

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONAÚTICA

**CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE ARMADO Y
DESARMADO DE LLANTAS Y TAMBORES DEL TREN
PRINCIPAL DE LOS AVIONES K-FIR Y MIRAGE F1 E
IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL DE OPERACIÓN.**

Por:

FERNANDO MOSQUERA MONTESDEOCA

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

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONAÚTICA

2004

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

ELABORADO POR:

Ramiro Fernando Mosquera Montesdeoca

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONAÚTICA

Ing. Guillermo Trujillo Jaramillo

Latacunga, 28 de junio del 2004

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el **Sr. RAMIRO FERNANDO MOSQUERA MONTESDEOCA**, como requerimiento parcial a la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONAÚTICA**.

ING. DAG BASSANTES

DIRECTOR DE PROYECTO

28 de Junio del 2004

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo y este título a Dios por darme las bendiciones y la fortaleza para lograrlo y a mis tíos Peter e Hilda Bermann por confiar en mí y ayudarme sin escatimar esfuerzos en todo el transcurso de estos años de estudio para terminar una etapa importante en mí vida.

De todo corazón este trabajo es para ustedes, es mi manera de decirles gracias no los defraudare y aprovecharé al máximo su generosidad.

Siempre sabré corresponderles de alguna manera esta ayuda valiosa y estaré agradecido todos los días de mi vida.

Dios los bendiga.

Fernando Mosquera Montesdeoca.

AGRADECIMIENTO

A Dios por estar conmigo todos los días, por darme las capacidades físicas y mentales y por ayudarme en los momentos difíciles, al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico porque en sus aulas me llene de sabiduría y por permitirme ser un profesional de bien para la Patria.

A mi director de proyecto de grado Ing. Dag Bassantes por su guía y apoyo para lograr el éxito en este trabajo, a todos mis profesores quienes impartieron sus conocimientos en las aulas de nuestra Institución.

A mis padres por su apoyo y guía incondicional, a mis hermanos, a mi tía Inés María, a mis familiares, amigos y a todas aquellas personas que en algún momento estuvieron conmigo y me tendieron la mano; a todos gracias por darme ánimos y acompañarme en mis alegrías y tristezas.

Y un agradecimiento muy especial a mis tíos Peter e Hilda Bermann por su ayuda desinteresada, por creer y confiar en mí.

Dios los bendiga a todos.

Fernando Mosquera Montesdeoca.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

▪ PORTADA	i
▪ CERTIFICACIÓN.....	ii
▪ DEDICATORIA.....	iii
▪ AGRADECIMIENTO.....	iv
▪ ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	v
▪ RESUMEN.....	1
▪ INTRODUCCIÓN.....	2
▪ DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
▪ JUSTIFICACIÓN.....	2
▪ OBJETIVOS	3
▪ ALCANCE.....	4

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Introducción a las llantas y tambores del avión K-fir y Mirage F1.....	5
1.1.1 Neumáticos (llantas).....	5
1.1.1.1 Talón.....	6
1.1.1.2 Carcasa.....	6
1.1.1.3 Banda de rodadura.....	6
1.1.1.4 Flancos.....	7
1.1.2 Ruedas (tambores).....	7
1.2 Tipos de neumáticos o llantas.....	9

1.2.1	Neumático de contorna liso.....	10
1.2.2	Neumático de alta presión.....	10
1.2.3	Neumático de baja presión.....	10
1.2.4	Neumático convencional.....	11
1.2.5	Neumático radial.....	12
1.3	Tipos de aros o ruedas.....	13
1.3.1	Rueda de pestaña fija y centro cóncavo.....	14
1.3.2	Rueda de pestaña desmontable y base plana.....	14
1.3.3	Rueda de pestaña desmontable con centro cóncavo.....	15
1.3.4	Rueda dividida por el centro de base plana.....	15
1.4	Tipos de cámaras de aire	16
1.4.1	Cámara de tipo regular.....	16
1.4.2	Cámara a prueba de pinchazos.....	17
1.4.3	Cámara de doble obturación.....	17
1.5	Tolerancia de presiones.....	18
1.6	Simbología de neumáticos.....	19
1.6.1	Numero de serie de los neumáticos militares y comerciales.....	22
1.7	Uso y desgaste.....	24
1.7.1	Lista de verificación del neumático montado.....	27
1.7.1.1	Desgaste de la banda de rodadura.....	27
1.7.1.2	Desgaste desigual.....	27
1.7.1.3	Cortes en la banda de rodamiento.....	28
1.7.1.4	Daño al costado de la ceja.....	29
1.7.1.5	Ampollas.....	30
1.7.1.6	Tela deshilachada/rajadura en el surco.....	30

1.7.1.7 Cejas.....	31
1.8 Seguros.....	33
1.8.1 Seguro de bincha.....	33
1.8.2 Tuerca de sujeción.....	33
1.8.4 Bincha de seguro interno.....	34
1.9 Fusibles.....	34
1.10 Bancos de armado y desarmado de llantas y tambores.....	36
1.10.1 Desenllantadora eléctrica.....	36
1.10.2 Desenllantadora neumática.....	37
1.10.3 Desenllantadora hidráulica.....	38

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

2.1 Identificación de alternativas.....	40
2.1.1 Primera alternativa.....	41
2.1.2 Segunda alternativa.....	42
2.1.3 Tercera alternativa.....	43
2.2 Estudio de Factibilidad.....	44
2.3 Parámetros de Evaluación.....	45
2.4 Determinación de la mejor alternativa.....	48

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN

3.1 Estructura.....	49
3.1.1 Mesa.....	50
3.1.2 Eje.....	52
3.1.3 Disco de presión.....	53
3.1.4 Buje.....	54
3.1.5 Palanca.....	55
3.2 Cálculos.....	59
3.3 Diagramas de procedimientos.....	72
3.4 Diagramas de ensamble.....	85
3.5 Pruebas de funcionamiento.....	87

CAPÍTULO IV

MANUALES

Descripción general.....	89
Manual de operación.....	91
Manual de mantenimiento.....	92
Manual de seguridad.....	93
Manual de verificación.....	94
Hojas de registro.....	95

CAPÍTULO V

ESTUDIO ECONÓMICO

5.1 Presupuesto.....	97
5.2 Análisis económico.....	97
5.3 Costo total de construcción.....	102

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones.....	103
6.2 Recomendaciones.....	104

BIBLIOGRAFÍA

PLANOS

ANEXOS

LISTADO DE FIGURAS

Figura N° 1.1	Partes del neumático.....	5
Figura N° 1.2	Contorno de cubiertas.....	11
Figura N° 1.3	Diferencias estructurales neumático convencional (al bias) y radial.....	12
Figura N° 1.4	Tipos de rueda del avión.....	13
Figura N° 1.5	Rueda de pestaña desmontada y llanta plana.....	14
Figura N° 1.6	Rueda de pestaña desmontable y centro hundido.....	15
Figura N° 1.7	Rueda dividida por el centro.....	16
Figura N° 1.8	Marcas de los neumáticos.....	19
Figura N° 1.9	Ejemplo de marcas de las ruedas de los neumáticos.....	21
Figura N° 1.10	Ejemplo número de serie de los neumáticos.....	23
Figura N° 1.11	Gama de operación de los neumáticos.....	24
Figura N° 1.12	Daños que se presentan en los neumáticos / burbujas de aire.....	26
Figura N° 1.13	Desgaste de la banda de rodamiento.....	27
Figura N° 1.14	Cortes en la banda de rodamiento.....	28
Figura N° 1.15	Daño al costado de la ceja.....	29
Figura N° 1.16	Ampollas en el neumático.....	30
Figura N° 1.17	Rajaduras en el surco.....	31
Figura N° 1.18	Ceja fundida debido al sobrecalentamiento.....	32

Figura N° 1.19	Fusibles.....	35
Figura N° 1.20	Desenllantadora Eléctrica.....	37
Figura N° 1.21	Desenllantadora Neumática.....	38
Figura N° 1.22	Desenllantadora Hidráulica.....	39
Figura N° 2.1	Desenllantadora Neumática.....	41
Figura N° 2.2	Desenllantadora Hidráulica.....	42
Figura N° 2.3	Desenllantadora Mecánica.....	43
Figura N° 3.1	Plancha de hierro.....	50
Figura N° 3.2	Tubo estructural cuadrado de hierro de 2”.....	51
Figura N° 3.3	Mesa terminada.....	52
Figura N° 3.4	Eje de transmisión de 2” (en bruto).....	52
Figura N° 3.5	Eje terminado (torneado y cilindrado).....	53
Figura N° 3.6	Platina de hierro para el disco de presión.....	53
Figura N° 3.7	Disco de presión terminado.....	54
Figura N° 3.8	Buje de acero de trasmisión de 4 “ de diámetro.....	54
Figura N° 3.9	Tubo estructural redondo de 2”.....	56
Figura N° 3.10	Tubo palanca.....	56
Figura N° 3.11	Platina de hierro de 7 mm.....	57
Figura N° 3.12	Palanca terminada.....	58
Figura N° 3.13	Desenllantadora terminada.....	88

LISTADO DE TABLAS

Tabla	1.5	Tolerancia de presiones.....	18
Tabla	2.1	Ventajas y desventajas desenllantadora neumática.....	44
Tabla	2.2.	Ventajas y desventajas desenllantadora hidráulica.....	44
Tabla	2.3	Ventajas y desventajas desenllantadora mecánica.....	45
Tabla	2.4	Matriz de evaluación.....	47
Tabla	2.5	Matriz de decisión.....	48
Tabla	3.1	Simbología procesos de construcción.....	72
Tabla	3.2	Herramientas utilizadas.....	73
Tabla	3.3	Maquinas utilizadas.....	74
Tabla	3.4	Equipos utilizados.....	74
Tabla	3.5	Tiempo utilizado en Herramientas-Maquinas-Equipos.....	86
Tabla	3.6	Verificación de funcionamiento del banco de armado y desarmado de llantas del tren principal del avión K-fir y Mirage F1.....	87
Tabla	5.1	Costo utilización herramientas y maquinas.....	99
Tabla	5.2	Costo de materiales.....	100
Tabla	5.3	Mano de obra.....	101
Tabla	5.4	Costo total de la construcción.....	102

LISTADO DE CUADROS

Cuadro 4.1	Manual de operación.....	91
Cuadro 4.2	Manual de mantenimiento.....	92
Cuadro 4.3	Manual de seguridad.....	93
Cuadro 4.4	Manual de verificación.....	94
Cuadro 4.5	Hojas de registro.....	95

LISTADO DE NOMENCLATURA

A = Área

M = Momento

R = Reacción total

R_x = Reacción en X

R_y = Reacción en Y

F = Fuerza

F_x = Fuerza en X

F_y = Fuerza en Y

W = Carga

ϖ = Módulo de sección

σ_t = Esfuerzo de tracción

σ_c = Esfuerzo de compresión

RESUMEN

El presente proyecto de grado tiene como objetivo principal la construcción de una desenllantadora que sea práctica y este al alcance tanto del personal encargado del mantenimiento del avión K-fir y del avión Mirage F1 como también de los alumnos del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico en sus prácticas.

En la primera parte del proyecto se presenta una introducción general, en donde se habla de las llantas y tambores de las aeronaves. Para posteriormente presentar alternativas referentes a su construcción.

Mediante un estudio técnico entre las alternativas presentadas tomando en cuenta sus ventajas y desventajas se ha seleccionado la alternativa más idónea.

Una vez escogida la alternativa se procede a su construcción y pruebas de funcionamiento.

Después de haber realizado las pruebas de funcionamiento, los resultados que se han obtenido son los esperados, es decir, cumple los objetivos planteados. Por lo tanto el banco de armado y desarmado de llantas del tren principal del avión K-fir y Mirage F1 queda en condiciones estándares de operación.

INTRODUCCIÓN

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

Mediante una observación realizada se ha podido comprobar que en la mayoría de talleres de mantenimiento en la sección de trenes de aterrizaje en los hangares militares se utilizan herramientas no adecuadas o herramientas improvisadas lo que dificulta el trabajo y en muchos casos provoca incluso daños o averías en el material.

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico al interior de sus talleres de mecánica e hidráulica no cuenta con un banco para el armado de llantas y tambores del tren principal del avión K-fir y Mirage F1. Así también en el hangar de aviones militares del Ala No. 12 no existe este banco y por tal motivo los técnicos realizan este trabajo en forma muy artesanal (en la entenalla).

JUSTIFICACIÓN.

En vista de que no existe un banco para el armado y desarmado de las llantas y tambores del tren principal del avión K-fir, se ha creído conveniente construir dicho banco ya que esto facilitara el trabajo de mantenimiento y reparación y de las llantas y tambores del tren principal del avión K-fir y Mirage F1. Con este proyecto se pretende que el ITSA cuente con una herramienta que facilite las prácticas que se puedan realizar en cuanto al desenllantado.

De igual forma, que los alumnos de las futuras generaciones adquieran mayores conocimientos prácticos, satisfaciendo así sus necesidades y expectativas académicas.

OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL

Construir un banco de armado y desarmado de las llantas y tambores para el tren principal del avión K-fir y Mirage F1.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Describir las partes que se encuentran en las llantas y los tambores del tren principal del avión K-fir y Mirage F1.
- Analizar los diferentes pasos en el armado y desarmado de llantas y tambores del tren principal del avión K-fir y Mirage F1.
- Estandarizar la operación y funcionamiento del banco de armado y desarmado de llantas del tren principal del avión K-fir y Mirage F1.

ALCANCE.

El presente proyecto de grado se va a realizar en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, concretamente en el bloque 42 y en talleres particulares.

Tiene por alcance la construcción de un banco para armado y desarmado de llantas y tambores de los trenes de aterrizaje principales de los aviones K-fir y Mirage F1, para ello, se realiza la investigación bibliográfica y de campo para establecer los parámetros bajo los cuales se construirá el banco. Una vez determinados los parámetros y seleccionado la mejor alternativa se procede a su construcción y pruebas de operación.

CAPÍTULO I

MARCO TEÒRICO

1.1 INTRUCCIÒN A LAS LLANTAS Y TAMBORES DEL AVIÒN K-FIR Y MIRAGE F1.

1.1.1 Neumáticos (Llantas).

Los neumáticos son unos anillos inchables que se colocan alrededor de una rueda, manteniendo un cojín de aire (en los aviones es nitrógeno) a mas o menos presión entre el disco (aro) y el suelo. Su misión es proporcionar una buena superficie de contacto y adherencia con el suelo, al mismo tiempo absorber las desigualdades del terreno.

Los neumáticos del avión K-fir se inflan solamente con nitrógeno a una presión de 14 ± 0.5 bares y del avión Mirage F1 se inflan a una presión de 13,2 bares.

Los neumáticos del avión K-fir y Mirage F1 están constituidos de cuatro elementos fundamentales: el talón, la carcasa, los flancos y la banda de rodadura.

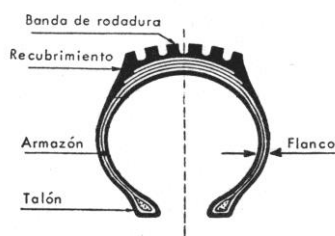


Fig. 1.1 Partes del neumático

1.1.1.1 Talón

El talón del neumático es la parte constituida por dos o tres alambres de acero al carbono, de alta resistencia, embebidos en pliegues de caucho y lona que aíslan los alambres del resto de la carcasa. Todas las fuerzas que se producen en el neumático pasan por el talón. Los alambres de acero proporcionan la integridad geométrica del neumático.

1.1.1.2 Carcasa.

La carcasa esta formada por capas sucesivas de nylon revestidas de caucho. Las capas se cortan en trozos y se orientan al bias, de tal modo que las cuerdas de nylon de cada capa están orientadas a distintos ángulos.

Los neumáticos del avión K-fir no tienen cámara, es decir, son neumáticos Tubulares (Tubeless) y su superficie interior esta hecha de un compuesto de caucho natural, que tiene la propiedad de ser menos permeable que el empleado en los neumáticos con cámara.

1.1.1.3 Banda de rodadura.

La banda de rodadura esta hecha de caucho y es la zona del neumático en contacto con el pavimento, es la que sufre el desgaste del rozamiento. La superficie de la banda de rodadura esta provista de ranuras circunferenciales. Estas son el dibujo del neumático

de aviación, y son las únicas zonas por donde puede escapar el agua presente en una pista mojada y bajo la huella del neumático.

Para neumáticos de ancho superior a 11.5 pulgadas (29.2 cm) debe haber como mínimo cinco ranuras en la banda; para un ancho menor debe haber mínimo tres.

1.1.1.4 Flancos.

Como su nombre indica, los flancos son las partes laterales del caucho del neumático que se extienden desde la banda de rodadura hasta el talón.

En los flancos se producen las grandes deformaciones elásticas de los neumáticos de aviación, el aplastamiento, que es una de las características más importantes de producción de calor en el neumático.

Los neumáticos del avión K-fir disponen de unos orificios de ventilación situados en los flancos, para permitir que el aire escape.

1.1.2 Ruedas (tambores)

La rueda es el soporte sobre el cual se monta el neumático.

La rueda del avión K-fir comprende la masa, compuesta por dos medias llantas unidas por seis capas, un neumático sin cámara y tres fusibles que sirven para aliviar la presión de las ruedas.

Las ruedas del avión K-fir y Mirage F1 son piezas fundidas de aleación de aluminio y magnesio.

Estas aleaciones combinan resistencia con peso liviano, es decir, el aluminio alivia el peso y el magnesio brinda dureza; pero permiten hacer muy pocas reparaciones a la rueda misma. Por otra parte, como estas aleaciones se corroen fácilmente, todas las partes de la rueda con excepción de las superficies de apoyo y de fricción deben estar bien cubiertas con capas de sustancias protectoras para impedir posibles averías de la rueda. Las partes que tienen esta capa protectora que se desprenda, se desgaste y se quite en alguna forma, inmediatamente deben ser retocadas. Las averías de las ruedas pueden también ser el resultado de las cargas excesivas causadas por la inflación inadecuada del neumático o imperfecciones del montante amortiguador.

Las ruedas que se montan en los aviones deben cumplir cinco requisitos básicos:

- Resistencia a la máxima carga estática y de remolque del avión.
- Dimensiones adecuadas para acomodar el neumático preciso.
- Volumen interno suficiente para acomodar el sistema de frenos.
- Peso mínimo.
- Facilitar el cambio de neumáticos.

El cubo de la rueda tiene un alojamiento para el rodamiento. El mismo esta sellado herméticamente, primero para que la grasa no salga desprendida cuando la rueda gira a gran velocidad y segundo para evitar la entrada de polvo y suciedad.

1.2 TIPOS DE NEUMÁTICOS O LLANTAS.

Los neumáticos de los aviones son similares a los neumáticos regulares de los automóviles en cuanto a su construcción, estando hechos de una cámara (tubo) interior de aire de caucho suave, introducida dentro de una cubierta. Las cubiertas de los neumáticos de los aviones son construidas de alambres de acero, tela y caucho. Los alambres de acero forman la base; la tela forma el acordonado, las capas de los forros y las capas de rozamiento de los costados; y el caucho forma principalmente la banda exterior de rodamiento y los costados.

Los neumáticos pueden ser:

- Contorno liso.
- Alta presión.
- Baja presión.
- Convencionales.
- Radiales.

1.2.1 Neumático de contorno liso.

El neumático de contorno liso se adapta al ras con la parte exterior de la pestaña del aro de la rueda, dando así contorno aerodinámico al neumático y al aro. El tamaño se designa por el diámetro exterior, el cual está escrito al relieve en el costado del neumático.

1.2.2 Neumático de alta presión.

Los neumáticos de alta presión se utilizan generalmente en aviones que son de alta velocidad de aterrizaje.

Son semejantes a los neumáticos de los automóviles, pero tiene un diámetro interior mayor. El tamaño de los neumáticos se designa por dos dimensiones:

- El diámetro exterior.
- Ancho del neumático inflado.

Ambos datos se encuentran estampados en el costado del neumático.

1.2.3 Neumáticos de baja presión.

El neumático de baja presión lleva este nombre porque la presión que requiere es baja en relación con la gran dimensión total del neumático. El tamaño del neumático se designa por tres dimensiones:

- Diámetro exterior.
- Ancho del neumático inflado.
- Diámetro interior.

Estos datos se encuentran estampados en el costado del neumático.

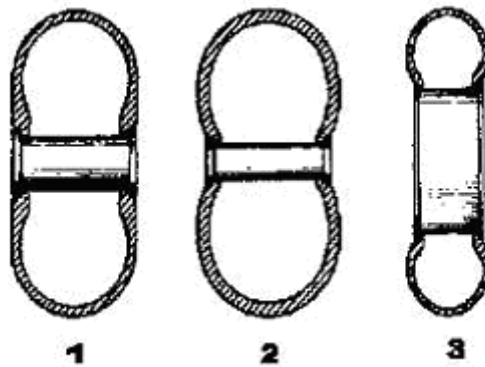


Fig. 1.2 Contorno de cubiertas

- 1. Contorno Liso**
- 2. Baja Presión**
- 3. Alta Presión**

1.2.4 Neumático convencional.

El neumático convencional tiene el trenzado de las capas de la carcasa al bias, es decir, que las cuerdas de nylon de cada capa están orientadas en distintos ángulos.

1.2.5 Neumático radial.

El neumático radial se caracteriza porque la carcasa está trenzada con cuerdas radiales, formando una especie de herradura, desde un talón hasta el opuesto. Tiene además una banda de refuerzo en la banda de rodadura, que proporciona gran rigidez al neumático.

La ventaja de los neumáticos radiales, es su menor peso (20%), un menor desgaste de la banda de rodadura (entre el 50% y el 100% más de aterrizajes) y en general presenta mayor fiabilidad. Su forma estructural es óptima para distribuir las cargas, lo que hace que sea un neumático de menor masa y que rueda más frío que el convencional.

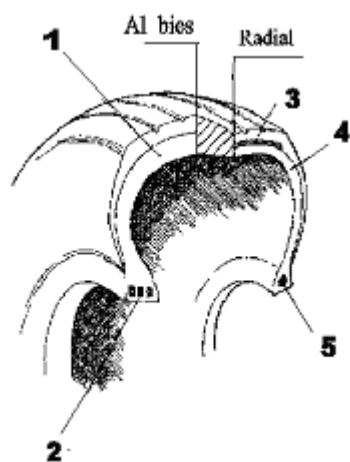


Fig. 1.3 Diferencias estructurales neumático convencional (al bias) y radial

- 1. Carcasa con múltiples capas de trenzado al bias.**
- 2. Talón con dos o tres alambres de acero al carbono de alta resistencia.**
- 3. Banda rígida interior de refuerzo de la banda de rodadura.**
- 4. Carcasa (menor número de capas, todas en dirección radial).**
- 5. Alambre (único del talón).**

1.3 TIPOS DE AROS O RUEDAS.

Las ruedas que se usan en los aviones son de varios tipos, clasificados de acuerdo con su construcción.

Las ruedas de los aviones son de los siguientes tipos: llanta de pestaña fija o centro cóncavo, llamada también tipo integral de centro cóncavo (para el tren de aterrizaje principal); llanta de base plana y pestaña desmontable (usada en el tren de aterrizaje principal); llanta de pestaña desmontable y centro cóncavo (para el tren de aterrizaje principal y auxiliar); y tipo de rueda dividida por el centro de base plana (usada en el tren de aterrizaje auxiliar).

El tambor (aro) del avión K-fir tiene en su parte céntrica tiene unas pistas de acero para permitir el rodaje de los cojinetes o rodamientos. El cojinete (ruliman) es de tipo cono; el cojinete exterior que va en la punta del eje es mas pequeño que el cojinete que va en la parte interna del eje el cual es más grueso.

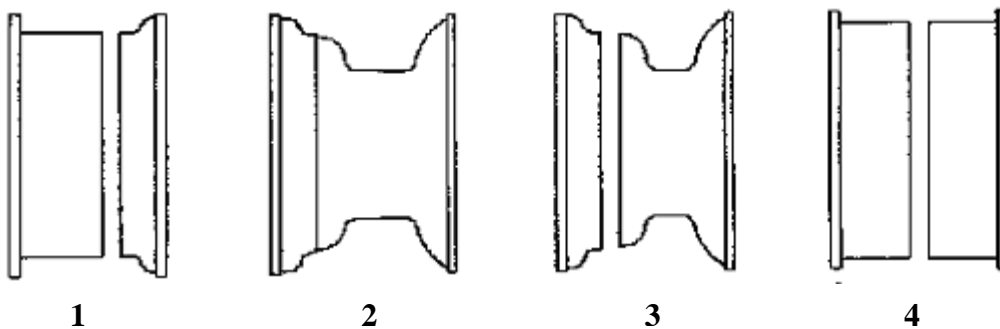


Fig. 1.4 Tipos de ruedas de avión

- 1. Base plana – pestaña desmontable.**
- 2. Centro hundido – pestaña fija.**
- 3. Centro hundido – pestaña desmontable.**
- 4. Rueda dividida por el centro.**

1.3.1 Rueda de pestaña fija y centro cóncavo.

Las ruedas de pestaña fija para el tren de aterrizaje son usualmente del tipo de construcción de centro cóncavo. La diferencia principal de las que se usan para los neumáticos aerodinámicos y las que son para contorno liso es que estas últimas tienen mayor ancho entre las pestañas.

1.3.2 Rueda de pestaña desmontable y base plana.

Las ruedas del tipo de pestaña desmontable se usan con las cubiertas corrientes de baja presión y pueden tener centro cóncavo o base plana. La figura 4, muestra una llanta de base plana, que puede sacarse fácilmente del neumático quitando el anillo retenedor de fijación que sostiene en su lugar la pestaña desmontable de una sola pieza y levantando luego la pestaña de su asiento.

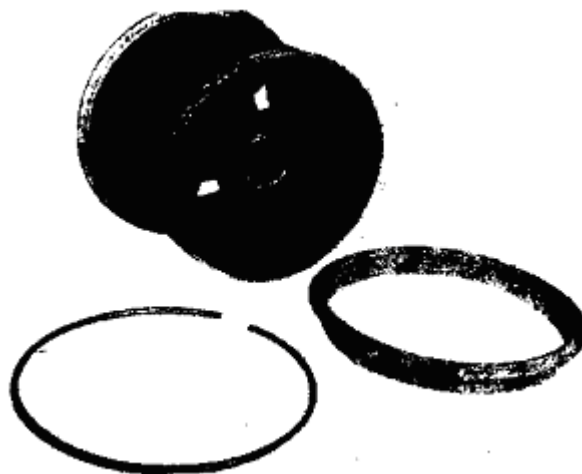


Fig. 1.5 Rueda de pestaña desmontada y llanta plana

1.3.3 Rueda de pestaña desmontable con centro cóncavo.

La rueda que se muestra en la figura 5, es de construcción de aro hundido con una pestaña de una sola pieza sostenida en su lugar mediante un anillo retenedor de resorte.

Esta es de ajuste muy exacto para evitar el rozamiento de la cámara de aire.

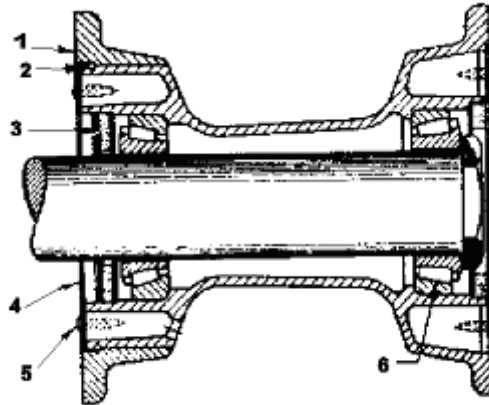


Fig. 1.6 Rueda de pestaña desmontable y centro hundido

1. Pestaña desmontable.
2. Anillo de retención.
3. Retenedora de grasa.
4. Disco de contorno aerodinámico.
5. Tornillo de retención del contorno aerodinámico.
6. Cojinetes del rodillo cónico.

1.3.4 Rueda dividida por el centro de base plana.

Las ruedas de la cola o de la proa del avión son usualmente del tipo de rueda dividida por el centro o del tipo de pestaña desmontable y centro hundido. La rueda dividida por el centro que se muestra en la figura 1.7, esta hecha en dos mitades que se sostienen juntas mediante pernos y turcas, permitiendo así el desmontaje o instalación del neumático y el tubo.



Fig. 1.7 Rueda dividida por el centro

1.4 TIPOS DE CÁMARAS DE AIRE.

Las cámaras de aire están construidas de caucho suave. El tamaño se designa de la misma manera que el de la cubierta en el cual se va usar. Las cámaras que se usan en los neumáticos de los aviones pueden ser:

- Regulares
- Aprueba de pinchazos
- De doble obturación

1.4.1 Cámara de tipo regular.

La cámara de tipo regular es exactamente igual a la mayoría de las cámaras de los neumáticos de los automóviles y no tiene características de protección contra los pinchazos y reventones.

1.4.2 Cámara a prueba de pinchazos.

La cámara a prueba de pinchazos se parece a la cámara regular externamente, pero tiene un compuesto de obturación automática pegado a la parte interior de la cámara, con su parte más gruesa en el centro de la banda de rodamiento.

1.4.3 Cámara de doble obturación.

La cámara de doble obturación es el equipo normal para las cubiertas de los neumáticos de todas las ruedas de proa de los aviones que tienen instalación de una sola rueda. Esta cámara lleva aire en dos compartimientos, los cuales se llenan ambos a través de un solo alojamiento de núcleo de válvula. El vástago está atornillado a un buje moldeado dentro de la pared de la cámara, este buje desemboca por su extremo inferior directamente en el compartimiento interior, y por medio de un conducto que tiene en el costado, en el compartimiento exterior. Como los pinchazos regularmente solo penetran hasta el compartimiento exterior, esta construcción reduce la posibilidad de daño al avión si ocurriese algún pinchazo.

Cuando la pared exterior sufre un pinchazo, la presión del compartimiento interior estira la base de caucho flexible y permite que la pared moldeada semirígida del compartimiento interior se sienta fuertemente contra las paredes de la cubierta, cerrando de este modo la sección cortada. Esto mantiene al neumático asentado contra la llanta y permite que el avión aterrice sin peligro.

1.5 TOLERANCIA DE PRESIONES.

La inflación del neumático de un avión esta de acuerdo con el peso de la aeronave, la presión adecuada para el neumático de un avión K-fir que tiene un peso de 13600 Kg. es de 14 ± 0.5 bares pero si el peso sobrepasa los 13600 Kg. por estar cargado con armamento para alguna misión militar la presión necesaria es de 16 ± 0.5 bares.

Para el avión Mirage F1 la presión adecuada de inflación del neumático del tren principal con un peso de 13500 Kg. es de 13,2 bar que equivalen a 190 psi.

Es importante también mencionar que los neumáticos se inflan con nitrógeno y que la presión de almacenaje (bodega) de los neumáticos de este avión es de 20 psi.

La presión también varía de acuerdo con la presión ambiental como lo describe la siguiente tabla:

Tabla 1.1 Tolerancias de presiones.

TEMPERATURA	VARIACIÓN DE PRESIÓN
0° C (32° F)	-1.0 bar
10° C (50° F)	-0.5 bar
20° C (68° F)	0 bar
30° C (86° F)	+0.5 bar
40° C (104° F)	+1.0 bar

1.6 SIMBOLOGÍA DE LOS NEUMÁTICOS.

En este punto se hace referencia sobre las marcas y códigos que tienen grabados los neumáticos (en la goma). Ya que es importante conocer que quiere decir cada una de estas marcas y códigos para de esta manera poder realizar un mantenimiento adecuado y seguro.

En forma general las llantas de los aviones están claramente marcadas con la siguiente información:

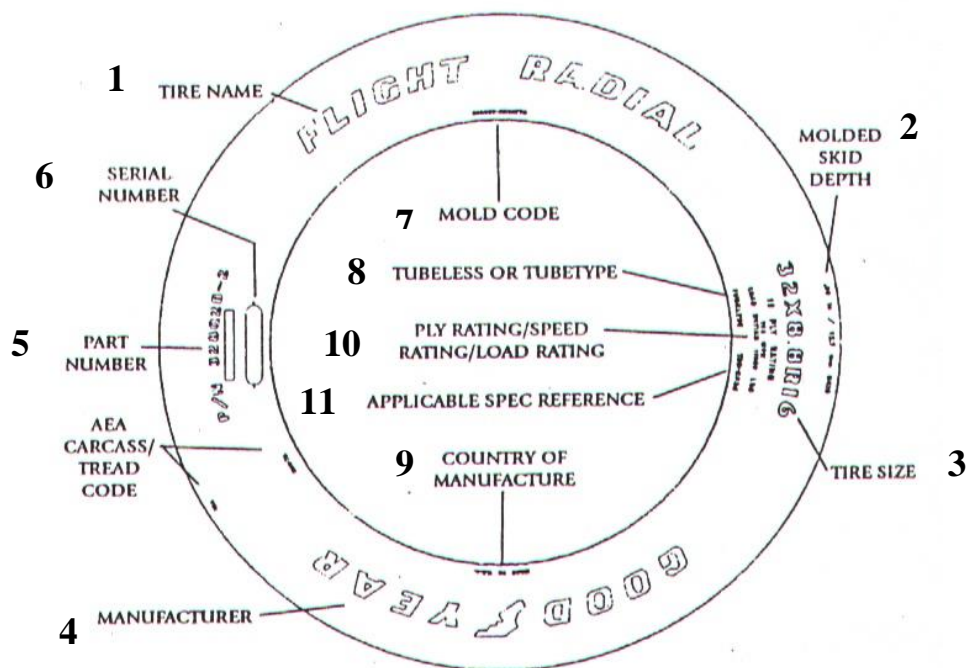


Fig. 1.8 Marcas de los neumáticos

Descripción de la figura 1.8:

1. Nombre del neumático
2. Modelo del neumático (de patinaje/ deslizamiento)
3. Tamaño de la llanta
4. Fabricante
5. Numero de parte
6. Numero de serie
7. Código de molde
8. Especificación (con o sin cámara)
9. País de fabricación
10. Categoría: pliegues de la goma, velocidad y carga

A continuación se describe en una forma clara y específica lo que quieren decir estas marcas y códigos a los que se hace referencia anteriormente.

Este es un ejemplo de un neumático que dice lo siguiente:

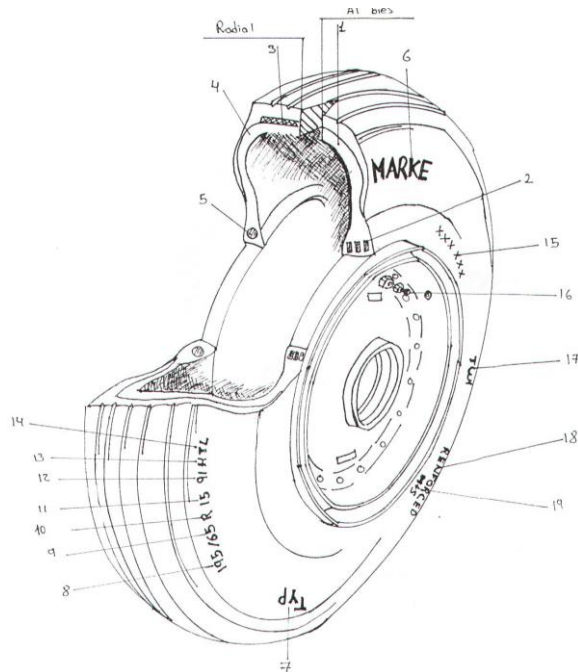


Fig. 1.9 Ejemplo de las marcas de un neumático

Descripción de la figura 1.9:

1. Carcasa con múltiples capas de trenzado al bias.
2. Talón con 2 o 3 alambres de acero de alta resistencia.
3. Banda rígida interior de refuerzo de la banda.
4. Carcasa de menor numero de capas, todas en dirección radial.
5. Alambre único.
6. Marca o fabricante del neumático.
7. Modelo del neumático.
8. Diámetro en milímetros.
9. Relación entre la altura y el ancho del neumático.

10. Neumático radial.
11. Diámetro de la llanta en pulgadas.
12. Numero de características de índice de carga.
13. Letra característica (con o sin cámara de aire) del índice de velocidad.
14. Neumático sin cámara de aire.
15. Fecha de fabricación
16. Válvula infladora
17. Indicador adicional para los neumáticos reforzados
18. Referencia para los neumáticos (invierno y resto de estaciones)

1.6.1 Numero de serie de los neumáticos militares y comerciales.

Todos los números de serie de los aviones militares y comerciales constan de 8 dígitos (caracteres).

Ejemplo: YJJN>NNN

- ✓ La posición 1 (Y) representa el año en el que fue construido el neumático.
- ✓ La posición 2, 3 y 4 (JJJ) significa el día del año en el que fue fabricado el neumático.

Nota: La posición 1 a 4 para neumáticos de aviones militares debe cumplir los requerimientos de la OT MIL-PRF-5041J.

- ✓ La posición 5, 6, 7 y 8 (NNNN) significa el número de identidad individual del neumático.

Por ejemplo:

- ✓ La identidad de los neumáticos fabricados en la ciudad norteamericana de Danville va del rango del 0001 a 4999.
- ✓ La identidad de los neumáticos fabricados en Tailandia va del rango de 5000 a 5999.
- ✓ La identidad de los neumáticos fabricados en Brasil va del rango de 7000 a 7999.

Para la producción de neumáticos a partir del mes de enero del 2001 fabricados en Tailandia en la posición 5 se muestra la letra “T” y los fabricados en Brasil en la posición 5 se muestra La letra “B”

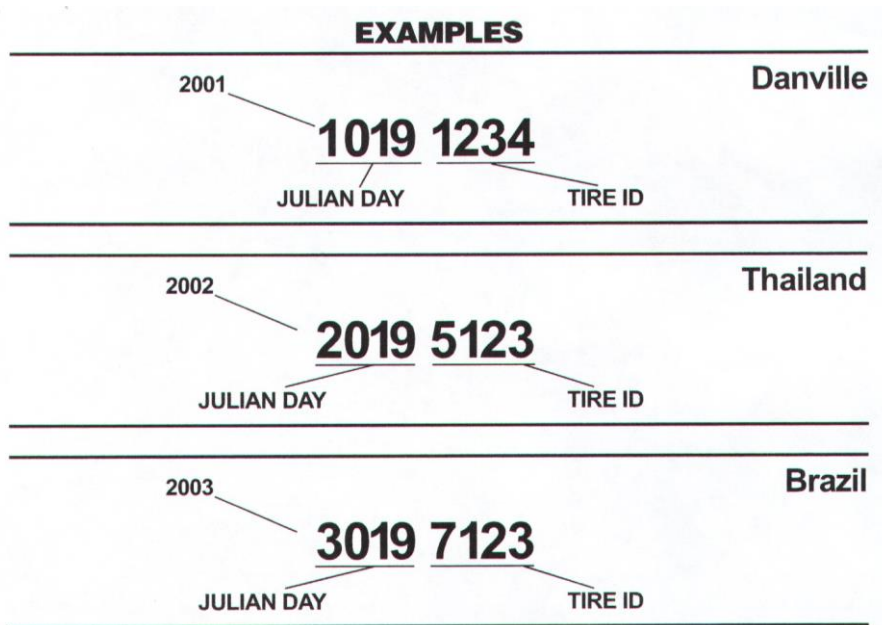


Fig. 1.10 Ejemplos de números de serie de los neumáticos

1.7 USO Y DESGASTE.

El uso y el desgaste de los neumáticos del avión K-fir, Mirage F1 y de cualquier otro tipo aeronave no esta sujeta a características determinadas, sino mas bien, el uso y el desgaste se presenta comúnmente en casos que se describirá a continuación.

Los neumáticos de los aviones son diferentes a cualquier otro tipo de neumático. Deben aguantar velocidades mayores que los neumáticos de carrera, ser capaces de soportar las enormes cargas de los neumáticos para todo terreno y reaccionar a un sin numero de exigencias en el trabajo específico de la aviación, por estas razones un mantenimiento adecuado se hace algo indispensable.

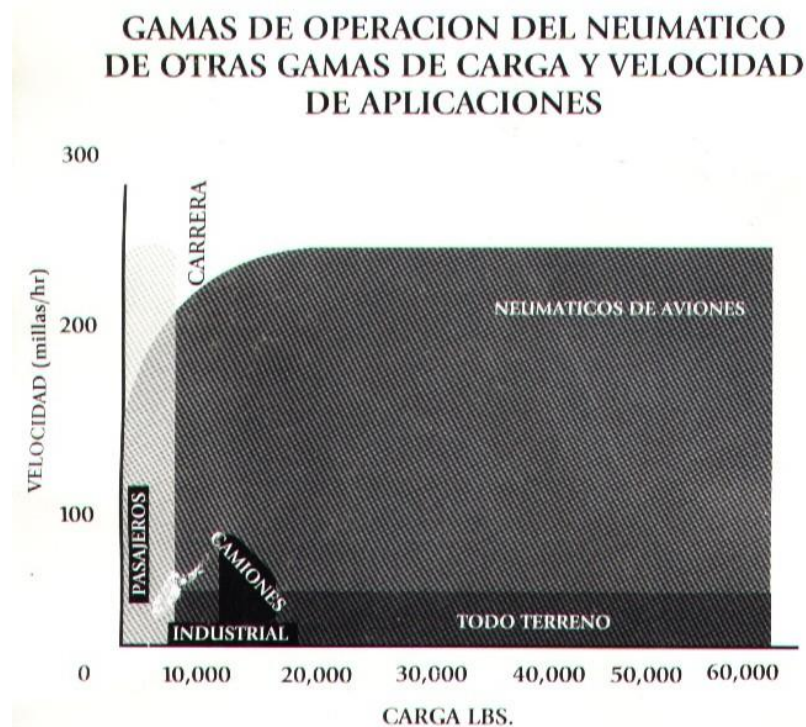


Fig. 1.11 Gamas de operación de los neumáticos

El desgaste está íntimamente relacionado en un 90% con la pericia del piloto al momento de aterrizar el avión en una determinada plataforma (pista de aterrizaje).

Se debe verificar la condición de los neumáticos en pre-vuelo, es decir, antes que un avión se disponga a despegar. Los factores que imponen el descarte más frecuente de los neumáticos por su uso y desgaste son los siguientes:

- Burbujas de aire y grietas en la superficie o la circunferencia del neumático.
- Las fibras estructurales están expuestas.
- Distintos tipos de roturas en la superficie y los lados del neumático.
- Profundidad de los orificios de control de desgaste menor de 1 mm a consecuencia del desgaste de la banda de rodadura.
- Presencia de hinchazón sobre la banda de rodadura o en el perímetro del neumático.
- Trama de tela deteriorada en un 40% o más.
- Trama de refuerzo estructural del neumático descubierta.
- Roturas de distintas formas en la banda de rodadura o los flancos del neumático.

Cortes en la superficie del neumático que presenta una de las siguientes características:

- Longitud de corte de 25 mm con distancia mayor de 3 mm entre sus bordes.

- Corte de más de 1 mm de profundidad en una de las ranuras perimétricas.
- Tajos de mas de 2 mm de profundidad en los flancos del neumático, que dejan al descubierto la trama de la tela.

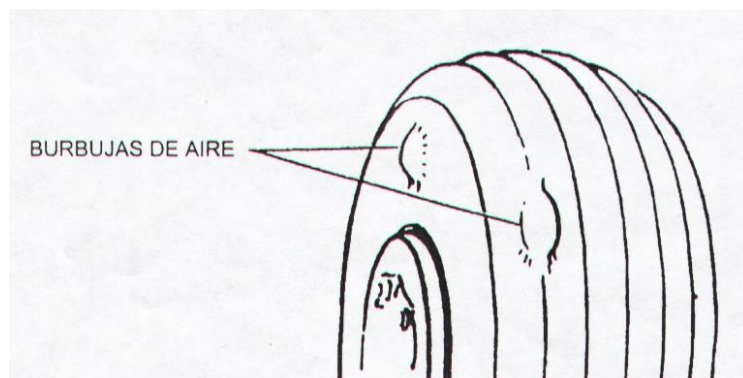
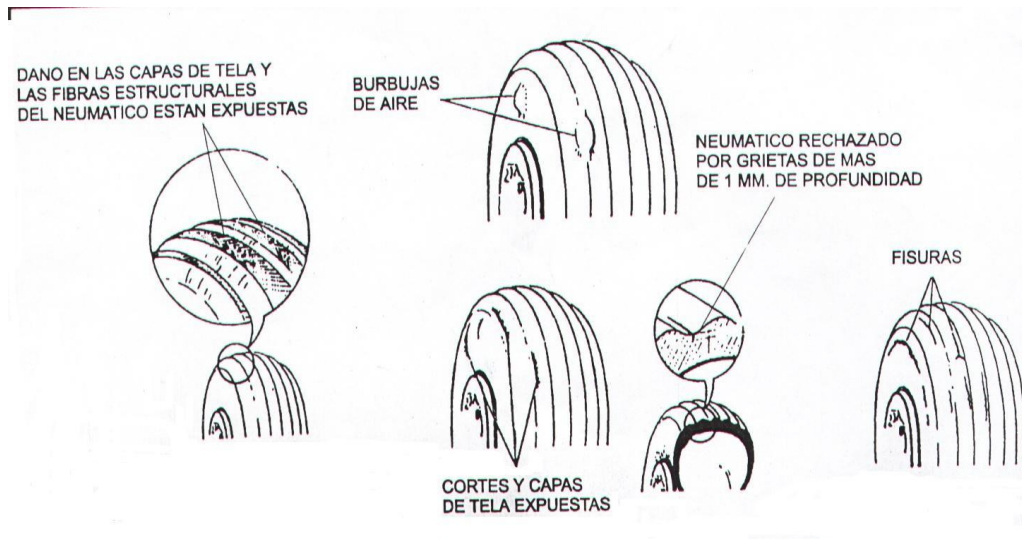


Fig. 1.12 Daños que se presentan en los neumáticos

1.7.1 Lista de verificación del neumático montado.

1.7.1.1 Desgaste de la Banda de rodamiento.

Se debe inspeccionar visualmente las bandas de rodamiento y la profundidad restante. Cuando la banda de rodamiento se ha desgastado hasta la base del surco o hasta la profundidad mínima especificada en los manuales de mantenimiento del avión, se deberá sacar el neumático.

Los neumáticos desgastados hasta la tela deben reemplazarse sin importar la banda de rodamiento restante.



Fig. 1.13 Desgaste de la banda de rodamiento

1.7.1.2 Desgaste desigual.

El desgaste exagerado en un lado de la banda de rodamiento puede corregirse desmontando el neumático e invirtiéndolo, siempre que no haya tela expuesta. También deberá tomarse en cuenta la desalineación del tren resultante.

Es importante advertir que no se debe utilizar ninguna herramienta puntiaguda para inspeccionar cortes, mientras el neumático esta inflado.

1.7.1.3 Cortes en la banda de rodamiento.

Se debe inspeccionar la banda de rodadura en busca de cortes y/o daños por objetos extraños y marcar con un lápiz de cera o tiza, entonces tomar en cuenta los siguientes criterios para desmontar el neumático:

1. Cualquier corte en la lona de la carcasa
2. Cortes que se extienden mas allá de la mitad del ancho de una raya cualquiera y mas profunda que el 50% de la profundidad restante del surco.



Fig.1.14 Cortes en la banda de rodamiento

1.7.1.4 Dañado al costado de la ceja

Para sacar o reemplazar el neumático se debe tomar en cuenta si las grietas, cortes, desgarramiento o efecto de la intemperie se extienden hasta las lonas de la carcasa en las áreas de los costados y/o cejas.

Los cortes o grietas que penetran las lonas exigen el descarte del neumático.

Una deformación obvia en el alambre de la ceja puede deberse al montaje y desmontaje incorrecto y/o el estiramiento exagerado para fines de inspección en este caso el neumático deberá ser descartado.

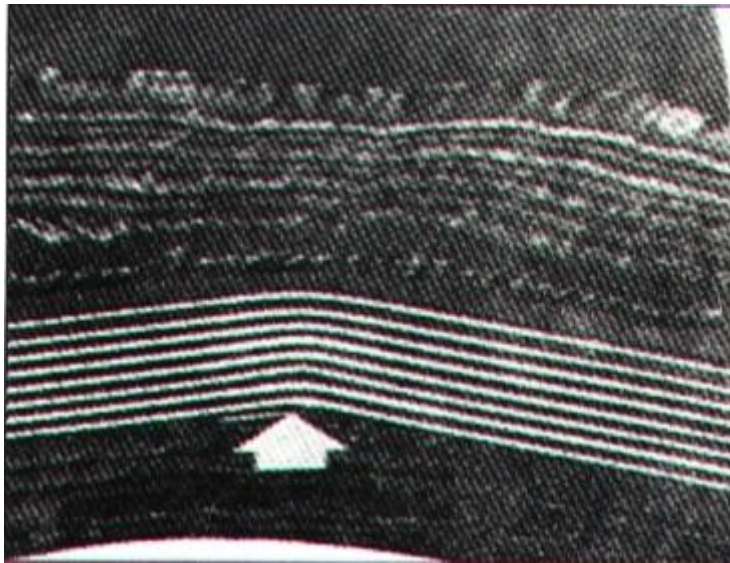


Fig.1.15 Daño al costado de la ceja

1.7.1.5 Ampollas

Las ampollas en cualquier parte de la banda de rodamiento, costado o ceja indican separación y/o daño del neumático. Esto nos dice que debemos marcar al neumático y retirarlo de servicio inmediatamente.



Fig. 1.16 Ampollas en el neumático

1.7.1.6 Tela deshilachada / rajadura en el surco

Los neumáticos deberán retirarse de servicio si la rajadura en el surco se introduce a las franjas de la banda de rodamiento o deja la tela al descubierto.

Si se puede ver en la tela del neumático una rajadura en la circunferencia de la base de un surco de la banda de rodamiento se debe retirar de servicio el neumático ya que esto puede ser resultado de falta de presión o sobrecarga.

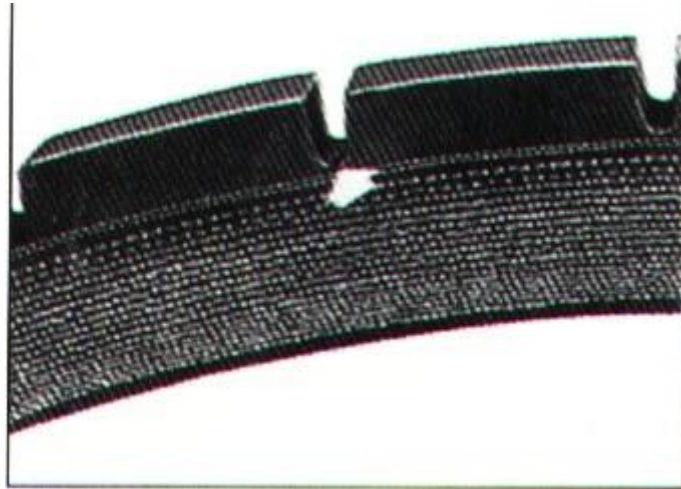


Fig. 1.17 Rajadura en el surco

1.7.1.7 Cejas

Hay que tomar en cuenta las áreas de las cejas cerca de las pestañas del aro en busca de daños por calor, especialmente después de recibir informes de resistencia excesiva de los frenos o frenado severo durante el taxeo, despegue o aterrizaje.

Si se sospecha sobrecalentamiento, desmontar el neumático e inspeccionarlo minuciosamente.

Debido al calor a causa de un frenado debemos observar si existe deterioro en la ceja hasta la pestaña del aro; vesiculación entre leve y severa del caucho en esta área, si la tela nylon esta fundida o solidificada, o si el caucho esta muy dorado o quebradizo, de existir estos casos debemos descartar el neumático.

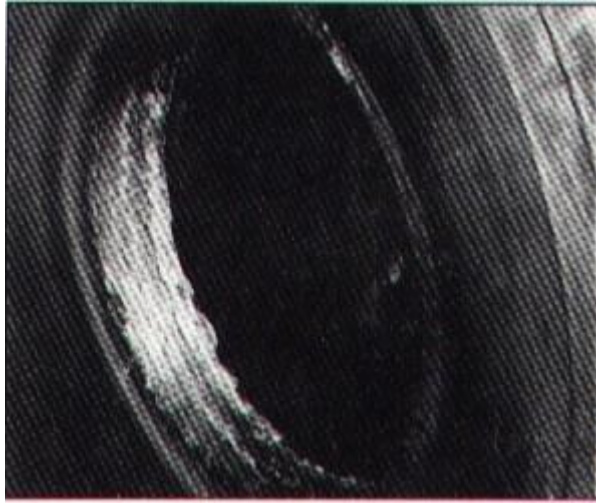


Fig. 1.18 Ceja fundida debido al sobrecalentamiento

1.8 SEGUROS.

El seguro de un neumático es un dispositivo mecánico que impide el desprendimiento de la llanta de su eje de rotación, lo que hace que la llanta no se salga con facilidad al recibir el peso del avión en el momento del aterrizaje.

Este se coloca al armar la llanta sobre el eje del tren del avión.

En los aviones existen tres tipos de seguros de los neumáticos y son los siguientes:

- Seguro de bincha
- Tuerca de sujeción
- Bincha de seguro interno

1.8.1 Seguro de bincha.

Estos seguros son los que presionan a los retenes de caucho para que no se salga la grasa los mismos que tienen en su parte interna una “gamuza” como limpiador.

1.8.2 Tuerca de sujeción.

Este seguro es una tuerca de sujeción atornillada en la punta del eje, los mismos que tienen una guía de alineación para alojar una barra de seguro interno.

1.8.3 Bincha de seguro interno.

Tiene una bincha como su nombre indica de seguro interno cuya finalidad es fijar al sensor del antiskid a la parte interna del eje del tren.

1.9 FUSIBLES.

El fusible de la rueda es una pequeña válvula que tiene un tapón metálico (el material es una eutéctica) que se funde a una temperatura determinada. Cuando la temperatura local de la rueda alcanza un determinado valor el tapón se funde y se alivia la presión del neumático. Así de esta forma se evita el estallido (explosión).

El avión K-fir, posee tres fusibles y dos tambores (pequeño - grande), los fusibles en este avión se encuentran en el tambor grande por el área que ocupa en la parte interna de la llanta.

Para buscar defectos en los fusibles térmicos o instalación defectuosa se debe aplicar una solución de agua jabonosa.

Las fugas se deben normalmente a una unión deficiente entre el material del fusible y el cuerpo del pino, hay que asegurarse también que la junta selladora por el fabricante no tenga suciedad, cortes o deformación.

Después de que el fusible térmico salte debido al calor descartar el neumático.

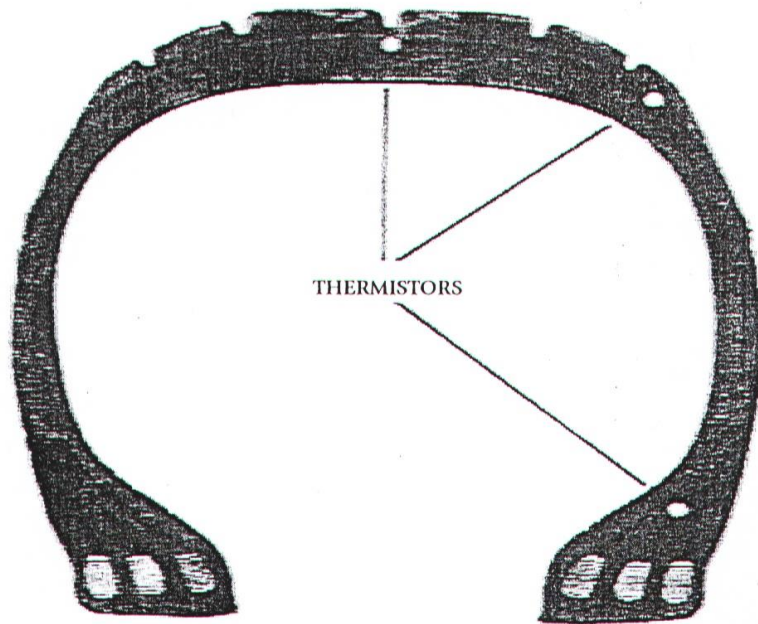


Fig.1.19 Fusibles

1.10 BANCOS DE ARMADO Y DESARMADO DE LLANTAS Y TAMBORES.

En este punto se va a dar a conocer en forma general el funcionamiento de algunos tipos de desenllantadoras (bancos) existentes en el medio.

Se hará referencia a tres tipos de desenllantadoras que son:

- ✓ Desenllantadora eléctrica.
- ✓ Desenllantadora neumática.
- ✓ Desenllantadora hidráulica.

1.10.1 Desenllantadora eléctrica.

Esta Desenllantadora esta formada de las siguientes partes:

- Motor eléctrico 2HP
- Fuente de alimentación de 220 V AC
- Palanca de presión
- Ceja para el despegue
- Mariposas móviles de sujeción
- Eje de rotación
- Actuador hidráulico
- Pistón.

Se coloca a la llanta en la posición adecuada, mediante una palanca se ubica a la ceja de despegue, una vez lista la ceja hace su trabajo por la presión que hace que se despegue la goma del tambor, luego de esto se ubica a la llanta sobre la mesa y eléctricamente las mariposas sujetan al tambor, para luego ayudados de otra palanca y mientras gira la llanta se saca y separa de forma total la goma del tambor, trabajo realizado a través de pedales cuyo forma de acción y trabajo es eléctrico.

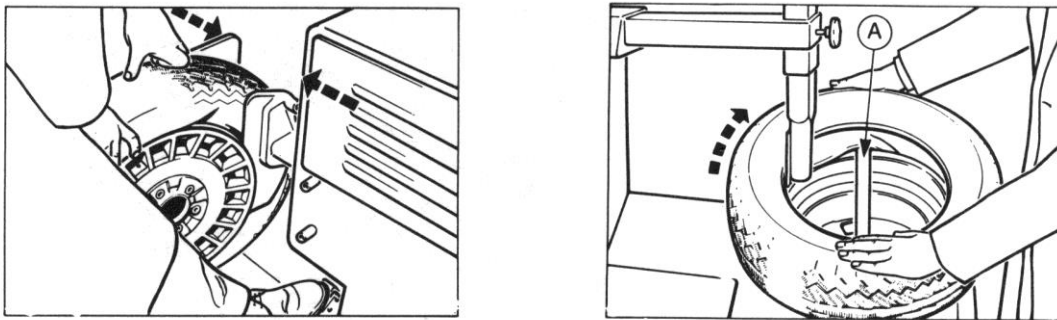


Fig. 1.20 Desenllantadora eléctrica.

Desenllantadora neumática.

Este tipo de Desenllantadora esta compuesta de las siguientes partes:

- Pistón
- Entrada de aire
- Eje
- Ceja
- Plato (base redonda)
- Tuerca de seguridad
- Compresor (fuente de alimentación)

Para utilizar esta Desenllantadora se debe colocar la llanta en el suelo alineando a la ceja (palanca) justo entre el filo del aro y la goma. Una vez ubicada la llanta en la posición correcta se conecta el compresor a la entrada de aire en donde el pistón hace su trabajo por la presión de aire que entra al cilindro en donde esta alojado el pistón despegando de esta manera la goma del aro, se repite el proceso alrededor de la llanta, terminado el trabajo de despegue de la goma y el aro se coloca a la llanta en plato (base redonda), se asegura la llanta y se quita los seguros del aro, se procede a sacar la cara superior del tambor, luego la goma y finalmente la cara posterior del tambor.



Fig. 1.21 Desenllantadora neumática.

1.10.2 Desenllantadora hidráulica (hidro-neumática)

Esta Desenllantadora esta conformada por las siguientes partes:

- Disco de presión
- Actuador hidráulico
- Manómetro
- Entrada de aire

- Pistón (operado por líquido hidráulico.)
- Filtro
- Reservorio de líquido hidráulico.
- Bomba.

Para utilizar este banco de debe colocar a la llanta (parada) entre los discos de presión, tratando de alinear a la llanta y los discos de presión, es decir, para que los discos no dañen al tambor, una vez alineada la llanta se conecta la entrada de aire que es alimentada por una cañería a una presión de 20 a 50 psi, cuando el aire por la presión este se dirige hacia la bomba hidráulica esta hace que fluya el liquido hidráulico del reservorio el cual empuja al pistón contra la goma del neumático haciendo que se despegue la goma del tambor, una vez despegada la goma se retira la llanta, y con llaves mixta (boca/corona) y rachas se procede a sacar los seguros, para luego quitar la primera cara del tambor, la goma quedando de esta manera desarmada la llanta.



Fig. 1.22 Desenllantadora hidráulica.

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

2.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.

La desenllantadora es una herramienta práctica que sirve para separar el neumático del tambor, es decir, el caucho de la parte metálica, no solamente de automóviles, sino de cualquier transporte pero en este estudio nos referiremos a las desenllantadoras para aeronaves.

Dentro de las alternativas existentes en el mercado se puede mencionar algunas y estas son:

- Desenllantadora Eléctrica.
- Desenllantadora Neumática.
- Desenllantadora Hidráulica.
- Desenllantadora Mecánica.

De las alternativas expuestas se han escogido las siguientes: desenllantadora neumática, hidráulica y mecánica; tomando en cuenta el diseño, aplicación, tamaño, costo y por que estas hacen referencia directa a la Carrera de Mecánica Aeronáutica.

2.1.1 PRIMERA ALTERNATIVA.

Desenllantadora neumática.

La desenllantadora neumática trabaja con una presión ejercida por el fluido aire (u otros gases) a través de un compresor que es la fuente que alimenta a la misma.

Este banco esta compuesto de las siguientes partes:

- Pistón (cilindro)
- Entrada de aire
- Eje
- Ceja
- Plato (base redonda)
- Tuerca de seguridad



Fig. 2.1 Desenllantadora neumática

2.1.2 SEGUNDA ALTERNATIVA.

Desenllantadora hidráulica.

La desenllantadora hidráulica trabaja con una presión ejercida por un fluido que en este caso es el aceite hidráulico, a través de actuadores que son los que proporcionan una fuerza apropiada para el funcionamiento de la misma.

Este banco esta compuesto de las siguientes partes:

- Platos (de presión)
- Actuadores hidráulicos
- Manómetro
- Palanca desarmadora
- Inyectores
- Filtro
- Boca de llenado (aceite hidráulico)



Fig. 2.2 Desenllantadora hidráulica

2.1.3 TERCERA ALTERNATIVA.

Desenllantadora mecánica.

La desenllantadora mecánica trabaja con fuerzas ejercidas por una persona (operario) quien utiliza directamente el banco, diseñado específicamente para realizar este trabajo manualmente.

Este banco está compuesto de:

- Mesa (base)
- Eje
- Discos de presión
- Buje
- Palanca de presión



Fig. 2.3 Desenllantadora mecánica

2.2 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.

Tomando en cuenta las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas, se analiza las diferentes características y se determinara la mejor opción.

2.2.1 PRIMERA ALTERNATIVA.

Tabla 2.1 Ventajas y desventajas desenllantadora neumática.

DESENLLANTADORA NEUMÁTICA	
VENTAJAS	DENVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza presión de aire para su funcionamiento. • Ahorro de tiempo. • Facilidad de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> • El costo de fabricación es elevado. • La mala utilización podría causar accidentes. • Una presión exagerada podría dañar su estructura, (pistón, rines, resortes). • Sin fuente de alimentación el banco no funciona.

2.2.2 SEGUNDA ALTERNATIVA.

Tabla 2.2 Ventajas y desventajas desenllantadora hidráulica.

DESENLLANTADORA HIDRÁULICA	
VENTAJAS	DENVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza la fuerza de actuadores hidráulicos. • Facilidad de trabajo. • La operación es rápida. 	<ul style="list-style-type: none"> • La estructura del banco, utiliza mucho espacio. • Se encuentra en un lugar fijo, pues no es movable. • El costo de fabricación es elevado. • Una mala práctica podría ocasionar daños físicos y materiales. • Sin fuente de alimentación el banco no funciona.

2.2.3 TERCERA ALTERNATIVA.

Tabla 2.3 Ventajas y desventaja desenllantadora mecánica.

DESENLLANTADORA MECÁNICA	
VENTAJAS	DENVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • El costo de fabricación no es elevado. • Facilidad en la construcción. • De fácil utilización. • No ocupa espacio físico innecesario. • No necesita de una fuente de alimentación para su desempeño. • Su funcionamiento es mecánico (manual), por lo tanto puede ser utilizado en cualquier momento. • No representa peligro en la manipulación por personas inexpertas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere mayor tiempo para su funcionamiento. • Al no ser automática depende de la pericia de la persona que la opera.

2.3 PARÀMETROS DE EVALUACIÒN.

Para la evaluación se toma en cuenta las ventajas y desventajas descritas anteriormente, la alternativa que tenga mayor calificación será la elegida para construir.

Los parámetros de evaluación que se consideran se subdividen bajo tres aspectos que son:

- Mecánico
- Financiero
- Complementario

Los mismos que se les asigna un factor de ponderación de 0 a 1 sobre la base de gerarquización.

2.3.1 FACTOR MECÀNICO:

- ✓ Material: Aquí se tomara en cuenta el material recomendable para la construcción con un factor de ponderación de 0.8.
- ✓ Construcción: Se necesitan piezas cuyas características sean óptimas para su funcionamiento con un factor de ponderación de 0.9
- ✓ Operación: Requiere sencillez y facilidad para el manejo con un factor de ponderación de 0.8.
- ✓ Mantenimiento: Proporciona un funcionamiento optimo y soluciones para posibles fallas con un factor de ponderación de 0.8.

2.3.2 FACTOR FINANCIERO:

- ✓ Costo de fabricación: La decisión adecuada permitirá escoger la opción más económica

2.3.3 FACTOR COMPLEMENTARIO:

- ✓ Tamaño: Dependiendo del espacio que ocupen los bancos se tratara de ocupar el área disponible.
- ✓ Forma: Se refiere a la estética o presentación de los bancos.

Tabla 2.4 Matriz de Evaluación.

PARAMETROS DE EVALUACION	FACTOR DE PONDERACION	ALTERNATIVAS		
		1	2	3
Factor mecánico				
Material	0,8	6	7	9
Construcción	0,9	6	6	9
Operación	0,8	9	9	7
Mantenimiento	0,8	7	6	9
Factor financiero				
Costo de fabricación	0,9	7	8	9
Factor complementario				
Tamaño	0,7	6	6	6
Forma	0,6	7	6	8

Tabla 2.5 Matriz de Decisión.

PARAMETROS DE EVALUACION	FACTOR DE PONDERACION	ALTERNATIVAS		
		1	2	3
Factor mecánico				
Material	0,8	4.8	5.6	7.2
Construcción	0,9	5.4	5.4	8.1
Operación	0,8	7.2	7.2	5.6
Mantenimiento	0,8	5.6	4.8	7.2
Factor financiero				
Costo de fabricación	0,9	6.3	7.2	8.1
Factor complementario				
Tamaño	0,7	4.2	4.2	4.2
Forma	0,6	4.2	3.6	4.8
TOTAL		37.7	38	45.2

2.4 DETERMINACIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA.

Después de haber analizado cada una de las alternativas y evaluado cada parámetro se concluye que la tercera alternativa presenta las mejores características, sobre esta base se selecciona para la construcción.

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN

En este capítulo se tiene como objetivo principal detallar los principales procesos de construcción y ensamblaje de las partes que conforman el banco de armado y desarmado de llantas del avión K-fir y Mirage F1.

3.1. Estructura

El banco de armado y desarmado de las llantas del avión K-fir y Mirage F1 está compuesto de cinco partes que son las que cumplen el trabajo para el cual fue diseñado y estas son:

- Mesa
- Eje
- Disco de presión
- Buje
- Palanca

3.1.1 Mesa

La mesa es la parte de la estructura donde se ubican los dos tipos de llanta de cada uno de los aviones mencionados anteriormente, cabe destacar que sobre esta mesa existen dos tipos de anillos de diferente diámetro a la medida de cada uno de los tambores de las llantas los cuales soportaran la fuerza el momento en que se desenllanta el neumático del aro.

El un anillo, el mas grande, es fijo porque esta soldado a la mesa y sirve para la llanta del avión K-fir; mientras que el anillo más pequeño que sirve para el avión Mirage F1 es desmontable (removible).

Los materiales tomados en cuenta para la construcción de esta mesa son los siguientes:

3.1.1.2 Plancha cuadrada 55 cm. x 7mm.



Fig. 3.1 Plancha

Las características que presenta este material es su dureza y resistencia a grandes fuerzas porque su material es hierro.

Utilización

En la construcción es este material fue utilizado para ser la base de la mesa en donde se sobrepone la llanta.

3.1.1.3 Tubo estructural de hierro cuadrado de 2”



Fig. 3.2 Tubo estructural

Las características que presenta este material es facilidad de corte, soldado, y gran resistencia por su forma cuadrada.

Utilización

En la construcción este material fue seleccionado para formar la mesa, es decir, el esqueleto en donde se soldó a la platina cuadrada.



Fig. 3.3 Mesa terminada

3.1.2 Eje de acero de transmisión de 2"



Fig. 3.4 Eje

Las características que presenta este material su resistencia, rigidez y facilidad para darle forma.

Utilización

En la construcción este material fue seleccionado para ser el eje en el cual se va a deslizar el mecanismo que producirá la fuerza para despegar al neumático del tambor de la llanta en que estemos trabajando.



Fig. 3.5 Eje terminado

3.1.3 Platina de hierro 8 mm



Fig. 3.6 Platina del disco

Las características que presenta este material es su dureza y resistencia facilidad para darle forma, soldar y pintar.

Utilización

En la construcción es este material fue utilizado para formar el disco que va a presionar a la goma de la llanta y separarla del aro.



Fig. 3.7 Disco de presión

3.1.4 Buje de acero de transmisión de 4"



Fig. 3.8 Buje

Las características que presenta este material su resistencia, rigidez y facilidad para darle forma.

Utilización

En la construcción este material fue seleccionado para ser el buje que se desliza a través del eje con un movimiento vertical el cual ejercerá una fuerza en el disco de presión.

3.1.5 Palanca

La palanca es la parte de la estructura por medio de la cual la persona que utiliza el banco realiza la fuerza para desenllantar cualquiera de los dos tipos de llantas para el que fue diseñada la herramienta.

Esta consta de dos partes las mismas que son desmontables (desarmables) y son:

- Tubo estructural circular de 2 “
- Platinas de hierro de 7 mm

3.1.5.1 Tubo estructural circular de 2"



Fig. 3.9 Tubo estructural circular

Las características que presenta este material es su resistencia, dureza, facilidad de moldearse a la mano de la persona que opera la herramienta.

Utilización

En la construcción este material fue seleccionado para ser la palanca que la persona va a manipular haciendo movimientos de una forma vertical hacia abajo.



Fig. 3.10 Tubo de la palanca

3.1.5.2 Platina de hierro de 7mm



Fig. 3.11 Platina en bruto

Las características que presenta este material es su dureza y resistencia a grandes fuerzas porque su material es hierro.

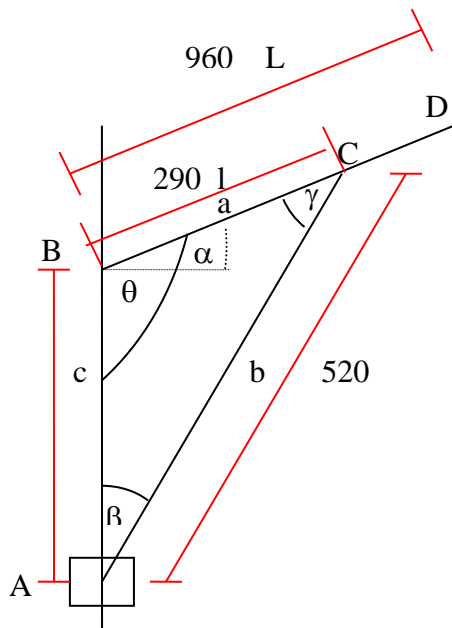
Utilización

En la construcción es este material fue utilizado para transmitir la fuerza que se ejerce en la palanca y que a su vez empuja al buje, al disco de presión hacia abajo despegando de esta forma al neumático del aro.



Fig. 3.12 Palanca armada

3.2. CÀLCULOS



ΔABC

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos \theta \quad (\text{Ec. 3.1})$$

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{-b^2 + a^2 + c^2}{2ac} \right)$$

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{-0.52^2 + 0.290^2 + 0.350^2}{2 \cdot 0.350 \cdot 0.290} \right)$$

$$\boxed{\theta = 108.318^\circ}$$

$$\frac{a}{\text{Sen} \beta} = \frac{b}{\text{Sen} \theta} \quad (\text{Ec. 3.2})$$

$$\beta = \text{Sen}^{-1}\left(\frac{a \text{Sen} \theta}{b}\right)$$

$$\beta = \text{Sen}^{-1}\left(\frac{0.29 \cdot \text{Sen} 108.318}{0.520}\right)$$

$$\beta = 31.967^\circ$$

$$\gamma = 180^\circ - (\theta + \beta) \quad (\text{Ec. 3.3})$$

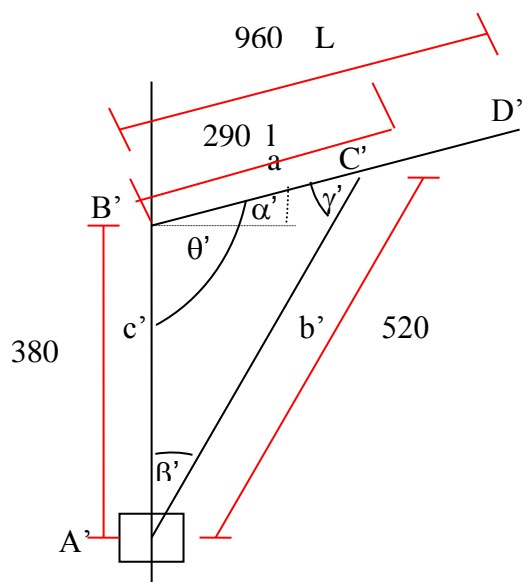
$$\gamma = 180^\circ - (108.318 + 31.967)$$

$$\gamma = 39.715^\circ$$

$$\alpha = \theta - 90^\circ$$

$$\alpha = 108.318 - 90^\circ$$

$$\alpha = 18.318^\circ$$



$\Delta A'B'C'$

$$\theta' = \text{Cos}^{-1}\left(\frac{-b^2 + a^2 + c^2}{2ac}\right)$$

$$\theta' = \text{Cos}^{-1}\left(\frac{-0.52^2 + 0.29^2 + 0.38^2}{2 \times 0.29 \times 0.38}\right)$$

$$\theta' = 100.959^\circ$$

$$\beta' = \text{Sen}^{-1}\left(\frac{0.29 \times \text{Sen}100.959}{0.520}\right)$$

$$\beta' = 33.197^\circ$$

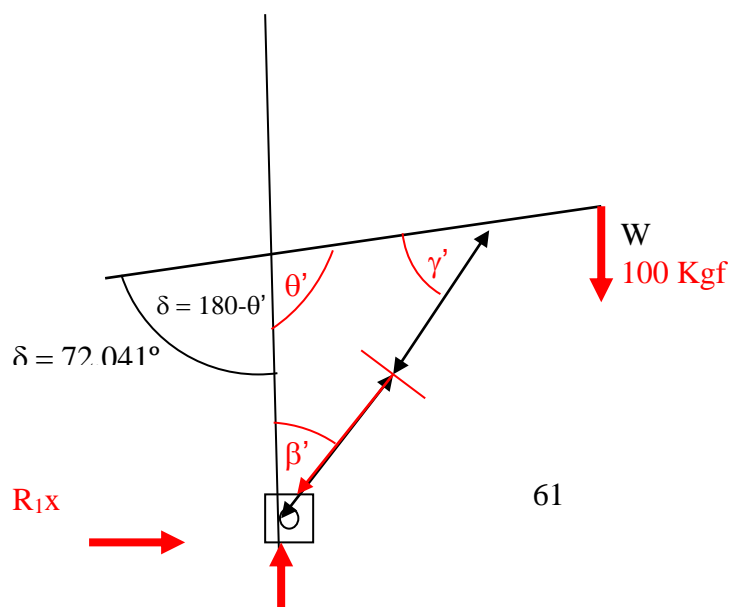
$$\gamma' = 180^\circ - (\theta' + \beta')$$

$$\gamma' = 45.844^\circ$$

$$\alpha' = \theta' - 90^\circ$$

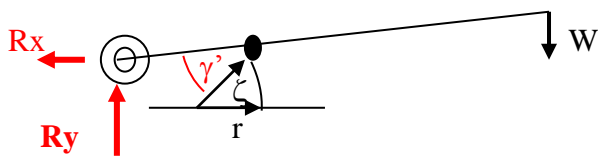
$$\alpha' = 100.959 - 90^\circ$$

$$\alpha' = 10.959^\circ$$



R_{1y} es la reacción del neumático

Análisis de carga en la palanca



Condiciones de equilibrio

$$\xi = \gamma' + \alpha'$$

$$\xi = 45.844^\circ + 10.959^\circ$$

(Ec. 3.4)

$$\xi = 56.803^\circ$$

ESTÁTICO

$$\sum F_y = 0$$

$$F \text{Sen } \xi + R_y = W$$

(Ec. 3.5)

$$\sum F_x = 0$$

$$F \text{Cos } \xi = R_x$$

(Ec. 3.6)

$$\sum M_F = 0$$

$$\vec{M}_F = \vec{R}_C \times \vec{F} \quad (\text{Ec. 3.7})$$

$$\vec{R}_C = l(\text{Cos}\alpha'\vec{i} + \text{Sen}\alpha'\vec{j}) \quad (\text{Ec. 3.8})$$

$$\vec{R}_C = 0.29(\text{Cos}10.959^\circ\vec{i} + \text{Sen}10.959^\circ\vec{j})$$

$$\vec{R}_C = 0.285\vec{i} + 0.051\vec{j} \text{ Kgf}$$

$$\vec{F} = F(\text{Cos}\xi\vec{i} + \text{Sen}\xi\vec{j}) \quad (\text{Ec. 3.9})$$

$$\vec{F} = F(\text{Cos}56.803^\circ\vec{i} + \text{Sen}56.803^\circ\vec{j})$$

$$\vec{F} = 0.548F\vec{i} + 0.837F\vec{j} \text{ Kgf}$$

$$\vec{M}_W = \vec{R}_D \times \vec{W} \quad (\text{Ec. 3.10})$$

$$\vec{R}_D = L(\text{Cos}\alpha'\vec{i} + \text{Sen}\alpha'\vec{j}) \quad (\text{Ec. 3.11})$$

$$\vec{R}_D = 0.960(\text{Cos}10.959^\circ\vec{i} + \text{Sen}10.959^\circ\vec{j})$$

$$\vec{R}_D = 0.942\vec{i} + 0.183\vec{j} \text{ Kgf}$$

$$\vec{W} = 100\vec{j} \text{ Kgf}$$

$$(\text{Ec. 3.12})$$

$$\vec{M}_W = \vec{M}_F \quad (\text{Ec. 3.13})$$

$$\vec{R}_C \times \vec{F} = \vec{R}_D \times \vec{W} \quad (\text{Ec. 3.14})$$

$$(0.285\vec{i} + 0.051\vec{j}) \times (0.548F\vec{i} + 0.827F\vec{j}) = (0.942\vec{i} + 0.183\vec{j}) \times (100\vec{j})$$

$$F0.234\vec{k} - (0.028F(-\vec{k})) = 99.2\vec{k}$$

$$0.206F\vec{k} = 99.2\vec{k}$$

$$F = \frac{99.2}{0.206}$$

$$F = 457.282 \text{ Kgf}$$

Reemplazando F en (Ec.3.5)

$$F\text{Sen}\xi + R_y = W$$

$$R_y = W - F\text{Sen}\xi$$

$$R_y = 100 - F\text{Sen}\xi$$

$$R_y = 100 - (457.282\text{Sen}56.803^\circ)$$

$$R_y = -282.650 \text{ Kgf}$$

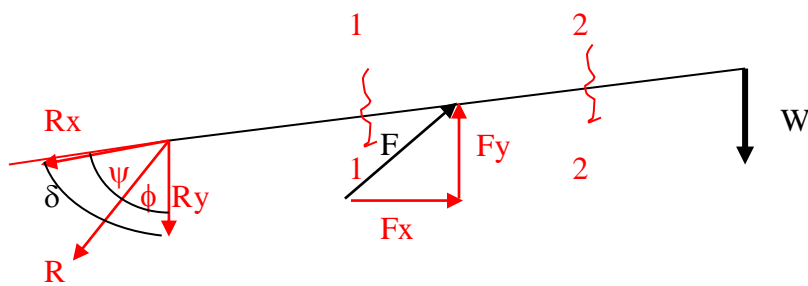
Reemplazando F en (Ec. 3.6)

$$F \cos \xi = R_x$$

$$R_x = 457.282 (\cos 56.803^\circ)$$

$$R_x = 250.371 \text{ Kgf}$$

ANÁLISIS DE FUERZA CORTANTE, FUERZA NORMAL Y MOMENTO FLECTOR



$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} \quad (\text{Ec. 3.15})$$

$$R = \sqrt{(250.371)^2 + (-282.650)^2}$$

$$R = 377.593 \text{ Kgf.}$$

$$\phi = \text{tg}^{-1} \left(\frac{R_y}{R_x} \right) \quad (\text{Ec. 3.16})$$

$$\phi = \text{tg}^{-1} \left(\frac{282.650}{250.371} \right)$$

$$\phi = 48.466^\circ$$

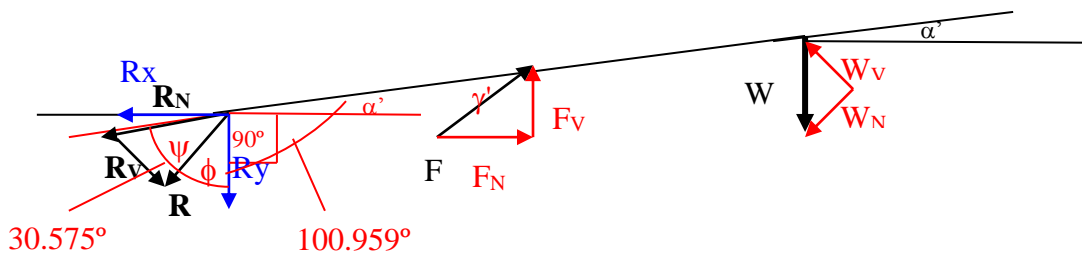
$$\psi = \delta - \phi$$

$$\psi = 79.041^\circ - 48.466^\circ$$

(Ec. 3.17)

$$\psi = 30.575^\circ$$

ANÁLISIS DE FUERZA CORTANTE, FUERZA NORMAL Y MOMENTO FLECTOR



$$R_N = R \times \text{Cos} \psi$$

$$R_N = 377.593 \times \text{Cos} 30.575^\circ$$

(Ec. 3.18)

$$R_N = 325.094 \text{ Kgf}$$

$$R_v = R \times \text{Sen} \psi$$

$$R_v = 377.593 \times \text{Sen} 30.575^\circ$$

(Ec. 3.19)

$$R_v = 132.069 \text{ Kgf}$$

$$F_v = F \times \text{Sen} \gamma'$$

$$F_v = 457.282 \times \text{Sen} 45.844^\circ$$

(Ec. 3.20)

$$F_v = 328.075 \text{ Kgf}$$

$$F_N = F \times \text{Cos} \gamma' \quad (\text{Ec. 3.21})$$

$$F_N = 457.282 \times \text{Cos} 45.844^\circ$$

$$F_N = 318.549 \text{ Kgf}$$

$$W_N = W \times \text{Sen} \alpha' \quad (\text{Ec. 3.22})$$

$$W_N = 100 \times \text{Sen} 10.959^\circ$$

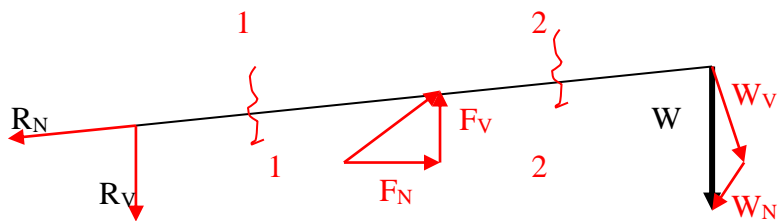
$$W_N = 19.011 \text{ Kgf}$$

$$W_V = W \times \text{Cos} \alpha' \quad (\text{Ec. 3.23})$$

$$W_V = 100 \times \text{Cos} 10.959^\circ$$

$$W_V = 98.176$$

ANÁLISIS DE LA CARGA EN LA PALANCA



Condiciones de equilibrio

$$\sum F_N = 0 \quad (\text{Ec. 3.24})$$

$$R_N + W_N = F_N$$

$$R_N = F_N - W_N$$

$$R_N = 318.549 - 19.011$$

$$R_N = 299.538 \text{ Kgf}$$

$$\sum F_V = 0$$

$$R_V + W_V = F_V$$

$$R_V = F_V - W_V$$

$$R_V = 328.075 - 98.176$$

$$R_V = 229.899 \text{ Kgf}$$

(Ec. 3.25)

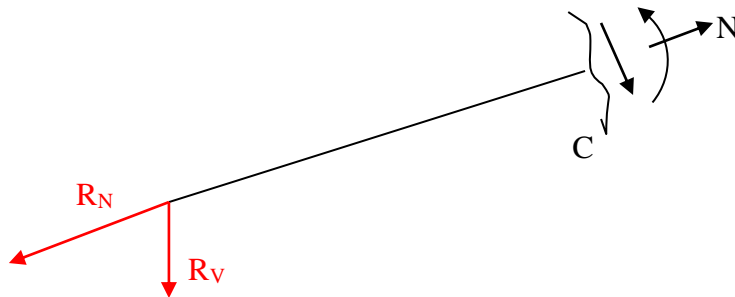
$$R = \sqrt{R_N^2 + R_V^2}$$

$$R = \sqrt{(299.538)^2 + (229.899)^2}$$

$$R = 377.593 \text{ Kgf}$$

(Ec. 3.26)

Sección 1 - 1 ($0 \leq X \leq 0.29$)



$$\sum F_N = 0$$

$$R_N = N$$

$$N = 299.538 \text{ Kgf}$$

(Ec. 3.27)

$$\sum F_V = 0$$

$$R_V = V$$

$$V = 229.0899 \text{ Kgf}$$

(Ec. 3.28)

$$\sum M_C = 0$$

$$R_V \times X = M$$

(Ec. 3.29)

Para

$$X = 0$$

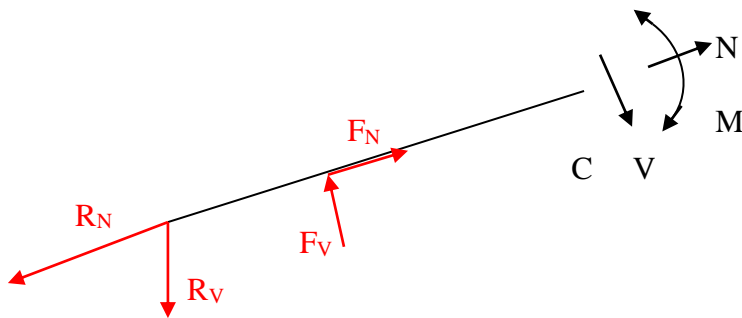
$$M = 0$$

Para

$$X = 0.29$$

$$M = 66.671 \text{ Kgf}$$

Sección 2 - 2 ($0.29 \leq X \leq 0.96$)



$$\begin{aligned} \sum F_N &= 0 \\ -R_N + F_N + N &= 0 \end{aligned} \tag{Ec. 3.30}$$

$$N = R_N - F_N$$

$$N = 299.538 - 318.549$$

$$N = -19.011$$

$$N = 19.011 \text{kgf} (\leftarrow) \text{Kgf}$$

$$\sum F_V = 0$$

$$R_V + V = F_V \tag{Ec. 3.31}$$

$$V = F_V - R_V$$

$$V = 328.075 - 229.899$$

$$V = 98.176 \text{Kgf}$$

$$\sum M_C = 0$$

$$R_V X - F_V (X - 0.29) - M = 0 \tag{Ec. 3.32}$$

$$M = -F_V (X - 0.19) + R_V X$$

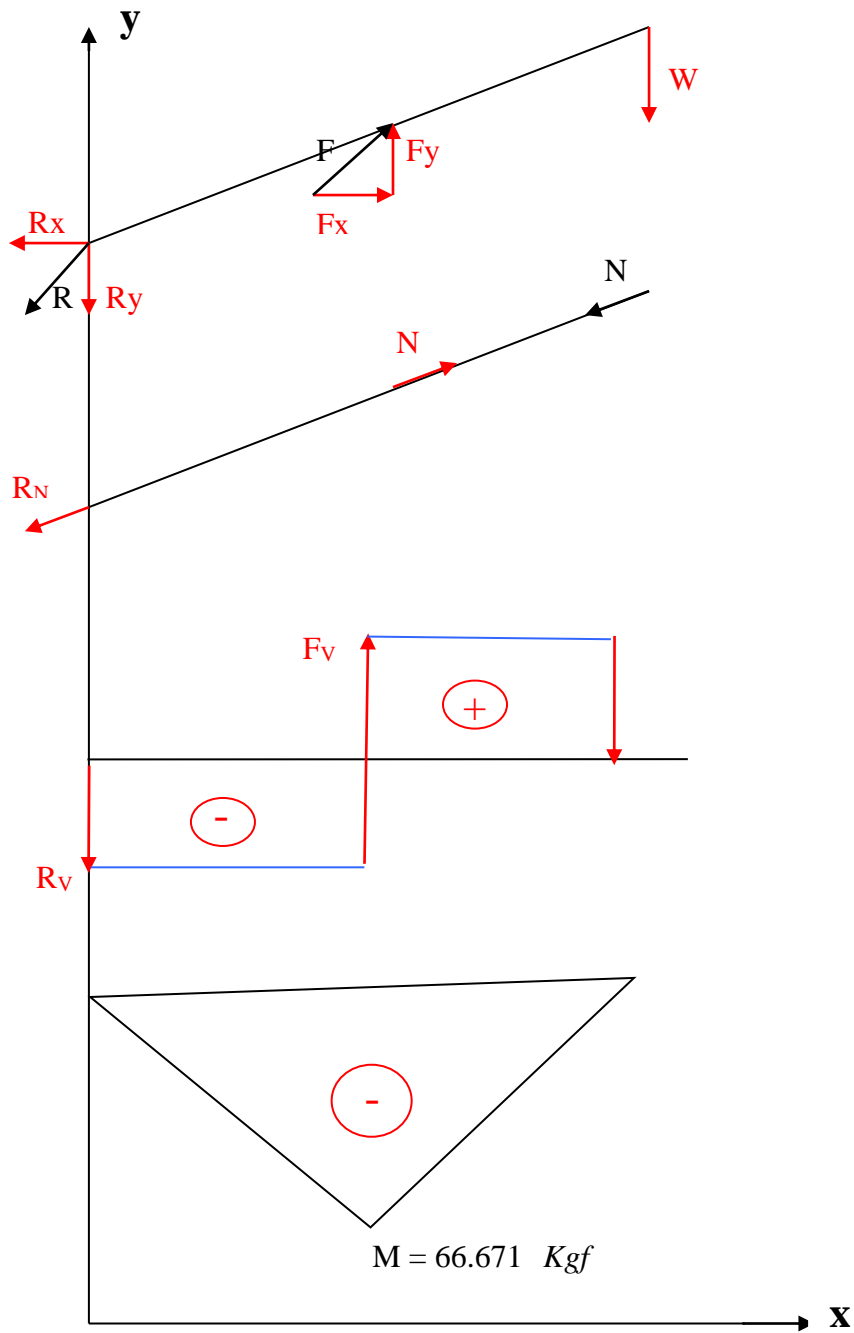
$$X = 0.29 \times 229.899$$

$$M = -66.671 \text{Kgf}$$

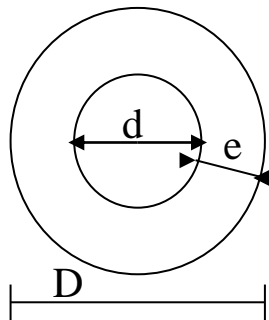
$$X = 0.96$$

$$M = 328.075(0.96 - 0.29) + 229.899 \times 0.96$$

$$M = 0$$



SELECCIÓN DE MATERIAL



$$\sigma_c = \frac{M \cdot y}{I} \quad (\text{Ec. 3.33})$$

$$\sigma_c = \frac{M}{W} \quad (\text{Ec. 3.34})$$

$$W = \frac{M}{\sigma_c} \quad (\text{Ec. 3.35})$$

$$\sigma = 24000 \text{ psi}$$

$$\sigma_c = \frac{M}{W}$$

$$W = \frac{M}{\sigma}$$

(Ec. 3.36)

$$W = \frac{66.671 \text{ kgf} \left| \frac{2.2048 \text{ lbf} \cdot \text{m}}{1 \text{ kgf}} \right| \left| \frac{39.37 \text{ pulg}}{1 \text{ m}} \right|}{24000 \frac{\text{lbf}}{\text{pulg}^2}}$$

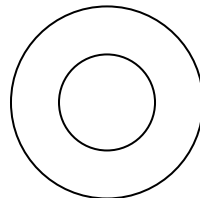
$$W = 0.241 \text{ pulg}^3$$

Calculado

W_{TABLAS}

W = 0.326

MATERIAL



TUBO

$$\phi_e = 1.9 \text{ pulg}$$

$$\phi_i = 1.610 \text{ pulg}$$

$$e = 0.145 \text{ pulg}$$

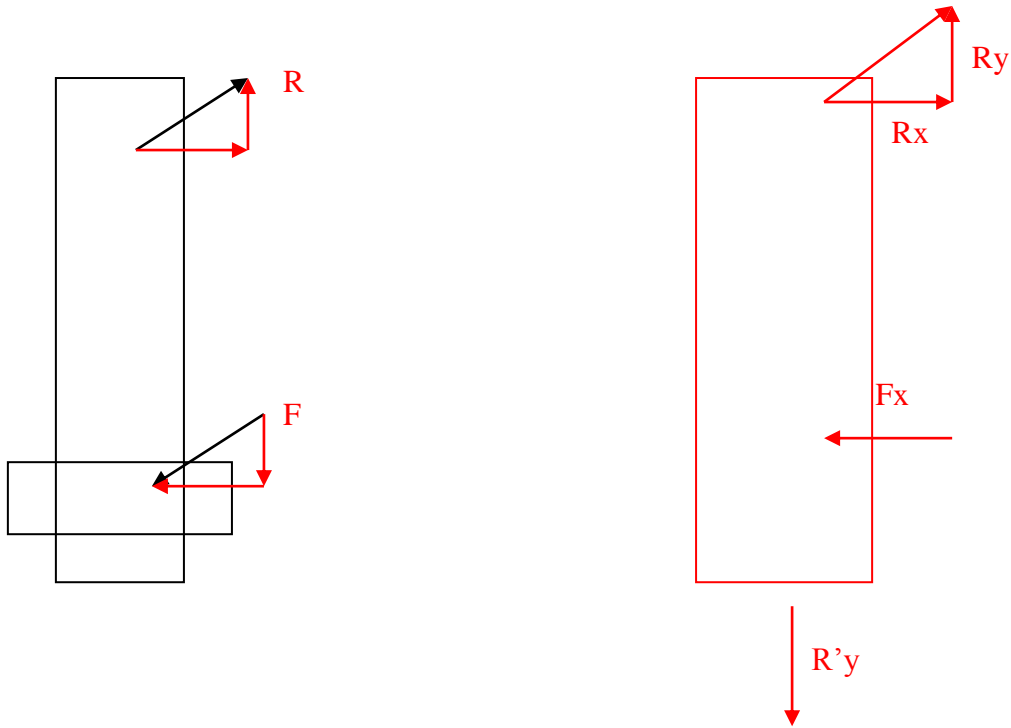
$$W = 2.72 \text{ lbf/ft}$$

$$A = 0.799 \text{ pulg}^2$$

$$I = 0.310 \text{ pulg}^2$$

$$S = W = 0.326 \text{ pulg}^3$$

$$r = 0.623 \text{ pulg}$$



$$\sum F_x = 0$$

$$F_x = R_x$$

$$\sum F_y = 0$$

$$R'y = R_y$$

$$\sigma = \frac{R_y}{A}$$

(Ec. 3.37)

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

(Ec. 3.38)

$$\sigma_t = \frac{282.650 \text{ kgf}}{\frac{\pi \times 4 \text{ pu lg}^2}{4}}$$

$$\sigma_t = 89.97 \frac{\text{kgf}}{\text{pu lg}^2} \left| \frac{2.2048 \text{ lbf}}{1 \text{ kgf}} \right|$$

$$\sigma_t = 198.366 \frac{\text{lbf}}{\text{pu lg}^2}$$

$$\sigma_{t \text{ ultimo}} = 65000 \text{ psi}$$

Calculado

$$\sigma_{tu} > \sigma_{tc}$$

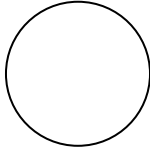


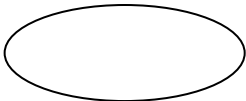
No amerita realizar un análisis de pandeo en consideración de la altura del eje y de la carga que soporta

3.3 Diagramas de procedimientos

A continuación se presentan los diagramas de los diferentes procesos en la construcción del banco de armado y desarmado de las llantas del avión K-fir y Mirage F1.

Estos diagramas están compuestos por símbolos que indican la forma como se ha trabajado en la construcción del banco. Por tal razón se presenta una tabla con la simbología utilizada en cada uno de los procesos de construcción del banco.

Tabla 3.1 Simbología de los procesos de construcción del banco.

Num.	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
1		PROCESO
2		INSPECCION
3		PROCESOS TERMINADOS
4		ENSAMBLAJE

3.3.2 Tipo de maquinas y herramientas utilizados en la construcción del banco de armado y desarmado de llantas del tren principal del avión K-fir y Mirage F1.

En esta parte se presenta las herramientas, maquinas y equipos utilizados en la construcción del banco de armado y desarmado de llantas del tren principal del avión K-fir y Mirage F1.

Tabla 3.2 Herramientas utilizadas.

Num.	HERRAMIENTA	CODIGO
1	Taladro	H1
2	Sierra manual	H2
3	Escuadra metálica	H3
4	Llaves de boca y corona	H4
5	Martillo	H5
6	Entenalla	H6
7	Moladora	H7

Tabla 3.3 Maquinas utilizadas.

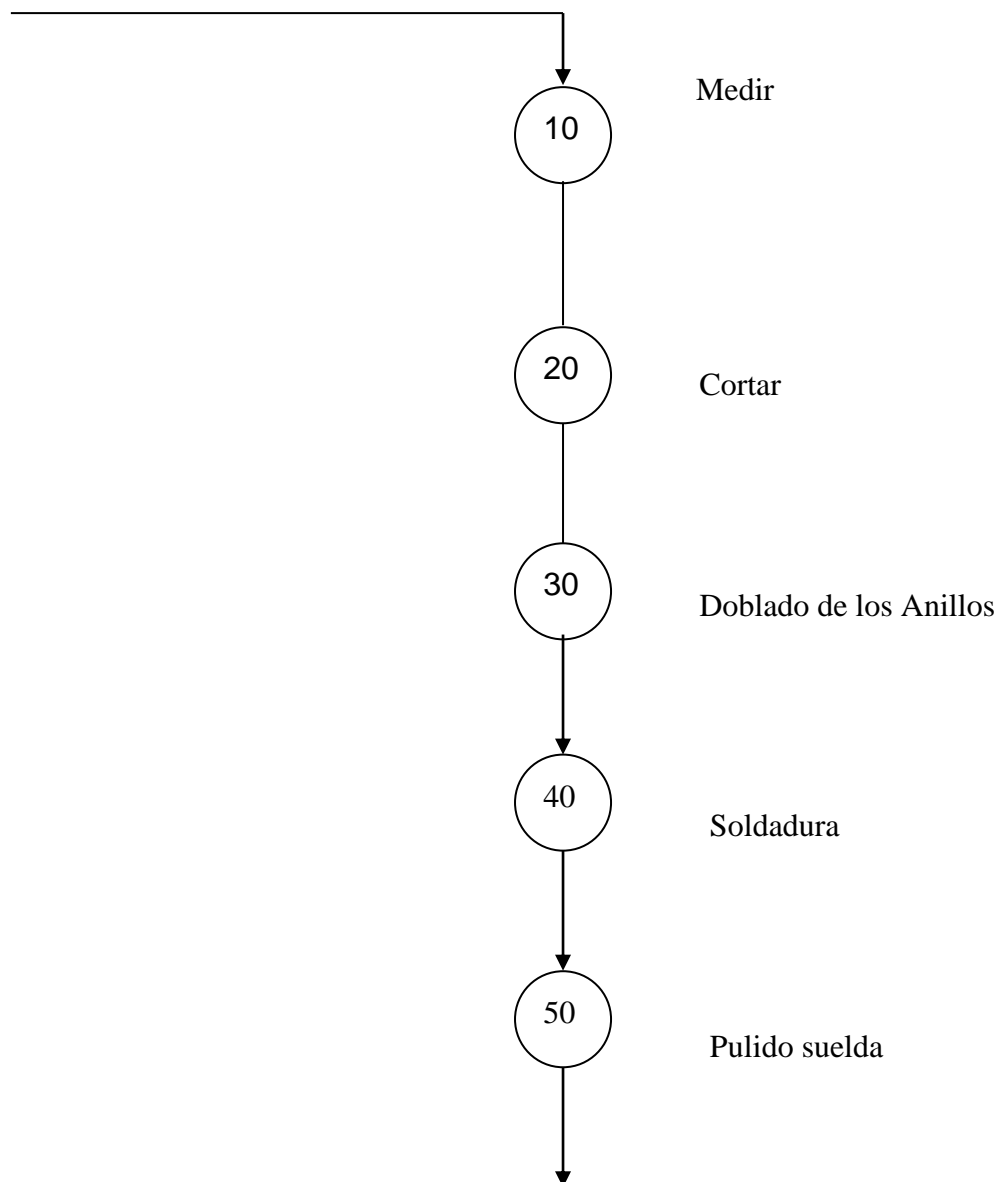
Num.	MAQUINA	CARACTERISTICA	CODIGO
1	Torno	1800 rpm , 3HP, 220 V AC	M1
2	Soldadora	110/220 V AC 60 Hz	M2
3	Esmeril	110 V AC disco 6 plg.	M3
4	Broladora	220 V AC con motoreductor	M4

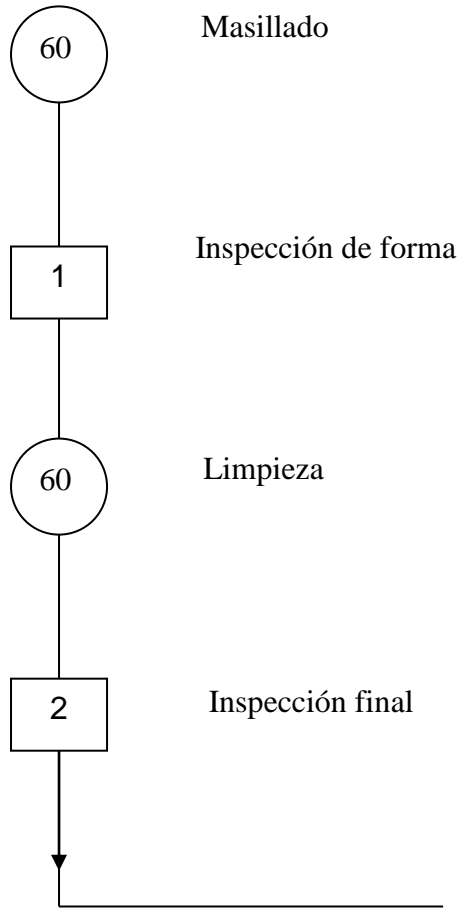
Tabla 3.4 Equipos utilizados.

Num.	EQUIPO	CARACTERISTICA	CODIGO
1	Compresor para pintura	50 psi, ½ HP	E1

3.3.4 Diagrama de proceso de fabricación de la mesa del banco de armado y desarmado de llantas del avión K-fir y Mirage F1.

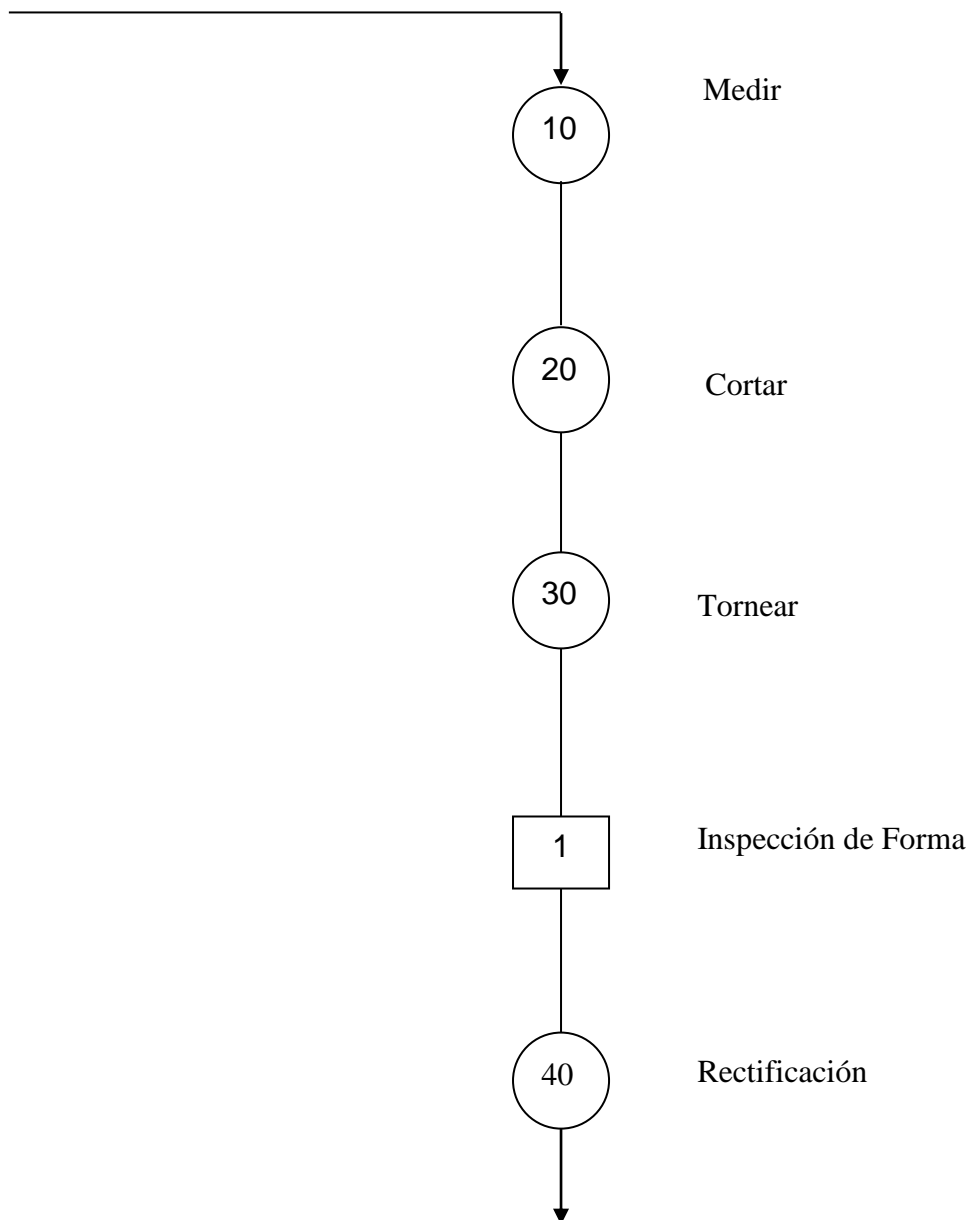
Material: Platina y tubo cuadrado de hierro

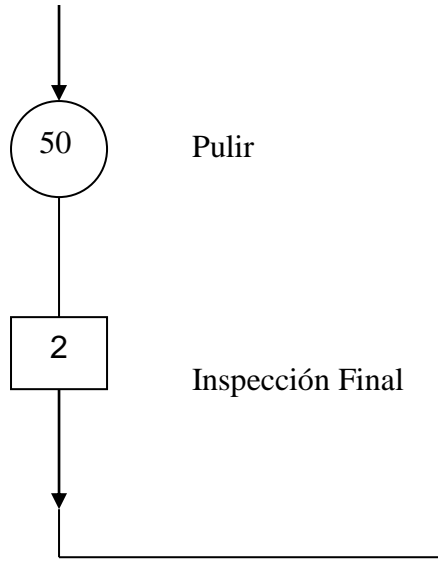




3.3.5 Diagrama de proceso de fabricación del eje del banco de armado y desarmado de llantas del avión K-fir y Mirage F1.

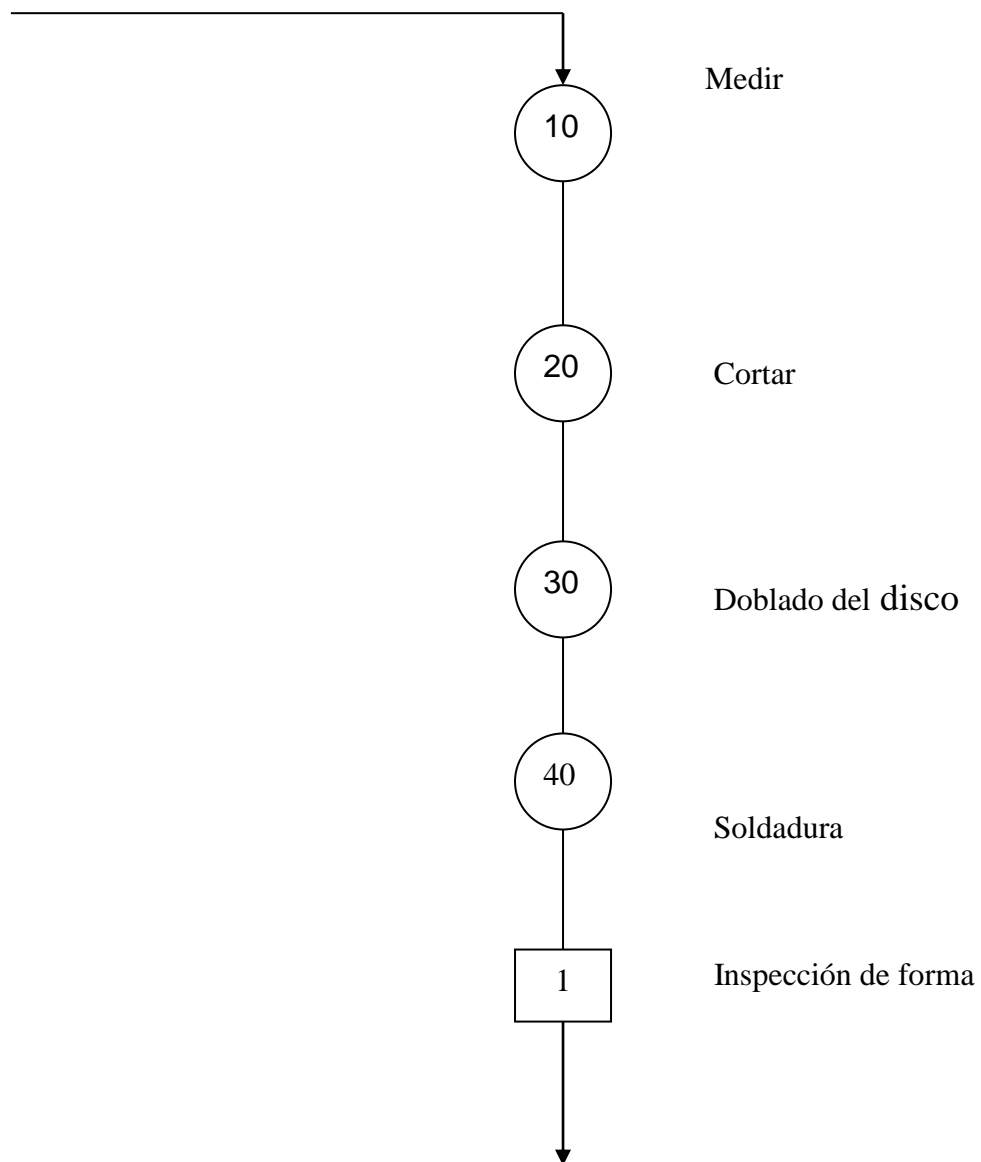
Material: Acero de transmisión

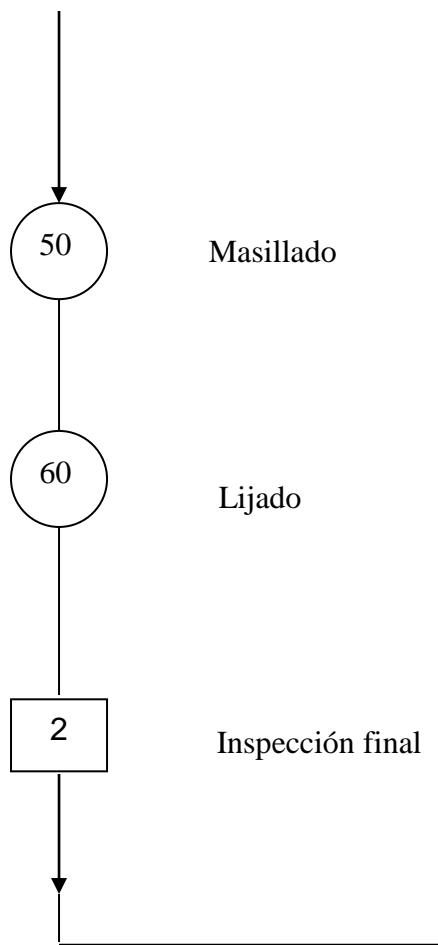




3.3.6 Diagrama de proceso de fabricación del disco de presión del banco de armado y desarmado de llantas del avión K-fir y Mirage F1.

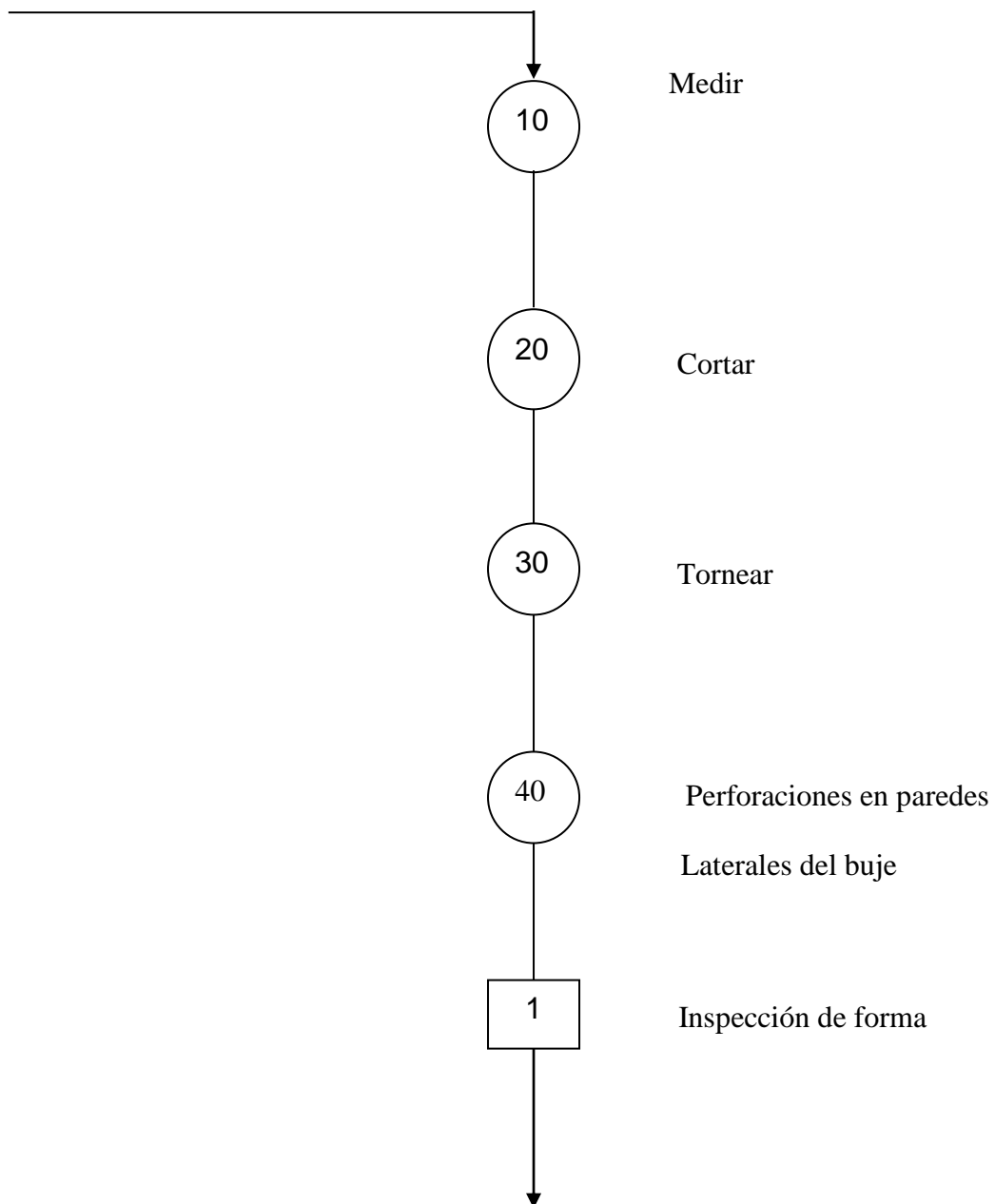
Material: Platina de hierro

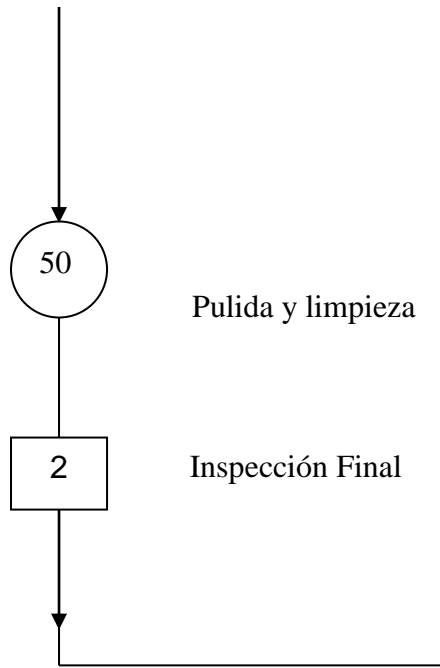




3.3.7 Diagrama de proceso de fabricación del buje del banco de armado y desarmado de llantas del avión K-fir y Mirage F1.

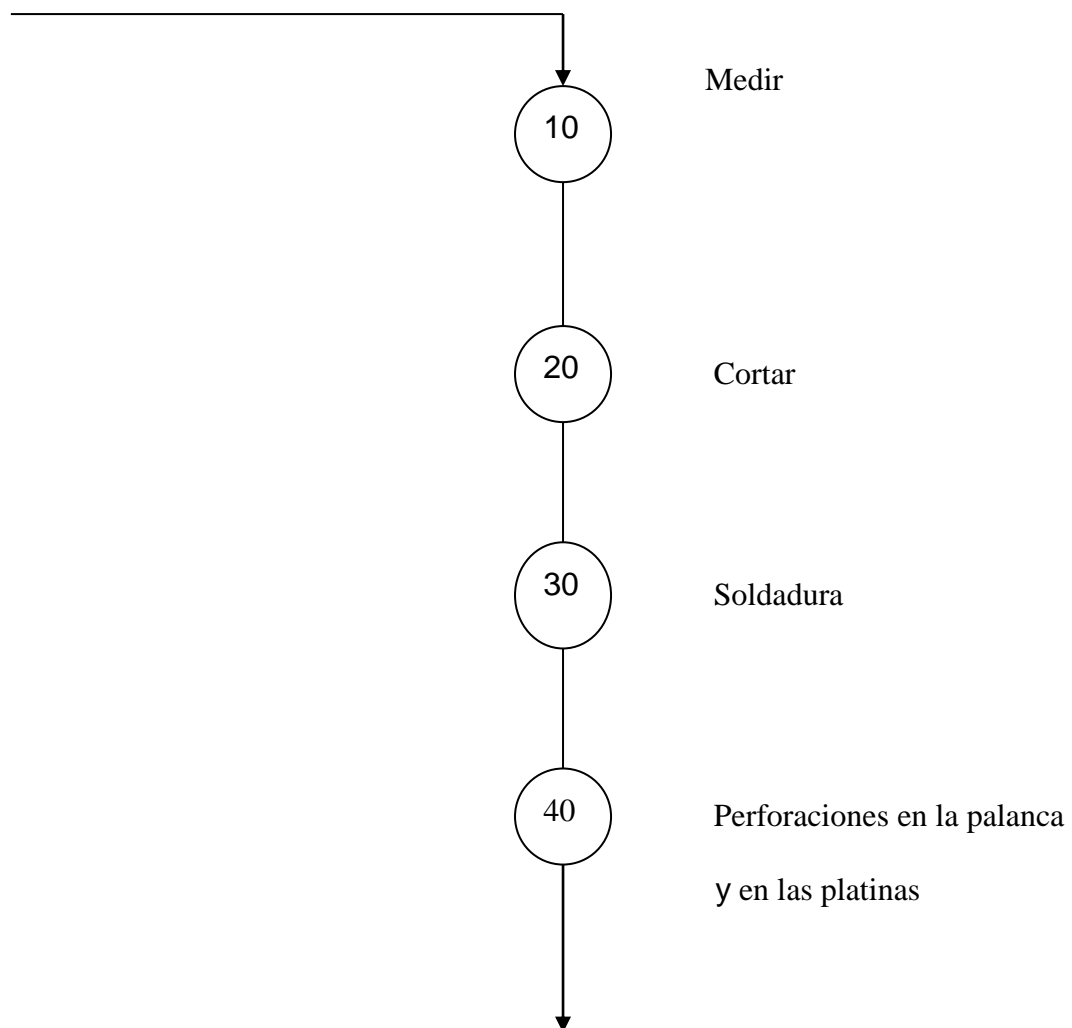
Material: Acero de transmisión

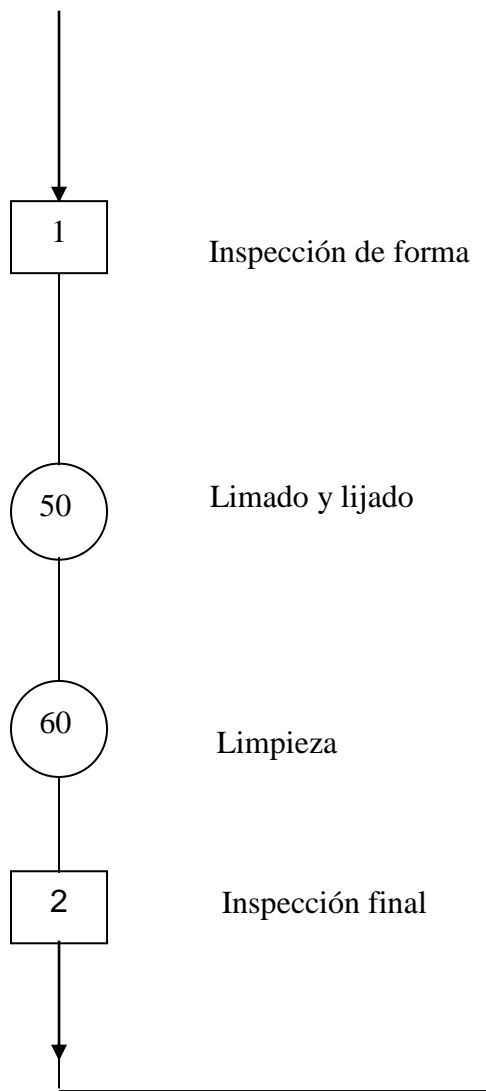




3.3.8 Diagrama de proceso de fabricación de la palanca de presión del banco de armado y desarmado de las llantas del avión K-fir y Mirage F1.

Material: Tubo reforzado y platina de hierro.





3.4 Diagrama de Ensamble

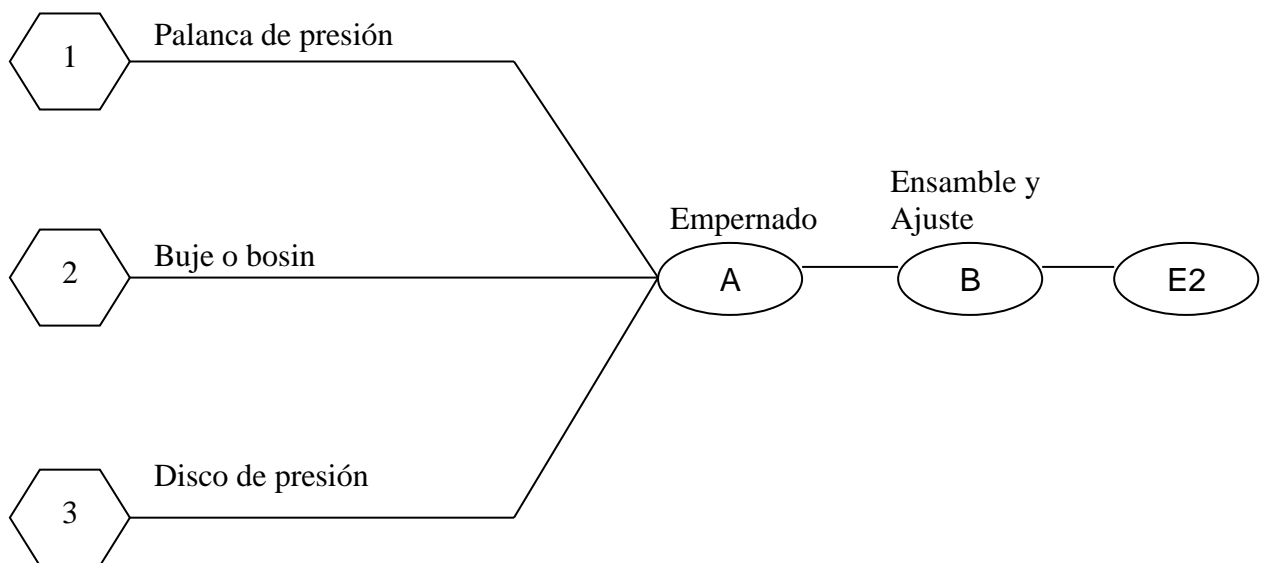
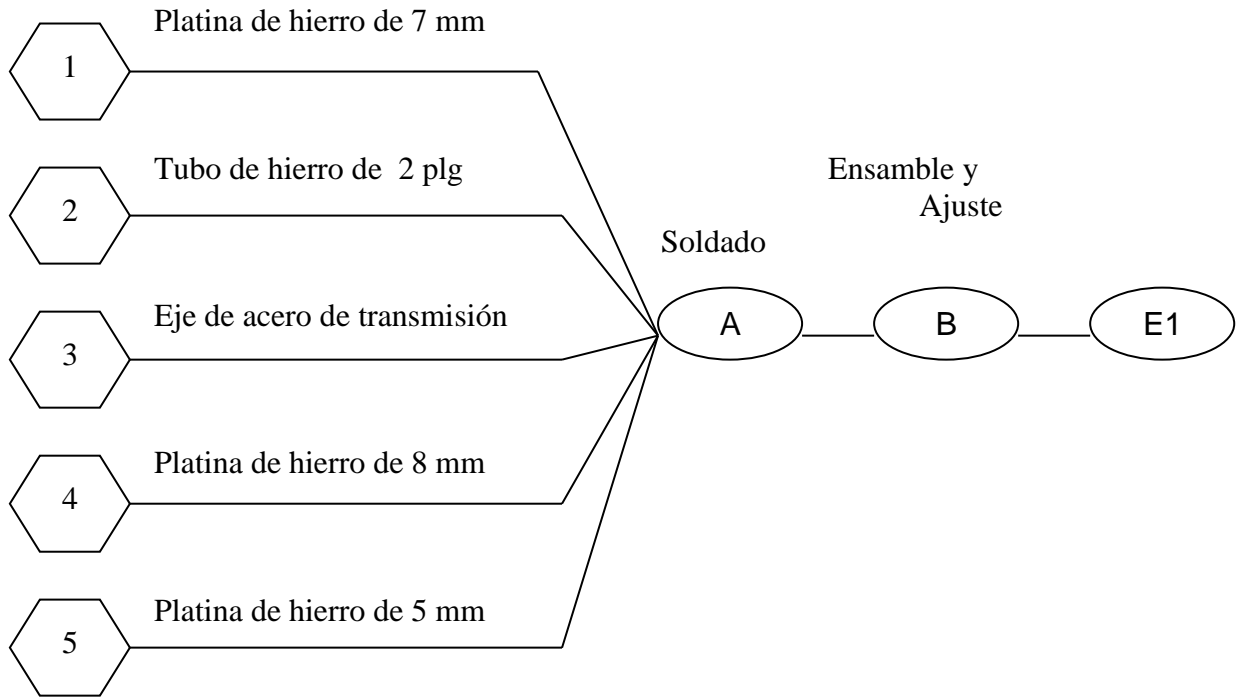


Tabla 3.5 Tiempo utilizado en Herramientas-Máquinas-Equipos

Num.	H – M - E	COD.	TIEMPO (HORAS)
1	Taladro	H1	3
2	Sierra manual	H2	3
3	Escuadra metálica	H3	3
4	Llaves de boca y corona	H4	2
5	Martillo	H5	2
6	Entenalla	H6	3
7	Moladora	H7	3
8	Torno	M1	3
9	Soldadora	M2	3
10	Esmeril	M3	6
11	Baroladora	M4	2
12	Compresor para pintura	E1	4

3.5 Pruebas de funcionamiento

Una vez realizada la construcción de la estructura y el acoplamiento de los componentes de la misma, se procede a verificar su correcto funcionamiento o fallas del mismo.

Tabla 3.6 Verificación de funcionamiento del banco de armado y desarmado de llantas del avión K-fir y Mirage F1.

ESTRUCTURA	CUMPLE TOLERANCIAS	EMSAMBLE ÓPTIMO
Mesa	✓	✓
Eje	✓	✓
Disco de presión	✓	✓
Buje y palanca	✓	✓

Con respecto al funcionamiento global de la estructura de la herramienta desenllantadora se observa que se encuentra en perfectas condiciones y funciona óptimamente.

Aquí se presenta terminada la desenllantadora:



Figura. 3.13 Desenllantadora terminada.

CAPÍTULO IV

MANUALES

Descripción General.

En este capítulo, se establece los distintos procedimientos de operación, mantenimiento y seguridad del banco de armado y desarmado de llantas del avión K-fir y Mirage F1, con su respectiva hoja de registros.

Con la implementación de estos manuales se está garantizando el correcto funcionamiento y utilización de la herramienta construida.

Los manuales de operación, mantenimiento y seguridad se detallaran en los siguientes cuadros.

Detalles de cada uno de los cuadros en este capítulo.

Formato	Cuadro N°
Manual de Operación.	4.1
Manual de Mantenimiento.	4.2
Manual de Seguridad.	4.3
Manual de verificación	4.4
Hojas de registro	4.5

CAPÍTULO V

ESTUDIO ECONÓMICO

5.1. Presupuesto

La realización del presupuesto para el estudio económico esta de acuerdo a las necesidades de la construcción del banco de armado y desarmado de llantas del tren principal del avión K-fir y Mirage F1, es autofinanciada en la compra de todo lo utilizado. Esto es en la adquisición de herramientas, equipos y materiales que se utilizaron en este trabajo.

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 3 rubros que son:

- Herramientas y máquinas.
- Materiales usados.
- Mano de obra.

5.2.1. Herramientas y máquinas

Para la construcción del banco de armado y desarmado de llantas del tren principal del avión K-fir y Mirage F1, se utilizaron herramientas y máquinas existentes en talleres particulares y hangar militar del Ala N°12 de la ciudad de Latacunga.

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, máquinas y equipo.

H - M -E	t	VALOR USD	subtotal
		H H T	
		valor	
Taladro	3	1	3.00
Sierra manual	3	0.50	1.50
Escuadra metálica	3	0.10	0.30
Llaves de boca y corona	2	0.50	1.00
Martillo	2	0.50	1.00
Entenalla	3	1	3.00
Moladora	3	2	6.00
Torno	3	5	15.00
Soldadora	3	1	3.00
Esmeril	6	2	12.00
Varoladora	2	3	6.00
Compresor para pintura	4	2	8.00
TOTAL			59.80

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	Cant.	Unidad	Val/unit.	Subtotal USD
Plancha de 55 mm x 3/8"	1	u	95.00	95.00
Platina 1 1/2" x 3/8"	1	u	17.22	17.22
Platina 3" x 3/8"	1	u	17.46	17.46
Tubo estructural cuadrado 2" x 1.5	1	u	12.35	12.35
Tubo estructural redondo 1 1/2" x 1.5	1	u	8.30	8.30
Eje 2" x 90 cm.	1	u	70.00	70.00
Eje 4"	1	u	25.00	25.00
Electrodos E6011	1	Lb.	4.00	4.00
Macilla	1	Lb.	5.00	5.00
Pernos	10	u	2.00	2.00
Arandelas de presión	8	u	2.00	2.00
Disco pulidor	1	u	5.00	5.00
Lija	3	u	0.73	2.19
Pintura	1	Lt.	2.95	2.95
Fondo (laca)	1	Lt.	4.00	4.00
Thinner	2	Lt.	1.07	2.14
TOTAL				274.61

5.2.3. Mano de obra

Los costos de mano de obra se comprende a todo lo realizado manualmente.

Tabla 5.3 Costos de mano de obra

DETALLE	VALOR USD
Elaboración de componentes que conforman el banco	150.00
TOTAL	150.00

El costo total en la construcción del banco de armado y desarmado de llantas y tambores del tren principal del avión K-fir y Mirage F1 es el siguiente:

Tabla 5.4 Costo total de la construcción

DETALLE	VALOR USD
Herramientas y máquinas	59.80
Materiales usados	274.61
Mano de obra	150.00
TOTAL	484.41

El monto total del proyecto de tesis en cuanto a la construcción asciende a cuatrocientos ochenta y cuatro dólares con cuarenta y un centavos (\$ 484.41 USD).

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- ✓ La desenllantadora construida sobre la base record de pruebas realizadas se encuentra en condiciones estándares de funcionamiento.
- ✓ La fuerza aplicada en el extremo de la palanca se relaciona (multiplica) proporcionalmente a la carga requerida para producir el despegue del flanco y el aro de la llanta.
- ✓ El empleo de la desenllantadora permite deformar el neumático tanto en su talón, flanco como en la banda de rodamiento sin producir daños en estos elementos.
- ✓ Una herramienta adecuada para este trabajo ahorra tiempo en las operaciones de mantenimiento de llantas y tambores para los que fue diseñado y evita daños en las partes que lo conforman.

6.2. Recomendaciones

- ✓ Seguir los pasos de la cartilla de procedimientos ubicada en la estructura del banco para de esta forma evitar accidentes.
- ✓ Para mantener el equipo en optimas condiciones y evitar daños en la estructura y las llantas seguir los pasos del manual de mantenimiento antes indicado.
- ✓ Utilizar este banco solo para las llantas que fue construido.
- ✓ Cada vez que se arme y desarme las partes móviles del banco realizarlo con herramientas adecuadas para no causar daños en la estructura.