deberá removerse y guardarse en su lugar; el sistema regresará a su posición normal, al utilizarse el sistema normal de extensión y retracción.

1.4.3.2 Operación del sistema manual de extensión del tren de nariz

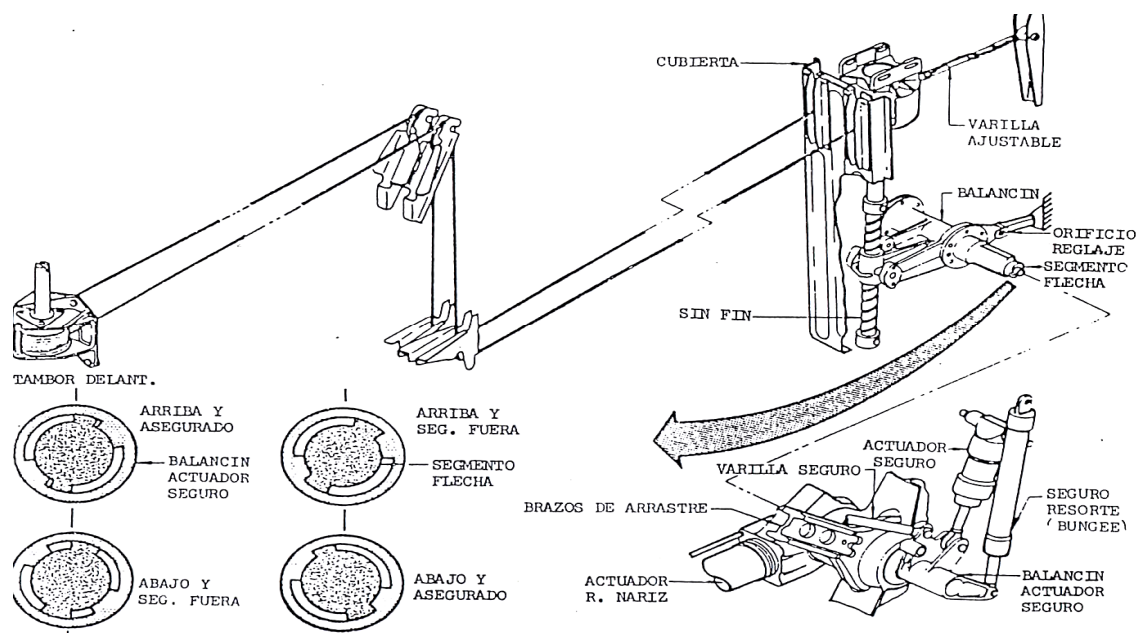


Figura 1.14. Sistema de extensión manual del tren de nariz

El sistema de extensión manual es operado desde la cabina de pilotos; cada tren es operado individualmente; el procedimiento del tren de nariz se tratará a continuación:

- a) Colocar la palanca de control del tren en la posición neutral (OFF) o abajo (DN).
- b) Abrir el registro delantero de acceso al mecanismo en el piso de la cabina de pilotos e insertar la manivela para después girarla 2.3 vueltas a la derecha y así soltar el seguro de tren arriba.
- c) Girar ahora la manivela 5 vueltas a la izquierda para asegurar el tren en la posición de abajo.
- d) Remover la manivela y guardarla en su lugar.

1.5 Sistema indicador de posición y de alarma

Generalidades

En estas aeronaves el sistema indicador de posición para el tren de aterrizaje proporciona lo siguiente:

- A. Una indicación visual cuando el tren está abajo y asegurado.
- B. Una indicación visual cuando el tren no está asegurado.
- C. Una indicación visual cuando la posición del tren no coincide con la posición de su palanca de control.

- D. Una indicación visual y alarma audible cuando se desaceleran los motores a marcha lenta y el tren no está abajo y asegurado. (Esta alarma se puede silenciar operando su interruptor de rearmado).
- E. Una alarma audible, sin indicación visual cuando la palanca de aletas de ala (flaps) se mueve a posición de aterrizaje sin estar el tren abajo y asegurado.
- F. Se cuenta con un sistema de corte para silenciar la alarma, excepto cuando se tiene la condición del inciso (E) en que puede silenciar.

1.5.1 El sistema de posición para el tren consiste de lo siguiente:

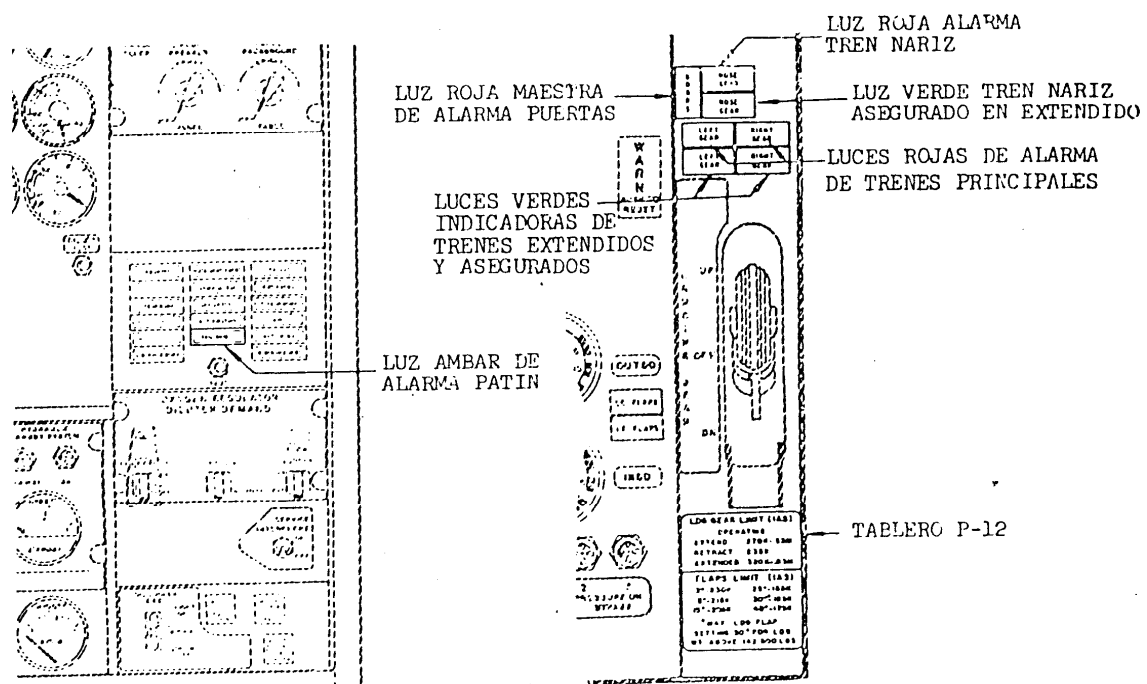


Figura 1.15. Luces indicadores de posición y de alarma

- A. Tres luces verdes instaladas en el panel P12, una para cada pierna. Estas luces están controladas por cada uno de los mecanismos de seguro de tren abajo, interruptores de posición y sensores en conjunto con circuitos

impresos para encender cuando la respectiva pierna esté abajo y asegurada. En el tablero P-2 se encuentra un interruptor de control para operar estas luces verdes durante operaciones nocturnas.

B. Tres luces rojas de alarma, una para cada pierna, instaladas en el panel P3-12 que operan de la siguiente manera:

- ✓ Encienden cuando no coincide la posición del tren y su palanca de control.
- ✓ Encienden al estar las piernas desaseguradas durante una operación normal de retracción o extensión del tren.
- ✓ Se queda encendida la luz correspondiente cuando una pierna no se asegura ya sea estando el tren extendido o retractado.
- ✓ Enciende o encienden las luces rojas de los trenes principales cuando el gancho del mecanismo de seguro para tren arriba ha sido movido a la posición de asegurado, estando dichas piernas extendidas y aseguradas.
- ✓ Las luces rojas están así mismo controladas por el interruptor de posición actuado por la palanca de control para el tren.
- ✓ Se tiene un control adicional para estas luces rojas de los siguientes componentes:
 1. Mecanismos de seguros para el tren.
 2. Interruptores de posición.
 3. Sensores y circuitos impresos, estos últimos instalados dentro de la unidad modular del tren.

- C. Una luz de alarma color ámbar sirve para indicar la posición del patín de cola cuando éste no coincida con la posición de la palanca del tren. Esta luz de alarma está controlada por los interruptores de posición de la palanca de control y los circuitos impresos de la unidad modular. La luz ámbar se localiza en el tablero anunciador que va en el tablero P-4.
- D. Además del sistema de alarma para el tren de aterrizaje operando eléctricamente, hay indicadores visuales operados mecánicamente que proporcionan la manera de comprobar si el avión está con el tren abajo y asegurado durante el vuelo. Los indicadores pueden observarse a través de ventanillas de inspección en el piso de la cabina de pasajeros.

Las ventanillas de inspección en el tren principal se encuentran sobre los pozos de las ruedas aproximadamente en la estación 925. La ventanilla de inspección para la rueda de nariz está justamente atrás de la cabina de control en la estación 354. La imagen para el seguro de la rueda de nariz se lleva a la ventanilla de inspección a través de un periscopio.

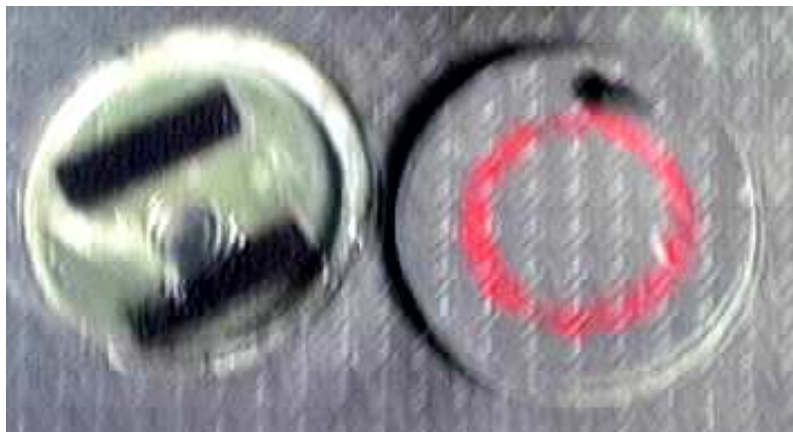


Figura 1.16. Ventanilla de inspección del tren de nariz

- ✓ El indicador para el seguro del tren principal se encuentra en la parte superior del brazo lateral. Un indicador visual, marcado con una franja roja, se encuentra en la flecha de torsión para seguro alineadas en una palanca en ángulo fija a la leva manual de extensión.
- ✓ El indicador para el seguro mecánico del tren de nariz consiste de una franja roja en el brazo actuador del seguro, y otra en un clip especial montado en el conjunto del eslabón inferior del soporte de arrastre. Las franjas rojas se alinearán cuando el soporte de arrastre está asegurado.

1.5.2 Interruptor de posición en la palanca de control.

- A. El interruptor de posición en la palanca de control cierra para iluminar las luces rojas y ámbar de alarma, cuando la palanca de control se mueve a la posición de abajo. El interruptor de posición está instalado dentro de un soporte para la palanca de control y consiste de micro interruptor y un actuador del tipo de rodillo, éste último hace contacto con el extremo inferior de la palanca para que opere al micro cuando la palanca se acomode en el retén de tren abajo.

1.5.3 Sensores para el tren principal.

- A. Las señales de alarma para el tren de aterrizaje son generadas por cuatro sensores (Interruptores de aproximación); dos para posición de tren principal abajo y asegurado, y dos para tren principal arriba y asegurado.

B. Cada sensor para operación de tren arriba está instalado. Cada sensor para operación de tren abajo y asegurado es actuado por varillas que corresponden al brazo actuador del seguro de tren abajo. Los sensores de tren abajo y asegurado suministran señales a los correspondientes circuitos impresos en la unidad modular cuando el tren principal está abajo y asegurado.

Los circuitos impresos cambian a una condición de tierra cuando reciben una señal del sensor de tren abajo para iluminar la luz verde correspondiente a tren principal derecho o izquierdo. Los sensores de tren abajo y arriba mandan señales a los circuitos impresos para que el circuito correspondiente suministre la tierra que haga encender la luz roja para la pierna que no esté asegurada o hasta que la posición del tren principal concuerde con la posición de la palanca control.

Además el sensor de tren arriba da una señal para que encienda la luz roja, si cualquiera de los ganchos de trenes principales está movido a la posición de tren arriba y asegurado, estando en realidad los trenes principales abajo y asegurados.

1.5.4 Interruptores de posición y seguro del Tren de Nariz.

- A. En el tren de nariz se utilizan para el sistema de posición y alarma dos interruptores.
- B. El interruptor del seguro se localiza en el brazo de arrastre. La operación del seguro del tren de nariz, controla la operación del interruptor del

seguro, el cual suministra una tierra para la luz roja de alarma al estar asegurado el tren de nariz.

- C. El interruptor de posición está unido mecánicamente al extremo trasero del brazo de arrastre. El movimiento de retracción y extensión del tren de nariz opera a dicho interruptor.

Ambos interruptores el de posición y del seguro suministran una señal a un circuito impreso para indicar una condición segura para el aterrizaje cuando el tren de nariz esté abajo y asegurado.

1.5.5 Interruptores de alarma del tren de aterrizaje.

- A. Los interruptores de alarma del tren de aterrizaje energizarán la alarma audible y encenderán a las luces rojas si las tres piernas no están abajo y aseguradas al mover los aceleradores hacia posición de marcha lenta. Los conjuntos de interruptor están formados por un micro-interruptor y un brazo actuador.
- B. Todos los interruptores se encuentran en el techo del compartimiento inferior de la nariz del avión, justamente atrás del pozo de la rueda del tren de nariz. Cuando los aceleradores se mueven a una posición preseleccionada; por medio de levas en los cables de control accionan al actuador del interruptor correspondiente. Los interruptores para los aceleradores tienen dos contactos de operación. Un contacto para abrirlos y el otro para cerrarlos.

Cuando son cerrados por las levas, los interruptores podrán abrirse oprimiendo el segundo contacto a través del sistema de corte para la alarma audible. Los interruptores que han sido abiertos de esta manera, requieren ser rearmados moviendo la leva del cable (moviendo el acelerador del motor) hacia delante para soltar al primer contacto.

1.5.6 Interruptor de alarma de aterrizaje operado por las aletas de ala (FLAPS).

- A. El interruptor de alarma para aterrizaje controlado por las aletas de ala hace sonar a una alarma cuando la palanca de control para las aletas se mueve a la posición de aterrizaje antes de que el tren de aterrizaje esté abajo y asegurado.
- B. El interruptor es cilíndrico del tipo émbolo, y se encuentra montado en el soporte para el tambor seguidor de mando para aletas exteriores. Este tambor se encuentra en la parte superior del mamparo delantero en el pozo para el tren derecho. Al girar el tambor mueve a una leva que levanta al émbolo y opera al interruptor.

1.5.7 Interruptor de rearmado de la alarma del tren.

- A. El interruptor de rearmado para la alarma está localizado sobre el extremo derecho del pedestal de controles y se puede utilizar a discreción de la tripulación para silenciar la alarma debido a desacuerdo de posición del tren y posición de aceleradores.

El interruptor abre la alimentación eléctrica; (corta la tierra) del circuito de la alarma y automáticamente rearma el circuito cuando los aceleradores se mueven hacia delante.

1.5.8 Operación del sistema de indicación.

- A. El control de indicación y luces de alarma con respecto a posición del tren, patín y palanca de control, se obtiene por medio de circuitos impresos en la unidad modular del tren. Estando el tren abajo y asegurado así como su palanca de control, las luces verdes de indicación estarán encendidas, pero al mover la palanca hacia tren arriba, encenderán de inmediato las tres luces rojas de alarma y la ámbar de alarma del patín de cola.

Tan pronto se desaseguran las tres piernas preparándose para su retracción, se apagan las tres luces verdes. Las luces rojas y ámbar permanecen encendidas hasta que el tren y patín se han retractado y asegurado.

- B. Si el tren y patín están retractados y asegurados, las correspondientes luces indicadoras y de alarma, estarán apagadas siempre y cuando la palanca de control esté arriba o en neutral.

Al mover la palanca de control a la posición de tren abajo, la luz ámbar del patín y las tres luces rojas se encienden y permanecen encendidas hasta que el patín y el tren se extienden y aseguran abajo con lo cual se apagan y simultáneamente las tres luces verdes indicadoras se encienden.

- C. Si las aletas de ala (flaps) se extienden más allá del mínimo durante la aproximación antes de que el tren esté abajo y asegurado, el correspondiente interruptor de alarma de las aletas cerrará para completar a través de un circuito impreso en el módulo del tren y la correspondiente alarma suena.
- D. Si alguna o las tres palancas de aceleradores se mueven a la posición de marcha lenta y el tren no está abajo y asegurado, suena la alarma, la cual se puede silenciar actuando el control de rearmado situado en el pedestal de controles.
- E. Si los ganchos del seguro de tren arriba para las piernas principales se mueven por alguna razón a la posición de asegurado, estando dichas piernas abajo y aseguradas; los correspondientes sensores establecerán un circuito que enciende las luces rojas de alarma.

1.6 Análisis de fallas de la extensión y retracción del tren de aterrizaje.

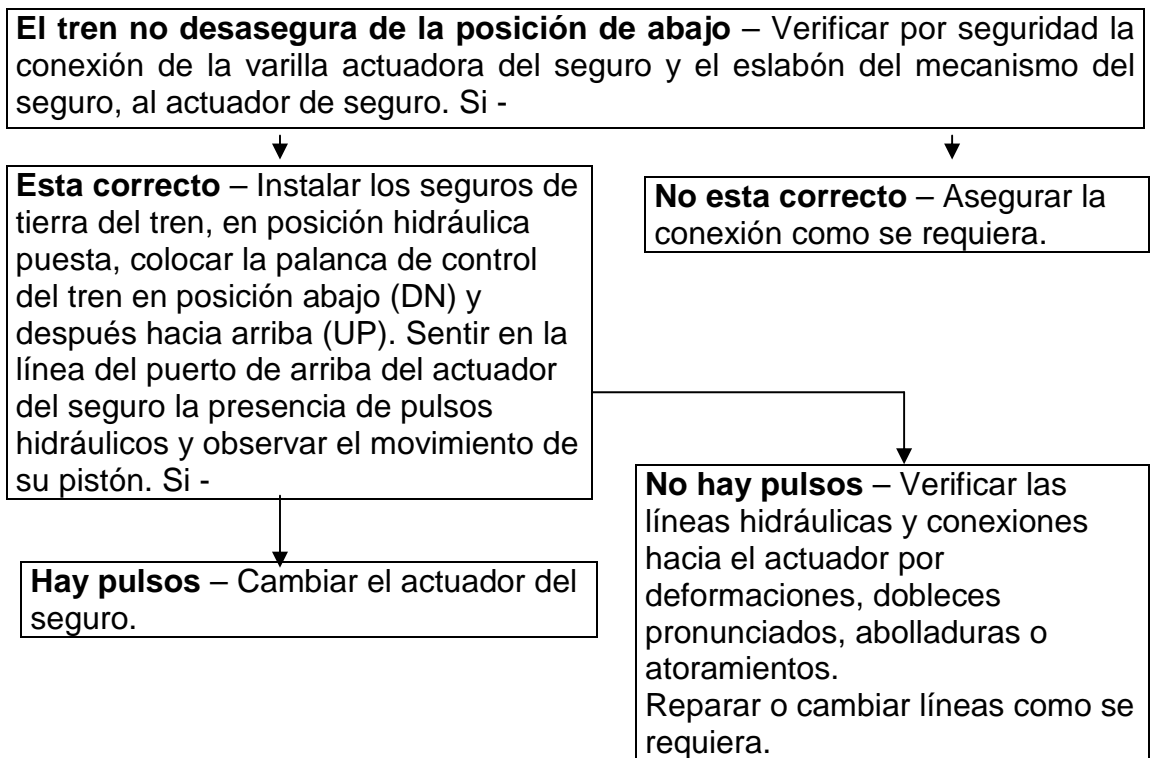
Generalidades

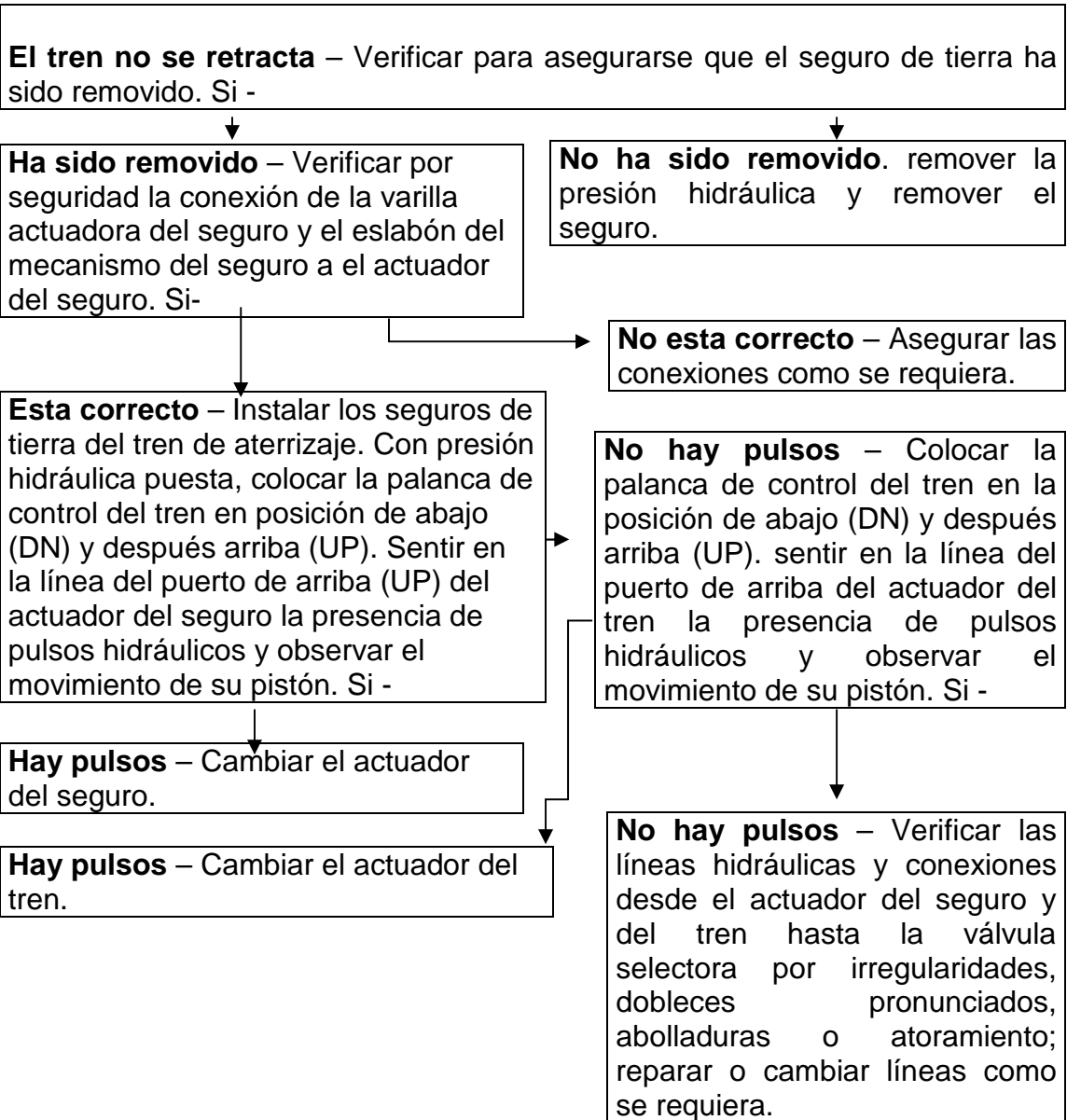
- A. Los síntomas de falla en la extensión o retracción del tren de aterrizaje se detectan en forma adecuada al realizar una prueba funcional del mismo.
- B. Las fugas internas del actuador del tren principal o de nariz pueden verificarse de la siguiente manera. Con todos los seguros de tierra instalados, el sistema hidráulico "A" presurizado, el tren soportando el peso del avión, y la palanca de control en posición de arriba (UP), si en el

actuador se escucha algún silbido anormal, o éste sufre calentamiento, esto será síntoma de fuga interna del mismo.

Si esto sucede es necesario reemplazar el actuador correspondiente.

C. Diagramas de Análisis de Fallas del tren de nariz.





El tren no desasegura de la posición de arriba – Manualmente bajar el tren hacia posición totalmente extendida. Instalar los seguros de tierra del tren extendido. Instalar los seguros de tierra del tren de aterrizaje. Verificar por seguridad la conexión de la varilla actuadora del seguro y el eslabón del mecanismo del seguro al actuador y del seguro. Si -

↓

Esta correcto – Con presión hidráulica puesta, colocar la palanca de control del tren en posición arriba (UP) y después abajo (DN). Sentir en la línea del puerto de abajo del actuador del seguro la presencia de pulsos hidráulicos y observar el movimiento de su pistón. Si-

↓

Hay pulsos – Cambiar el actuador del seguro.

↓

No esta correcto – Asegurar el mecanismo como se requiera.

↓

No hay pulsos – Verificar las líneas hidráulicas y conexiones desde el actuador de seguro hasta la válvula selectora por irregularidades, dobleces pronunciados, abolladuras o atoramientos. Reparar o cambiar líneas y conexiones como se requiera.

El tren no se retracta – Manualmente extender el tren totalmente, instalar los seguros de tierra del tren. Verificar por seguridad las conexiones de la válvula de actuación del seguro y el eslabón del mecanismo del seguro. Si -

Esta correcto – Con presión hidráulica puesta, colocar la palanca de control del tren en posición de arriba (UP) y después abajo (DN); sentir en la línea del puerto de abajo del actuador del seguro la presencia de pulsos hidráulicos y observar el movimiento de su pistón. Si -

No esta correcto – Asegurar las conexiones como se requiera.

No hay pulsos – Colocar la palanca de control del tren en la posición de arriba (UP) y después abajo (DN) sentir en la línea del puerto de abajo del actuador del tren la presencia de pulsos hidráulicos y observar el movimiento de su pistón. Si -

Hay pulsos – Cambiar el actuador del seguro.

Hay pulsos – Cambiar el actuador del tren.

No hay pulsos – Verificar las líneas hidráulicas y sus conexiones desde el actuador del seguro y actuador del tren hasta la válvula selectora por irregularidades, dobleces pronunciados, abolladuras o atoramientos, reparar o cambiar líneas como se requiera.

Las compuertas del pozo del tren de nariz no cierran correctamente durante la retracción o extensión del tren – Ajustar las compuertas.

No se visualiza alguna acción amortiguadora para reducir el movimiento del tren, cuando este se acerca a los límites de su carrera – Cambiar el actuador del tren.

1.6.1 Fallas en la extensión manual del tren de aterrizaje.

Generalidades

- A. Los síntomas de falla del sistema manual de extensión del tren se detectan en forma adecuada al realizar una prueba funcional del mismo.
- B. El sistema es funcionalmente probado con el sistema presurizado y vuelto a probar con el sistema despresurizado. Cuando el sistema es probado con presión hidráulica la palanca de control del tren debe estar en posición neutral (OFF). El reglaje de la válvula selectora y las palancas de relevo de las compuertas debe estar en concordancia con los procedimientos de ajustes establecidos, para prevenir efectos de contrapresión en el sistema. Cualquier evidencia de contrapresión denota un reglaje incorrecto.
- C. Dos personas se requieren para probar el sistema, una en la cabina de control, y otra cerca del tren para observar su movimiento y el de sus compuertas.

Preparación para el análisis de Falla.

- A. Levantar el avión en gatos.
- B. Abrir los accesos al sistema manual en la cabina de Pilotos.
- C. Presurizar el sistema hidráulico "A".
- D. Remover los seguros de tierra del tren.
- E. Mover la palanca de control del tren hacia la posición de arriba (UP) para retractar el tren, después moverla a posición neutral (OFF).

F. Permitir al sistema un tiempo de 10 minutos antes de hacer la prueba con presión hidráulica.

G. Después del análisis, regresar el avión a su posición normal.

1.7 Ajustes y Pruebas de funcionamiento.

1.7.1 Ajuste.

A. Generalidades.

- 1) El sistema de control del tren de aterrizaje se ajusta cuando algún componente o cable se reemplaza o cuando la tensión de los cables se desvía más / menos 15 libras de los valores dados en la tabla 1.1.

Tabla 1.1. Tensión del cable

KLG CABLE TENSIÓN CHART	
Temp. °F +/- 5°	Riccing Load Lbs +10 -0
130	176
110	167
90	158
70	150
50	141
30	133
10	124
-10	115
-30	107
-40	102

B. Ajuste del sistema de control del tren de aterrizaje (aviones con el eslabón actuador de la válvula selectora, ajustable)

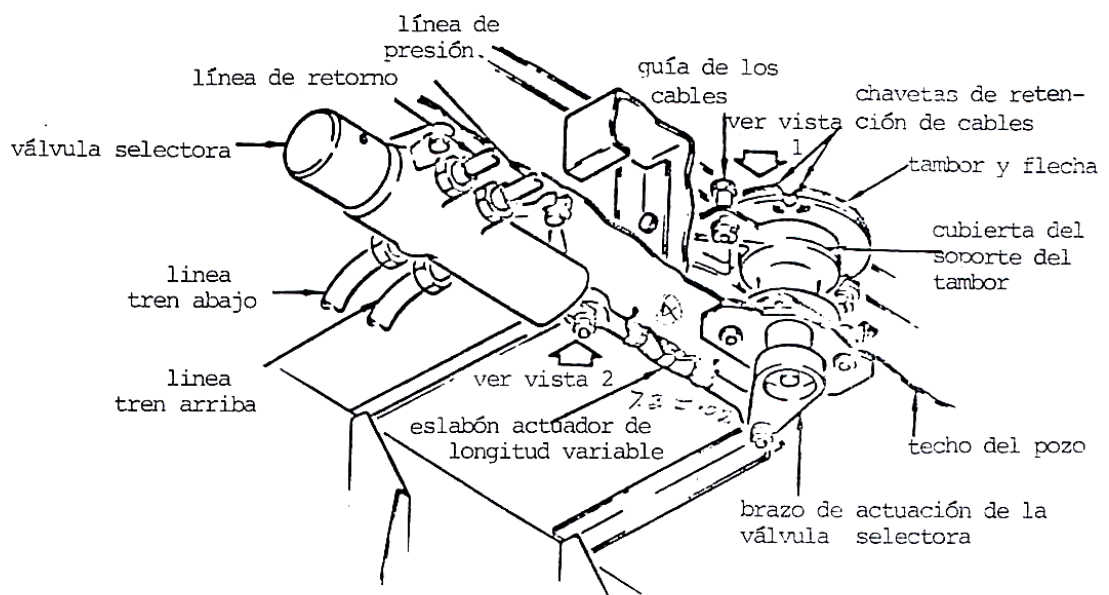


Figura 1.17. Ajuste del sistema de control del tren de aterrizaje

- 1) Verificar que los seguros de tierra del tren estén instalados y que la palanca de relevo de las compuertas esté abajo y asegurada.
- 2) Instalar los seguros de tierra del patín de cola.
- 3) Despresurizar el sistema hidráulico "A":
- 4) Colocar la palanca de control del tren en posición neutral (OFF).
- 5) Posicionar la flecha de la válvula selectora y el conjunto del tambor ajustando la longitud del cable.
- 6) Proporcionar tensión a los cables uniformemente al valor correspondiente a la temperatura ambiente según la tabla 1.1.

NOTA: La temperatura del avión debe estar estabilizada durante una hora antes de ajustar los cables.

- 7) Verificar que en la palanca de control no exista movimiento de carga hacia cualquiera de las otras 2 posiciones existentes (UP y DN).
- 8) Verificar la posición del tambor de control.
- 9) Conectar el eslabón actuador, entre la válvula selectora y su brazo de actuación.

NOTA: Si han sido reemplazados componentes o la longitud del eslabón actuador de la válvula selectora ha sido alterada; ajustar este último para obtener un valor nominal de 7.3 más menos 0.02 pulgadas entre los centros de los extremos del eslabón.
- 10) Verificar que la dimensión existente entre el orificio del perno del pistón deslizante de la válvula selectora y su cara interior sea de 2.21 más menos 0.06 pulgadas cuando la válvula esté en posición neutral.
- 11) Asegurar todos los ajustes y probar el sistema de acuerdo al paso 2.

C. Ajuste del Sistema de Control del tren de aterrizaje (aviones con el eslabón actuador de la válvula selectora fijo).

- 1) Material y equipo.
 - ✓ Compuesto preventivo contra corrosión. MIL-C-11796 clase 3.
 - ✓ Perno de reglaje de $\frac{1}{4}$ de pulgada de diámetro y 3 pulgadas de largo.

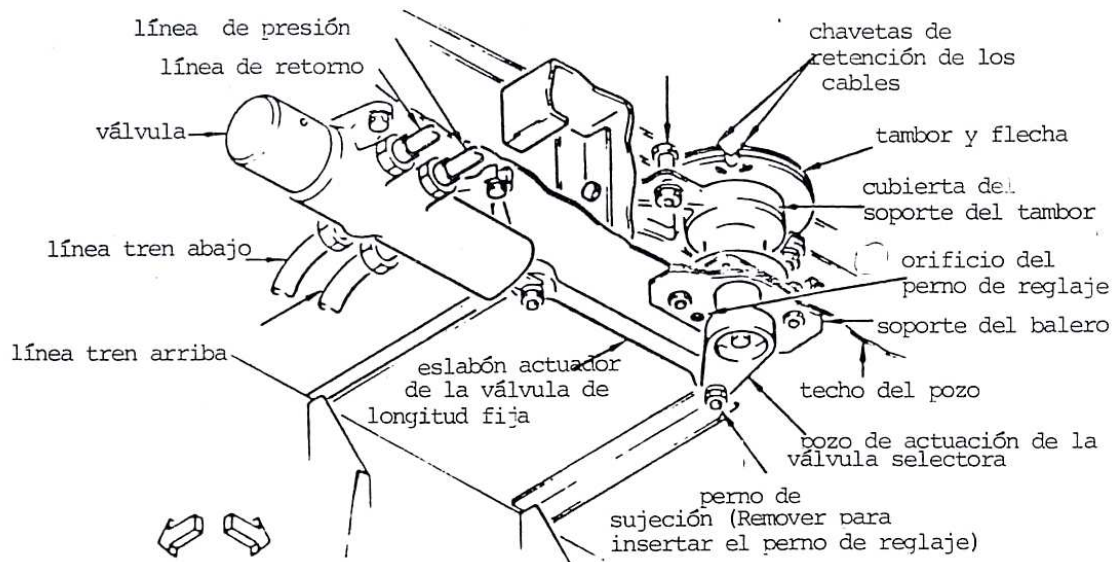


Figura 1.18. Ajuste del sistema de control del tren de aterrizaje

2) Ajuste.

- ✓ Verificar que los seguros de tierra del tren de aterrizaje estén instalados y que la palanca de relevo de las compuertas están en la posición de abajo y aseguradas.
- ✓ Instalar los seguros de tierra del patín de cola.
- ✓ Despresurizar el sistema hidráulico "A".
- ✓ Colocar la palanca de control del tren de aterrizaje en posición neutral (OFF).
- ✓ Remover el perno de sujeción del eslabón actuador de la válvula del brazo actuador de la misma y ajustar la longitud del cable de manera que los orificios de los pernos de sujeción en el brazo de actuación se alineen con el orificio del perno de reglaje localizado en el techo del pozo.

- ✓ Insertar el perno de reglaje a través del brazo de actuación dentro del orificio de reglaje en el techo del pozo y mantenerlo en esa posición durante la ejecución del inciso siguiente:
- ✓ Dar tensión a los cables uniformemente al valor correspondiente que se indica en la tabla 1.1. Verificar que el perno de reglaje penetre libremente.

NOTA: La temperatura del avión debe estar estabilizada durante una hora antes de ajustar los cables.

- ✓ Remover el perno de reglaje.
- ✓ Verificar que en la palanca de control no exista movimiento de carga hacia cualquiera de las otras dos posiciones existentes (UP y DN).
- ✓ Conectar el eslabón actuador entre la válvula y su brazo de actuación. Instalar el perno de sujeción con compuesto preventivo contra la corrosión.
- ✓ Probar el sistema de acuerdo al paso 2. siguiente.

1.7.2 Prueba del sistema de control del tren de aterrizaje.

A. Aviones con el eslabón actuador de la válvula selectora ajustable.

- 1) Con todos los seguros del tren instalados y el sistema hidráulico "A" despresurizado, colocar la palanca de control del tren de aterrizaje en la posición de abajo (DN).
- 2) Verificar que la fuerza requerida para mover la palanca de control a través de su carrera angular no excede 12 libras.

- 3) Verificar para asegurarse que el pistón deslizante de la válvula selectora si ha extendido, un mínimo de 0.70 pulgadas desde su posición neutral.
- 4) Operar el gatillo de sobrepaso y mover la palanca de control del tren hacia la posición de arriba (UP).
- 5) Repetir el inciso 2) anterior y verificar para asegurarse que el pistón de la válvula se ha retractado un mínimo de 0.70 pulgadas desde su posición neutral.
- 6) Regresar la palanca de control a la posición neutral.
- 7) Remover los seguros del tren principal, tren de nariz y patín de cola.

B. Aviones con el eslabón actuador de la válvula selectora fijo.

- 1) Con todos los seguros del tren instalados y el sistema hidráulico "A" despresurizado, colocar la palanca de control del tren de aterrizaje en la posición de abajo (DN).
- 2) Verificar que la fuerza requerida para mover la palanca de control del tren a través de su carrera angular no exceda de 12 libras.
- 3) Operar el gatillo de sobrepaso y mover la palanca de control hacia la posición de arriba (UP).
- 4) Verificar que la fuerza requerida para mover la palanca de control del tren a través de su carrera angular no exceda de 12 libras.

- 5) Regresar la palanca de control del tren a su posición neutral (OFF).
- 6) Remover los seguros de tierra del tren de aterrizaje y patín de cola.

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

2.1 Definición de alternativas y estudio técnico

Se ha escogido las siguientes alternativas tomando en cuenta el diseño, facilidad de construcción, aplicación y costo, las cuales son:

- Construcción de un sistema prototipo de extensión y retracción del tren de nariz del avión Boeing 727 controlado eléctricamente por un motor de 12 voltios CC, con las partes de la estructura construidos con materiales compuestos.
- Construcción de un sistema prototipo de extensión y retracción del tren de nariz del avión Boeing 727 controlado eléctricamente por un motor de doble paso, con las partes de la estructura construidos con metal.

2.1.2 Estudio técnico

2.1.2.1 Primera alternativa

La primera alternativa habla sobre la construcción de un sistema prototipo de extensión y retracción del tren nariz del avión Boeing 727 controlado eléctricamente por un motor de 12 voltios CC, con las partes de la estructura construidos con materiales compuestos.

Esta construcción consta de las siguientes partes:

- Cuadernas y largueros de platina de hierro de $\frac{1}{2}$ " * $\frac{1}{8}$ ".
- Radome de madera de balsa.
- Sistema del tren de materiales compuestos.
- Recubrimiento de resina con fibra de vidrio.
- Motor de 12 voltios CC.
- Soporte fijo de tubo estructural.

2.1.2.2 Segunda alternativa

La segunda alternativa habla sobre la construcción de un sistema prototipo de extensión y retracción del tren nariz del avión Boeing 727 controlado eléctricamente por un motor de doble paso, con las partes de la estructura contruidos con metal.

Esta construcción consta de las siguientes partes:

- Cuadernas y largueros de platinas de hierro.
- Radome de metal.
- Sistema del tren de metales.
- Recubrimiento de resina con fibra de vidrio.
- Motor de doble paso.
- Soporte movable.

2.2 Estudio de factibilidad

En este punto se tomará en cuenta las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas para determinar la mejor, y, poder analizar los requerimientos técnicos de la mismas, con el fin de realizar la construcción más adecuada.

2.2.1 Primera alternativa

La primera alternativa presentada para la construcción de un sistema prototipo de extensión y retracción del tren de nariz del avión Boeing 727 operado eléctricamente consta de una estructura hecha de platina de $\frac{1}{2}$ " * $\frac{1}{8}$ ", con un radome hecho de madera de balsa, las partes del conjunto del tren hechos de materiales compuestos, como son: tubo PVC, madera de laurel, madera de balsa, y metal. El recubrimiento de la estructura hecho de resina con fibra de vidrio, y para la extensión y retracción del tren el uso de un motor de 12 voltios.

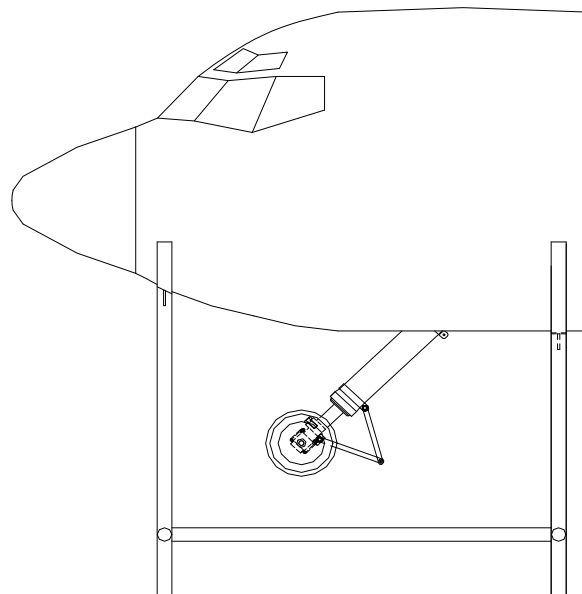


Figura 2.1. Primera Alternativa

Ventajas

- Menor peso.

- Rapidez en su construcción.
- Facilidad de dar la forma aerodinámica.
- Factibilidad de materiales a usarse.
- Manipulación fácil.

Desventajas

- No es resistente.
- Difícil su transportación.

2.2.2 Segunda alternativa

Construcción de un conjunto de tren fabricado de metal, con un radome de metal, el recubrimiento de su estructura hecho de resina con fibra de vidrio, y para la extensión y retracción del tren el uso de un motor de doble paso.

NOTA: La figura 2.2 ilustra la misma configuración que la figura 2.1 ya que los materiales son los que dan la diferencia.

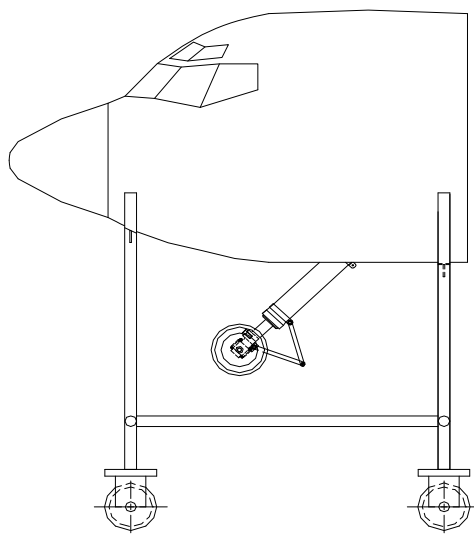


Figura 2.2. Segunda Alternativa

Ventajas

- Alta resistencia.
- Fácil transportación.

Desventajas

- Complejidad en la forma aerodinámica.
- Riesgo a oxidarse.
- Difícil manipulación.
- Muy pesado.

2.2.3 Parámetros de evaluación

Para evaluar cada una de las alternativas se tomará en cuenta las ventajas y desventajas que presentan y la opción que obtenga la mayor calificación será el seleccionado para ser construido. Las opciones de construcción tendrán un valor de 0 a 1, propuesta en este proyecto.

Los parámetros de evaluación seleccionados son los siguientes, divididos en tres factores (mecánico, financiero, variable).

1. Factor Mecánico

- Material
- Construcción
- Operación
- Mantenimiento

2. Factor Financiero

- Costo de fabricación

3. Factor Complementario

- Tamaño
- Forma

A continuación se define cada uno de los factores:

2.2.3.1 Factor Mecánico

- 1) **Material:** Se refiere al material recomendable y su fácil adquisición para lograr que la construcción sea óptima. Se le asigna un factor de ponderación de 0.8.
- 2) **Construcción:** El material empleado debe reunir ciertas características que le puedan dar rigidez y resistencia al sistema prototipo obteniendo buenos resultados de construcción y de su funcionamiento. Se le asigna un factor de ponderación de 0.8.
- 3) **Operación:** Se refiere al funcionamiento del sistema prototipo con la mayor facilidad y sencillez de poder operarla. Se le asigna un factor de ponderación de 0.9.
- 4) **Mantenimiento:** Es importante para que el sistema prototipo tenga un óptimo funcionamiento hallar las soluciones respectivas para realizar las correcciones de mantenimiento. Se le asigna un factor de ponderación de 0.7.

2.2.3.2 Factor financiero

- 1) **Costo de fabricación:** Es de gran importancia para la decisión adecuada en la selección del sistema prototipo y buscar la alternativa más económica.

2.2.3.3 Factor Complementario

- 1) **Tamaño:** Se refiere al espacio que va a ocupar la construcción.
- 2) **Forma:** Como su nombre lo indica se refiere a la forma aerodinámica que se les da a las piezas para un mejor funcionamiento.

Tabla 2.1. Matriz de Evaluación

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	F. PONDERANTE X	ALTERNATIVAS	
		1	2
1. Factor Mecánico			
- Materiales	0.8	0.9	0.7
- Construcción	0.8	0.9	0.8
- Operación	0.9	0.8	0.7
- Mantenimiento	0.7	0.8	0.7
2. Factor Financiero			
- Costo de fabricación	0.8	0.8	0.7
3. Factor Complementario			
- Tamaño	0.5	0.8	0.8
- Forma	0.5	0.9	0.7

Tabla 2.2. Matriz de Decisión

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	F. PONDERANTE X	ALTERNATIVAS	
		1 x Xi	2 x Xi
1. Factor Mecánico			
- Materiales	0.8	0.72	0.56
- Construcción	0.8	0.72	0.64
- Operación	0.9	0.72	0.63
- Mantenimiento	0.7	0.56	0.49
2. Factor Financiero			
- Costo de fabricación	0.8	0.64	0.56
3. Factor Complementario			
- Tamaño	0.5	0.40	0.40
- Forma	0.5	0.45	0.35
TOTAL		4.21	3.63

2.3 Selección de la mejor alternativa

Concluido el estudio técnico, el análisis de cada alternativa y la evaluación de parámetros, se determina que la primera alternativa presenta mejores condiciones de diseño, operación y costo.

2.4 Requerimientos Técnicos

- Para su funcionamiento se necesita de una batería de 12 voltios CC.
- Tratar de que el tren de nariz sea liviano.
- Su mantenimiento debe ser constante.
- El tiempo de subida y de bajada del sistema prototipo de extensión y retracción del tren de nariz es de 5 segundos.
- En la realidad el tiempo de subida y de bajada del tren de nariz del avión Boeing 727 no tiene un tiempo determinado ya que varios factores, tales

como el sistema con que se esté operando, volumen, presión y otros, hacen que el tiempo no sea fijo. Pero de acuerdo a datos proporcionado por la DIAF, los tiempos tomados dentro del hangar, con utilización del sistema B, y en condiciones normales varían de entre 10 a 15 segundos.

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN

3.1 Construcción de los sistemas de extensión y retracción.

En este capítulo de construcción de un sistema prototipo de extensión y retracción del tren de nariz del avión Boeing 727 operado eléctricamente se presenta siguiendo un orden, el mismo que esta conformado de la siguiente manera:

- a) Diseño de planos generales.
- b) Fabricación de las cuadernas y estructura general.
- c) Recubrimiento superficial.
- d) Cálculos.
- e) Diagrama de procesos.
- f) Diagrama de ensamble.
- g) Pruebas de funcionamiento.

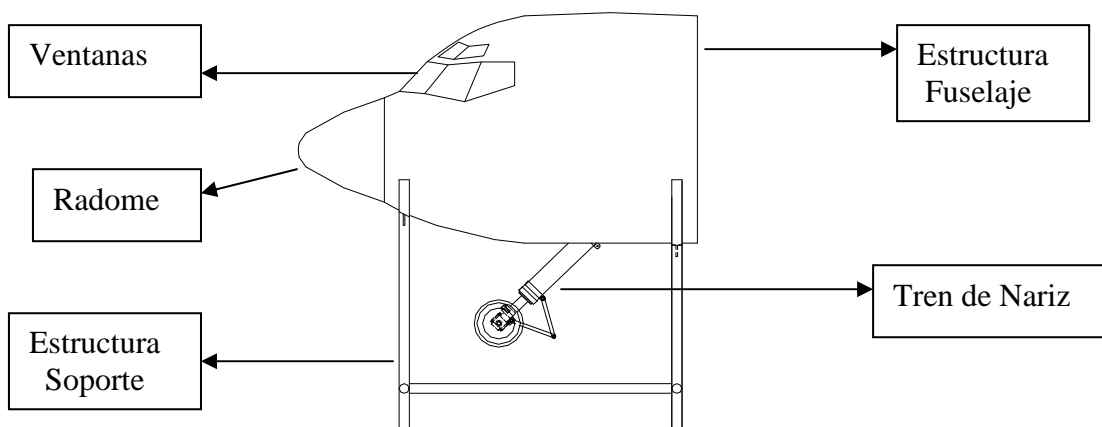


Figura 3.1. Estructura general

3.1.1 Diseño de planos generales.

Este diseño de los planos generales se puede ver en el anexo A.

3.1.2 Fabricación de las cuadernas y estructura en general.

Tipos de material utilizado en la construcción:

- Platina de hierro norma 36
- Electrodo –A.W.S E 6011
- Madera de balsa
- Tubo PVC
- Cartón
- Chumaceras de metal
- Tubo estructural
- Resina
- Fibra de vidrio
- Masilla automotriz

Descripción de los principales materiales utilizados en la construcción, características y propiedades.

Platinas de hierro ASTM A 36 de $\frac{1}{2}$ " * $\frac{1}{8}$ "



Figura 3.2. Platina de hierro de $\frac{1}{2}$ " * $\frac{1}{8}$ "

Utilización

En la construcción este tipo de material se utiliza en la formación de las cuadernas y largueros, estas nos permitirán obtener un esqueleto del avión con el fin de que el recubrimiento sea óptimo y de mayor facilidad en la aplicación de la fibra de vidrio con la resina.

Electrodos 6011



Figura 3.3. Electrodo 6011

Utilización

En la soldadura de los largueros, de las cuadernas, y en la estructura soporte.

Madera de Balsa



Figura 3.4. Madera de balsa

La madera de balsa es un material bastante modificable. Es muy liviana y suave, fácil de cortar en distintas formas, e incluso, con un poco de vapor y paciencia, amoldarla a tus requerimientos.

Utilización

En la construcción, este tipo de material se utiliza en la creación del radome.

3.1.3 Recubrimiento Superficial

Para el recubrimiento superficial del sistema prototipo se ha utilizado resina y fibra de vidrio que a continuación se describe:

Resina

Se utiliza conjuntamente con la fibra de vidrio, es muy utilizada en la aviación en el recubrimiento de partes internas como son los asientos, piso interno, techos de la bodega, etc. Siendo la Boeing originaria en utilizar en sus aviones diferentes tipos de resinas de acuerdo a la orden técnica de mantenimiento.



Figura 3.5. Resina Poliéster

Fibra de vidrio

Sirve para dar la superficie estructural al sistema prototipo, y se utiliza en la aviación en partes donde no entra a funcionar la aeronavegabilidad.



Figura 3.6. Fibra de vidrio 375

3.1.4 Cálculos

Velocidad angular del tren (W)

W = Velocidad angular del tren

t = Tiempo

θ = teta

π = Pi (3,1416)

$\theta = 90^\circ = \pi/2$ rad.

t subida = t bajada = 5 seg.

$$W = \theta/t$$

(3.1)

$$W = \pi/10 = 0.314 \text{ rad./seg.}$$

Cálculo de la velocidad lineal del tren (V)

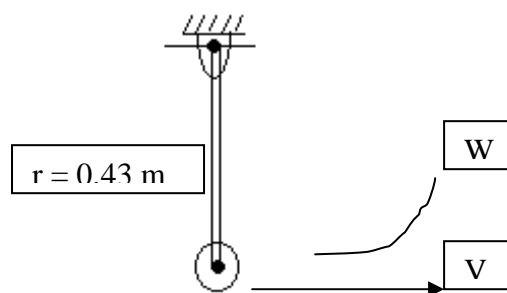
$$V = W * r \quad (3.2)$$

V = Velocidad Lineal

W = Velocidad angular = 0.314 rad./seg.

r = Radio de Giro = 0.43 m

V = 0,135 [m/seg]



Cálculo de la constante del resorte (K)

$$K = \frac{G * d^4}{64 n R^2} \quad (3.3)$$

D = 2R = 0,530 plg.

d = 0,040 plg.

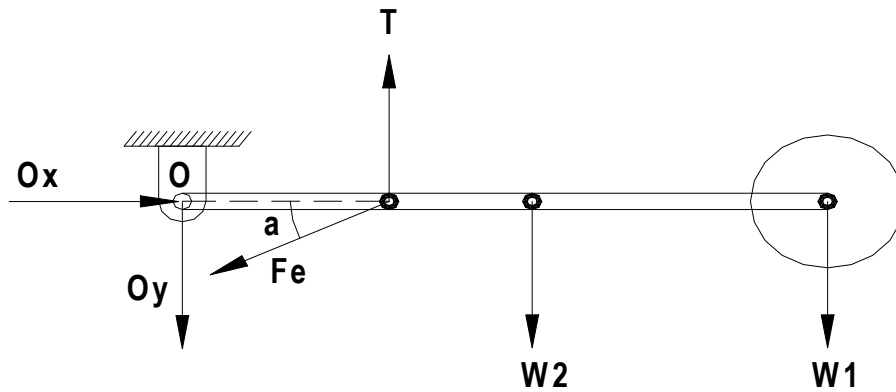
n = 60 vueltas

G = Módulo Corte = $11.2 * 10^6$ Lbf/plg² (tablas).

Material del resorte ASTM – A227 Alambre estirado en frío SAE 1066

K = 0.106 [Lb/plg.]

Cálculo de la tensión aplicadas por el cable en la retracción, y de las reacciones en el punto Pivote.



$$\alpha = \text{Arc Cos } 25 / 28$$

$$\alpha = 26.76$$

$$W1 = \text{Peso llantas} = 2 \text{ Lbf}$$

$$W2 = \text{Peso pierna del tren} = 1.2 \text{ Lbf}$$

Fe = Fuerza Elástica ejercida por el resorte

$$Fe = K * x \tag{3.4}$$

x = Desplazamiento que ha sufrido el resorte de su posición normal

$$x = 28 \text{ cm} - 8.7 \text{ cm} = 19.3 \text{ cm} = 7.704 \text{ plg}$$

$$Fe = 0.817 \text{ Lbf}$$

T = Tensión del cable

Punto 0 = Punto Pivote del tren de nariz

$$\Sigma F = 0 \quad (3.5)$$

$$\Sigma M = 0 \quad (3.6)$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$O_x = 0.817 * \cos 26.76$$

$$O_x = 0.729 \text{ Lbf}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$- O_y + T = 3.2 \text{ Lbf}$$

$$\Sigma M_o = 0$$

$$(T * 3.937) - (1.2 * 8.465) - (2 * 16.929) - (0.817 * \sin 26.76 * 3.937) = 0$$

$$3.937 T - 10.158 - 33.858 - 1.448 = 0$$

$$T = 45.464 / 3.937 = 11.548 \text{ Lbf}$$

$$O_y = 11.548 - 3.2 = 8.348 \text{ Lbf}$$

Estructura Soporte.

Sirve para sostener a todo el mecanismo, soporta un peso de 70 Libras.

Este soporte está construido de tubo estructural redondo de 1" de diámetro, lo que implica que el mismo va a soportar sin problemas el peso del mecanismo de extensión y retracción del tren de nariz.



Figura 3.7. Estructura Soporte

Motor Eléctrico.

Es aplicable tanto para la extensión del tren como para la retracción, para su utilización se necesita de una batería de 12 voltios CC. A continuación se detallará sus requerimientos técnicos:

$$E = 12 \text{ voltios}$$

$$I = 0.88 \text{ Amp}$$

$$P = E * I \tag{3.7}$$

$$P = 10.56 \text{ W} = 0.14 \text{ HP}$$

$$\text{RPM} = 42 \text{ rpm}$$

$$T = \frac{63000 * P}{N} \tag{3.8}$$

T = Torque generado por el motor.

P = Potencia del motor en HP

n = Número de rev/min a la que gira el motor

T = 210 [Lbf.plg]

Polea.

Se necesita para enrollar el cable, que ayuda en la extensión y retracción del tren. El material de construcción es de bronce, por su resistencia y evita el desgaste.

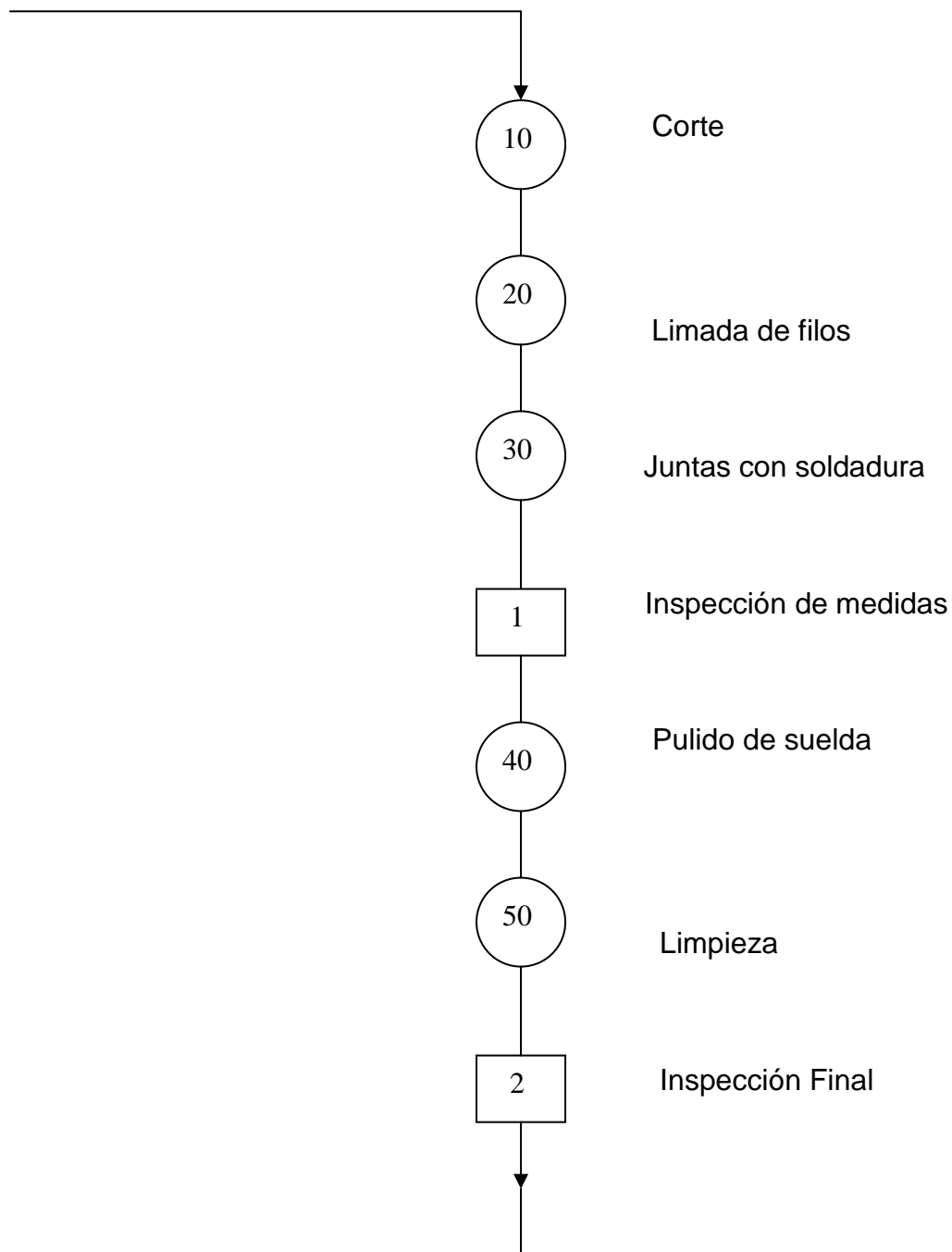
Para su mejor apreciación observar el Anexo B parte –14 Formato 10

3.1.5 Diagramas de Procesos

A continuación se presentan los diagramas de los diferentes procesos en la construcción del sistema prototipo.

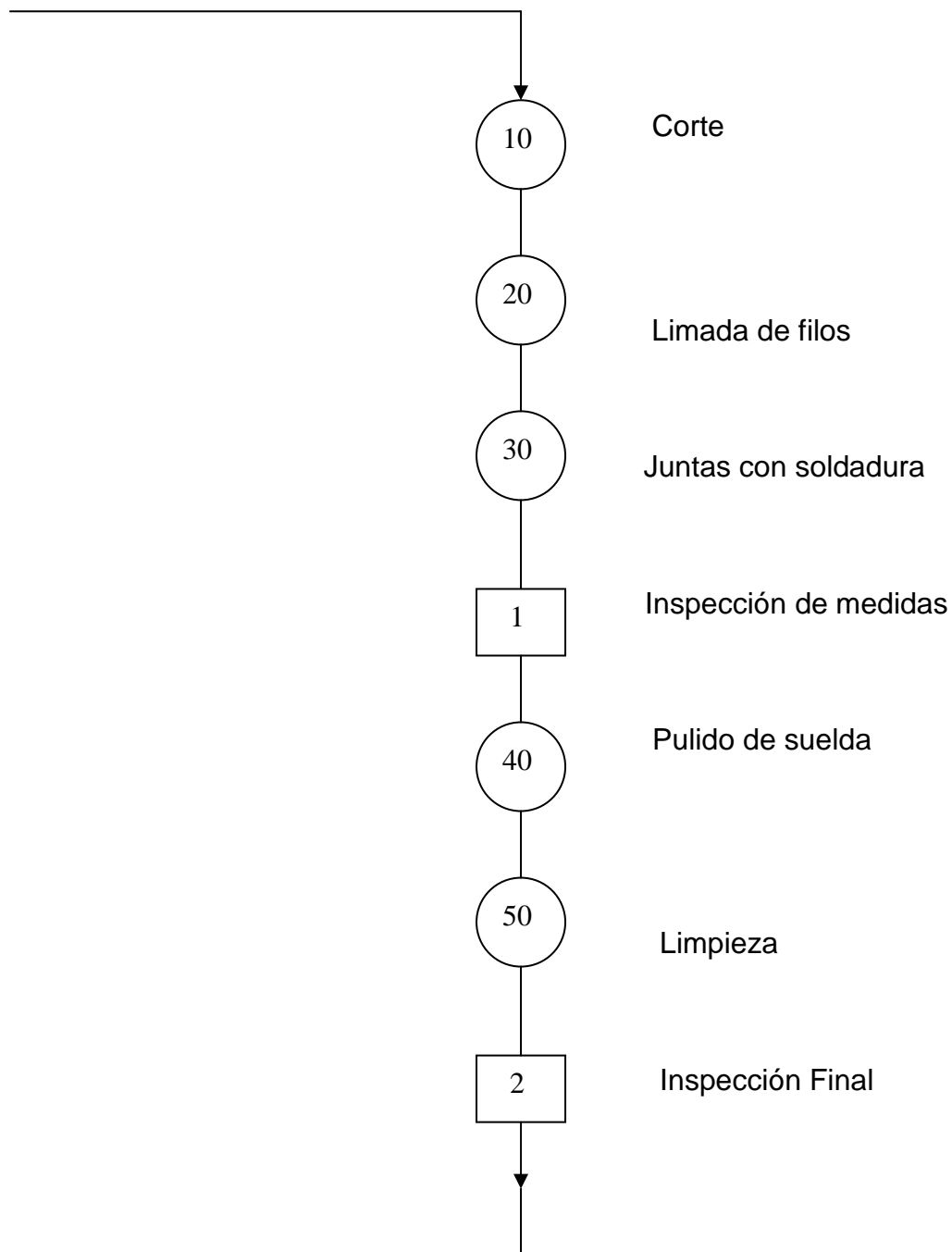
3.1.5.1 Diagrama de proceso de fabricación de los largueros del sistema prototipo según plano general.

Material: Platina de acero de $\frac{1}{2}$ " * $\frac{1}{8}$ "



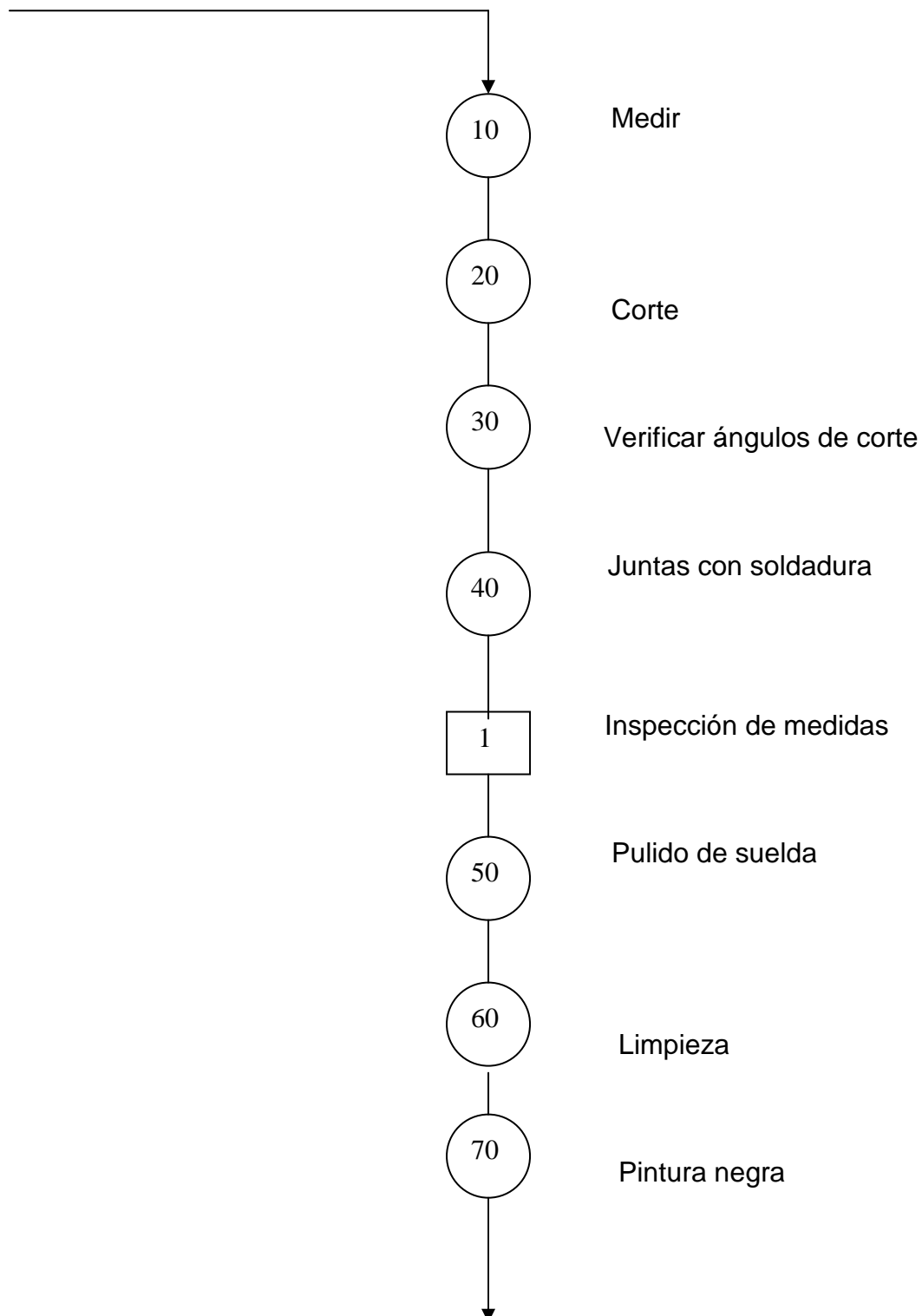
3.1.5.2 Diagrama de proceso de fabricación de los circunferenciales del sistema prototipo según plano general.

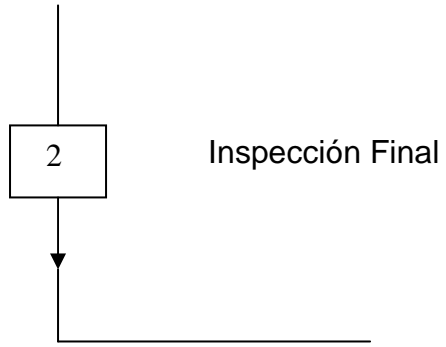
Material: Platina de acero de 1/2" * 1/8"



3.1.5.3 Diagrama de proceso de fabricación de los soportes del sistema prototipo según plano general, parte –15.

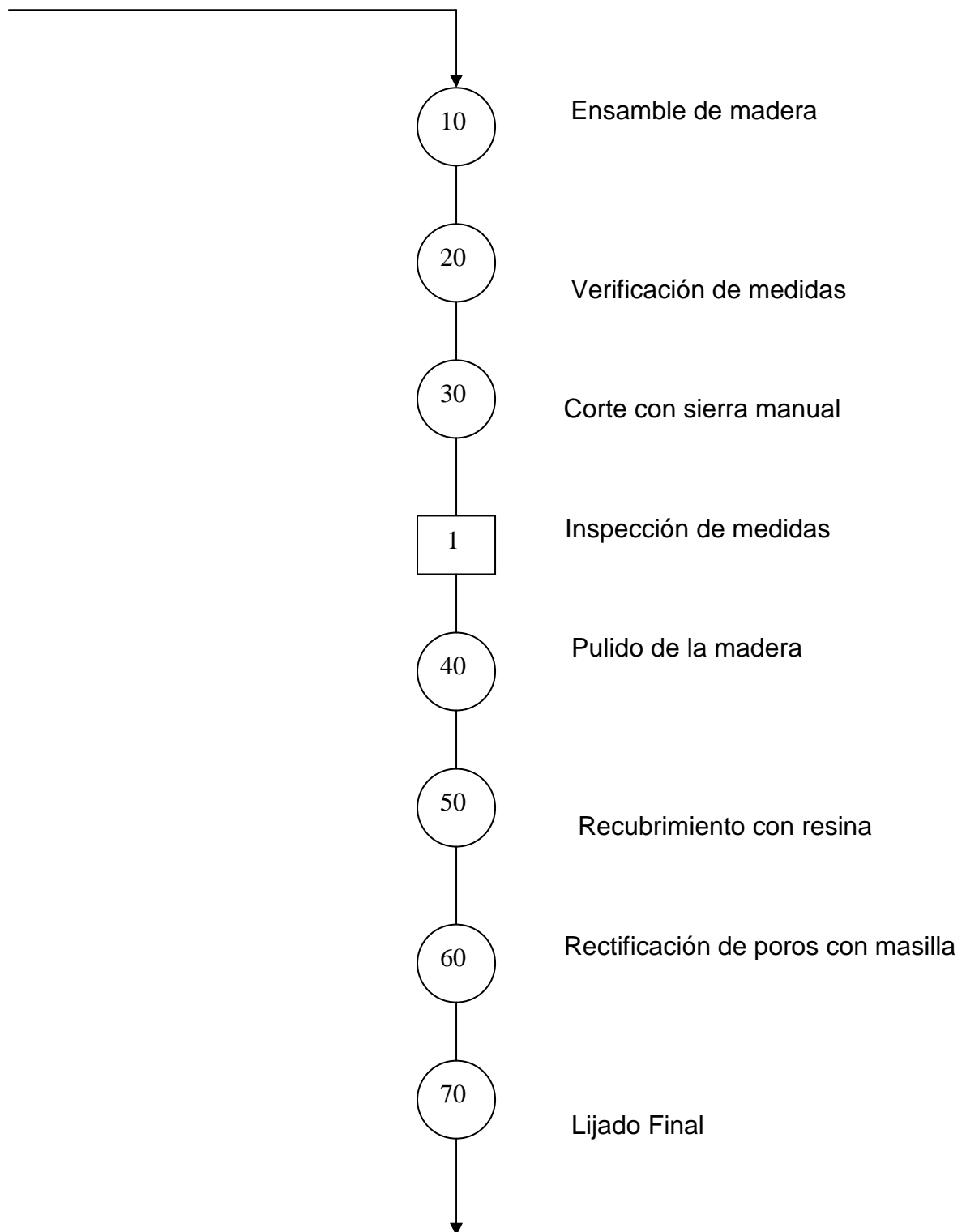
Material: Tubo estructural redondo de 1" * 0.5mm

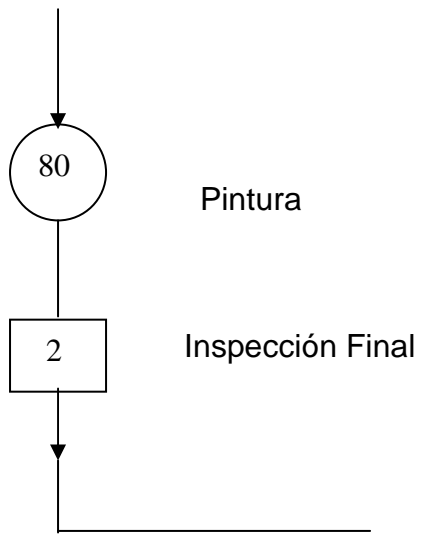




3.1.5.4 Diagrama de proceso de fabricación del radome del sistema prototipo según plano general, parte -10.

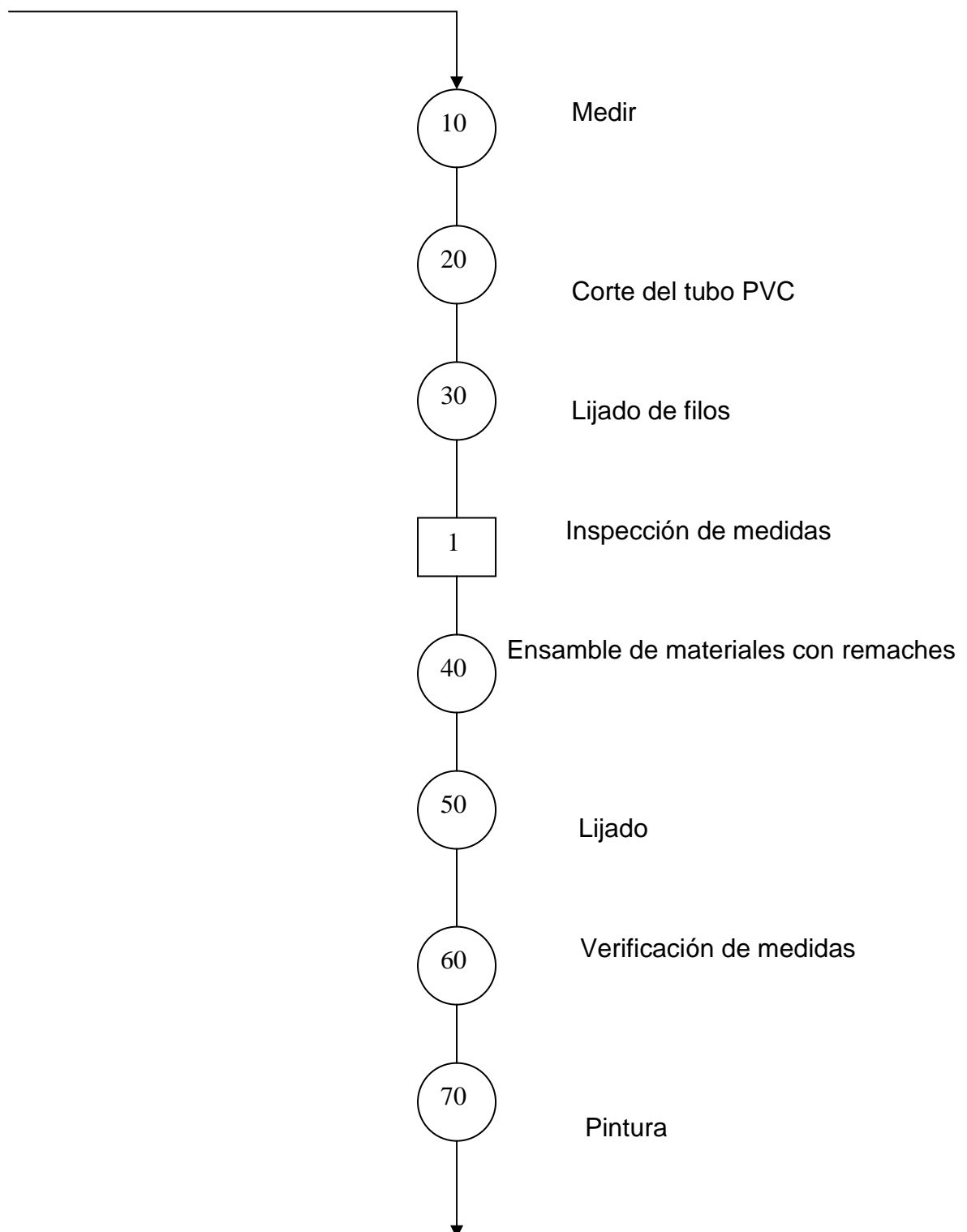
Material: Madera de balsa

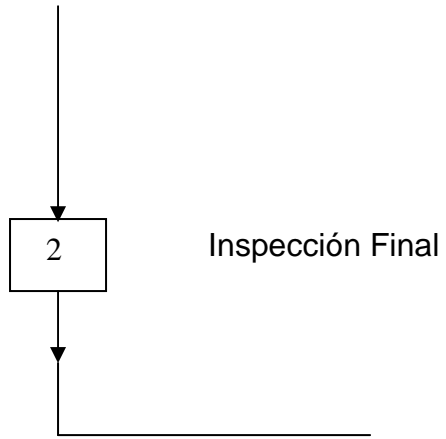




3.1.5.5 Diagrama de proceso de fabricación de la base del actuador del sistema prototipo según plano general, parte -1.

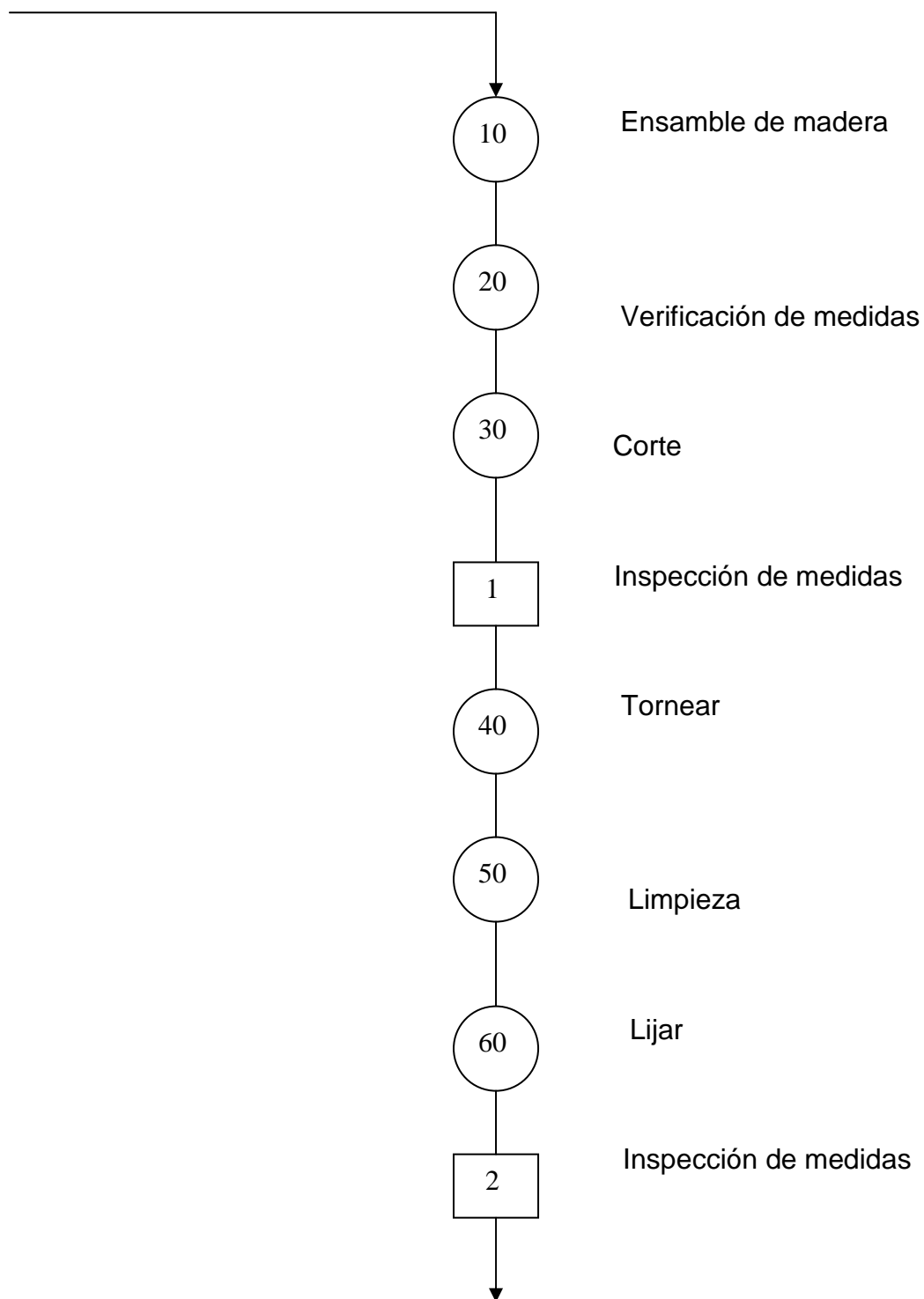
Material: Tubo PVC y aluminio

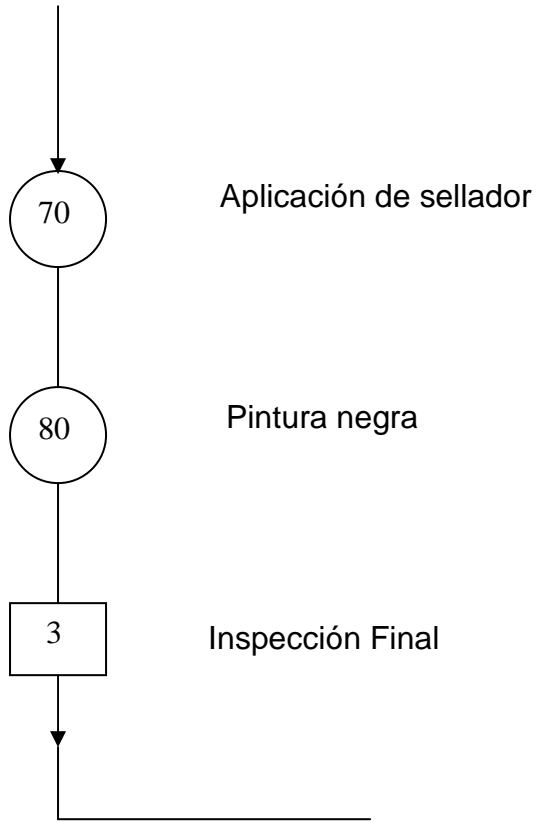




3.1.5.6 Diagrama de proceso de fabricación de las llantas del sistema prototipo según plano general, parte -2.

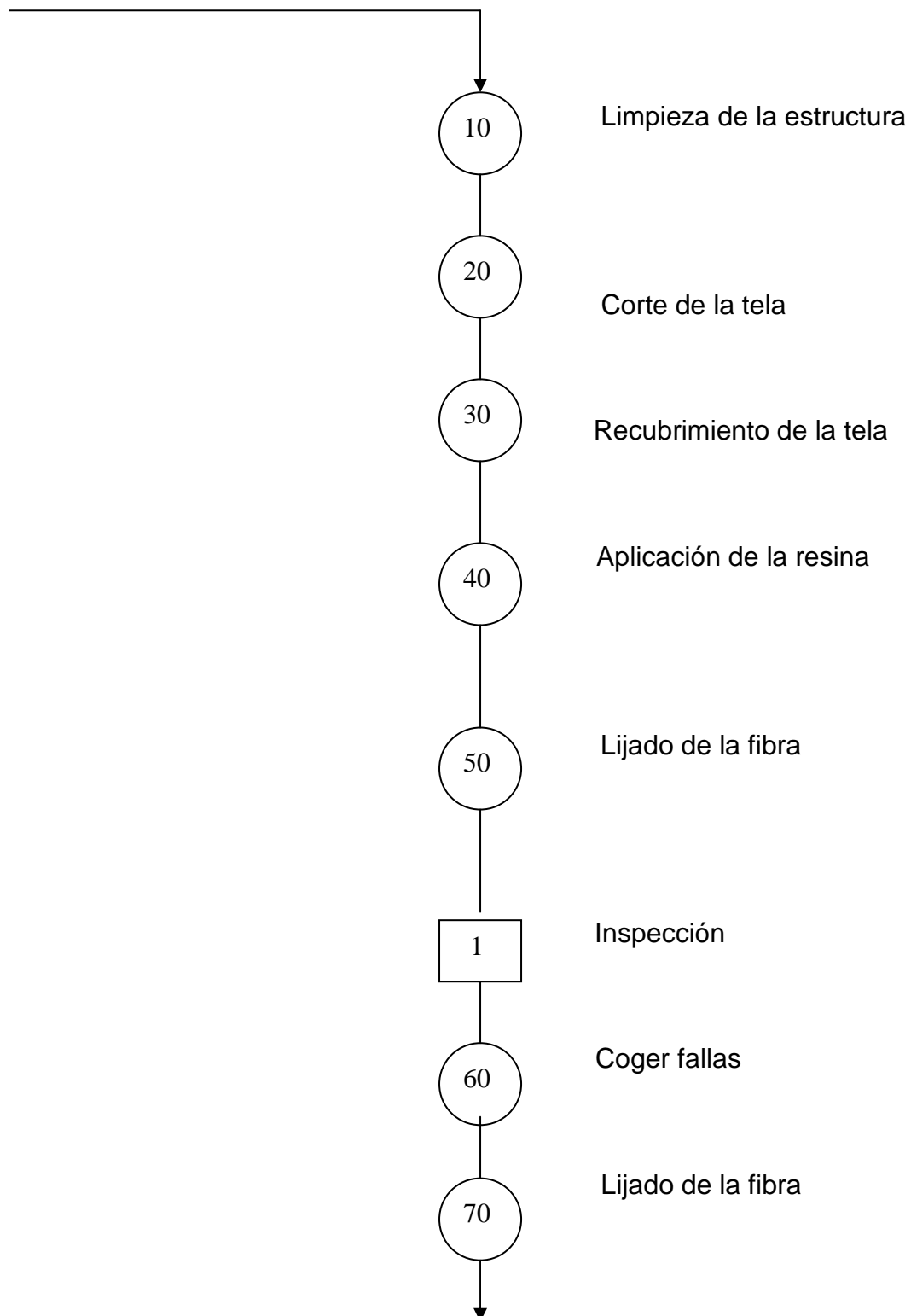
Material: Madera de laurel

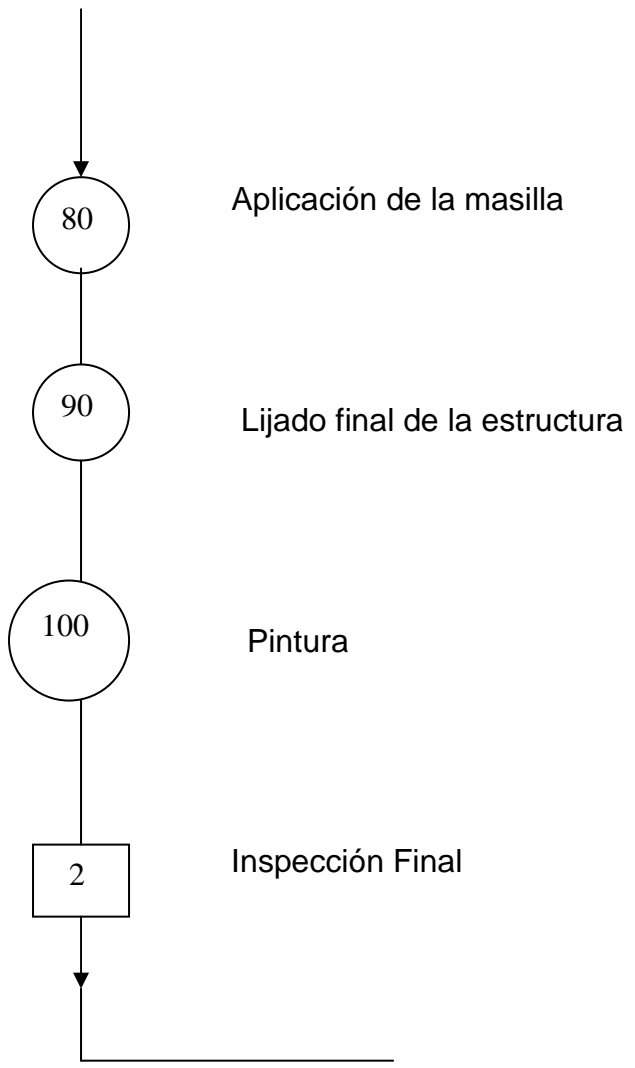




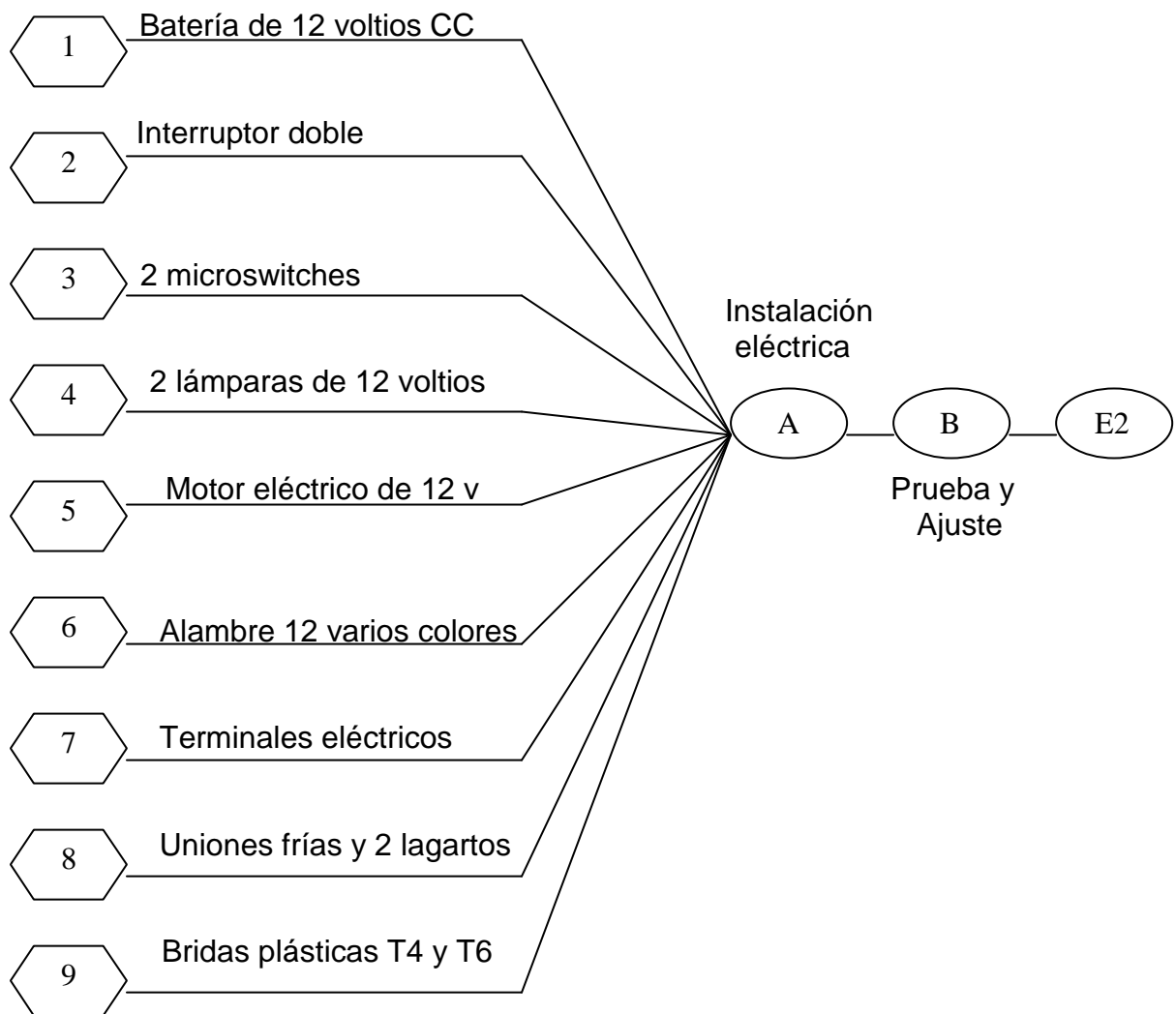
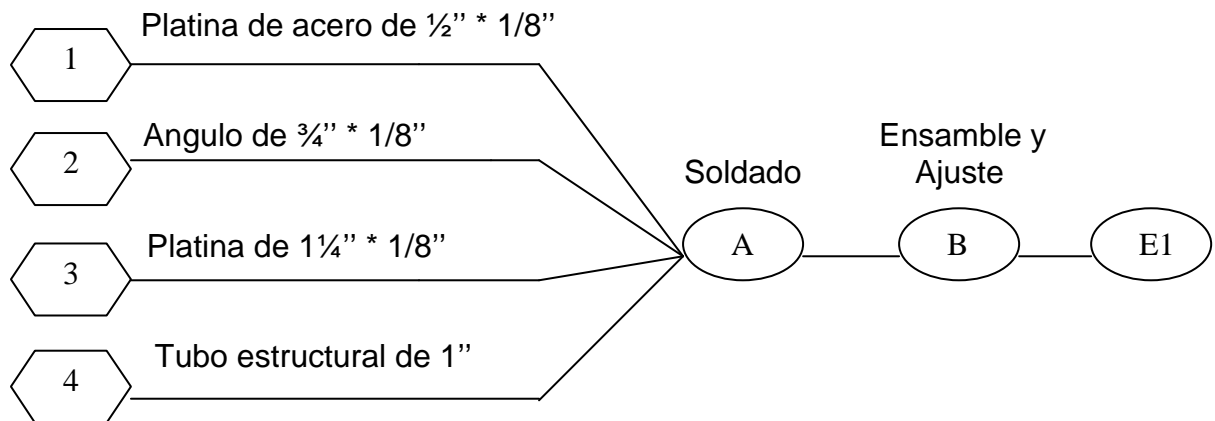
3.1.5.7 Diagrama de proceso del recubrimiento total de la estructura del sistema prototipo según plano general.

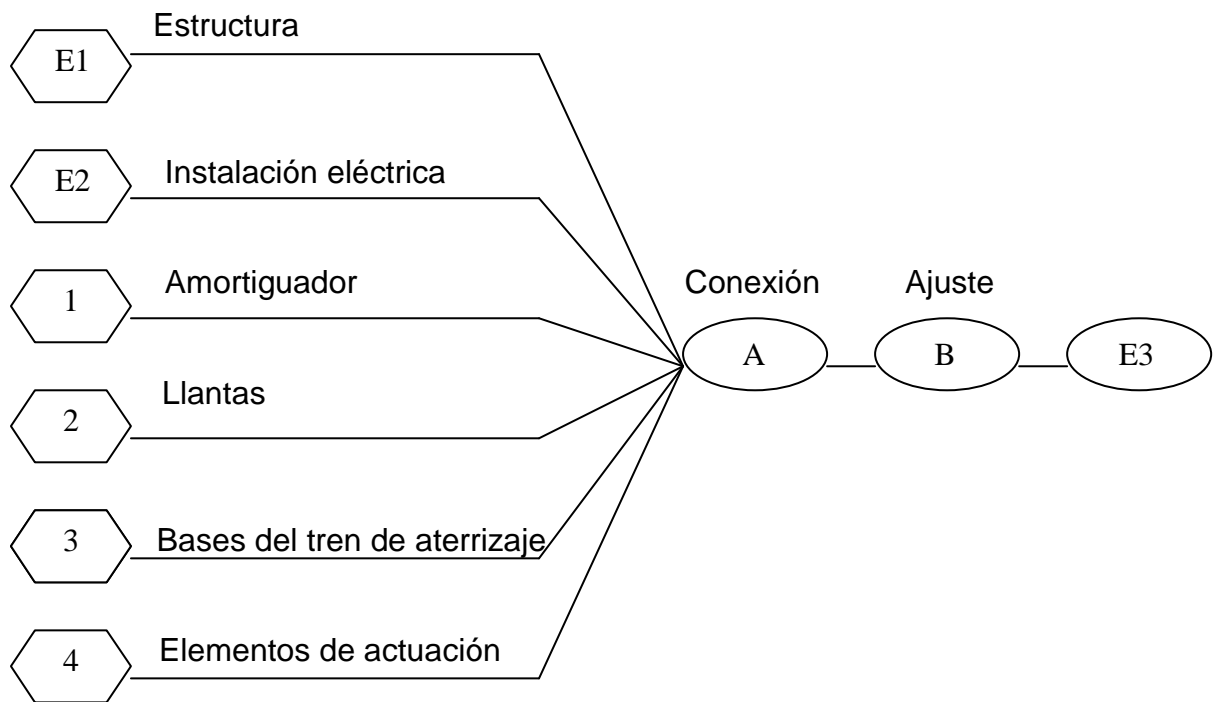
Material: Resina y fibra de vidrio





3.1.6 Diagrama de Ensamble





3.1.7 Pruebas de funcionamiento

Una vez realizada la construcción del sistema prototipo y el acoplamiento del sistema eléctrico, se procede a verificar las características del mismo.

Tabla 3.1. Verificación de funcionamiento del sistema prototipo

SISTEMA	CUMPLE TOLERANCIAS	ENSAMBLE OPTIMO
Estructura	✓	✓
Sistema Eléctrico	✓	✓
Global	✓	✓

Con respecto al funcionamiento global del sistema eléctrico y estructura se dice que el sistema prototipo se encuentra en perfectas condiciones y funciona óptimamente.

A continuación se presenta una secuencia de gráficos de construcción del sistema prototipo de extensión y retracción del tren de nariz del avión Boeing 727 controlado eléctricamente construido y en condiciones de funcionamiento:



a)



b)



c)



d)



e)



f)



g)



h)

Figura 3.8. Secuencia de construcción del Sistema prototipo de extensión y retracción del tren de nariz del avión Boeing 727 controlado eléctricamente

3.2 Tipo de máquinas y herramientas utilizadas en la construcción del tren de aterrizaje.

Máquinas/ Herramientas	Características
Metro de acero	4,6 o 12 inch
Martillo de bola	10 onzas (peso)
Soldadora	110 voltios
Taladro	manual - eléctrico
Amoladora	eléctrico 110 v
SERRUCHO de mano	8 diente * pulg
Estilete	3 pulgadas
Sierra eléctrica	110 voltios
Escuadra graduada	45 cm
Desarmadores	plano y estrella

CAPÍTULO IV

MANUALES

Descripción General


En este capítulo, se establece los distintos procedimientos de operación, mantenimiento y de seguridad del sistema prototipo, cada uno deberá estar con su respectiva hoja de registros.

Con la implementación de estos manuales se está garantizando la correcta funcionalidad del sistema prototipo.

Los manuales de operación ayudarán a entender fácilmente los procedimientos que se deben seguir para la fácil manipulación del sistema prototipo en cuanto a tareas de operación.

Los manuales de mantenimiento ayudarán a entender los pasos que se deben seguir cada cierto tiempo para evitar que el sistema prototipo sufra algún daño tanto exterior como interior, de esta manera hacer que su funcionamiento sea el mejor.

Los manuales de seguridad ayudarán a entender sobre los procedimientos que se debe tener al manipular el sistema prototipo con el fin de evitar peligros en lo material y humano.

	MANUAL DE OPERACIÓN	Código:
	OPERACIÓN DEL SISTEMA PROTOTIPO DE EXTENSIÓN Y RETRACCIÓN DEL TREN DE NARIZ DEL AVIÓN BOEING 727 OPERADO ELÉCTRICAMENTE	Pág : 1 de 1
	Elaborado por: Edison Paúl Hermosa P.	Revisión N° : 01
	Aprobado por: Ing. Trujillo Guillermo	Fecha: 20-01-2004
F A E	MECÁNICA - AERONÁUTICA	I . T . S . A

1.0 OBJETIVO

Documentar el procedimiento para Operación del sistema prototipo de extensión y retracción del tren de nariz del avión Boeing 727 operado eléctricamente.


2.0 ALCANCE

Contempla el sistema prototipo destinado a ser aplicado a los diferentes trabajos de aprendizaje realizados en el ITSA.

3.0 PROCEDIMIENTOS

1. Conectar una batería de 12 voltios CC con el sistema prototipo.
2. Verificar la correcta polaridad de la batería con el sistema prototipo.
3. Encender el sistema.
4. Comprobar la correcta funcionabilidad de los focos.
5. Revisar que el motor se encuentre libre de contacto con materiales no pertenecientes al sistema.
6. Verificar que el cable se encuentre en una posición adecuada en las poleas para su normal funcionamiento.
7. Activar el switch para arriba en caso de extensión del tren.
8. Activar el switch para abajo en caso de retracción del tren.
9. Terminado el proceso desactivar los cables de la batería y dejarlos enroscados para evitar daños de los mismos.
10. Es preferible dejar el tren en la posición de retractado para evitar daños por contacto con otras piezas no pertenecientes al sistema.
11. Anotar cualquier cambio del funcionamiento en la hoja de registros.

4.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD: _____

	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Código:
	MANTENIMIENTO DEL SISTEMA PROTOTIPO DE EXTENSIÓN Y RETRACCIÓN DEL TREN DE NARIZ DEL AVIÓN BOEING 727 OPERADO ELÉCTRICAMENTE	Pág : 1 de 1
	Elaborado por: Edison Paúl Hermosa P.	Revisión N° : 01
	Aprobado por: Ing. Trujillo Guillermo	Fecha: 20-01-2004
F A E	MECÁNICA - AERONÁUTICA	I . T . S . A

1.0 OBJETIVO

Documentar el procedimiento de Mantenimiento del sistema prototipo de extensión y retracción del tren de nariz del avión Boeing 727 operado eléctricamente.


2.0 ALCANCE

Contempla el sistema prototipo destinado a ser dado mantenimiento.

3.0 PROCEDIMIENTOS

1. Se deberá mantener libre a la estructura de objetos que no pertenezcan al funcionamiento del mismo.
2. Limpiar con un trapo húmedo de agua la estructura después de terminado las pruebas.
3. Controlar que la batería tenga agua acidulada, destilada, revisando cada 4 meses.
4. Pasado un mes comprobar la resistencia eléctrica de los cables eléctricos con un multímetro.
5. Engrasar las poleas cada 6 meses.
6. Los cables eléctricos deben ser revisados para evitar cortocircuitos cada 2 meses.
7. Durante la no operación del sistema prototipo se deberá mantener en un lugar fresco y seco.
8. Verificar que el cable se encuentre en buen estado. (que no esté deshilado o que no presente roturas de aislamiento).

4.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD: _____

	MANUAL DE SEGURIDAD	Código:
	SEGURIDAD DEL SISTEMA PROTOTIPO DE EXTENSIÓN Y RETRACCIÓN DEL TREN DE NARIZ DEL AVIÓN BOEING 727 OPERADO ELÉCTRICAMENTE	Pág : 1 de 1
	Elaborado por: Edison Paúl Hermosa P.	Revisión N° : 01
	Aprobado por: Ing. Trujillo Guillermo	Fecha: 20-01-2004
F A E	MECÁNICA - AERONÁUTICA	I . T . S . A

1.0 OBJETIVO

Documentar el procedimiento de seguridad del sistema prototipo de extensión y retracción del tren de nariz del avión Boeing 727 operado eléctricamente.


2.0 ALCANCE

Contempla el sistema prototipo destinado a su seguridad.

3.0 PROCEDIMIENTOS

1. Seguir las instrucciones de acuerdo al manual de operación.
2. En caso de cualquier falla del sistema acudir con personas capacitadas.
3. Anotar en la hoja de registros cualquier imperfecto del sistema prototipo.
4. Mantener el sistema prototipo en un lugar adecuado, tanto para cuando está funcionando, o en para.
5. En caso de cortocircuito desconectar los cables de la batería.
6. No accionar manualmente el tren de aterrizaje.
7. No jugar con el sistema prototipo cuando esté en funcionamiento.
8. No utilizar líquidos inflamables en la limpieza del sistema prototipo.
9. Si observa algo extraño en el sistema prototipo acudir con su instructor.
10. Controlar cada 3 meses las rpm del motor por medio de un tacómetro.

4.0 FIRMA DE RESPONSABILIDAD: _____

	HOJA DE REGISTROS	Código:
	HOJA DE REGISTROS DEL SISTEMA PROTOTIPO DE EXTENSIÓN Y RETRACCIÓN DEL TREN DE NARIZ DEL AVIÓN BOEING 727 OPERADO ELÉCTRICAMENTE	Pág : 1 de 1
	Elaborado por: Edison Paúl Hermosa P.	Revisión N° : 01
	Aprobado por: Ing. Trujillo Guillermo	Fecha: 20-01-2004
F A E	MECÁNICA - AERONÁUTICA	I . T . S . A

REGISTRO

PRUEBAS DE EXTENSIÓN Y RETRACCIÓN

Solicitado por:

Fecha de inicio:

Fecha de finalización:

Total horas de servicio:

Actividad:

Novedades / Observaciones:

Daños:

Acción Correctiva:

Acción Preventiva:

Tiempo de subida:

Tiempo de bajada:

FIRMA DE RESPONSABILIDAD: _____

CAPÍTULO V

ESTUDIO ECONÓMICO

5.1 Presupuesto

La realización del presupuesto para el estudio económico de acuerdo a las necesidades de la construcción del sistema prototipo de extensión y retracción del tren de nariz del avión Boeing 727 operado eléctricamente es autofinanciada en la compra de todo lo utilizado. Esto es en la adquisición de herramientas, equipos, y materiales que se utilizaron para este trabajo. Habiendo realizado un estudio antes de concretar este proyecto, se llegó a la conclusión de que la construcción costaba 379 USD.

5.2 Análisis económico

El análisis del estudio económico realizado en el transcurso del proyecto de grado y práctica se detalla brevemente a continuación, existen principalmente 4 rubros que son:

- ❖ Herramientas y máquinas
- ❖ Materiales usados
- ❖ Mano de obra
- ❖ Otros

5.2.1 Herramientas y máquinas

Para la construcción del sistema prototipo de extensión y retracción del avión Boeing 727 operado eléctricamente, principalmente se utilizaron las herramientas

y máquinas existentes en la DIAF y del ITSA, incluyendo además el uso de talleres particulares.

A continuación se presenta un cuadro con el costo de la utilización de herramientas y máquinas utilizadas en la construcción.

Tabla 5.1. Costos en la utilización de herramientas y máquinas.

HERRAMIENTAS Y MÁQUINAS	VALOR USD
Multímetro	3.00
Suelda eléctrica	5.00
Soplete para pintar	4.00
Amoladora	6.00
Taladro	3.00
Subtotal 1	21.00

5.2.2 Materiales usados

En este rubro comprende todos los materiales utilizados en la construcción, los mismos que se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 5.2. Costos de materiales utilizados

MATERIAL	VALOR USD
Platinas de hierro ASTM ½ * 1/8	9.00
Eléctrodos 6011	3.00
Madera de Balsa	50.00

Madera de laurel	35.00
Motor eléctrico	35.00
Tubo PVC	10.00
Chumaceras	8.00
Pintura	30.00
Otros	15.00
Subtotal 2	195.00

5.2.3 Mano de obra

Los costos de mano de obra están comprendidos principalmente por pintura, lubricación, etc.

Tabla 5.3. Costos de la mano de obra

DETALLE	VALOR USD
Elaboración de las llantas	15.00
Pintura	10.00
Subtotal 3	25.00

5.2.4 Otros

Este rubro comprende a los diversos costos que se tuvo en impresión, encuadernación, diskettes, etc.

Tabla 5.4. Costos de otros gastos.

DETALLE	VALOR USD
Impresión	70.00
Transporte	15.00
CDs	3.00
Otros	30.00
Subtotal 4	118.00

El costo total en la construcción del sistema prototipo de extensión y retracción del tren de nariz del avión Boeing 727 operado eléctricamente es de:

Tabla 5.5. Costo total de la construcción

DETALLE	VALOR USD
Herramientas y máquinas	21.00
Materiales usados	195.00
Mano de obra	25.00
Otros	118.00
TOTAL	359.00

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Se construye este sistema prototipo con la finalidad de facilitar a los estudiantes un mejor entendimiento en el proceso de aprendizaje en su formación profesional dentro de la carrera de Mecánica Aeronáutica.
- Para el funcionamiento de este sistema prototipo se escogió un sistema eléctrico por su facilidad de trabajo.
- El sistema prototipo está equipado con accesorios eléctricos los cuales brindarán las facilidades necesarias en los trabajos a realizar.
- La implementación de este proyecto aportará en el desenvolvimiento académico de futuras generaciones dentro de la carrera de Mecánica Aeronáutica.
- Los conocimientos adquiridos a lo largo de mi carrera tecnológica sirvieron de aportación en el desarrollo del proyecto de grado.
- Después de haber realizado las pruebas de extensión y retracción del tren de nariz del sistema prototipo se concluye que se encuentra en perfectas condiciones de funcionamiento.

6.2 Recomendaciones

- Contar con el personal capacitado para el manejo de los diferentes sistemas en la aplicabilidad de este proyecto.
- Las prácticas se realizarán en un ambiente de trabajo que brinden las seguridades adecuadas.
- La transportación del sistema prototipo deberá ser cuidadosa para evitar accidentes tanto personales como daños en el material.
- Para su prueba funcional se deberá tener en cuenta la correcta polaridad de la batería.
- La manipulación se realizará por dos personas, las mismas que deben seguir los procedimientos que se encuentran en el manual de procedimientos.
- Al término de las pruebas se deberá desconectar la batería.
- Anotar en las hojas de registro los datos que en la misma se encuentran.

BIBLIOGRAFÍA

- Antonio Esteban Oñate, (1992). Energía Hidráulica, Editorial Paraninfo S.A.
- Antonio Esteban Oñate, (1991). Las Aeronaves y sus materiales, Editorial Paraninfo S.A.
- Superficies y mecanismos de control de vuelo (1958). Oficial de Mantenimiento de Aviones. Volumen IV. Usaf School for Latin American.
- Manual de Mantenimiento del Avión Boeing 727 100 – 200
- Controles de vuelo Boeing 727-200. Centro de capacitación Alas de América.
- www.cid.com
- www.aeroespace.com.er
- www.boeing.com