



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS  
NATURALES NO RENOVABLES**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**TEMA:**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA EL  
MONTAJE-DESMONTAJE DE NEUMÁTICOS DE  
CAMIONES Y VEHÍCULOS DE TRABAJO PESADO**

**RIN 20 - 24”**

Tesis de grado previa a la  
obtención del título de Ingeniero  
Electromecánico.

**AUTOR:**

**JUAN CARLOS BENITEZ GUARNIZO**

**DIRECTOR:**

**ING. DARWIN GIOVANNY TAPIA PERALTA**

**FECHA:**

**24 - 04 - 2012**

**1859**

**LOJA - ECUADOR**

## **CERTIFICACIÓN**

Ing. Darwin Giovanni Tapia Peralta.

**DIRECTOR DE TESIS**

### **CERTIFICO:**

Haber dirigido, asesorado, revisado y corregido el presente trabajo de tesis de grado, en su proceso de investigación, bajo el tema “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA EL MONTAJE-DESMONTAJE DE NEUMATICOS DE CAMIONES Y VEHICULOS DE TRABAJO PESADO RIN 20 - 24”, previa a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico, realizado por el Sr. Egresado: **Juan Carlos Benítez Guarnizo**, la misma que cumple con la reglamentación y políticas de investigación, por lo que autorizo su presentación y posterior sustentación y defensa.

Loja, Abril del 2012

---

Ing. Darwin Giovanni Tapia Peralta.

**DIRECTOR DE TESIS**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

La responsabilidad en la investigación, análisis y conclusiones del presente trabajo de tesis les corresponden exclusivamente a su autor y el patrimonio intelectual a la Universidad Nacional de Loja, autorizo al Área de la Energía, las Industrias y Recursos Naturales no Renovables y por ende a la Carrera de Ingeniería Electromecánica; hacer uso del presente documento en lo conveniente.

---

Juan Carlos Benítez Guarnizo

**AUTOR**

## **PENSAMIENTO**

**“ EL HOMBRE NADA PUEDE APRENDER  
SI NO EN VIRTUD DE LO QUE YA SABE ”**

**Aristóteles**

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto de investigación lo dedico de una manera muy especial a todos mis seres queridos, ya que han sido quienes me han impulsado siempre en el camino del saber, a mi Padre y Madre quienes siempre están ahí, cuando más los necesito; a mis Hermanos quien con su ejemplo me enseñan día a día el valor de la superación y también de una manera muy cariñosa quiero agradecerle a mi Esposa e Hija, por su incansable amor y comprensión que a cada momento me brindan.

**Juan Carlos Benítez Guarnizo**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero comenzar agradeciendo a mi Dios por permitir que esta persona lleve a cabo un grandioso reto dentro de su vida como es graduarse en nivel superior.

A mi familia un eterno agradecimiento por su incansable apoyo, durante toda mi vida y estudios.

A la querida Universidad Nacional De Loja, en particular al Área De Recursos Naturales No Renovables y La Carrera de Ingeniería Electromecánica, a la cual con muchísimo orgullo pertenezco, por haberme enseñado y formado en el arte del saber, en especial a sus magistrales Docentes, los cuales con mucho profesionalismo supieron impartir valores, y conocimientos que a la postre serán los ejes que dirijan mi vida profesional.

Un agradecimiento muy especial al Ing. Darwin Tapia, por ayudarme y guiarme en la realización del proyecto de tesis, ya que con su trascendental ayuda pude culminar con éxito mi más grande anhelo de superación.

**El Autor**

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>CARATULA</b> .....	I
<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	II
<b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA</b> .....	III
<b>PENSAMIENTO</b> .....	IV
<b>DEDICATORIA</b> .....	V
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	VI
<b>TABLA DE CONTENIDOS</b> .....	VII
<b>SIMBOLOGIA</b> .....	XIX
<b>TITULO</b> .....	1
<b>FOTOGRAFIA</b> .....	2
<b>1.- RESUMEN</b> .....	3
<b>SUMMARY</b> .....	4
<b>2.- INTRODUCCIÓN</b> .....	5
2.1 Justificación e Importancia.....	6
2.2 Objetivos.....	6
<b>3.- REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	7
Neumáticos de Camiones y Vehículos de trabajo Pesado.....	7
3.1 Elementos de un Neumático.....	8
3.1.1 Cubierta.....	8
3.1.2 Rueda Metálica.....	10
3.1.3 Cámara de aire.....	11
3.1.4 Válvula.....	11
3.1.5 Dimensiones y nomenclatura del neumático.....	11
3.2 Proceso de montaje y desmontaje de neumáticos.....	13
3.2.1 Desmontaje de neumáticos.....	13
3.2.2 Ensamble de neumáticos.....	14
3.3 Máquinas Desmontadoras.....	15
Sistemas Neumáticos.....	16
3.3.1 Compresor.....	16
3.3.2 Acople Rápido.....	16

3.3.3	Unidad de Mantenimiento.....	17
3.3.4	Racor.....	19
3.3.5	Manifold de Válvulas.....	19
3.3.6	Tapón Plug.....	20
3.3.7	Silenciador Plástico.....	21
3.3.8	Distribuidor 5/3 en posición normalmente cerrada.....	21
3.3.9	Tubo Plástico.....	22
3.3.10	Regulador de Flujo.....	22
3.3.11	Cilindro Neumático.....	23
3.2.12	Válvula Antirretorno.....	23
3.4	Accionamientos Eléctricos.....	24
3.4.1	Redes de Distribución.....	24
3.4.2	Transformador de Corriente.....	24
3.4.3	Rectificadores.....	25
3.4.4	Baterías.....	26
3.4.5	Fusibles.....	26
3.4.6	Interruptor Normalmente Abierto.....	27
3.4.7	Pulsadores.....	27
3.4.8	Conmutadores.....	28
3.4.9	Finales de Carrera.....	28
3.4.10	Relé.....	29
3.4.11	Contactores.....	29
3.4.12	Electroválvulas.....	30
3.4.13	Bobinas.....	30
3.4.14	Motor Eléctrico.....	31
3.4.15	Señalización.....	32
<b>4.-</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>33</b>
4.1	Fórmulas matemáticas utilizadas.....	33
4.1.1	Deformación Unitaria.....	33
4.1.2	Tensión de Compresión.....	33
4.1.3	Modulo de Elasticidad.....	34



4.1.4	Fuerza Axial para el Montaje o Desmontaje en ajustes con Aprieto.....	34
4.1.5	Coefficiente de Fricción.....	35
4.1.6	Rozamiento de Chumaceras de Collar.....	36
4.1.7	Rozamiento.....	37
4.1.8	Momento de Torsión resistente a un ajuste a presión.....	37
4.1.9	Esfuerzos uniformemente distribuidos.....	38
4.1.10	Torsión.....	39
4.1.11	Esfuerzo Cortante.....	39
4.1.12	Momento Polar de Inercia.....	39
4.1.13	Sección Circular Hueca.....	39
4.1.14	Potencia a Transmitir.....	40
4.1.15	Momento de Torsión.....	40
4.1.16	Neumática.....	41
4.17	Coefficiente Normativo.....	45
4.17.1	Diseño de transmisión por bandas.....	45
4.17.1.1	Coefficiente de corrección de Potencia.....	45
4.17.1.2	Sección de la Correa.....	45
4.17.1.3	Relación de Transmisión.....	46
4.17.1.4	Elección de diámetros primitivos de las correas.....	46
4.17.1.5	Distancia entre ejes.....	47
4.17.1.6	Longitud Primitiva de la Correa.....	47
4.17.1.7	Factor de Corrección de la longitud de la Correa.....	47
4.17.1.8	Determinación del Angulo de contacto en grados.....	47
4.17.1.9	Factor de Corrección del arco de contacto.....	47
4.17.1.10	Velocidad de la Correa.....	48
4.17.1.11	Prestación Base.....	48
4.17.1.12	Potencia efectiva por correa.....	48
4.17.1.13	Cantidad de correas.....	48
4.2	<b>Resultados</b> .....	49
4.2.1	Medidas de Trabajo de la Máquina.....	49
4.2.1.1	Dimensiones de las Ruedas a Desmontar.....	49

4.2.1.2	Altura desde el centro del Eje del Mandril Rotatorio, con respecto a la Superficie.....	49
4.2.1.3	Ancho Máximo de Trabajo.....	50
4.2.2	Fuerza Axial necesaria para Desmontar la Carcasa del Rin del Neumático.....	51
4.2.2.1	Medida de Acortamiento del Talón de la Carcasa del Neumático.....	52
4.2.2.2	Determinación de la Deformación Unitaria.....	52
4.2.2.3	Tensión de Compresión entre superficies.....	53
4.2.2.4	Fuerza Axial requerida para el desmontaje.....	54
4.2.3	Momento de rotación necesario para desamblar el Neumático.....	56
4.2.4	Diseño de Rampa.....	57
4.2.4.1	Análisis de Chasis de Rampa.....	57
4.2.4.1.1	Momento Flexionante entre los puntos A-B.....	57
4.2.4.1.2	Momento Flexionante entre los puntos B-C.....	59
4.2.4.2	Cálculos de Fuerzas Aplicadas en los Rodamientos.....	60
4.2.4.2.1	Fuerzas generadas cuando el neumático esta al comienzo de la Rampa.....	61
4.2.4.2.2	Fuerzas generadas cuando el neumático atraviesa la Rampa.....	61
4.2.4.2.3	Elección de Rodamiento.....	62
4.2.4.3	Fuerza Necesaria para movilizar la Rampa.....	63
4.2.4.3.1	Fuerza con Neumático Cargado.....	63
4.2.4.3.2	Fuerza sin Neumático Cargado.....	63
4.2.5	Dimensionamiento de Brazo de Empuje.....	64
4.2.5.1	Altura total del Brazo de Empuje.....	64
4.2.5.2	Momento Flexionante máximo del Brazo de Empuje.....	65
4.2.5.3	Altura de Empotramiento.....	66
4.2.5.4	Momento Flexionante del Eje del Brazo de Empuje.....	67
4.2.5.5	Sección Requerida para el Eje del Brazo de Empuje.....	67
4.2.5.6	Valor de las Fuerzas aplicadas en los puntos móviles.....	69
4.2.5.6.1	Fuerza aplicada en el extremo superior de la Barra.....	69
4.2.5.6.2	Fuerza ejercidas sobre los rodamientos del Brazo.....	70
4.2.5.7	Diámetro de los Asientos Internos de los Rodamientos.....	71

4.2.5.7.1	Diámetro del Asiento Interno del Rodamiento Inferior.....	71
4.2.5.7.2	Diámetro del Asiento Interno del Rodamiento Superior.....	73
4.2.5.8	Momento máximo que resiste el Canto de la Carcasa de Brazo.....	74
4.2.5.9	Número de Revoluciones del Disco Desmontador.....	76
4.2.5.10	Elección del Rodamiento Inferior.....	77
4.2.5.11	Elección del Rodamiento Superior.....	77
4.2.6	Diseño del Sistema de Empuje.....	78
4.2.6.1	Fuerza ejercida sobre el Buje de empotramiento.....	78
4.2.6.2	Reacciones generadas sobre la Bancada.....	80
4.2.6.3	Momento máximo que resiste la Plataforma.....	81
4.2.6.4	Dimensionamiento de Barras superiores de la plataforma.....	82
4.2.6.5	Dimensionamiento de Barras laterales de la plataforma.....	83
4.2.6.6	Peso del sistema de empuje.....	83
4.2.6.6.1	Peso del Brazo de empuje.....	83
4.2.6.6.2	Peso de la plataforma de empuje.....	85
4.2.6.6.3	Peso de sistema de giro de neumático.....	86
4.2.6.7	Fuerza requerida para desplazar la bancada.....	88
4.2.6.8	Dimensionamiento del cilindro Neumático.....	88
4.2.6.9	Dimensionamiento del Talón de empuje.....	89
4.2.6.9.1	Dimensionamiento del Pasador del talón de empuje.....	89
4.2.6.9.2	Dimensionamiento del ancho de la barra.....	89
4.2.6.9.3	Análisis de Flexión de la barra.....	89
4.2.6.10	Análisis de flexión de riel de bancada.....	90
4.2.6.11	Cálculo de pernos situados en fondo de neumático.....	91
4.2.7	Diseño del mandril de Rotación.....	91
4.2.7.1	Dimensionamiento del eje del mandril.....	91
4.2.7.1.1	Pesos de los diferentes elementos del mandril.....	91
4.2.7.1.1.1	Peso de Tuerca de Ajuste.....	91
4.2.7.1.1.2	Peso de Cono de centrado.....	92
4.2.7.1.1.3	Peso de disco de apoyo.....	92
4.2.7.1.2	Momento flector del eje del mandril.....	93
4.2.7.1.3	Potencia necesaria para girar el mandril.....	93

4.2.7.1.4	Diámetro del eje del mandril.....	94
4.2.7.1.5	Carga a soportar los rodamientos cónicos.....	94
4.2.7.2	Carcasa del eje del mandril Rotatorio.....	95
4.2.7.2.1	Momento flector a resistir.....	95
4.2.7.2.2	Sección de la carcasa del eje.....	95
4.2.8	Transmisión de Movimiento.....	96
4.2.8.1	Reducción de Velocidad.....	96
4.2.8.2	Relación de transmisión.....	97
4.2.8.3	Potencia requerida de diseño.....	98
4.2.8.4	Diseño de transmisión por bandas.....	98
4.2.8.4.1	Potencia Corregida.....	98
4.2.8.4.2	Sección de la Correa.....	98
4.2.8.4.3	Relación de Transmisión.....	99
4.2.8.4.4	Elección de diámetros primitivos de las correas.....	99
4.2.8.4.5	Distancia mínima entre ejes.....	100
4.2.8.4.6	Longitud Primitiva de la Correa.....	100
4.2.8.4.7	Factor de Corrección de la longitud de la Correa.....	101
4.2.8.4.8	Determinación del Angulo de contacto en grados.....	101
4.2.8.4.9	Factor de Corrección del arco de contacto.....	101
4.2.8.4.10	Velocidad de la Correa.....	101
4.2.8.4.11	Prestación Base.....	102
4.2.8.4.12	Potencia efectiva por correa.....	102
4.2.8.4.13	Cantidad de correas.....	103
4.2.8.5	Diseño de transmisión por cadenas.....	103
4.2.8.5.1	Relación de Transmisión.....	103
4.2.8.5.2	Potencia Corregida.....	103
4.2.8.5.3	Distancia entre ejes.....	104
4.2.9	Consumo de aire.....	104
<b>5.-</b>	<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>106</b>
5.1.	Materiales.....	106
5.1.1	Procedimiento de construcción.....	107
5.1.2	Organigrama de operaciones de construcción y montaje.....	109

5.2. Métodos.....	113
5.2.1 Ensamblaje de sistema electro-neumático.....	114
5.2.2 Verificación de elementos y piezas estructurales.....	116
5.2.3 Proceso de Pintura.....	122
5.2.4 Ensamblaje.....	124
5.3 Costos.....	128
5.3.1 Costos Directos.....	128
5.3.2 Costos Indirectos.....	133
5.3.3 Costos Totales.....	133
<b>6.- DISCUSION.....</b>	<b>135</b>
<b>7.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>141</b>
<b>8.- RECOMENDACIONES.....</b>	<b>142</b>
<b>9.- BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>143</b>
<b>10.- ANEXOS.....</b>	<b>144</b>
10.1 Diagrama de Flujo para cambiar de Neumático.....	145
10.2 Planos de la Máquina.....	146
10.4 Esquema Eléctrico.....	183
10.5 Esquema Neumático.....	184
10.2 Dibujo de Neumático Rin 20”.....	185
10.3 Dibujo de Neumático Rin 24.5”.....	186
10.6 Catalogo de Rodamientos Rígidos de Bolas 20-35 mm.....	187
10.7 Catalogo de Rodamientos Rígidos de Bolas 40-60mm.....	188
10.8 Catalogo de Rodamientos Cónicos 2”.....	189
10.9 Especificaciones generales de Acero 705 DIPAC.....	190
10.10 Especificaciones generales de Acero AISI 1018 DIPAC.....	191

## **TABLA DE FIGURAS**

### **CAPITULO 3**

Figura 3.1 Neumaticos de Vehiculos de Trabajo Pesado.....	7
Figura 3.2 Cubierta de un neumatico de vehiculos de trabajo pesado.....	8
Figura 3.3 Partes de una cubierta de un neumatico.....	10
Figura 3.4 Rueda metalica de un neumatico de camion.....	10

Figura 3.5	Nomenclatura de un neumático de camión.....	11
Figura 3.6	Dimensiones de un neumático.....	12
Figura 3.7	Relación entre la altura de cubierta y la anchura de sección.....	12
Figura 3.8	Desmontaje de la cubierta de la Rueda.....	13
Figura 3.9	Montaje de la cubierta a la rueda.....	14
Figura 3.10	Maquina desmontadora industrial.....	15
Figura 3.11	Símbolo de Compresor de Aire.....	16
Figura 3.12	Símbolo de un Acoplamiento rápido para aire a presión.....	17
Figura 3.13	Símbolo de una Unidad de Mantenimiento.....	17
Figura 3.14	Símbolo de un Filtro de Aire.....	17
Figura 3.15	Símbolo de un Drenador de Condensado de Aire.....	18
Figura 3.16	Símbolo de un Manorreductor de Presión de Aire.....	18
Figura 3.17	Símbolo de un Lubricador de Aire.....	19
Figura 3.18	Racores de Ensamblaje Rápido.....	19
Figura 3.19	Manifolds de Electrovalvulas.....	20
Figura 3.20	Símbolo de Conexión de Presión Cerrada.....	20
Figura 3.21	Símbolo de un Silenciador de Salida de Aire.....	21
Figura 3.22	Símbolo de un Distribuidor 5/3, Normalmente Cerrado.....	21
Figura 3.23	Símbolo de una Manguera de Aire.....	22
Figura 3.24	Símbolo de un Regulador de Flujo de Aire.....	22
Figura 3.25	Símbolo de un Cilindro Neumático.....	23
Figura 3.26	Símbolo de una Válvula Antirretorno.....	23
Figura 3.27	Simbología de una Red de Distribución.....	24
Figura 3.28	Símbolo de un Transformador de Corriente.....	25
Figura 3.29	Elementos de un Transformador de Corriente.....	25
Figura 3.30	Símbolo de un Rectificador de Corriente.....	25
Figura 3.31	Disposición de un Rectificador.....	26
Figura 3.32	Símbolo de una Pila o Acumulador.....	26
Figura 3.33	Símbolo de un Fusible.....	26
Figura 3.34	Símbolo y Funcionamiento de un Interruptor Normalmente Abierto.....	27
Figura 3.35	Símbolo y Funcionamiento de un Pulsador.....	27

Figura 3.36	Símbolo y Funcionamiento de un Conmutador.....	28
Figura 3.37	Símbolo y Funcionamiento de un Dispositivo de fin de Carrera.....	28
Figura 3.38	Símbolo de un Rele.....	29
Figura 3.39	Funcionamiento de un Rele.....	29
Figura 3.40	Símbolo de un Contactor.....	29
Figura 3.41	Esquema de una Electrovalvula.....	30
Figura 3.42	Funcionamiento y Símbolo de una Bobina.....	31
Figura 3.43	Símbolo de un Motor Síncrono Monofásico.....	31
Figura 3.44	Símbolo de Luz de Aviso y Señales Acusticas.....	32

## **CAPITULO 4**

Figura 4.1	Altura de Izado de eje de Mandril Rotatorio.....	49
Figura 4.2	Ancho maximo de neumatico RIN 24.....	50
Figura 4.3	Direccion de la Fuerza para desmontar el neumatico.....	51
Figura 4.4	Angulo de inclinacion del asiento del Talon de la Carcasa.....	52
Figura 4.5	Disposicion de Angulo y medidas del asiento del Talon del Neumatico....	52
Figura 4.6	Altura entre el Anillo de Acero de la Carcasa y el Rin del Neumatico.....	53
Figura 4.7	Ubicación de la Tension de Compresion entre la Carcasa y el Rin.....	54
Figura 4.8	Ubicación de la Fuerza de Resistencia de la Carcasa a la Deformación.....	55
Figura 4.9	Direccion del Momento Torsor del Neumatico.....	56
Figura 4.10	Fuerzas y Reacciones al aplicar peso en la Rampa.....	57
Figura 4.11	Fuerzas y Reacciones al aplicar peso al comienzo de la Rampa.....	60
Figura 4.12	Fuerzas y Reacciones al aplicar peso en el centro de la Rampa.....	61
Figura 4.13	Ubicación del Brazo de Empuje.....	64
Figura 4.14	Ubicación de la fuerza y longitud del Brazo Flexionante.....	65
Figura 4.15	Altura de Oscilacion y empotramiento del Brazo de Empuje.....	66
Figura 4.16	Diametro del eje del Brazo de Empuje.....	67
Figura 4.17	Diagrama de Fuerzas y distancias del Brazo.....	69
Figura 4.18	Diagrama de Reacciones del Brazo.....	70
Figura 4.19	Dimensiones del Eje del Brazo(Sector 1).....	71
Figura 4.20	Dimensiones del Eje del Brazo(Sector 0).....	71

Figura 4.21	Dimensiones de la Carcasa del Brazo.....	74
Figura 4.22	Dimensiones del Neumatico y disco del Brazo.....	76
Figura 4.23	Dimensiones del Buje de Empotramiento.....	78
Figura 4.24	Reacciones generadas al aplicar la fuerza para desmontar el neumatico.....	80
Figura 4.25	Fuerza en el extremo superior del buje de empotramiento.....	81
Figura 4.26	Momento Flector generado en el punto 1.....	82
Figura 4.27	Dimension de las Barras laterales de la plataforma.....	83
Figura 4.28	Dimension del buje de empotramiento.....	90
Figura 4.29	Fuerzas y distancias que se ejersen sobre el eje del mandril.....	93
Figura 4.30	Fuerzas y distancias que se ejersen sobre la carcasa del mandril.....	95
Figura 4.31	Disposicion de los elementos de la transmision de movimiento.....	96

## **CAPITULO 5**

Figura 5.1	Elementos de un diagrama de bloques de las operaciones de construcción.....	109
Figura 5.2	Pre-ensamblaje de maquina desmontadora de neumaticos.....	113
Figura 5.3	Contactores de fuerza y cambio de giro del motor.....	114
Figura 5.4	Instalacion electrica de comandos.....	114
Figura 5.5	Unidad de mantenimeinto y conjunto de electrovalvulas.....	115
Figura 5.6	Comprobacion de accionamiento de equipo electro-neumatico.....	115
Figura 5.7	Base de la Maquina.....	116
Figura 5.8	Ubicación del cilindro neumatico.....	116
Figura 5.9	Comprobacion de distancias nesesarias.....	117
Figura 5.10	Rectificacion y Ajuste de Piezas.....	117
Figura 5.11	Construccion de base vertical.....	118
Figura 5.12	Acoplamiento de cilindro neumatico.....	118
Figura 5.13	Cuerpo del mandril rotatorio.....	119
Figura 5.14	Acoplamiento de mandril de Rotacion.....	119
Figura 5.15	Acoplamiento de Sistema de Transmision.....	120
Figura 5.16	Acoplamiento de Mandril de Rotacion.....	120
Figura 5.17	Acoplamiento de Bancada Vertical.....	121
Figura 5.18	Desensamble de Maquina.....	121
Figura 5.19	Pintado de Base Lateral.....	122



Figura 5.20	Pintado de Base Horizontal y Rampa.....	122
Figura 5.21	Pintado de Bancada Horizontal.....	123
Figura 5.22	Pintado de cuerpo de mandril.....	123
Figura 5.23	Ensamblado de base Horizontal.....	124
Figura 5.24	Acoplamiento de cilindro Horizontal.....	124
Figura 5.25	Acoplamiento de Bancada Horizontal.....	125
Figura 5.26	Acoplamiento del sistema electro-neumatico.....	125
Figura 5.27	Ensamble de estructura vertical.....	126
Figura 5.28	Ensamble del mandril de rotacion.....	126
Figura 5.29	Acoplamiento del mandril de rotacion.....	127
Figura 5.30	Acoplamiento de la Máquina.....	127

## INDICE DE TABLAS

### CAPITULO 4

Tabla 4.1	Coeficientes de rozamiento cinetico para diferentes materiales.....	35
Tabla 4.2	Coeficientes de rozamiento estatico y dinamico.....	36
Tabla 4.3	Dimensiones maximas del neumatico a desmontar.....	49

### CAPITULO 5

Tabla 5.1	Operaciones tecnologicas ejecutadas en la principales partes del equipo.....	108
Tabla 5.2	Operaciones tecnologicas para la construccion del sistema de rotacion.....	110
Tabla 5.3	Operaciones tecnologicas para la construccion del sistema de elevacion.....	111
Tabla 5.4	Operaciones tecnologicas para la construccion del sistema de empuje ho.....	112
Tabla 5.5	Costo de Fabricacion de Mandril Rotatorio.....	128
Tabla 5.6	Costo de Fabricacion de Caja Reductora de Velocidad.....	129
Tabla 5.7	Costo de Fabricacion de Sistema de Levantamiento.....	129
Tabla 5.8	Costo de Fabricacion de Estructura Principal.....	130
Tabla 5.9	Costo de Fabricacion de Sistema de Empuje.....	130
Tabla 5.10	Costo de Fabricacion de Brazo de Empuje.....	131
Tabla 5.11	Costo de Adquisicion de Accesorios Neumaticos.....	131

Tabla 5.12 Costo de Adquisicion de Materiales Electricos.....	132
Tabla 5.13 Costo de mano de Obra.....	132
Tabla 5.14 Costo de Desarrollo de Investigacion.....	133
Tabla 5.15 Costo Total.....	134

## SIMBOLOGIA

D,d = diámetro, m

b = ancho, anchura, m

h = altura, m

L = largo, longitud, m

e = espesor, m

r = radio, radio de giro, m

$\alpha, \beta, \gamma$  = ángulos(en general), °

A = Área, m<sup>2</sup>

F = fuerza (en general), N

N = fuerza normal, N

R = fuerza resultante, reacción, m

M = momento de una fuerza, momento flexionante(o flector), Nm

I = momento de inercia, m<sup>4</sup>

P = potencia, HP

W = peso o carga total, N

m = masa, N<sub>f</sub>

w = peso o carga por unidad de longitud,  $\frac{N}{m}$

P = fuerza, carga concentrada, tensión circunferencial, N

S = módulo de sección(o modulo resistente), m<sup>3</sup>

Fs = factor de seguridad, 1.25

f = frecuencia de rotación,  $\frac{\text{rev}}{\text{min}}$

T = momento torsionante(o torsor), Nm

$E$  = módulo de elasticidad axial ( a tensión o a compresión)

$G$  = módulo de elasticidad al cortante (módulo de rigidez)

$g$  = aceleración de la gravedad ( $9.8 \text{ m/s}^2$ )

$I_{E.N.}$  = momento de inercia con respecto al eje neutro (E.N)

$J$  = momento polar de inercia de un área

$K$  = factor de concentración del esfuerzo.

$k$  = radio de giro(o de inercia)

$Q$  = momento estático (0 primer momento) de un área

$q$  = flujo cortante

$V$  = fuerza cortante

$y$  = deflexión

$Z$  = módulo de sección

$\gamma$  = deformación angular

$\Delta$  = desplazamiento vertical de un apoyo

$\delta$  = deformación total (alargamiento o acortamiento) deflexión máxima(o flecha)

$\delta_{st}$  = deformación(o deflexión), estática

$\varepsilon$  = deformación axial (por tensión o compresión)(unitaria)

$\varepsilon_x$  ,  $\varepsilon_y$  ,  $\varepsilon_z$  = componentes de la deformación axial o normal

$\theta$  = ángulo de torsión (total), pendiente de la curva elástica

$\rho$  = radio de curvatura, radio variable, densidad (o masa volumétrica)

$\nu$  = relación de Poisson

$\sigma$  = esfuerzo (en general), esfuerzo axial o normal

$\sigma_b$  = esfuerzo de aplastamiento

$\sigma_e$  = esfuerzo de compresión

$\sigma_f$  = esfuerzo por flexión

$\sigma_r$  = esfuerzo radial

$\sigma_t$  = esfuerzo de tensión, esfuerzo circunferencial(o de aro)

$\tau$  = esfuerzo cortante

$\omega$  = velocidad angular

c.g. = (CG) centro de gravedad o centroide

PL = límite de proporcionalidad (LP)

YD = punto de cedencia (PC) o de fluencia (PF)

## **TÍTULO.**

“Diseño y Construcción de una Máquina para el Montaje-  
Desmontaje de Neumáticos de Camiones y Vehículos de  
trabajo pesado RIN 20 - 24”.



## 1.- RESUMEN

El desarrollo de esta investigación ha tenido como fin el realizar un Diseño y posterior Construcción de una Máquina Desmontadora de Neumáticos, que tiene como objetivo disminuir el esfuerzo físico y riesgo de sufrir accidentes laborales involucrados en esta actividad.

Para su estudio se analizó el Proceso de Montaje-Desmontaje de Neumáticos, con la finalidad de conocer cuáles son las modalidades de trabajo, herramientas utilizadas, duración del proceso, valor económico entre otras variables, y mediante la utilización de técnicas y métodos de recopilación, análisis e interpretación de información y datos, se logró diseñar y construir una máquina que cumpla con los requerimientos del sector.

El equipo construido consta de varias partes, en las que tenemos: una **Rampa** móvil, la cual se desliza sobre el piso en forma horizontal ayudando a transportar la rueda a desmontar hacia el mandril de rotación; **una Bancada Horizontal**, en la cual se ubica un brazo de potencia el cual se encarga de ejercer una presión sobre las paredes laterales de la rueda a desmontar; un **Mandril de Rotación**, el cual gira a 4 rpm en dirección horaria y anti horaria con una potencia de 2 Hp ayudando a aflojar el talón de la rueda a desmontar, y una **Bancada Vertical**, la cual eleva el mandril para establecer una altura óptima de trabajo.

Todos los movimientos de la Máquina son controlados por un sistema electro-neumático de accionamiento, dentro de estos elementos tenemos un motor eléctrico de 2 HP que funciona a un voltaje de 220 v, un conjunto de 6 electroválvulas que funcionan a un voltaje de 12 v, un sistema de relays de accionamiento que funcionan a un voltaje de 12 v, y un conjunto de accionamientos neumáticos que funcionan a una presión máxima de 10 Bar (145 Psi).

Los resultados permitieron cumplir los objetivos planteados y contrastar la hipótesis formulada, la que afirma se lograra optimizar los recursos de trabajo y disminuir de forma considerada el esfuerzo físico y el peligro de accidentes laborales de personas dedicadas a este oficio.



## SUMMARY

The development of this research has been aimed to carry out a scheme and subsequent construction of a tire changer machine, which aims to reduce physical exertion and risk of accidents involved in this activity.

For their study was analyzed the assembly-disassembly process of Tyre, in order to know what are the modalities of work, tools used, duration of the process, economic value of construction, among other variables, and by the use of techniques and methods of collection, analysis and interpretation of information and data, outline achievement and build a machine that meets the requirements of the locality.

The team consists of several parts, which are: a mobile ramp, which slides on the floor in helping to transport horizontally to remove the wheel to the rotating mandrel, a Horizontal Bench, which is located in one arm power which is responsible to exert a pressure on the sidewalls of the wheel to dismount a chuck rotation, which rotates at 4 rpm in the clockwise and counter-clockwise with a power of 2 Hp helping to loosen the heel of the wheel removed, and a Vertical Bench, which raises the mandrel to establish an optimal working height.

All movements of the machine are controlled by an electro-pneumatic drive, within these elements have an electric motor operating at a voltage of 220 v, a set of six solenoid operated at a voltage of 12 V, a system to drive relays that operate at a voltage of 12 V, and a set of pneumatic actuators operating at a maximum pressure of 10 bar (145 psi).

The results allowed to meet the objectives and formulated the hypothesis, which states is achieved optimize labor resources and considerably reduce physical exertion and danger of accidents of persons engaged in this trade.

## 2. - INTRODUCCIÓN

En los últimos años el parque automotor se ha incrementado de manera significativa, lo que causa mayor consumo de insumos y mantenimiento vehicular.

La dureza del pavimento rígido, y por otra parte el deterioro de las vías, trae como consecuencia el apresurado desgaste y falla de los neumáticos de los vehículos, por lo que se tiene que remplazar o vulcanizar los mismos.

Para realizar cualquiera de las actividades citadas anteriormente, se tiene que separar el aro de la Carcasa del Neumático, llamándose a este procedimiento Montaje-Desmontaje de Neumáticos.

En nuestro medio, esta actividad se la realiza en su mayoría de una forma manual, en la cual se utiliza como principal herramienta de trabajo la fuerza del hombre, esto implica el desgaste físico de los trabajadores que se dedican a este oficio.

En la actualidad este proceso se realiza mediante el uso de herramientas agrícolas como son el “Pico” o la “Barreta”, con el cual se golpea la ceja lateral del talón de la carcasa hasta deslizarla de su posición original en el aro, luego de esto ayudados por palancas metálicas y mucha habilidad se procede a separar la carcasa del aro del neumático.

Es muy importante destacar que el peso promedio del neumático a trabajar, está entre los 80 - 90 Kg, lo que hace de esta actividad, un verdadero sobreesfuerzo, acompañada también de lesiones generadas por el uso desatinado de las herramientas utilizadas durante este proceso.

Una desventaja dentro del sector dedicado a este arte, es que todas las máquinas comercializadas dentro de nuestro país están dimensionadas para trabajar con rines de hasta 56 ”, lo cual requiere que todo su sistema de potencia sea hidráulico, lo cual encarece de forma significativa su adquisición, dejando prácticamente a los pequeños talleres la opción de seguir con el proceso manual para del Montaje o Desmontaje de Neumáticos.

## **2.1. Justificación e Importancia**

Ante esta problemática dentro del sector automotriz, especialmente en los talleres pequeños dedicados a este tipo de procesos, se vio la necesidad de diseñar y construir una máquina semiautomática, que realice un trabajo eficiente, económicamente y en el menor tiempo posible.

La construcción de la Máquina pretende remplazar una parte del proceso rustico durante el montaje-desmontaje de neumáticos, con la finalidad de mermar en lo posible el excesivo esfuerzo físico y el riesgo de sufrir un accidente durante el proceso.

La misma está conformada por varios elementos como son: Estructura, Rampa Móvil, Bancada de Empuje, Bancada de Levantamiento, y un Mandril de Rotación; estos son accionados y desplazados por cilindros neumáticos, la rotación se consigue mediante un motor eléctrico 2Hp, y el sistema es comandado por accionamientos y dispositivos eléctricos.

## **2.2. Objetivos**

### **General**

- Diseñar y construir una máquina para el montaje-desmontaje de neumáticos de camiones y vehículos de trabajo pesado.

### **Específicos**

- Analizar los diferentes tipos de neumáticos de camiones y vehículos pesados, su montaje-desmontaje y las diferentes herramientas utilizadas para este trabajo.
- Realizar el diseño de una máquina para el montaje o desmontaje de neumáticos de camiones y vehículos de trabajo pesado acorde a las necesidades y el medio seleccionado.
- Materializar el diseño de una máquina utilizada para montar o desmontar neumáticos de camiones y vehículos de trabajo pesado.

### 3.- REVISIÓN DE LITERATURA

#### Neumáticos de camiones y vehículos de trabajo pesado

Lo que habitualmente es denominado “rueda” o “neumático”, en realidad es un conjunto que está compuesto por varios elementos (figura 3.1), que permanecen inmóviles entre sí a partir de su ensamble.



Figura 3.1 Neumáticos de vehículos de trabajo pesado

Las funciones que en el vehículo realiza el neumático son:

- Soportar la carga.
- Guiar la trayectoria del vehículo.
- Transmitir potencia motriz y la potencia del freno
- Proteger el vehículo y el confort de los pasajeros contra el terreno.

En relación con estas funciones se encuentran varios parámetros con los cuales se pueden medir las prestaciones que el neumático es capaz de aportar. Algunas de estas características están marcadas en los flancos de las cubiertas de forma normalizada.

En particular se identifican:

- Características dimensionales o de construcción.
- Características de servicio (carga máxima, velocidad máxima).
- Homologaciones DOT y ECE, que indican que la cubierta ha superado varios estándares americanos y europeos de cara a garantizar una determinada resistencia mecánica.

### 3.1 Elementos de un neumático

#### 3.1.1 La cubierta:

Es el elemento que va en contacto con el suelo y posee una compleja estructura en la que intervienen cauchos naturales gomas sintéticas, hilos de acero, fibras, etc. (véase figura 3.2)



Figura 3.2 Cubierta de un neumático de vehículos de trabajo pesado

#### Partes de la cubierta

**Carcasa:** constituye la estructura resistente de la cubierta. La carcasa mantiene el aire bajo presión, transmite los esfuerzos desde el talón a la banda de rodadura, participa en el sistema de suspensión y soporta los esfuerzos.

Se caracteriza por una elevada flexibilidad, está formada por telas textiles engomadas y dispuesta de modo particular, según diversos esquemas de construcción. Cada tela está formada por una serie de cuerdas de material resistente y flexible dispuestas paralelamente.

Los materiales empleados en las cuerdas son rayon, nylon, poliéster y acero. La carcasa esta revestida interiormente con una capa de goma, con particulares dotes de impermeabilidad (Liner).

**Cintura:** está presente en las estructuras radiales y es de forma anular de refuerzo, dispuesta en la parte superior de la carcasa, inmediatamente debajo de la banda de rodaje. Compuesta por dos o más telas con los hilos dispuestos, sensiblemente en la dirección de la circunferencia, fuerzan a la carcasa a tener una forma plana en esta zona.

La cintura aumenta la estabilidad del neumático, participa en soportar la carga, aumenta el rendimiento kilométrico, aumenta la precisión de conducción y estabiliza la banda de rodaje en la zona de contacto con el suelo. Está construida con telas realizadas en rayón, acero, fibra de vidrio, kevlar y nylon.

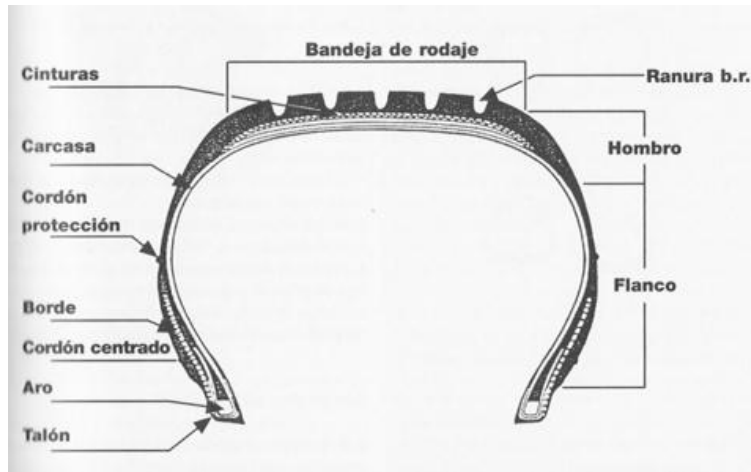
**Banda de Rodamiento:** constituida solo por goma que envuelve la circunferencia de la cubierta en la zona de contacto con el suelo. Tiene la misión de proteger la carcasa contra la abrasión y los golpes, además de dar resistencia al desgaste y un buen agarre en seco y en mojado, evacuando el agua mediante el dibujo de la misma.

Está compuesta de mezclas de goma de variada composición, con la finalidad de garantizar una buena resistencia al desgaste y la adecuada adherencia.

**Flancos:** son un revestimiento de goma con la función de proteger de los golpes las telas de la carcasa en la zona entre el hombro y el cordón de centrado. En algún caso puede existir un cordón de protección en la zona de mayor amplitud de la cubierta.

Están hechos con mezclas de goma con elasticidad, resistencia contra el envejecimiento y capacidad de evacuación y transmisión de calor.

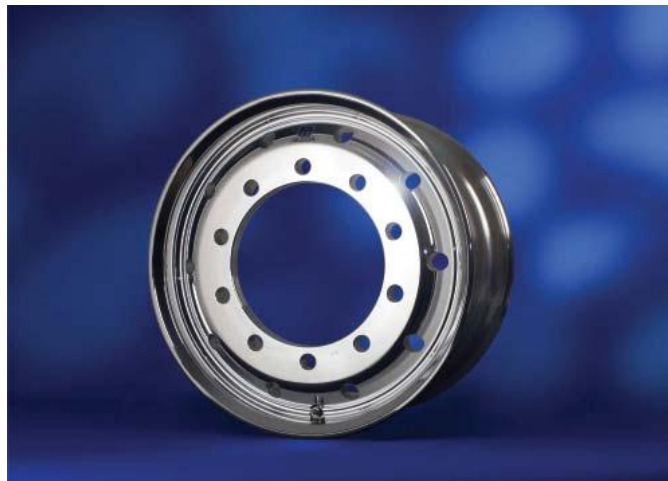
**Talones:** los talones cierran herméticamente la cubierta sobre la llanta. Están reforzados en su interior por uno o más aros metálicos, que además de asegurar la indeformabilidad procuran el anclaje de la estructura de refuerzo (figura 3.3). Participan en la transmisión de los esfuerzos de aceleración y frenado.



**Figura 3.3 Partes de la cubierta de un neumático**

### **3.1.2 La Rueda Metálica:**

Es de acero o aluminio y que se llama por extensión llanta. Está compuesta a su vez de dos partes: la llanta propiamente dicha y el disco (figura 3.4).



**Figura 3.4 Rueda metálica de un neumático de camión**

La llanta es la parte periférica donde asienta el neumático y el disco la parte central que se atornilla contra el cubo de la rueda.

Las ruedas metálicas se distinguen entre sí por su tipo de construcción además de su tamaño. Pueden ser de chapa de acero o de aleación de aluminio.

Las de aleación ligera son muy adecuadas para vehículos en los cuales se quiera reducir peso. Pueden ser forjadas o de fundición. Existen diferentes tipos de llantas que revisten diferentes profundidades de acampanadura.

Las más modernas utilizan las de base profunda, lo cual facilita el montaje del neumático y aumenta el volumen de aire. Para obtener un buen asiento del neumático sobre el talón (sobre todo en caso de neumáticos sin cámara) hoy se utiliza casi exclusivamente el denominado talón Hump.

### 3.1.3 La cámara de aire:

Que es hermética y de goma, y sirve para mantener la presión de aire dentro del neumático. En la actualidad prácticamente solo se montan cubiertas sin cámara llamadas tubeless.

### 3.1.4 La válvula:

Que va fijada a la llanta o a la cámara, permite realizar el inflado y el desinflado del neumático, así como la modificación de la presión de acuerdo con la utilización.

### 3.1.5 Dimensiones y nomenclatura del neumático

Todo neumático en su parte exterior viene impreso ciertas características que ayudan al montaje y la selección del mismo (figura 3.5).

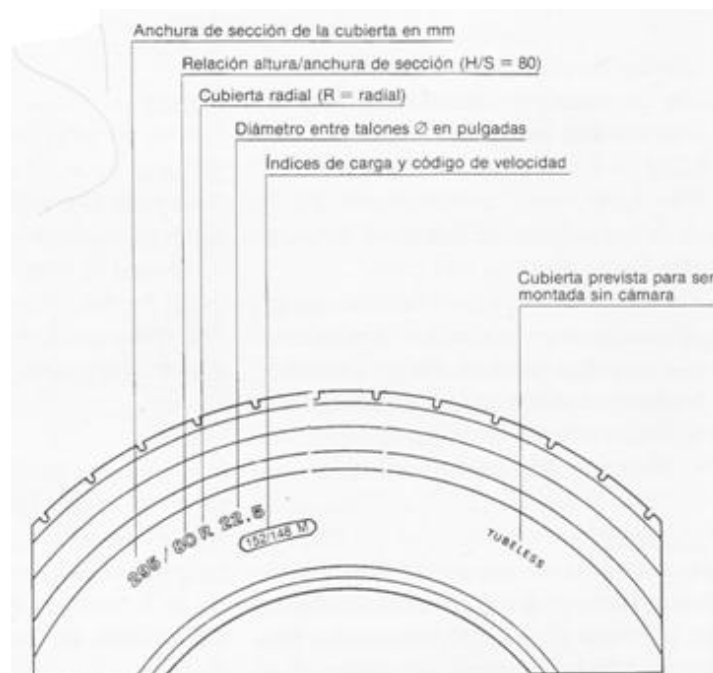
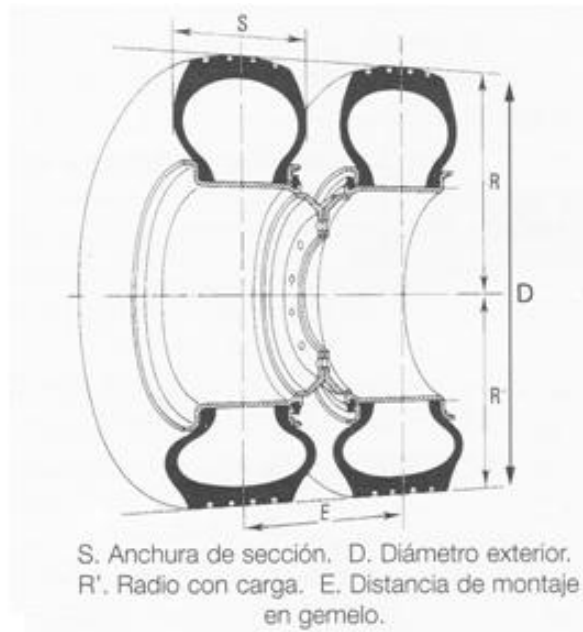


Figura 3.5 Nomenclatura de un neumático de camión

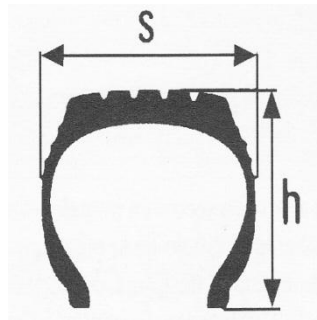
— **Anchura de sección:** esta se puede medir en mm. véase figura 3.6.





**Figura 3.6 Dimensiones del neumático**

- **Relación entre la altura de cubierta (h) y la anchura de sección(s):** esta relación se indica siempre en tanto por ciento (figura 3.7).



**Figura 3.7 Relación entre la altura de cubierta y la anchura de sección**

- **Diámetro entre talones:** para montaje en la llanta adecuada (en pulgadas).
- **Índice de carga:** es la carga máxima admisible por el neumático. Debe interpretarse por tablas. Cuando hay dos números, el primero es para montaje simple y el segundo para montaje en gemelo.
- **Código de velocidad:** es la letra que indica la velocidad máxima admisible por el neumático.

### 3.2 Proceso de montaje-desmontaje de neumáticos

No seguir los procedimientos para un montaje apropiado de la llanta puede tener como resultado la destrucción repentina de la llanta, y hasta accidentes vehiculares que pueden ocasionar inclusive pérdidas humanas.

El cambio de llantas aunque aparenta ser una actividad de rutina puede ser peligroso y por ello debe ser efectuado por personal entrenado, así como utilizando las herramientas y los procedimientos adecuados.

#### 3.2.1 Desmontaje de neumáticos

1. Siempre inspeccione el conjunto llanta / aro para verificar que los componentes están adecuadamente asentados antes de retirar la llanta del vehículo.
2. Desinfe las llantas completamente, retirando el núcleo de la válvula antes de retirar la llanta de su posición en el vehículo o antes de desensamblar los componentes.
3. Nunca levante, recueste o manipule el ensamble mientras el neumático o la llanta (en el caso de las tubulares) se está desinflando (figura 3.8).
4. Nunca intente desasentar los talones de un neumático o las cejas de una llanta inflada.
5. Nunca golpee la llanta o el aro con un martillo.

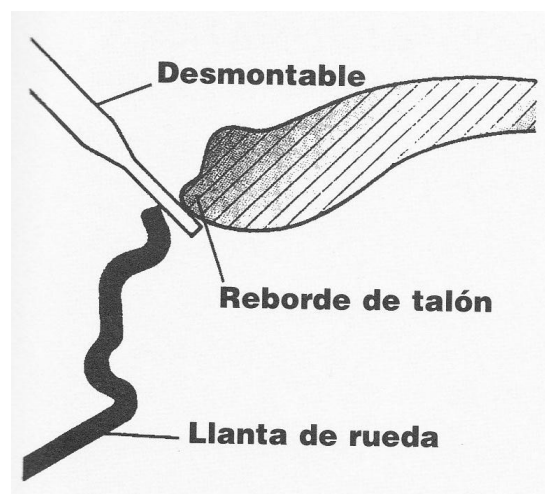
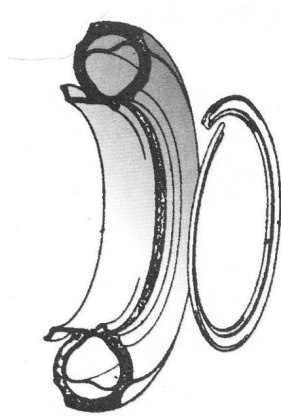


Figura 3.8 Desmontaje de la cubierta de la rueda

### 3.2.2 ENSAMBLE DE NEUMÁTICOS

1. Siempre inspeccione el interior de la llanta para detectar cuerdas sueltas, cortes, objetos penetrantes u otros daños en la carcasa.
2. Siempre inspeccione el interior de la llanta para detectar suciedad y materiales extraños y retírelos antes de montar el neumático (Cámara).
3. Nunca instale un neumático con arrugas o sucio.
4. Siempre use un neumático y protector nuevos con una nueva llanta.
5. Nunca use un neumático de medida menor o mayor que la recomendada por los fabricantes.
6. Utilice solo lubricantes aprobados de origen vegetal, no use anticongelante, silicona o lubricantes derivados del petróleo.
7. Nunca golpee la llanta o el aro con martillo.
8. Siempre asegúrese de que los componentes del aro estén asentados antes de inflar (figura 3.9).



**Figura 3.9 Montaje de la cubierta a la rueda**

9. Nunca sobrepase los 3 psi. de inflado sin colocar el conjunto llanta / aro en una jaula de seguridad y mantenga la llanta ahí hasta llegar a la presión final de operación.
10. Nunca intente asentar los anillos cuando la llanta esté total o parcialmente inflada.

11. Siempre inspeccione los núcleos de las válvulas asegurándose de que se encuentren en buen estado y retengan totalmente el aire.
12. Siempre infle las llantas en frío, a la presión recomendada por el fabricante del neumático.
13. Siempre use neumáticos y protector radiales con llantas radiales.

### 3.3 Máquinas desmontadoras

En nuestro medio a nivel industrial se comercializa varios modelos de Máquinas desmontadoras, en su mayoría están son de accionamiento hidráulico, lo que permite trabajar con rines de hasta 56 plg, lo que se ve reflejado en la economía, ya que estos equipos tienen un costo difícil de costear para pequeños talleres dedicados a esta profesión.



**Figura 3.10** Máquina Desmontadora Industrial (Accionamiento Hidráulico)

**NOTA:** la máquina a construirse posee accionamientos de tipo neumático, lo cual permitirá trabajar con pesos más moderados, y su fácil adquisición dentro de nuestro medio.

## **Sistemas neumáticos**

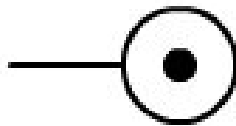
La neumática es una fuente de energía de fácil obtención y tratamiento para el control de máquinas y otros elementos sometidos a movimiento. La generación, almacenaje y utilización del aire comprimido resultan relativamente baratos y además ofrece un índice de peligrosidad bajo en relación a otras energías como la electricidad y los combustibles gaseosos o líquidos.

Se puede definir la Neumática como la parte de la Mecánica de Fluidos que se encarga de estudiar las aplicaciones en las que la energía motriz para realizar un determinado efecto útil se consigue al variar la presión de un gas, habitualmente el aire.

Dentro de una conexión neumática podemos encontrar los siguientes elementos:

### **3.3.5 Compresor:**

Dispositivo que sirve para comprimir un fluido, (ver figura 3.11) generalmente aire, a una presión dada. Existen dos categorías, las máquinas volumétricas (aumento de presión por reducción de volumen), y los turbocompresores (el aire arrastrado por una rueda móvil adquiere cierta velocidad, que se traduce en un aumento de presión en la rueda y en el difusor de salida).



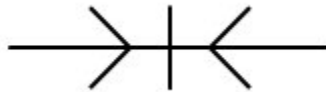
**Fig. 3.11: Símbolo de un compresor de aire.**

### **3.3.6 Acople rápido:**

Está compuesto por un cuerpo con válvula de retención y un niple de paso libre. La fijación de las partes se realiza mediante bolillas de rodamientos, que actúan automáticamente al presionar el niple en el alojamiento del cuerpo. Las medidas de fabricación son 1/4" y 3/8" con extremos escalonados tipo Push-Lok para conectar a mangueras o con roscas cilíndrica "BSP".

Se fabrica en acero, con tratamiento térmico y de galvanoplastia en los componentes críticos, (véase figura 3.12), procesos que le confieren una dureza y protección antioxidante con mínimo desgaste a través del tiempo.

Para otras aplicaciones existen alternativas en bronce.



**Fig. 3.12: Símbolo de un acoplamiento rápido para aire a presión.**

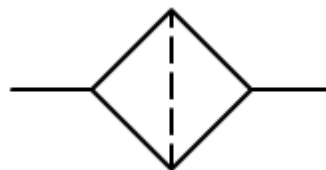
### **3.3.7 Unidad de mantenimiento:**

La unidad de mantenimiento está conformada por varios elementos, (véase figura 3.13) como son el filtro, drenador de condensado, manorreductor y el lubricador.



**Fig. 3.13: Símbolo de una unidad de mantenimiento.**

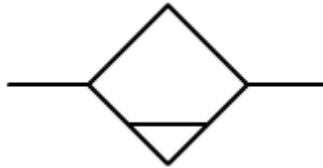
**Filtro:** se colocan a un principio de una instalación. Su finalidad es la de eliminar impurezas que lleva el aire y que provienen del mismo circuito (cascarillas, óxidos, virutas, pinturas, aislantes, etc.), (véase figura 3.14) que pueden dificultar el correcto movimiento de los elementos móviles de los aparatos que hay en el circuito.



**Fig. 3.14: Símbolo de un filtro de aire.**

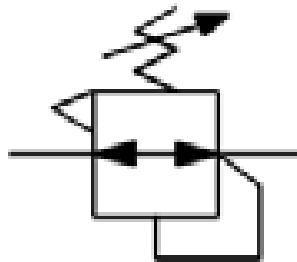
**Drenador de condensado:** el aire comprimido tal como sale del compresor contiene una gran cantidad de contaminantes tales como polvo y vapor de agua provenientes de la atmósfera, óxidos de las cañerías y aceite que escapa del compresor. Estos contaminantes deben ser eliminados para poder utilizar el aire comprimido en la forma más eficiente y económica, protegiendo válvulas, accionamientos y costosos equipos, evitando de esta forma, paradas innecesarias de producción para su mantenimiento.

El purgador para instalaciones de aire comprimido, (véase figura 3.15) consiste esencialmente en un cuerpo con boca de entrada dotado de medios de empalme a la conducción a purgar y boca de salida de aire y condensados a expulsar.



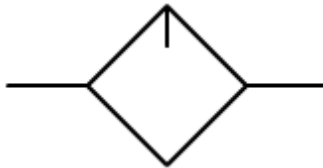
**Fig. 3.15: Símbolo de un drenador de condensado de aire.**

**Manorreductor:** este aparato tiene como finalidad el de reglar la presión a la que debe trabajar el circuito, (véase figura 3. 16) Normalmente la red de distribución es mayor que la que se utiliza en la instalación, razón por la cual las presiones se ajustaran a las necesidades por medio de este aparato.



**Fig. 3.16: Símbolo de un manorreductor de presión de aire.**

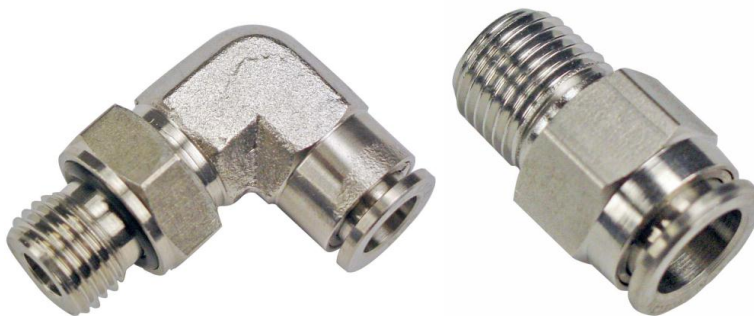
**Lubricador:** el aire de la tubería generalmente es húmedo. Esta humedad es causa de la oxidación de los aparatos del circuito, lo que dificulta su correcto funcionamiento. El engrasador como su palabra lo indica,(ver figura 3.17), tiene por finalidad engrasar el aire y a través de él los elementos de la instalación evitando su oxidación por una parte y por otra haciendo que los elementos móviles se deslicen sin dificultad.



**Fig. 3.17: Símbolo de un lubricador de aire.**

### **3.3.8 Racor:**

Es muy importante no olvidar que el aire comprimido que dirigimos a los diferentes componentes del circuito debe ser conducido a través de racords y tuberías,(ver figura 3.18), en general de pequeño diámetro, que aseguren rapidez en la conexión, que permitan la instalación con ausencia de fugas y que resistan bien la acción de la corrosión, vibraciones y esfuerzos mecánicos.



**Fig. 3.18: Racores de ensamble rápido.**

### **3.3.9 Manifold de válvulas:**

Permiten centralizar funciones de un depósito o varios de forma modular, mejorando la eficiencia del sistema y permitiendo un mejor control del proceso.



Un Manifold , (ver figura 3.19), aplicado en varias líneas permite limpiar un depósito mientras otro funciona en carga o en descarga sin riesgo que los productos de las distintas líneas se mezclen.



**Fig. 3.19: Manifolds de electroválvulas.**

### **3.3.10 Tapón plug:**

Son piezas roscadas que se utilizan para cerrar vías de conducción de aire en desuso o que han sido inutilizadas. Los tapones, (ver figura 3.20), pueden fabricarse de diferentes materiales, entre ellos de acero, hierro, plástico, etc. Su aplicación dependerá de la función a desempeñar y el ambiente a desarrollar dicha función.



**Fig. 3.20: Símbolo de conexión de presión cerrada.**

### 3.3.11 Silenciador plástico:

Al salir a la atmosfera el aire que se encuentra comprimido a una determinada presión a través del escape, produce un ruido agudo que puede llegar a ser molesto, por lo que se silencia poniendo este aparato, (véase figura 3.21).



Fig. 3.21: Símbolo de un silenciador de salida de aire.

### 3.3.12 Distribuidor 5/3 en posición normalmente cerrada:

Una válvula proporcional es una válvula que se basa en las leyes de la presión del líquido a distribuir entrada fuerzas a una o más líneas de salida. Una válvula de proporción, (ver figura 3.22), puede aumentar o disminuir las fuerzas de cada salida, en función de la sección transversal áreas de superficie de las líneas de salida. En el siguiente gráfico, tenemos una válvula de tres pasos y cinco vías, con el centro normalmente cerrado, este tipo de válvulas se la utiliza para accionar cilindros de doble efecto, teniendo presente también que el movimiento de estos debe ser graduable, ósea que se puede parar a la mitad de la carrera o puede retornar a su origen aun sin completar la carrera.

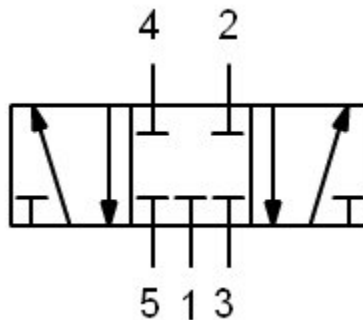


Fig. 3.22: Símbolo de un distribuidor 5/3, normalmente cerrado.

### 3.3.13 Tubo plástico (manguera):

Una manguera, (ver figura 3.23) es un tubo hueco diseñado para transportar fluidos de un lugar a otro. A las mangueras también se les llama tubos, aunque los tubos generalmente son rígidos mientras que las mangueras son flexibles. Las mangueras usualmente son cilíndricas. Para la unión de mangueras se utilizan distintos tipos de racores. Un racor es la pieza metálica o de otro material que empalman los distintos tramos de mangueras.



Fig. 3.23: Símbolo de una manguera de aire.

### 3.3.14 Regulador de flujo:

Las válvulas estranguladoras con retención, conocidas como válvulas reguladoras de velocidad, son híbridas. Desde el punto de vista de la estrangulación son válvulas de flujo y como tales se las emplea en neumática. La función de retención les hace ser al mismo tiempo una válvula de bloqueo.

El regulador de flujo, (ver figura 3.24) se alimenta con aire del suministro. Dicho regulador emite un flujo de aire controlado en una conexión en T. Una tubería de esta conexión se conecta a la válvula accionada por diafragma y la otra se deja abierta para que salga aire a la atmósfera.

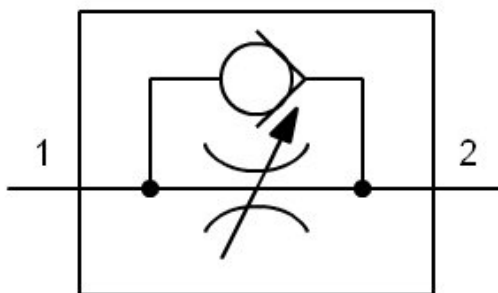


Fig. 3.24: Símbolo de un regulador de flujo de aire.

### 3.3.15 Cilindro neumático (doble acción):

La fuerza producida por un cilindro de accionamiento doble, (ver figura 3.25), en el sentido que consideramos positivo, no es igual a la fuerza que produce en el sentido negativo. Esto puede explicarse mirando el pistón del cilindro y recordando que:  $F = p \cdot S$

Observa que las superficies de las caras "frontal" y "posterior" del pistón no son iguales. La biela del pistón reduce el área de la cara "posterior". Así que aunque la presión del aire en ambos lados del pistón sea la misma, la fuerza producida será menor para un pistón en sentido negativo.

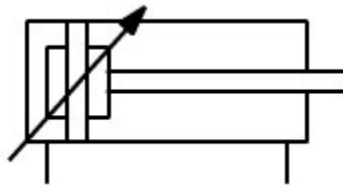


Fig. 3.25: Símbolo de un cilindro neumático.

### 3.3.16 Válvula antirretorno:

Son aquellas que impiden el paso del aire en un sentido y lo dejan libre en el contrario, (ver figura 3.26). Tan pronto como la presión de entrada en el sentido de paso aplica una fuerza superior a la del resorte incorporado, abre el elemento de cierre del asiento de la válvula.

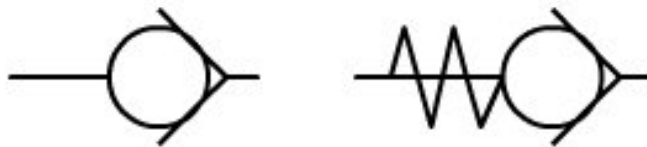


Fig. 3.26: Símbolo de una válvula antirretorno.

### 3.4 Accionamientos eléctricos

Los componentes o aparatos eléctricos y electrónicos resultan imprescindibles en el mando y control de circuitos neumáticos, todo el conjunto de una maniobra forma parte del automatismo. Su complejidad dependerá directamente de las funciones que tengan que desarrollarse para la ejecución de una determinada maniobra, secuencia o programa.

Los procesos pueden ser repetitivos, de un solo ciclo, secuenciales, etc. La complejidad y dificultad de un proceso puede dar lugar a la utilización de sofisticados programas con elaboración de información y la ejecución de las maniobras a base de ordenadores con sus correspondientes autómatas.

#### 3.4.5 Redes de distribución:

Las redes o líneas de distribución, (ver figura 3.27), son trifásicas y de corriente alterna a una frecuencia de 60 Hz (herzios) o ciclos por segundo. Las fases se denominan: R – S – T ò I - II - III y al neutro 0. La diferencia de potencial entre fases o entre fase y neutro viene dada en voltios. Si la red es de 220 voltios entre fases, la tensión entre fase y neutro es  $220/\sqrt{3} = 127 \text{ v}$ .

Los principios de un bobinado, ejemplo correspondiente a un motor, se designan con las letras U – V –W y los finales con las letras X – Y –Z.

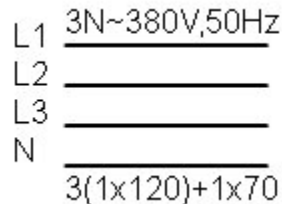
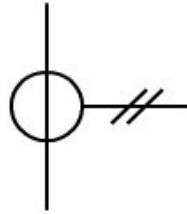


Fig. 3.27: Simbología de una red de distribución

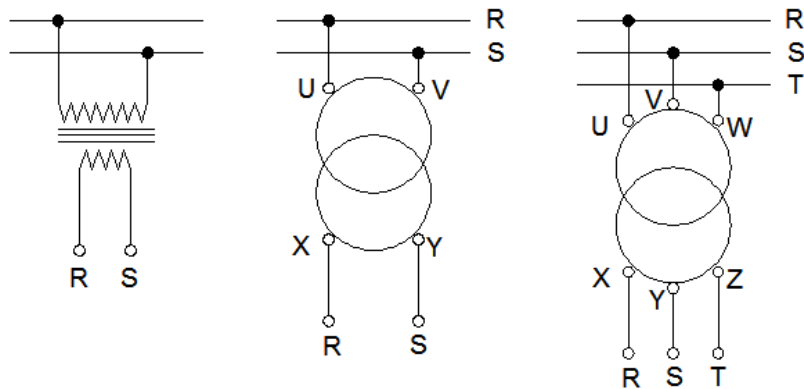
#### 3.4.6 Transformador de corriente

En muchos circuitos de maniobra con elementos eléctricos, se da la circunstancia de que se alimentan con tensiones no habituales en redes de distribución, como son por ejemplo: 110v, 48v, 24v, 12v, etc. Con los transformadores, (ver figura 3.28), se puede aumentar o reducir la tensión de la red.



**Fig. 3.28: Símbolo de un transformador de corriente.**

Los transformadores eléctricos, (véase figura 3.29), constan básicamente de un primario, que se conecte a la red, un núcleo magnético y un secundario donde se toma la corriente para la utilización.



**Fig. 3.29: Elementos de un transformador de corriente.**

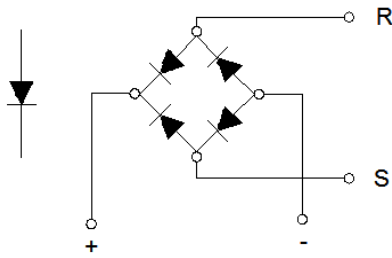
### 3.4.7 Rectificadores:

Los rectificadores son elementos eléctricos que convierten una corriente alterna, dos sentidos, en corriente continua, un sentido de la corriente.



**Fig. 3.30: Símbolo de un rectificador de corriente.**

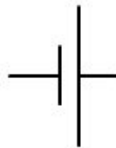
Los rectificadores eléctricos,(ver figura 3.30), pueden rectificar corrientes monofásicas, bifásicas y trifásicas, (ver figura 3.31). Existen varios tipos de conexión como: puente, push-pull y semionda.



**Fig. 3.31: Disposición de un rectificador.**

### 3.4.8 Baterías:

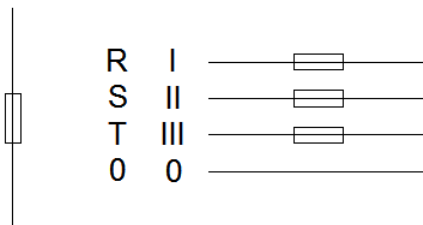
Batería, batería eléctrica, acumulador eléctrico o simplemente acumulador, se le denomina al dispositivo que almacena energía eléctrica, (ver figura 3.32), usando procedimientos electroquímicos y que posteriormente la devuelve casi en su totalidad; este ciclo puede repetirse por un determinado número de veces. Se trata de un generador eléctrico secundario; es decir, un generador que no puede funcionar sin que se le haya suministrado electricidad previamente mediante lo que se denomina proceso de carga.



**Fig. 3.32: Símbolo de una pila o acumulador.**

### 3.4.9 Fusibles:

El fusible es un elemento importante del circuito eléctrico, (ver figura 3.33), cuya misión es la de protegerlo de intensidades producidas por cortocircuitos. El fusible debe ser el inicio de todo circuito eléctrico. Todas las fases llevarán fusible. El fusible será adecuado a la corriente que deba proteger.



**Fig. 3.33: Símbolo de un fusible.**

### 3.4.10 Interruptor normalmente abierto(NA):

Los interruptores son aparatos eléctricos con los que se abre o se cierra un circuito,(ver figura 3.34), es decir, se le corta el paso a la corriente o se le da paso. Los interruptores son accionados manualmente. Cuando se accionan los interruptores por medio de un electroimán se llaman relés o contactores.

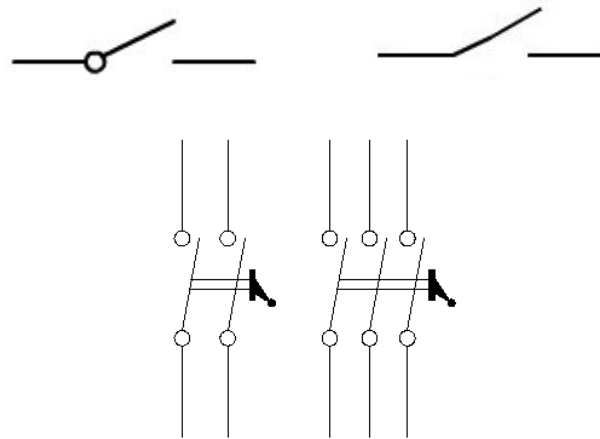


Fig. 3.34: Símbolo y funcionamiento un interruptor normalmente abierto.

### 3.4.11 Pulsadores:

Los pulsadores, (ver figura 3.35) son elementos auxiliares utilizados en maniobras de marcha y parada de circuitos eléctricos. Existe una gran variedad de pulsadores entre los llamados de marcha y parada, pudiendo ser mixtos y múltiples.

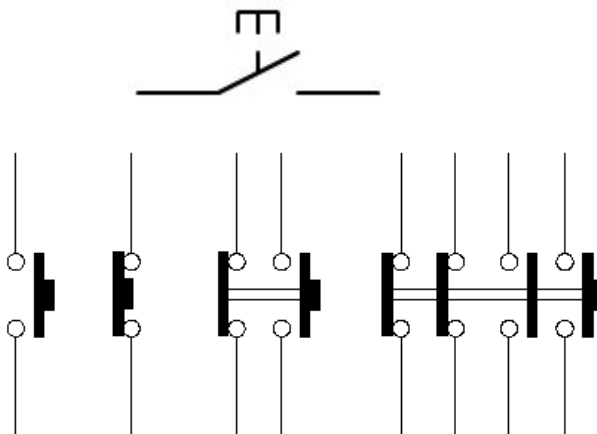


Fig. 3.35: Símbolo y funcionamiento de un pulsador.



### 3.4.12 Conmutadores:

Los conmutadores, (ver figura 3.36), permiten seleccionar uno de los varios circuitos posibles. Los hay simples y múltiples como los que aquí se representan.

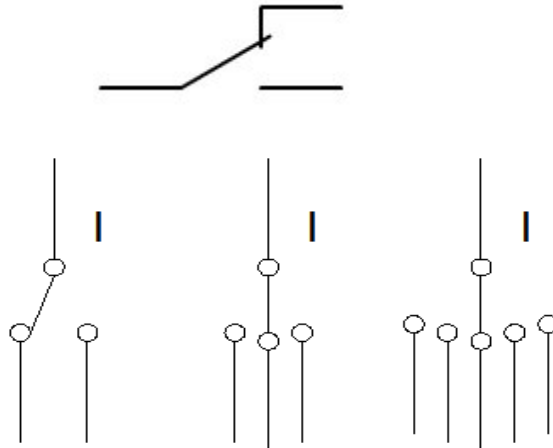


Fig. 3.36: Símbolo y funcionamiento de un conmutador.

### 3.4.13 Finales de carrera:

Los fines de curso o de carrera son pulsadores de marcha y parada accionados por dispositivos mecánicos móviles, (ver figura 3.37). Existe una gama muy extensa de fines de carrera, dependiendo su forma, construcción y accionamiento del circuito mecánico y eléctrico a que se aplique.

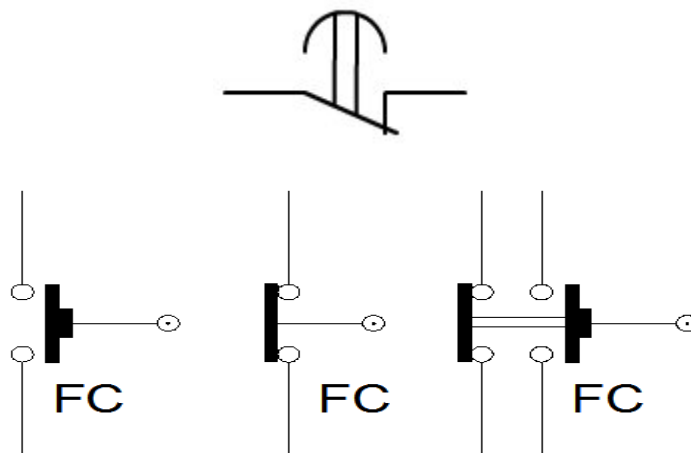


Fig. 3.37: Símbolo y funcionamiento de un dispositivo de fin de carrera.

### 3.4.14 Relé:

El relé o relevador, es un dispositivo electromecánico, (ver figura 3.38 - 3.39). Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

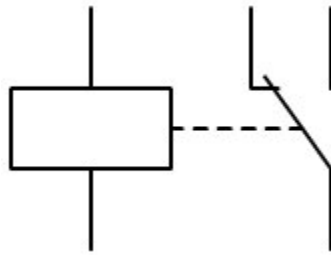


Fig. 3.38: Símbolo de un relé.

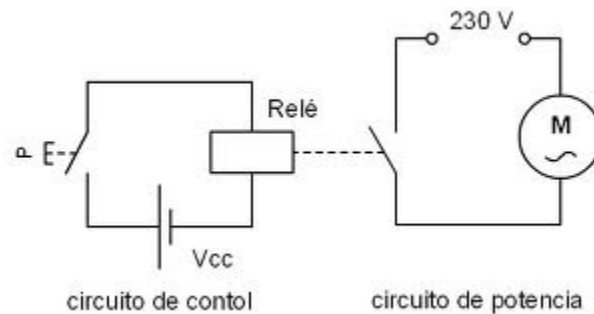


Fig. 3.39: Funcionamiento de un relé.

### 3.4.15 Contactor:

Un Contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, (véase figura 3.40), ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos)



Fig. 3.40: Símbolo de un contactor.

### 3.4.16 Electroválvulas:

Una electroválvula es una válvula electromecánica, (véase figura 3.41), diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. La válvula está controlada por una corriente eléctrica a través de una bobina selenoidal.

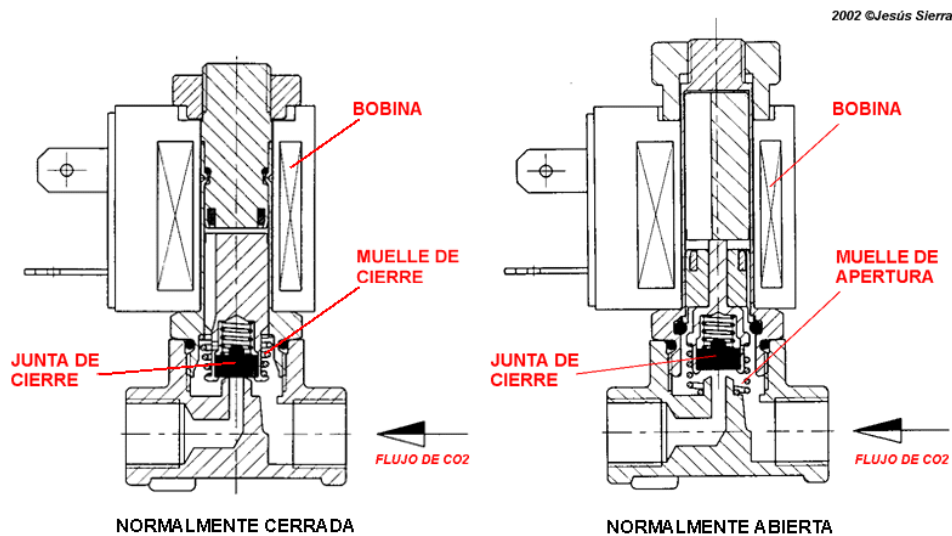


Fig. 3.41: Esquema de funcionamiento de una electroválvula.

No se debe confundir la electroválvula con válvulas motorizadas, que son aquellas en las que un motor acciona el cuerpo de la válvula.

### 3.4.17 Bobinas:

Con el nombre genérico de bobina se designa a un electroimán formado por: circuito magnético (parte fija 1) y parte móvil (2) resortes que separan la parte móvil de la fija y bobina (3). Al excitarse la bobina, el núcleo o parte fija atrae a la armadura o parte móvil, arrastrando al mismo tiempo los contactos y cambiándolos de posición. Los contactos abiertos se cierran y los contactos cerrados se abren.

Al abrirse el circuito de alimentación a la bobina los resortes vuelven a separar el núcleo de la armadura, (ver figura 3. 42), volviendo los contactos a la posición inicial.

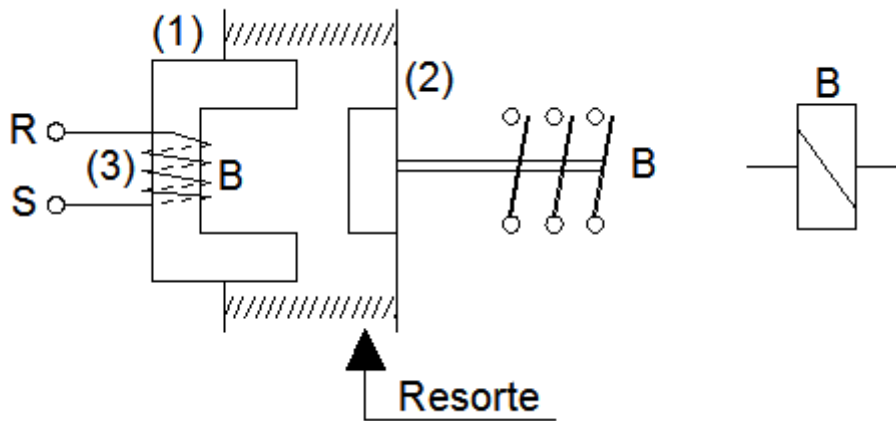


Fig. 3.42: Funcionamiento y símbolo de una bobina.

### 3.4.18 Motor eléctrico:

Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas, (véase figura 3.43). Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores. Los motores eléctricos de tracción usados en locomotoras realizan a menudo ambas tareas, si se los equipa con frenos regenerativos.

Son ampliamente utilizados en instalaciones industriales, comerciales y particulares. Pueden funcionar conectados a una red de suministro eléctrico o a baterías.

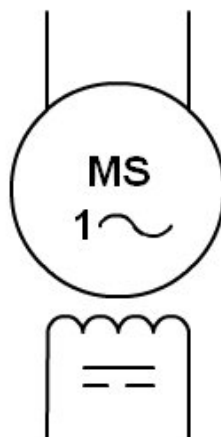
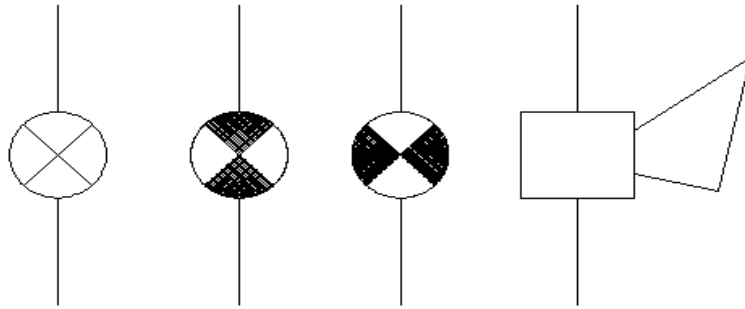


Fig. 3.43: Símbolo de un motor síncrono monofásico.

### 3.4.19 Señalización:

Para la señalización de las maniobras, estado de un circuito, etc., se utilizan señales luminosas y señales acústicas.

Las señales luminosas corresponden a las lámparas, (ver figura 3.44) y las acústicas a timbres, claxon o sirenas.



**Fig. 3.44: Símbolo de luz de aviso y señales acústicas.**

## 4.- METODOLOGÍA

Con el fin de llegar a diseñar y construir un prototipo de máquina desmontadora de neumáticos de Rin (20-24), se utilizara las siguientes ecuaciones, las mismas que se detalla su fuente de extracción.

### 4.1 Fórmulas matemáticas utilizadas

#### 4.1.1 DEFORMACIÓN UNITARA

$$\epsilon = \frac{\delta}{l} \quad (\text{Ec. 4.1})$$

**Dónde:**

$\delta$  = Longitud de acortamiento (m)

$l$  = Longitud inicial (sin acortamiento) (m)

**Fuente:** (Mecánica de materiales, Ferdinand P. Beer, 2001, pag 49)

#### 4.1.2 TENSIÓN DE COMPRESIÓN

$$\sigma = E \times \epsilon \quad (\text{Ec. 4.2})$$

**Dónde:**

$E$  = Módulo de elasticidad (GPa)

$\epsilon$  = Deformación unitaria

**Fuente:** (Mecánica de materiales, Ferdinand P. Beer, 2001, pag 56)

### 4.1.3 MÓDULO DE ELASTICIDAD

El módulo de elasticidad (**E**) es la medida de la tenacidad y rigidez del material, o su capacidad elástica. Mientras mayor el valor (módulo), más rígido el material. A la inversa, los materiales con valores bajos son más fáciles de doblar bajo carga.

En la mayoría de aceros y aleaciones endurecibles por envejecimiento, el módulo varía en función de la composición química, el trabajado en frío y el grado de envejecimiento.

**Dónde:**

$$E_{acero} = 190 - 210 \text{ GPa}$$

$$E_{caucho} = 0.0007 - 0.0004 \text{ GPa}$$

$$E_{hierro\ gris} = 97 \text{ GPa}$$

**Fuente:** [es.wikipedia.org/wiki/Elasticidad\\_\(mecánica\\_de\\_sólidos\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Elasticidad_(mecánica_de_sólidos))

### 4.1.4 FUERZA AXIAL PARA MONTAJE O DESMONTAJE EN AJUSTES CON APRIETO

$$F_a = \mu_c \times p_c \times \pi \times d_c \times L \quad (\text{Ec. 4.3})$$

**Dónde:**

$\mu_c$  = Coeficiente de rozamiento

$p_c$  = Presión de contacto entre las superficies (Pa)

$d_c$  = Diámetro de la superficie de contacto (dimensión básica) (m)

L = Longitud del cilindro (ancho del asiento del neumático) (m)

**Fuente:** [www.utp.edu.co/~lvanegas/dis1/Cap10.pdf](http://www.utp.edu.co/~lvanegas/dis1/Cap10.pdf)

#### 4.1.5 COEFICIENTE DE FRICCIÓN

El coeficiente de rozamiento o coeficiente de fricción expresa la oposición al movimiento que ofrecen las superficies de dos cuerpos en contacto, (véase tabla 4.1). Es un coeficiente adimensional. Usualmente se representa con la letra griega  $\mu$ .

**Tabla 4.1:** Coeficientes de rozamiento cinético para diferentes materiales

Superficies en contacto	Coefficiente dinámico $\mu_k$
Acero sobre acero	0.18
Acero sobre hielo (patines)	0.02-0.03
Acero sobre hierro	0.19
Hielo sobre hielo	0.028
Patines de madera sobre hielo y nieve	0.035
Goma (neumático) sobre terreno firme	0.4-0.6
Correa de cuero (seca) sobre metal	0.56
Bronce sobre bronce	0.2
Bronce sobre acero	0.18
Roble sobre roble en la dirección de la fibra	0.48

**Fuente:** Koshkin, Shirkévich. *Manual de física elemental*. Editorial Mir 1975.



**Tabla 4.2:** Coeficientes de rozamiento estático y dinámico

Superficies en contacto	Coeficiente estático $\mu_e$	Coeficiente dinámico $\mu_k$
Cobre sobre acero	0.53	0.36
Acero sobre acero	0.74	0.57
Aluminio sobre acero	0.61	0.47
Caucho sobre concreto	1.0	0.8
Madera sobre madera	0.25-0.5	0.2
Madera encerada sobre nieve húmeda	0.14	0.1
Teflón sobre teflón	0.04	0.04
Articulaciones sinoviales en humanos	0.01	0.003

**Fuente:** Serway. Física. Editorial McGraw-Hill. (1992)

#### 4.1.6 ROZAMIENTO DE CHUMACERAS DE COLLAR

$$M = \frac{2}{3} \times \mu_c \times P \times \frac{(R_2^3 - R_1^3)}{(R_2^2 - R_1^2)} \quad (\text{Ec, 4.4})$$

**Dónde:**

$\mu_c$  : Coeficiente de rozamiento

**P:** Fuerza de empuje axial (N)

$R_2$  : Radio exterior de rozamiento (m)

$R_1$  : Radio interior de rozamiento (m)

**Fuente:** (Mecánica Vectorial, Russel C. Hibbeler, 10 edición, pág. 421)

#### 4.1.7 ROZAMIENTO

Se define como fuerza de **rozamiento** o fuerza de **fricción**, entre dos superficies en contacto, a aquella que se opone al movimiento entre ambas superficies (*fuerza de fricción dinámica*) o a la fuerza que se opone al inicio del movimiento (*fuerza de fricción estática*). Se genera debido a las imperfecciones, mayormente microscópicas, entre las superficies en contacto.

Estas imperfecciones hacen que la fuerza perpendicular **R** entre ambas superficies no lo sea perfectamente, si no que forme un ángulo  $\varphi$  con la *normal* **N** (el ángulo de rozamiento). Por tanto, la fuerza resultante se compone de la fuerza normal **N** (perpendicular a las superficies en contacto) y de la fuerza de rozamiento **F**, paralela a las superficies en contacto.

$$F_r = \mu \times N \quad (\text{Ec, 4.5})$$

**Dónde:**

**N** = Fuerza Normal o equivalente del peso. (N)

**$\mu$**  = Coeficiente de Fricción

**Fuente:** [es.wikipedia.org/wiki/Fricción](https://es.wikipedia.org/wiki/Fricción)

#### 4.1.8 MOMENTO DE TORSIÓN RESISTENTE DE UN AJUSTE A PRESIÓN

Para producir rotación relativa entre dos cilindros huecos que se montan con interferencia, se debe vencer la fuerza de fricción mediante cierto par de torsión. Este par, *T*, es entonces el par de torsión máximo que se podría transmitir con el ajuste sin que exista deslizamiento de las superficies. El par de torsión es igual a la fuerza de fricción multiplicada por el radio de la superficie de contacto ( $dc/2$ ).

Entonces:

$$T = F_{\mu} \frac{d_c}{2} = \mu \times p_c \times \pi \times d_c \times L \frac{d_c}{2} =$$

$$T = 0.5 \times \mu \times p_c \times \pi \times d_c^2 \times L \quad (\text{Ec.4.6})$$

**Donde:**

$p_c$  = Presión de contacto entre las superficies

$\mu_c$  = Coeficiente de rozamiento

$d_c$  = Diámetro de la superficie de contacto (dimensión básica)

L = Longitud del cilindro

Fuente: [www.utp.edu.co/~lvanegas/disl/Cap10.pdf](http://www.utp.edu.co/~lvanegas/disl/Cap10.pdf)

#### 4.1.9 ESFUERZOS UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDOS

##### Tracción

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (\text{Ec. 4.7})$$

##### Compresión

$$\tau = \frac{F}{A} \quad (\text{Ec. 4.8})$$

**Donde:**

F = fuerza

A = Área

#### 4.1.10 TORSIÓN

##### Angulo de torsión de una barra circular

$$\theta = \frac{Tl}{GJ} \quad (\text{Ec. 4.9})$$

**Donde:**

T = Momento Torsionante

l = Longitud de barra

G = Módulo de rigidez

J = Momento polar de inercia del área transversal

#### 4.1.11 Esfuerzo cortante

$$\tau_{max} = \frac{Tr}{J} \quad (\text{Ec. 4.10})$$

**Donde:**

r = radio del eje

#### 4.1.12 Momento polar de inercia de una sección transversal

##### Sección circular maciza

$$J = \frac{\pi d^4}{32} \quad (\text{Ec. 4.11})$$

**Donde:**

d = Diametro del eje

#### 4.1.13 Sección circular hueca

$$J = \frac{\pi}{32} (d^4 - d_i^4) \quad (\text{Ec. 4.12})$$

**Donde:**

d<sub>i</sub> = Diámetro interior

#### 4.1.14 Potencia a transmitir (sistema ingles gravitacional) Hp

$$H = \frac{2\pi Tn}{(33\ 000)(12)} = \frac{FV}{33\ 000} = \frac{Tn}{63\ 000} \quad (\text{Ec. 4.13})$$

**Donde:**

T = momento de torsión, lb pulg

n = Velocidad de rotación, rpm

F = fuerza en la superficie exterior, lb

V = velocidad periférica, pie/min

**4.1.15 Momento de torsión**

$$T = \frac{63\,000\,H}{n} \quad (\text{Ec. 4.14})$$

**Potencia a transmitir (sistema internacional) W**

$$H = T\omega \quad (\text{Ec. 4.15})$$

**Donde:**

T = momento de torsión, N m

$\omega$  = Velocidad angular, rad/seg      1

#### 4.1.16 NEUMÁTICA

Como ya se ha dicho anteriormente, en la mayoría de los casos, para herramientas neumáticas no es necesario hacer cálculos, ya que los fabricantes nos proporcionan las herramientas necesarias, pero en otras ocasiones debemos calcular los elementos, generalmente cuando se trata de actuadores.

Cualquier fluido, y en particular el aire almacenado en un recipiente ejercerán una fuerza perpendicular sobre las paredes del mismo. La fuerza ejercida por unidad de superficie se denomina Presión ( $p$ ):

$$p = \frac{F}{S} \quad (\text{Ec. 4.16})$$

**En el sistema internacional**

$p$  = Presión (Pa)

$F$  = Fuerza perpendicular a la superficie (N)

$S$  = Área de la superficie en que actúa la fuerza ( $m^2$ )

En la siguiente tabla se puede observar la relación entre las diferentes unidades.

**Tabla 4.3: Equivalencias de las diferentes unidades de presión.**

Nombre	Símbolo	Equivalencia en Pascales
Pascal	$\text{Pa} \left( \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \right)$	1 Pa
Atmosfera	atm	$1,01325 \times 10^5 \text{ Pa}$
Bar	bar	$100000 \text{ Pa} = 10^5 \text{ Pa}$
Milímetro de Mercurio	mm Hg	133 Pa
Kilopondio por centímetro cuadrado	$\text{kp}/\text{cm}^2$	98100 Pa
Torr	torr	133 Pa

Otras equivalencias son:

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg} = 1013.25 \text{ mbar} (\text{milibares})$$

$$1000 \text{ mbar} = 1 \text{ bar}$$

$$1 \text{ atm} \sim 1 \text{ bar} \sim 1 \frac{\text{kp}}{\text{cm}^2}$$

El aire existente en la atmosfera terrestre ejerce una determinada presión sobre la superficie terrestre, denominada presión atmosférica, la cual es variable, y de valor cercano a una atmosfera. La presión atmosférica se mide con barómetros.

Las presiones de los sistemas neumáticos se consideran sin tener en cuenta el efecto de la presión atmosférica y se denomina **presión relativa**. Si se le suma la presión atmosférica se denomina presión absoluta.

$$P_{abs} = P_{rel} + P_{atm} \quad (\text{Ec. 4.17})$$

La presión relativa se mide con manómetros.

Debemos conocer el consumo de los cilindros neumáticos por:

1. Si ha de adquirirse una unidad de generación de aire comprimido, debemos saber el consumo de los actuadores.
2. Si una aplicación es insertada en una red existente, el cálculo del consumo servirá para verificar si el compresor instalado tiene la capacidad suficiente.

El consumo de aire en un cilindro se calcula respetando las condiciones que indica la norma **ISO**:

**Temperatura** = 20 °C

**Presión** = 1 atm

**Humedad relativa** = 65%

El cálculo del consumo parte obteniendo el volumen de ambas cámaras en el caso de un cilindro de doble efecto.

El consumo de un cilindro neumático puede calcularse como:

- **Cámara principal:**

$$V = A \times L \quad (\text{Ec. 4.18})$$

$$V = \left(\frac{\pi \times D^2}{4}\right) \times L \quad (\text{Ec. 4.19})$$

$$V = \frac{\pi}{4}(D^2) \times L$$

**Dónde:**

V = Volumen del cilindro ( $m^3$ )

A = Área del cilindro ( $m^2$ )

D = Diámetro del cilindro ( $m$ )

L = Longitud de carrera del cilindro ( $m$ )

✓ **Cámara anular:**

$$V = (A_{cilindro} - A_{vastago}) \times L$$

$$V = \frac{\pi \times (D^2 - d^2)}{4} \times L$$

**Dónde:**

d = diámetro del vástago

Si sumamos ambas cámaras tendremos el total del cilindro:

$$V_{cil} = \frac{\pi \times (2D^2 - d^2)}{4} \times L$$

Una vez calculada esta expresión, ya conocemos el consumo de aire a una determinada presión de trabajo. Para transformar este volumen a condiciones normales habrá que aplicar la ley de Boyle – Mariotte.

La presión absoluta es la indicada por el manómetro mas la presión atmosférica, es decir:

$$P_{abs} = P_{rel} + P_{atm}$$

Aplicando la ley de Boyle-Mariotte par gases cuya temperatura se mantiene constante

$$P_{abs} \times V_{cil} = P_{atm} \times V_{aire}$$

Despejamos el volumen del aire y nos queda

$$V_{aire} = \frac{P_{abs} \times V_{cil}}{P_{atm}} \quad (\text{Ec. 4.20})$$



**Dónde:** $P_{abs}$  = Presión Absoluta (bar) $V_{cil}$  = Volumen total del cilindro ( $m^3$ ) $P_{atm}$  = Presión Atmosférica (atm)Suponemos que la presión atmosférica es de  $1 \frac{kp}{cm^2}$ 

$$V_{aire} = \frac{(P_{rel} + 1) \times V_{cil}}{P_{atm}}$$

Si queremos la expresión en litros será

$$V_{aire} = \frac{(P_{rel} + 1) \times V_{cil}}{1000 \times 1}$$

Esta última expresión nos da el volumen de aire que se extrae en la atmosfera al trabajar con un cilindro de doble efecto

Cabe destacar que el volumen de aire obtenido es el correspondiente a un ciclo, por lo tanto para saber el volumen por proceso se debe multiplicar el resultado por la cantidad de ciclos realizados en una operación de la máquina.

✓ **Caudal**

Es el volumen del fluido que atraviesa, por unidad de tiempo, una sección transversal de una conducción.

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{S \times L}{t} = S \times v \quad (\text{Ec. 4.21})$$

**Dónde:**

$Q$  = Caudal, se mide en  $\frac{m^3}{min}$  en el sistema internacional, aunque normalmente se emplea  $\frac{litros}{segundo} = \frac{l}{s}$

 $V$  = Volumen, normalmente en  $m^3$  o l $S$  = Sección transversal del conducto, normalmente en  $m^2$  $l$  = Longitud del conducto, en m $t$  = Tiempo, en s.

#### 4.1.17 COEFICIENTE NORMATIVO

$N = 1.25 - 1.5$  para materiales excepcionalmente confiables usados bajo condiciones controladas y sujetos a cargas y esfuerzos que puedan determinarse con exactitud. Una consideración muy importante es que casi siempre se unas para pesos pequeños.

$$N = 1.25 \quad (\text{Ec. 4.22})$$

Fuente: (Diseño de máquinas, A. Deutschman & W. Michels & C. Wilson, 1987)

#### 4.1.17.1 Diseño de transmisión por bandas

##### 4.1.17.1.1 Coeficiente de corrección de la potencia

Este coeficiente considera los siguientes factores, tipo de motor, máquina conducida y horas de servicio.

$$P_c = P \times F_{cp}$$

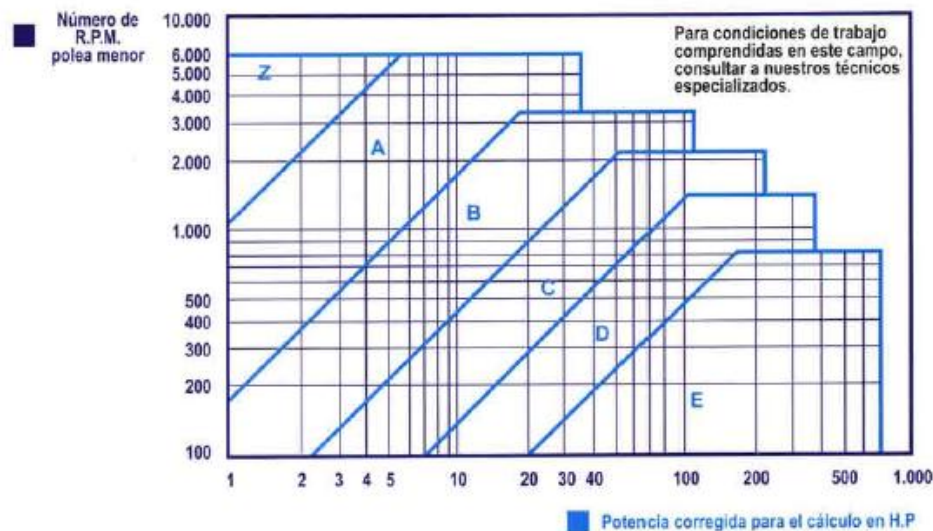
##### 4.1.17.1.2 Sección de la correa

Se determina en función de la Potencia a transmitir corregida, y las revoluciones por minuto de la polea menor, (ver tabla 4.4).

**Dónde:**

$$n_{\text{Motor}} = 1740 \text{ rpm} \quad P = 2 \text{ HP}$$

Tabla 4.4: Relación entre la potencia y el número de revoluciones



### 4.1.17.1.3 Relación de transmisión

Dónde:

$n_{\text{Motor}} = \text{rpm}$

$n_{\text{polea mayor}} = \text{rpm}$

$$K = \frac{N}{n} = \frac{D}{d}$$

### 4.1.17.1.4 Elección de los diámetros primitivos de las poleas

En este caso se debe verificar que el diámetro primitivo de la polea menor ( $d$ ) no esté por debajo de lo aconsejado, (ver tabla 4.5).

Tabla 4.5: Diámetros recomendados para poleas

Tabla N° 1							Tabla N° 1						
$\emptyset$ mm	Z	A	B	C	D	E	$\emptyset$ mm	Z	A	B	C	D	E
50							315	••	••	••			
53							355	•	•	•		••	
56							375		•	•		•	
60	•						400	••	••	••	••		
63	••						425					•	
67	•						450	•	•	•		••	
71	••	•					475					•	
75	•	•					500	••	••	••	••	••	••
80	••	•					530						•
90	•	••					560	•	•	•	•	•	••
95		•					600		•				
100	••	••					630	••	••	••	••	••	••
106		•					670						•
112	•	••	•				710	•	•	•	•	•	••
118		•	•				750		•			•	
125	••	••	•				800		••	••	••	••	••
132		•	•				900		•	•	•	•	•
140	•	••	••				1000		••	••	••	••	••
150	•	•	•				1060					•	
160	••	••	••				1120				•	•	
170			•				1250			••	••	••	••
180	•	••	••	•			1400		•		•	•	
200	••	••	••	••			1500				•	•	
212				•			1600			••	••	••	
224	•	•	•	••			1800				•	•	
236				•			1900						•
250	•	••	••	••			2000					••	••
265				•			2240						•
280		•	•	••			2500						••
300		•	•	•			3000						

Según normas BS 3790

• Diámetro especificado.

•• Diámetro especialmente recomendado.

**IMPORTANTE:** Al aumentar el diámetro de polea aumenta la vida útil de la correa.

Conociendo el diámetro primitivo de la polea menor ( $d$ ) se obtiene el diámetro de la polea mayor con la fórmula siguiente:

$$D = K \times d$$

#### 4.1.17.1.5 Distancia entre ejes

Cuando la distancia entre ejes ( $I$ ) no está establecida se puede determinar con el siguiente criterio

**Para  $K$  comprendidos entre 1 y 3**

$$I \geq \frac{(K + 1)d}{2} + d$$

**Para  $K \geq 3$**

$$I \geq D$$

#### 4.1.17.1.6 Longitud primitiva de la correa

La longitud primitiva de la correa se determina con

$$L = 2 \times I + 1.57(d + D) + \frac{(D - d)^2}{4 \times I}$$

#### 4.1.17.1.7 Factor de corrección de longitud de la correa

Siendo la frecuencia con la que flexiona la correa sobre las poleas inversamente a su longitud, se debe establecer un factor de corrección del largo (Fcl) que compense la prestación base (Fcl = 1) que se obtiene de los desarrollos 055, A68, B60, C144, D240, E285, de manera que todo largo superior a los indicados para cada sección, aumentara la prestación base de la correa y será  $Fcl > 1$  y por contraposición los largos inferiores, que disminuirán la prestación, tendrán  $Fcl < 1$ .

$$Fcl = 0.84$$

#### 4.1.17.1.8 Determinación del ángulo de contacto en grados

El ángulo de contacto ( $\alpha$ ) de la correa sobre la p Polea menor se la determina con la siguiente formula:

$$\alpha = 180^\circ - 57^\circ \frac{D - d}{I}$$

#### 4.1.17.1.9 Factor de corrección de arco de contacto

Con un arco de contacto de  $180^\circ$  sobre al p Polea mayor, se obtiene la prestación optima de la correa, pero como en la práctica este es normalmente menor y afecta la vida útil de la

correa, para mantener un correcto nivel de prestación, se debe disminuir la prestación base multiplicándola por un factor de corrección del arco de contacto ( $F_{c\alpha}$ ) menor que 1.

$$F_{c\alpha} = 0.94$$

#### 4.1.17.1.10 Velocidad de la correa

La velocidad tangencial de la correa no debe sobrepasar los 30m/s, en caso de ser necesario velocidades superiores se debe utilizar poleas especiales.

La velocidad tangencial expresada en metros por segundo, se obtiene de la siguiente formula:

$$V_t = \frac{\pi \times d \times N}{60 \times 1000}$$

#### 4.1.17.1.11 Prestación base

La prestación base ( $P_b$ ) en HP por correa para arco de contacto de  $180^\circ$ ,

$$P_b = 0.90$$

Además se debe agregar una prestación adicional por la relación de transmisión

$$P_{bk} = P_b + \text{prestación adicional por relación de transmisión}$$

#### 4.1.17.1.12 Potencia efectiva por correa

Se obtiene de la siguiente formula

$$P_e = P_{bk} \times F_{cl} \times F_{c\alpha}$$

#### 4.1.17.1.13 Cantidad de correas

$$Cant \text{ correas} = \frac{P_c}{P_e}$$

**NOTA:** Todas las formulas de calculo de bandas son extraidas del catalogo DUNLOP, empresa fabricante de bandas.

## 4.2 RESULTADOS

### 4.2.1 Medidas de trabajo de la máquina

#### 4.2.1.1 Dimensiones de las ruedas a desmontar

En la tabla (4.6) se describe las dimensiones principales del Neumático a ser desmontado.

Tabla 4.6: Dimensiones máximas del neumático a montar-desmontar.

Neumático Rin (20-24)	
Denominación	Dimensiones
Diámetro exterior	Max 1.3 m
Ancho rueda	Max 0.5 m
Diámetro de sujeción	Max 0.28 m
Diámetro de destalonamiento	Max 24.5 "
Peso del neumático	Max 1350 N

#### 4.2.1.2 Altura desde el centro del eje del mandril rotatorio, con respecto a la superficie.

Para determinar esta altura, se tomara en cuenta el diámetro máximo del neumático RIN 24, (véase figura 4. 1).

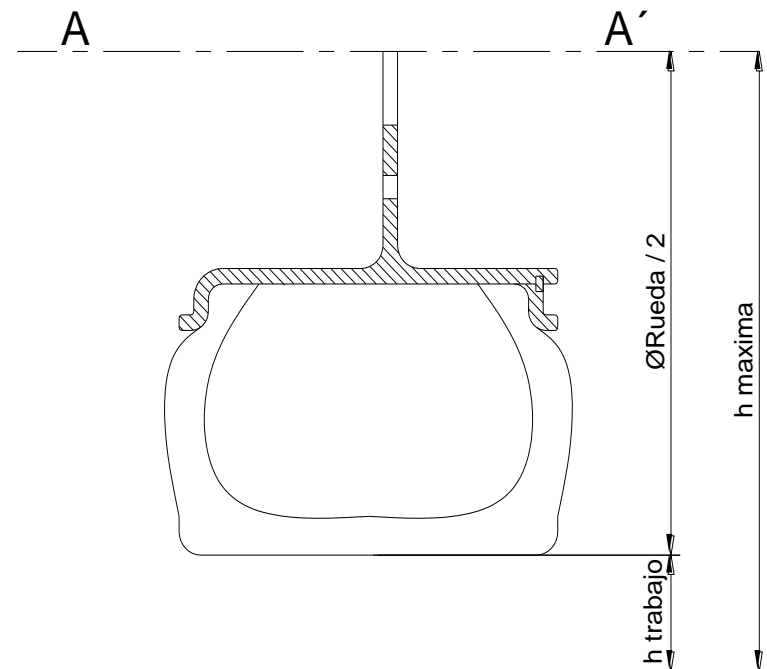


Fig. 4.1: Altura de izado de eje de mandril rotatorio

$$h_{max} = \frac{\varnothing Rueda_{max}}{2} + h_{trabajo}$$

**Dónde:**

$$\varnothing rueda_{max} = 1.3 m \quad (\text{Diámetro externo de neumático Rin 24})$$

$$h_{trabajo} = 0.15 m \quad (\text{Según criterio de diseño})$$

$$h_{max} = \frac{1.3 m}{2} + 0.15 m$$

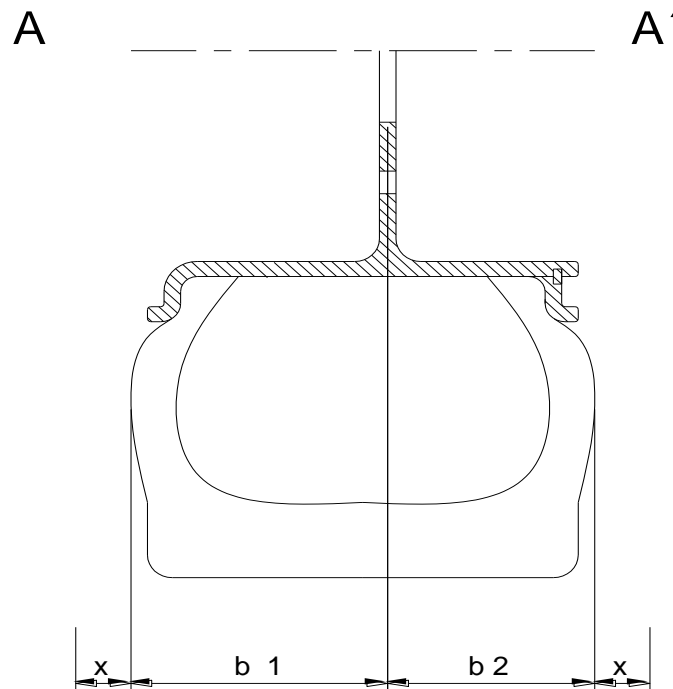
$$h_{max} = 0.65 m + 0.15 m$$

$$h_{max} = 0.8 m$$

**NOTA:** esta altura será considerada para dimensionar la carrera del cilindro neumático de levantamiento.

#### 4.2.1.3 Ancho máximo de trabajo

El ancho máximo de trabajo se tomara, utilizando el neumático más grande a ser trabajado (RIN 24), (ver figura 4.2).



**Fig. 4.2: Ancho máximo de neumático rin 24**

$$b_{Rueda} = b_1 + b_2 + 2x$$

**Dónde:**

$b_1 = 0.35 \text{ m}$  Ancho de cara posterior de neumático rin 24

$b_2 = 0.15 \text{ m}$  Ancho de cara anterior de neumático rin 24

$x = 0.05 \text{ m}$  Medida de oscilación (según criterio de diseño)

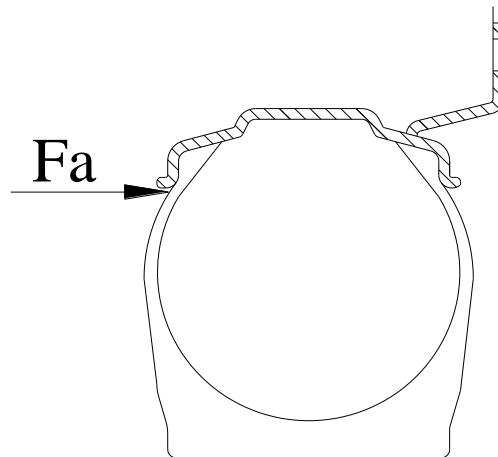
$$b_{Rueda} = 0.35 \text{ m} + 0.15 \text{ m} + 2(0.05 \text{ m})$$

$$b_{Rueda} = 0.5 \text{ m}$$

**NOTA:** esta medida será considerada para dimensionar la carrera del cilindro neumático de desprendimiento o montaje de la carcasa del neumático.

#### 4.2.2 Fuerza axial necesaria para desmontar la carcasa del rin del neumático.

En este ítem se calculará la fuerza a ejercerse, en la parte superior del talón del neumático para llegar a desprenderlo del rin del Neumático.



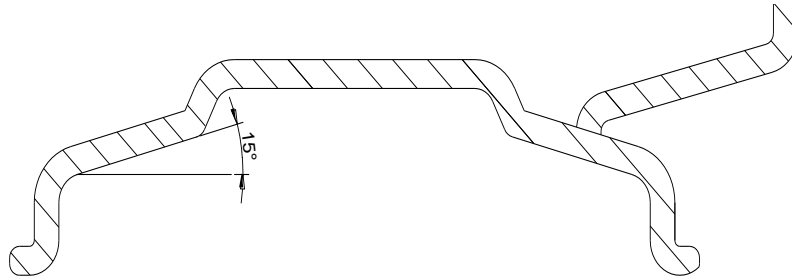
**Fig. 4.3: Dirección de la fuerza para desmontar el neumático.**

**NOTA:** hay que tomar en cuenta que la fuerza también va a ser aplicada en dirección contraria a la de la figura (4.3).

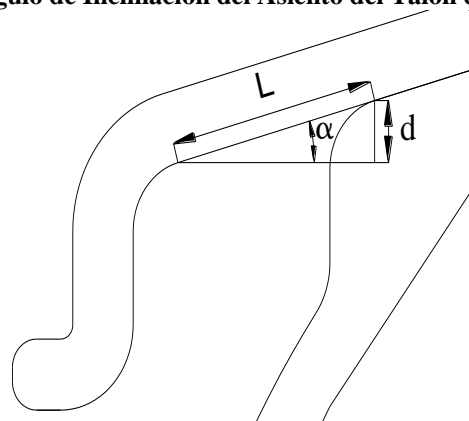
##### 4.2.2.1 Medida de acortamiento del talón de la carcasa del neumático



Cabe recalcar que el asiento del talón ubicado en el rin, posee un ángulo de inclinación de  $15^\circ$ , (véase figura 4.4 – 4.5), lo cual ayuda a un sellado preciso y rígido de la cámara de aire.



**Fig. 4.4: Ángulo de Inclinación del Asiento del Talón de la Carcasa**



**Fig. 4.5: Disposición de ángulo y medidas del asiento del Talón del Neumático.**

$$\delta = L \times \text{sen } \alpha$$

**Dónde:**

$L = 0.01 \text{ m}$  Ancho del Asiento del Talón por recorrer

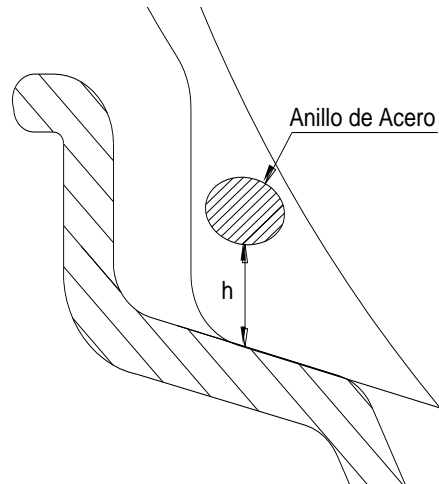
$\alpha = 15^\circ$  Ángulo de inclinación del Asiento del talón

$$\delta = 0.012 \text{ m} \times \text{sen } 15^\circ$$

$$\delta = 3 \times 10^{-3} \text{ m}$$

#### **4.2.2.2 Determinación de la deformación unitaria**

Para el cálculo de la Deformación Unitaria se tomara como altura inicial, el espacio comprendido entre el anillo de acero de la carcasa del Neumático y el Rin del mismo, (ver figuran 4.6).



**Fig. 4.6: Altura entre el anillo de acero de la carcasa y el rin del neumático.**

Para la deformación unitaria utilizamos la formula (4.1):

$$\epsilon = \frac{\delta}{l}$$

**Dónde:**

$\delta = 3 \times 10^{-3} m$  Acortamiento del talón de la carcasa

$h = 0.009 m$  Altura inicial de deformación

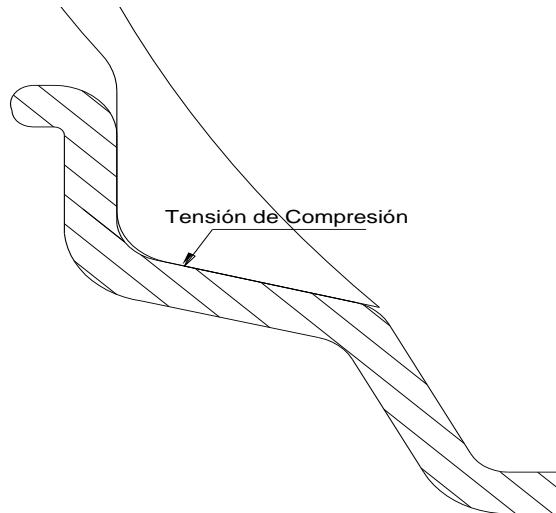
$$\epsilon = \frac{2.5 \times 10^{-3} m}{0.009 m}$$

$$\epsilon = 0.34$$

#### **4.2.2.3 Tensión de compresión entre superficies**

La Tensión de Compresión calculada mediante la fórmula (4.2), estará ubicada entre la superficie inferior del Talón de la Carcasa y el asiento del Talón del Rin del Neumático, (ver figura 4. 7).

$$\sigma = E \times \epsilon$$



**Fig. 4.7: Ubicación de la tensión de compresión entre la carcasa y el rin del neumático.**

$$\sigma = E \times \epsilon$$

**Dónde:**

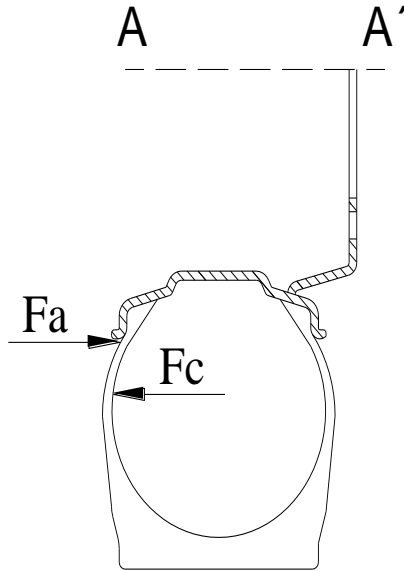
$E_{caucho} = 0.0007 \text{ GPa}$       Módulo de elasticidad del caucho  
 $\epsilon = 0.34$       Deformación unitaria del talón del neumático.

$$\sigma = 0.0007 \text{ GPa} \times 0.34$$

$$\sigma = 2.38 \times 10^{-04} \text{ GPa}$$

#### **4.2.2.4 Fuerza axial máxima requerida para el desmontaje**

La fuerza requerida para desmontar la carcasa del rin del neumático, (ver figura 4.8), deberá ser sumada con la resistencia de pared lateral del neumático (calculado experimental), la cual estará actuando al contrario de la fuerza de desmontaje. Para esto se utiliza la ecuación (4.3)



**Fig. 4.8:** Ubicación de la fuerza de resistencia de la carcasa a la deformación.

$$F_a = (\mu_c \times \sigma \times S) + R_c$$

$$F_a = [\mu_c \times \sigma \times [\pi \times (R_1 + r_2) \times g]] + R_c$$

**Dónde:**

$\mu_c = 0.6$	Coefficiente de fricción (caucho y superficie seca)
$\sigma = 2.38 \times 10^{-04} GPa$	Tensión de compresión entre la carcasa y el rin
$l = 0.012 m$	Ancho del asiento del talón por recorrer
$d_c = 0.6096 m$	Diámetro del rin
$F_c = 450 N$	Resistencia de la pared de la carcasa a la deformación

$$F_a = \left[ 0.6 \times 238000 \frac{N}{m^2} \times \pi \times 0.6096 m \times 0.01m \right] + 450N$$

$$F_a = 2735 N + 450 N$$

$$F_a = 3185 N$$

**NOTA:** esta medida será considerada para dimensionar la fuerza de empuje del cilindro neumático de desprendimiento o montaje de la carcasa del neumático.

### 4.2.3 Momento de rotación necesario para desamblar el neumático.

En este ítem se procederá a calcular el momento de torsión máximo, (ver figura 4.9), que se debe aplicar al conjunto del neumático, mientras se ejerce la fuerza de desmontaje en la pared lateral del mismo. Para ello se utiliza la ecuación (4.4)

$$M = \frac{2}{3} \times \mu_c \times F_a \times \frac{(R_2^3 - R_1^3)}{(R_2^2 - R_1^2)}$$

**Dónde:**

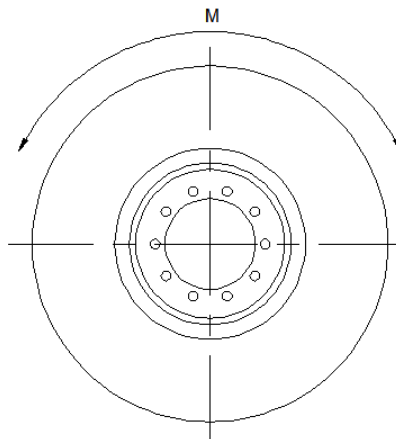
$\mu_c$  caucho = 0.6 Coeficiente de fricción del caucho (acero-caucho)

$P = 3185 N$  Fuerza axial requerida para el desmontaje

$R_2 = 0.38 m$  Radio exterior de fricción

$R_1 = 0.36 m$  Radio interior de fricción

$n = 4 - 8 rpm$  Revoluciones del neumático durante el proceso.



**Fig. 4.9:** Dirección del momento torsor del neumático.

$$M_t = \frac{2}{3} \times 0.6 \times 3185 N \times \frac{((0.38 m)^3 - (0.36 m)^3)}{((0.38 m)^2 - (0.36 m)^2)}$$

$$M_t = \frac{2}{3} \times 0.6 \times 3185 N \times \frac{8.216 \times 10^{-3} m^3}{0.0148 m^2}$$

$$M_t = \frac{2}{3} \times 0.6 \times 3185 N \times 0.555 m$$

$$M_t = 710 N m$$

**NOTA:** cabe destacar que con este momento torsor se diseñara el sistema de transmisión de potencia. Las revoluciones a la que debe girar el neumático están en un rango de 4-8.

#### 4.2.4 Diseño de rampa

La Rampa está constituida por el chasis y una coraza metálica (Ver planos en anexos), las cuales serán apoyadas sobre cuatro rodamientos, los mismos que servirán para permitir el movimiento de la Rampa.

##### 4.2.4.1 Análisis de chasis de la rampa

El chasis está constituido por dos platinas, que se apoyan en los rodamientos, las cuales tendrán que absorber los momentos flectores máximos generados por el peso de la coraza y del neumático a transportar.

##### 4.2.4.1.1 Momento flexionante máximo entre los puntos A-B

Se ubicara el peso de coraza y del neumático en el centro de los apoyos, (ver figura 4.10), para así obtener el momento máximo de flexión. Se aplicará la fórmula (4.5)

$$M_{max} = Fuerza \times distancia$$

Dónde:

$P = 1350 \text{ N}$  Peso máximo del neumático a desamblar.

$P_r = 250 \text{ N}$  Peso de la rampa. (aproximado)

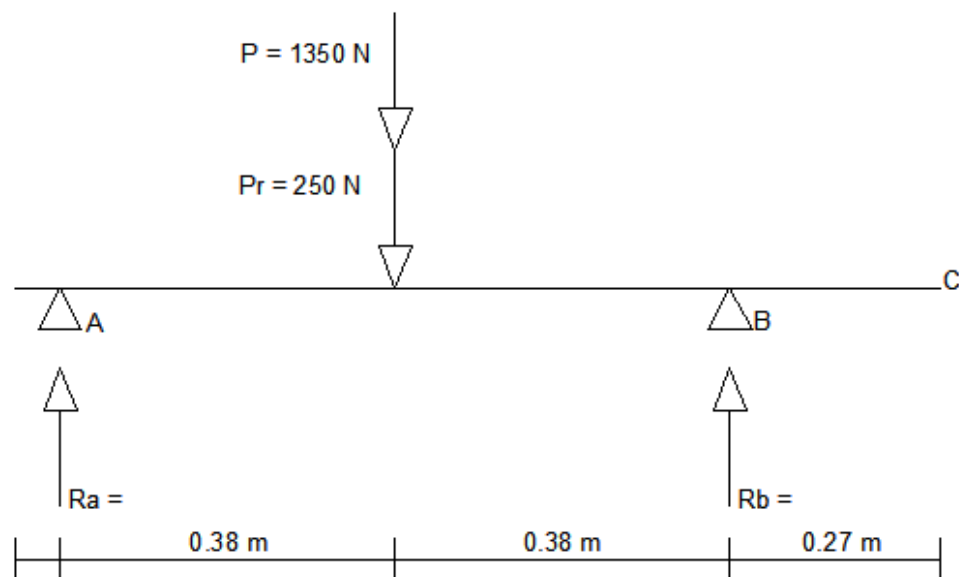


Fig. 4.10: Fuerzas y reacciones al aplicar peso en la rampa.

$$M_{max} = (P + P_r) \times \frac{\text{distancia A - B}}{2}$$

$$M_{max} = (1350 \text{ N} + 250 \text{ N}) \times 0.38 \text{ m}$$

$$M_{max} = 1600 N \times 0.38 m$$

$$M_{max} = 608 Nm$$

Calculado el momento máximo, se procede a establecer la sección requerida de la platina utilizada en el chasis. (Ver plano en anexos). Se utilizara la ecuación (4.6).

$$S = \frac{M_{max}}{\sigma_{admisible}}$$

Utilizando la ecuación (4.7) tenemos que:

$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{M_{max}}{\sigma_{admisible}}$$

Dónde:

$$M_{max} = 608 Nm$$

Momento aplicado a las barras que conformaran el chasis

$$\sigma_{admisible} = 250 MPa$$

Límite de fluencia del material a utilizar.

$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{608 Nm}{250 \times 10^6 \frac{N}{m^2}}$$

$$b = \frac{608 Nm \times 6}{250 \times 10^6 \frac{N}{m^2} \times h^2}$$

$$b = \frac{608 Nm \times 6}{250 \times 10^6 \frac{N}{m^2} \times (0.05 m)^2}$$

$$b = \frac{3648 Nm}{625000 \frac{N}{m^2}}$$

$$b = 5.83 \times 10^{-3} m$$

$$b = 6 mm$$

**Nota:** Como son dos platinas, se escogerá el grosor de 4mm, dando así un factor de seguridad de 1.3.

#### 4.2.4.1.2 Momento flexionante máximo entre los puntos B-C

Mediante las ecuaciones (4.5), (4.6) y (4.7) se determinara la sección del material a utilizar para la parte frontal del chasis de la Rampa.

$$M_{max} = P \times distancia B - C$$

**Dónde:**

P = 1350 N    Peso del neumático a desamblar.

$$M_{max} = 1350 \times 0.27 m$$

$$M_{max} = 365 Nm$$

$$S = \frac{M_{max}}{\sigma_{admisible}}$$

$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{365 Nm}{250 \times 10^6 \frac{N}{m^2}}$$

$$b = \frac{365 Nm \times 6}{250 \times 10^6 \frac{N}{m^2} \times h^2}$$

$$b = \frac{365 Nm \times 6}{250 \times 10^6 \frac{N}{m^2} \times (0.025 m)^2}$$

$$b = \frac{2187 Nm}{156250 \frac{N}{m^2}}$$

$$b = 0.01m$$

$$b = 10 mm$$

**Nota:** Aquí se debe aumentar de espesor las platinas, con el fin de absorber el momento flector.



#### 4.2.4.2 Cálculo de fuerzas aplicadas en los rodamientos

##### 4.2.4.2.1 Fuerzas generadas cuando el neumático está al comienzo de la rampa Diagrama de fuerzas (véase figura 4.11)

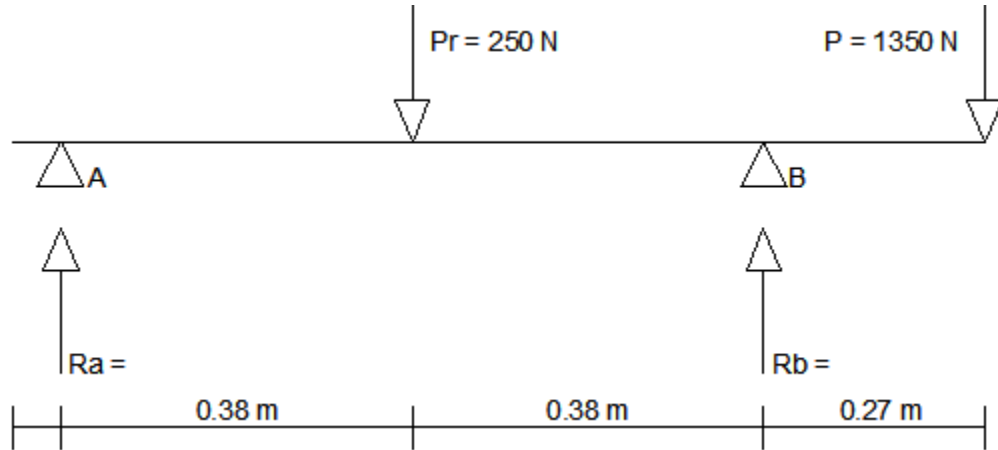


Fig. 4.11: Fuerzas y reacciones al aplicar peso al comienzo de la rampa.

Dónde:

- $P = 1350 \text{ N}$       Peso de la rueda
- $P_r = 250 \text{ N}$       Peso de la rampa
- $R_a =$               Fuerza radial a aplicarse en el rodamiento
- $R_b =$               Fuerza radial a aplicarse en el rodamiento
- $F_s = 1.5$           Factor de seguridad
- $n_r = 4$             Número de rodamientos (2 en A y 2 en B)

Aplicando la ecuación (4.5) tenemos:

$$\sum MB = -P(F_s)(0.27 \text{ m}) + P_r(0.38 \text{ m}) - 2R_a(0.76 \text{ m}) = 0$$

$$R_a = \frac{-1350 \text{ N}(1.5)(0.27 \text{ m}) + 250 \text{ N}(0.38 \text{ m})}{2 \times 0.76 \text{ m}}$$

$$R_a = \frac{-451.75 \text{ Nm}}{1.52 \text{ m}}$$

$$R_a = -300 \text{ N}$$

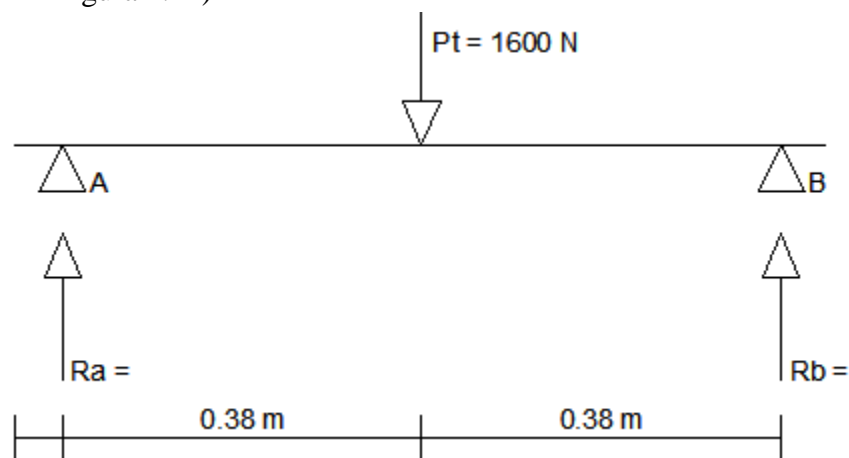
$$\sum F_y = 2R_a + 2R_b - P_r - (F_s)P = 0$$

$$2R_b = -2R_a + P_r + (F_s)P$$

$$R_b = \frac{-2(-300 \text{ N}) + 250 \text{ N} + 1350(1.5) \text{ N}}{2}$$

$$R_b = 1438 \text{ N}$$

**4.2.4.2.2 Fuerzas generadas cuando el neumático atraviesa la rampa** (ver figura 4.12)



**Fig. 4.12: Fuerzas y reacciones al aplicar peso en el centro de la rampa.**

**Dónde:**

$P_t = 1600 \text{ N}$       Peso máximo sobre los rodamientos       $P_t = P_r + F_s \times P$

$R_a =$               Fuerza radial a aplicarse en el rodamiento

$F_s = 1.5$             Factor de seguridad

$n_r = 4$              Número de rodamientos

**Nota:** las reacciones  $R_a$  y  $R_b$  llegarán a ser iguales, cuando la fuerza total se situó en el centro de las mismas.

$$\sum F_y = -Pt(F_s) + R_a + R_b = 0$$

$$R_a = R_b$$

$$Pt(F_s) = 4R_a$$

$$R_a = \frac{Pt(F_s)}{4}$$

$$R_a = \frac{1600 \text{ N} \times 1.5}{4}$$

$$R_a = 600 \text{ N}$$

#### 4.2.4.2.3 Elección de rodamiento

El rodamiento será elegido de acuerdo al tamaño requerido y en especial a la carga radial que soportan los mismos, cabe destacar que los cuatro rodamientos serán de las mismas características.(ver características del Rodamiento en anexos)

$$F_b = 1438 \text{ N} \quad \text{Carga radial generada}$$

$$\emptyset_{\text{Asiento de Rodamiento}} = 0.012 \text{ m}$$

Rodamiento elegido

$$\text{Marca} = \text{NTN}$$

$$\text{Código de rodamiento} = 6301 \text{ ZZ}$$

$$\text{Carga dinámica} = 9.70 \text{ KN}$$

$$\text{Carga estática} = 4.2 \text{ KN}$$

Dimensiones principales

$$B = 12 \text{ mm}$$

$$D = 37 \text{ mm}$$

$$d = 12 \text{ mm}$$

### 4.2.4.3 Fuerza necesaria para movilizar la rampa

#### 4.2.4.3.1 Fuerza con neumático cargado

Se debe tomar en cuenta que la rampa se encontrara cargada con el peso del neumático, adicionalmente se le debe sumar el peso de la misma, teniendo como puntos de fricción los cuatro rodamientos que la sostienen. Se utilizara la ecuación (4.8)

$$P \approx \frac{W \times a \times n}{r}$$

Dónde:

$W = 1600 \text{ N}$     Peso de la rampa + Peso del neumático

$n = 4$             Numero de rodamientos

$a = 0.5 \text{ mm}$     Coeficiente de aplastamiento

$r = 37 \text{ mm} / 2$    Radio del rodamiento

$$P \approx \frac{1600 \text{ N} \times 0.5 \text{ mm} \times 4}{\frac{37 \text{ mm}}{2}}$$

$$P \approx \frac{3200 \text{ Nmm}}{18.5 \text{ mm}}$$

$$P \approx 173 \text{ N}$$

#### 4.2.4.3.2. Fuerza sin neumático cargado

$$P \approx \frac{W \times a \times n}{r}$$

$$P \approx \frac{250 \text{ N} \times 0.5 \text{ mm} \times 4}{\frac{37 \text{ mm}}{2}}$$

$$P \approx \frac{500 \text{ Nmm}}{18.5 \text{ mm}}$$

$$P \approx 27 \text{ N}$$

**NOTA:** esta fuerza deberá ser adicionada al sistema de empuje

#### 4.2.5 Dimensionamiento del brazo de empuje

El brazo de empuje, es un accesorio desmontable, el mismo que estará sujeto a una fuerza de flexión en su extremo, creando así un momento Flexionante, el cual va a ser el principal factor empleado en el diseño.

##### 4.2.5.1 Altura total de brazo de empuje

Para esto utilizamos las medidas del Neumático (Rin 24)(ver figura 4.13).

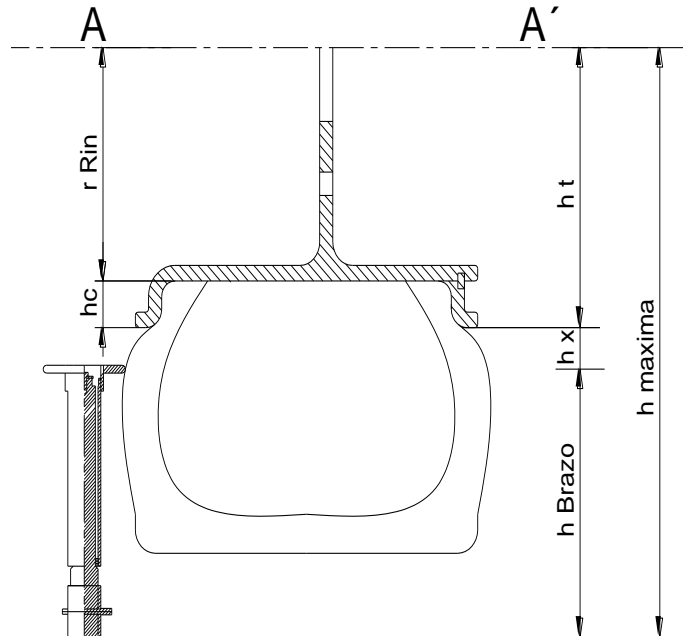


Fig. 4.13: Ubicación del brazo de empuje.

$$h_{Brazo} = h_{max} - h_t$$

Dónde:

$h_{max} = 0.8 \text{ m}$       Altura desde el centro del eje del mandril rotatorio

$h_{ceja} = 0.05 \text{ m}$       Altura de la ceja del rin del neumático

$h_x = 0.03 \text{ m}$       Espacio oscilante de operación

$\phi_{Rin} = 0.6096 \text{ m}$       Diámetro nominal del rin del neumático (24")

$h_t = \frac{\phi_{Rin}}{2} + h_{ceja}$       Diámetro exterior del rin del neumático

$$h_{Brazo} = 0.8 \text{ m} - \left( \frac{0.6096 \text{ m}}{2} + 0.05 \text{ m} + 0.03 \text{ m} \right)$$

$$h_{Brazo} = 0.8 \text{ m} - 0.4 \text{ m}$$

$$h_{Brazo} = 0.4 \text{ m}$$

#### 4.2.5.2 Momento flexionante máximo del brazo de empuje

Para poder calcular el momento flexionante del brazo de empuje, (ver figura 4.14) utilizaremos la fuerza axial para el desmontaje de la carcasa del rin del neumático. Se utiliza la ecuación (4.5)

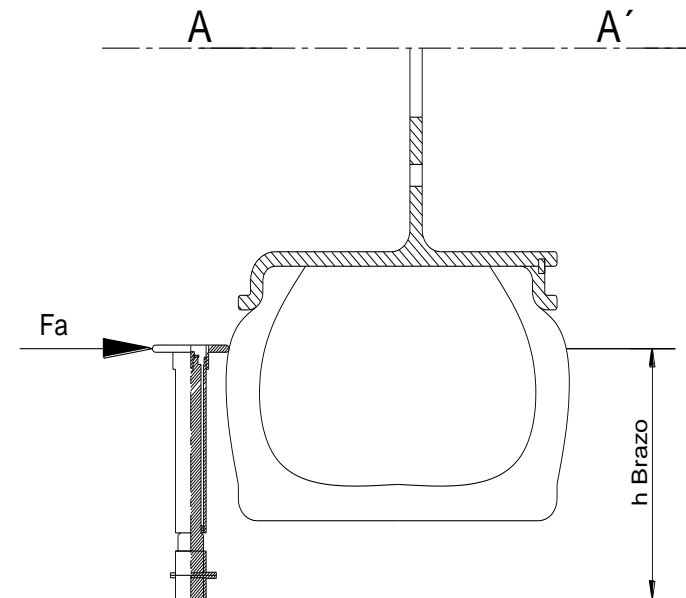


Fig. 4.14: Ubicación de la fuerza y longitud del brazo del momento flexionante.

$$\sum M_0 = F_a \times (h_{Brazo})$$

Dónde:

$F_a = 3185 \text{ N}$  Fuerza axial máxima necesaria para el desmontaje

$h_{Brazo} = 0.40 \text{ m}$  Altura total del brazo

$$M_0 = 3185 \text{ N} \times (0.4 \text{ m})$$

$$M_0 = 1247 \text{ Nm} \quad (\text{M } 1)$$

### 4.2.5.3 Altura de empotramiento

Por motivos de diseño se ha establecido la altura del buje de empotramiento, (ver figura 4.15), el mismo que deberá soportar y neutralizar el momento flexionante generado en el brazo de empuje.

**Dónde:**

$h_{Buje} = 0.08 m$  Altura del buje de empotramiento

También se ha optado por dejar un espacio de oscilación entre la carcasa del brazo de empuje y el buje de empotramiento.

$h_x = 0.02 m$  Espacio de oscilación de trabajo

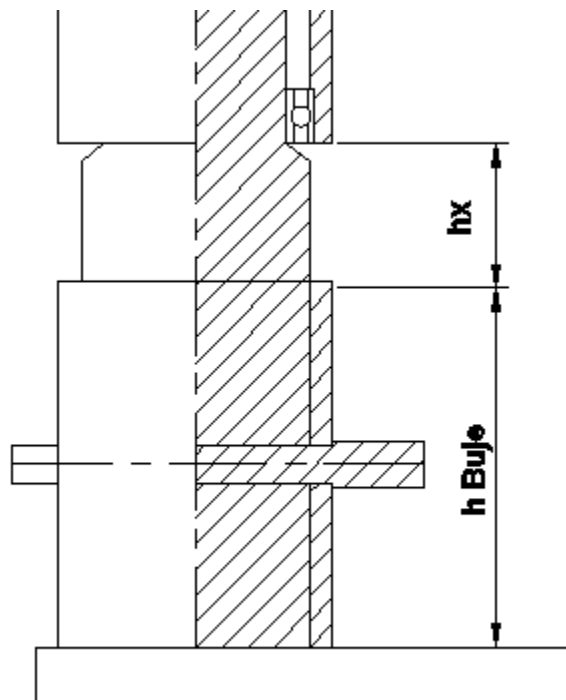


Fig. 4.15: Altura de oscilación y empotramiento de brazo de empuje.

$h_d =$  Altura desde la base hasta el primer rodamiento de apoyo de la carcasa del brazo.

$$h_d = h_x + h_{Buje}$$

$$h_d = 0.08 m + 0.02 m$$

$$h_d = 0.1 m$$

#### 4.2.5.4 Momento flexionante del eje del brazo de empuje

Como el eje del brazo de empuje se encontrara empotrado, esto ocasiona que su momento flexionante disminuya. Se utiliza la ecuación (4.5)

$$\sum M_0 = F_a \times (h_{eje})$$

$$M_0 = F_a \times (h_{Brazo} - h_{Buje})$$

Dónde:

$F_a = 3185 \text{ N}$  Fuerza axial máxima necesaria para el desmontaje

$h_{Brazo} = 0.40 \text{ m}$  Altura total del brazo

$h_{Buje} = 0.08 \text{ m}$  Altura de empotramiento

$$M_0 = 3185 \text{ N} \times (0.4 \text{ m} - 0.08)$$

$$M_0 = 3185 \text{ N} \times 0.32 \text{ m}$$

$$M_0 = 1020 \text{ Nm (M 2)}$$

#### 4.2.5.5 Sección requerida para el eje del brazo de empuje.

Una vez obtenido el momento flexionante máximo, se procede a calcular el diámetro necesario del eje del brazo de empuje, (ver figura 4.16), para esto se toma en cuenta el valor del momento generado. (M 2).

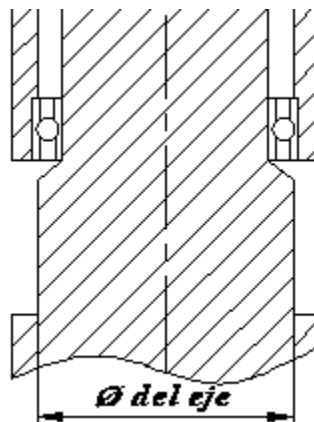


Fig. 4.16: Diámetro del eje del brazo de Empuje.

**NOTA:** se tiene que tener en cuenta, que el eje va a mantenerse en posición vertical y sin movimiento de rotación.



Mediante la ecuación (4.6), se calcula el diámetro a emplearse en el eje. (Se escoge la geometría cilíndrica por motivos de construcción y fácil mecanización.)

$$S = \frac{M_{max}}{\sigma_{admisible}}$$

Dónde:

$$M_{max} = 1246 \text{ Nm} \quad \text{Momento flexionante máximo. (M 2)}$$

$$\text{Material} = \text{Acero AISI 4340} \quad \text{Catálogo de acero (DIPAC)}$$

$$\text{Límite de fluencia} = 225 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{Catálogo de acero (DIPAC)}$$

Utilizando la ecuación (4.9) tenemos:

$$S = \frac{\pi(d_{Barras})^3}{32} = \frac{M_{max}}{\sigma_{admisible}}$$

$$S = \frac{\pi(d_{Barras})^3}{32} = \frac{1020000 \text{ Nmm}}{225 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

$$\frac{\pi(d_{Barras})^3}{32} = 4534 \text{ mm}^3$$

$$(d_{Barras})^3 = \frac{4534 \text{ mm}^3 \times 32}{\pi}$$

$$d_{Barras} = \sqrt[3]{\frac{4534 \text{ mm}^3 \times 32}{\pi}}$$

$$d_{Barras} = 36 \text{ mm} \sim 0.04 \text{ m}$$

**Nota:** este diámetro se debe comprobarlo luego, utilizando la fuerza de empuje real de le Sistema de Empuje.

#### 4.2.5.6 Valor de las fuerzas aplicadas en los puntos móviles.

Utilizando las medidas que constan en los planos del subconjunto del brazo de empuje (Anexos), procedemos a establecer las fuerzas que actuarán sobre los dos rodamientos que se ubicarán en el eje, (ver figura 4.17), los mismos que darán movimiento a la carcasa.

##### 4.2.5.6.1 Fuerza aplicada el extremo superior de la barra

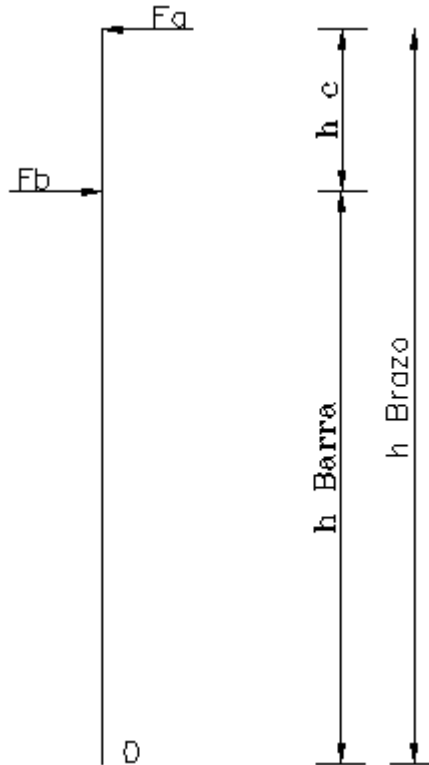


Fig. 4.17: Diagrama de fuerzas y distancias del brazo.

Se procede a sumar los momentos, a partir del punto inferior del brazo de empuje. Se utiliza la ecuación (4.5).

$$\sum M_0 = F_a \times h_{\text{Brazo}} - F_b \times h_{\text{Barra}}$$

#### Dónde:

$F_a$	=	3185 N	Fuerza axial máxima necesaria para el desmontaje
$h_{\text{Brazo}}$	=	0.4 m	Altura total del brazo de empuje
$h_{\text{barra}}$	=	0.35 m	Altura desde la base hasta el primer rodamiento (extremo superior de la barra)

$$F_b = \frac{3185 \text{ N} \times 0.4 \text{ m}}{0.35 \text{ m}}$$

$$F_b = \frac{1247 \text{ Nm}}{0.35 \text{ m}}$$

$$F_b = 3640 \text{ N}$$

#### 4.2.5.6.2 Fuerzas ejercidas sobre los rodamientos del brazo

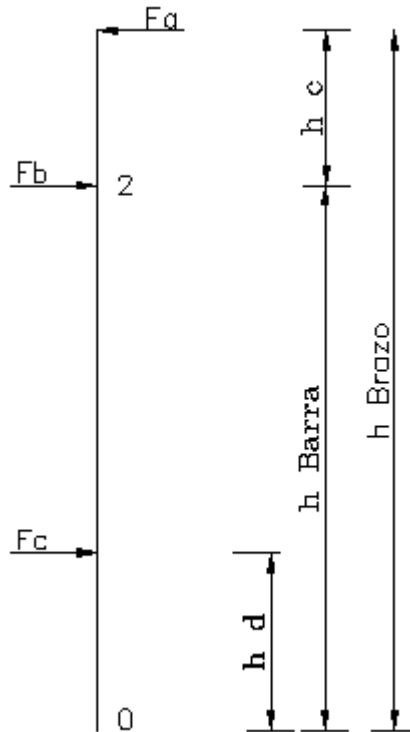


Fig. 4.18: Diagrama de reacciones del brazo.

Como la carcasa del brazo de empuje tiene dos apoyos, no ubicaremos en el punto 2, para realizar la sumatoria de momentos generados. (ver figura 4.18)

$$\sum M_2 = F_a \times h_c + F_c \times (h_{Barra} - h_d)$$

Dónde:

$F_a = 1855 \text{ N}$  Fuerza axial máxima necesaria para el desmontaje

$h_d = 0.1 \text{ m}$  Altura desde la base hasta el primer rodamiento.

$h_c = 0.05 \text{ m}$  Diferencia entre la altura del brazo y el eje

$F_b = 3640 \text{ N}$  Fuerza axial, aplicada en el rodamiento superior

$h_{barra} = 0.4 \text{ m}$  Altura desde la base hasta el primer rodamiento (extremo superior de la barra)

$$F_c = \frac{F_a \times h_c}{h_{Barra} - h_d}$$

$$F_c = \frac{3185 \text{ N} \times 0.05 \text{ m}}{0.35 \text{ m} - 0.1 \text{ m}}$$

$$F_c = 637 \text{ N}$$

#### 4.2.5.7 Diámetro de los asientos internos de los rodamientos.

##### 4.2.5.7.1 Diámetro del asiento interno del rodamiento inferior.(ver figura 4.19)

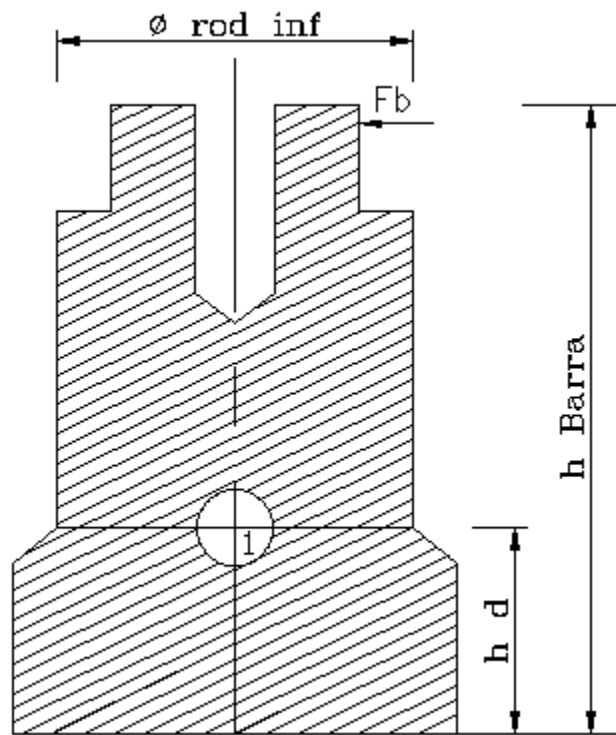


Fig. 4.19: Dimensiones de eje del brazo(sector 1).

$$\sum M_1 = F_b \times (h_{Barra} - h_d)$$

Dónde:

$$F_b = 3640 \text{ N}$$

Fuerza aplicada en el rodamiento superior del eje

$$h_{Barra} = 0.35 \text{ m}$$

Altura del eje del brazo

$$h_d = 0.1 \text{ m}$$

Altura desde la base hasta el primer rodamiento.

$$M_x = 3640 \text{ N} \times (0.35 \text{ m} - 0.1 \text{ m})$$

$$M_x = 3640 \text{ N} \times 0.25 \text{ m}$$

$$M_x = 910 \text{ Nm}$$

Mediante la ecuación (4.6)

$$S = \frac{M_{max}}{\sigma_{admisible}}$$

Dónde:

$$M_{max} = 910 \text{ Nm} \quad \text{Momento flector que resiste el eje}$$

$$\text{Material} = \text{Acero AISI 4340} \quad \text{Catalogo DIPAC}$$

$$\text{Límite de Fluencia} = 225 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S = \frac{\pi(d_{rod\ inf})^3}{32} = \frac{910000 \text{ Nmm}}{225 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

$$\frac{\pi(d_{rod\ inf})^3}{32} = 4045 \text{ mm}^3$$

$$(d_{rod\ inf})^3 = \frac{4045 \text{ mm}^3 \times 32}{\pi}$$

$$d_{rod\ inf} = \sqrt[3]{\frac{4045 \text{ mm}^3 \times 32}{\pi}}$$

$$d_{rod\ inf} = 35 \text{ mm} \sim 40 \text{ mm}$$

**NOTA:** por motivos de comercialización y mecanización, el diámetro del eje sometido a empotramiento se lo dejara en 50 mm, cuyo canto ayudara a formar una ceja que sujetara al rodamiento (Ver planos Anexo).

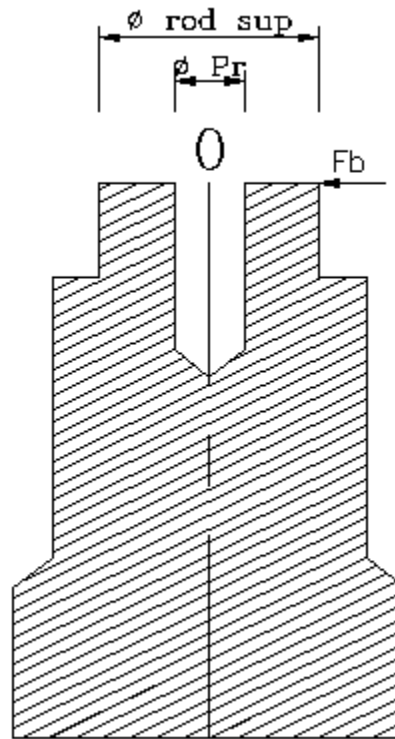
#### 4.2.5.7.2 Diámetro del asiento interno del rodamiento superior. (ver figura 4.20).

$$M_{max} = F_b \times B_{Rodamiento}$$

Dónde:

$$F_b = 3640 \text{ N} \quad \text{Reacción generada en el punto b}$$

Material	= Acero AISI 4340
Límite de Fluencia	= $225 \frac{N}{mm^2}$
$\phi_{Perno}$	= $0.01 m$
$\phi_{rod sup}$	= $0.035 m$
$B_{Rodamiento}$	= $0.014 m$



**Fig. 4.20: Dimensiones de eje del Brazo (Sector 0).**

$$M_{max} = 3640 N \times 0.014 m$$

$$M_{max} = 51 Nm$$

$$M_{max} = S \times \sigma_{admisible}$$

$$M_{max} = \frac{I}{\frac{d_2}{2}} \times \sigma_{admisible}$$

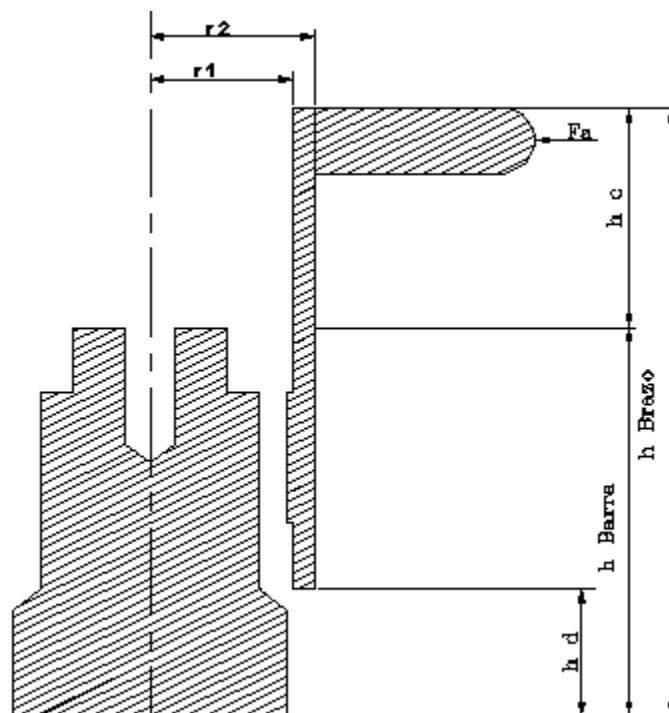
$$M_{max} = \frac{\frac{\pi}{64}(d_2^4 - d_1^4)}{\frac{d_2}{2}} \times \sigma_{admisible} \quad (\text{Ecuación 4.6})$$

$$M_{max} = \frac{\frac{\pi}{64} ((0.035 \text{ m})^4 - (0.01 \text{ m})^4)}{\frac{0.035 \text{ m}}{2}} \times 225 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$M_{max} = 940 \text{ Nm}$$

**Nota:** el momento generado es mayor al requerido.

#### 4.2.5.8 Momento máximo que resiste el canto de la carcasa del brazo de empuje. (ver figura 4.21)



**Fig. 4.21: Dimensiones la carcasa del brazo.**

$$M_{max} = F_a \times h_c$$

Dónde:

$F_a$  = 3185 N Fuerza necesaria para el desmontaje

$h_c$  = 0.05 m Cuello superior de la carcasa

Material = Acero AISI 4340

Límite de Fluencia =  $225 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

$$r_1 = 0.031 \text{ m}$$

$$r_2 = 0.035 \text{ m}$$

$$M_{max} = 3185 \text{ N} \times 0.057 \text{ m}$$

$$M_{max} = 182 \text{ Nm}$$

$$M_{max} = S \times \sigma_{admissible}$$

Utilizando la ecuación (4.10) tenemos:

$$M_{max} = \frac{I}{\frac{d_2}{2}} \times \sigma_{admissible}$$

$$M_{max} = \frac{\frac{\pi}{64} (d_2^4 - d_1^4)}{\frac{d_2}{2}} \times \sigma_{admissible}$$

$$M_{max} = \frac{\frac{\pi}{64} ((0.07 \text{ m})^4 - (0.062 \text{ m})^4)}{\frac{0.07 \text{ m}}{2}} \times 225 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

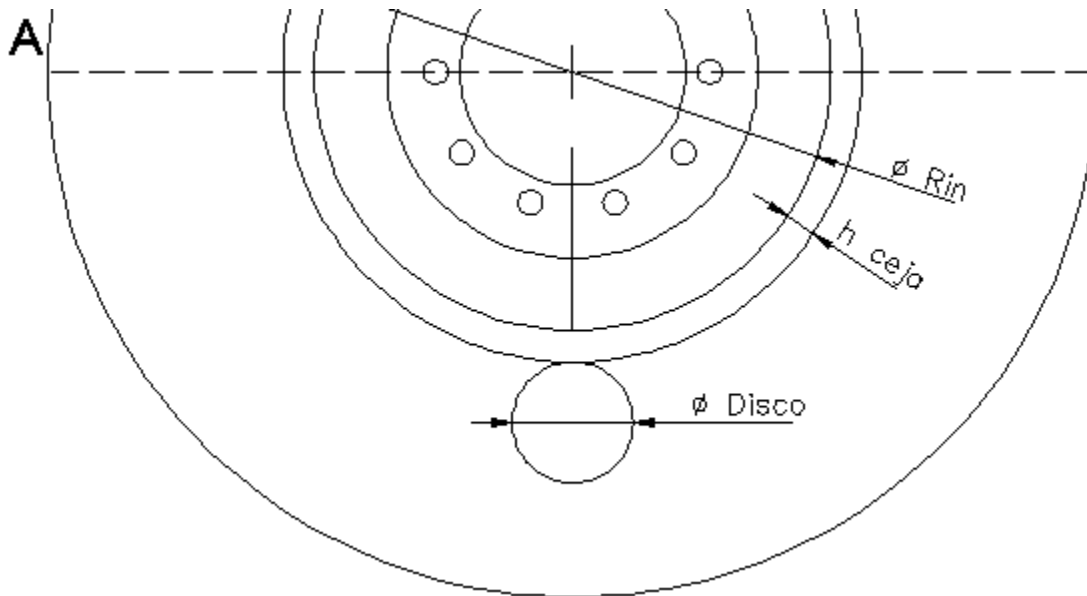
$$M_{max} = 2914 \text{ Nm}$$

**Nota:** el momento generado es mayor al requerido.

**4.2.5.9 Número de revoluciones del disco desmontador (Rin 24.5").** (ver figura 4.22)

$$L = n_{rev1} \times \pi \times (\phi_{Rin} + 2h_{ceja}) = n_{rev2} \times \pi \times \phi_{Disco}$$





**Fig. 4.22: Dimensiones del neumático y disco del brazo.**

Dónde:

$$v_{mandril} = 4 - 8 \text{ rpm}$$

$$\phi_{Rin} = 24" \sim 0.6096 \text{ m}$$

$$\phi_{Disco} = 0.15 \text{ m}$$

$$h_{ceja} = 0.05 \text{ m}$$

$$n_{rev 2} = \frac{n_{rev} \times (\phi_{Rin} + 2h_{ceja})}{\phi_{Disco}}$$

$$n_{rev 2} = \frac{8 \text{ rpm} \times (0.6096 \text{ m} + 2(0.05\text{m}))}{0.15 \text{ m}}$$

$$n_{rev 2} = 39 \text{ rpm}$$

#### 4.2.5.10 Elección de rodamiento inferior

El rodamiento será elegido de acuerdo al tamaño requerido y en especial a la carga radial que soportan los mismos. (Ver características del rodamiento en anexos)

$$F_c = 711 \text{ N}$$

$$\phi_{Asiento \text{ de rodamiento inferior}} = 0.04 \text{ m}$$

$$n_{rev} = 39 \text{ rpm}$$

Rodamiento elegido

Marca = NTN

Código de rodamiento = 6908 ZZ

Carga dinámica = 12.2 KN

Carga estática = 8.9 KN

Dimensiones principales

$$B = 12 \text{ mm}$$

$$D = 62 \text{ mm}$$

$$d = 40 \text{ mm}$$

Velocidad límite

$$v_{max} = 11000 \text{ rpm}$$

#### 4.2.5.11 Elección de rodamiento superior

El rodamiento será elegido de acuerdo al tamaño requerido y en especial a la carga radial que soportan los mismos. (Ver características del rodamiento en anexos)

$$F_b = 3540 \text{ N}$$

$$\emptyset_{\text{Asiento de rodamiento superior}} = 0.035 \text{ m}$$

$$n_{rev} = 39 \text{ rpm}$$

Rodamiento elegido

Marca = NTN

Código de rodamiento = 6007 ZZ

Carga dinámica = 16 KN

Carga estática = 10.3 KN

Dimensiones principales

$$B = 14 \text{ mm}$$

$$D = 62 \text{ mm}$$

$$d = 35 \text{ mm}$$

Velocidad límite

$$v_{max} = 12000 \text{ rpm}$$

## 4.2.6 Diseño de sistema de empuje

### 4.2.6.1 Fuerza ejercida sobre el buje de empotramiento. (ver figura 4.23)

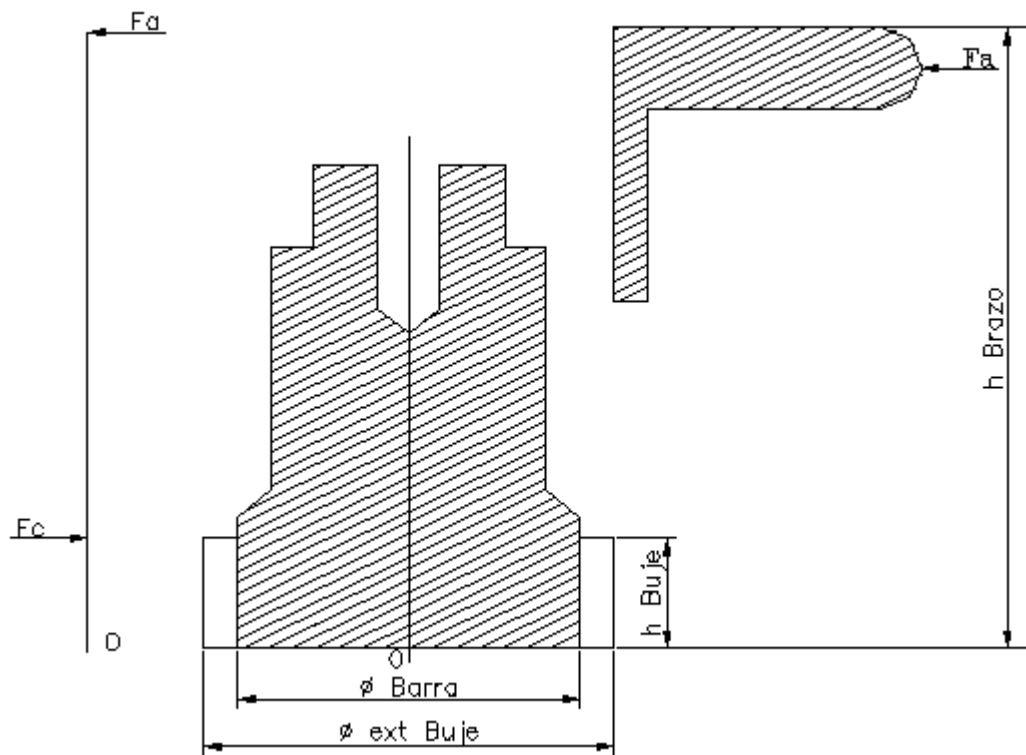


Fig. 4.23: Dimensiones del buje de empotramiento.

$$\sum M_0 = F_a \times h_{Brazo} - F_e \times h_{Buje}$$

Donde:

$$F_a = 3185 \text{ N}$$

$$\phi_{Barra} = 0.05 \text{ m}$$

$$h_{Brazo} = 0.4 \text{ m}$$

$$\phi_{ext Buje} = 0.06 \text{ m}$$

$$h_{Buje} = 0.08 \text{ m}$$

Fuerza para desmontar el neumático

Diámetro interior del buje (d1)

Altura del brazo

Diámetro exterior del buje (d2)

Altura del buje

$$M_0 = 1274 \text{ Nm} \quad \text{Momento flector generado por el brazo}$$

Mediante la ecuación (4.6) tenemos:

$$M_{max} = S \times \sigma_{admissible}$$

Mediante la ecuación (4.10) tenemos:

$$M_{max} = \frac{I}{\frac{d_2}{2}} \times \sigma_{admissible}$$

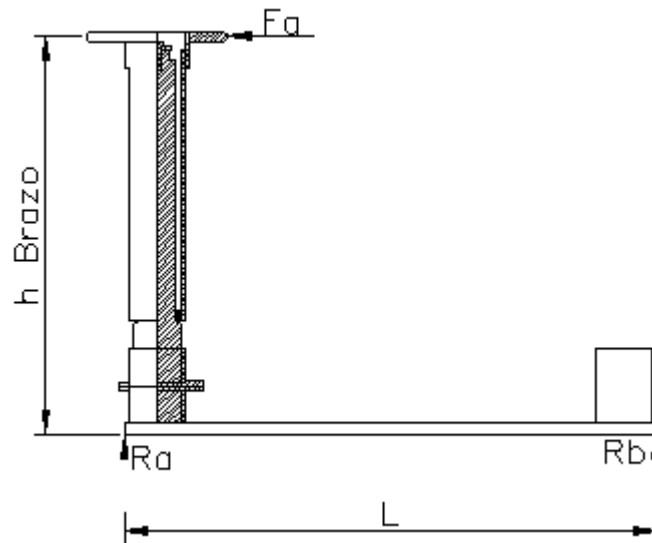
$$M_{max} = \frac{\frac{\pi}{64} (d_2^4 - d_1^4)}{\frac{d_2}{2}} \times \sigma_{admissible}$$

$$M_{max} = \frac{\frac{\pi}{64} ((0.06 \text{ m})^4 - (0.05 \text{ m})^4)}{\frac{0.06 \text{ m}}{2}} \times 225 \times 10^6 \text{ G} \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$M_{max} = 2470 \text{ Nm}$$

**Nota:** el momento generado es mayor al requerido.

**4.2.6.2 Reacciones generadas sobre la bancada.** (ver figura 4.24).



**Fig. 4.24: Reacciones generadas al aplicar la fuerza para desmontar el neumático.**

$$\sum M_a = F_a \times h_{Brazo} + R_b \times L$$

**Dónde:**

$F_a$	=	3185 N	Fuerza para desmontar el neumático
$h_{Brazo}$	=	0.4 m	Altura del brazo
L	=	0.57 m	Longitud de la plataforma
Rb	=		Reacción en el extremo de la plataforma

$$R_b = -\frac{F_a \times h_{Brazo}}{L}$$

$$R_b = -\frac{3185 \text{ N} \times 0.4 \text{ m}}{0.57 \text{ m}}$$

$$R_b = -2235 \text{ N}$$

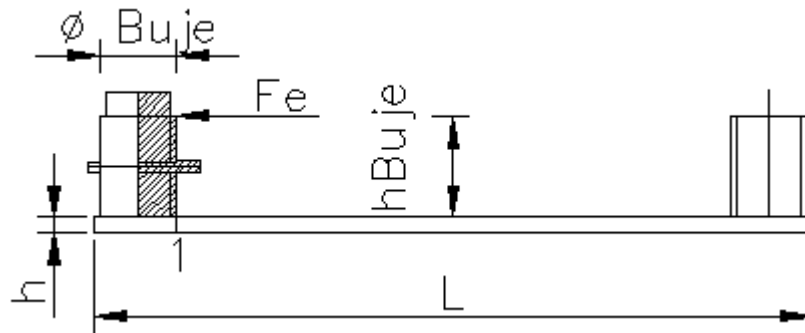
$$\sum M_b = F_a \times h_{Brazo} - R_b \times L$$

$$R_a = \frac{F_a \times h_{Brazo}}{L}$$

$$R_a = \frac{3185 \text{ N} \times 0.4 \text{ m}}{0.57 \text{ m}}$$

$$R_a = 2235 \text{ N}$$

**4.2.6.3 Momento máximo que resiste la plataforma.** (ver figura 4.25).



**Fig. 4.25: Fuerza en el extremo superior del buje de empotramiento.**

$$\sum M_1 = R_a \times L$$

**Dónde:**

$R_a = 2235 \text{ N}$                       Reacción en el extremo de la plataforma  
 $L = 0.57 \text{ m}$                         Longitud de la plataforma

$$M_1 = 2235 \text{ N} \times 0.58 \text{ m}$$

$$M_1 = 1297 \text{ Nm}$$

Mediante la ecuación (4.11) tenemos:

$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{M \text{ flex}}{\text{Limite de Fluencia}}$$

Dónde:

$$h_{Brazo} = 0.4 \text{ m}$$

$$h_{Buje} = 0.08 \text{ m}$$

$$\text{Limite de fluencia} = 250M \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$S = \frac{bh^2}{6} = \frac{M \text{ flex}}{250M \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}$$

$$\frac{0.18 \text{ m} \times (0.012 \text{ m})^2}{6} = \frac{M_{flex}}{250M \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}$$

$$M_{flex} = \frac{0.18 \text{ m} \times (0.012 \text{ m})^2}{6} \times 250M \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$M_{flex} = 1080 \text{ Nm}$$

$$M_T = 1297 \text{ Nm} - 1080 \text{ Nm} = 217 \text{ Nm}$$

#### 4.2.6.4 Dimensionamiento de barras superiores de la plataforma. (ver figura 4.26)

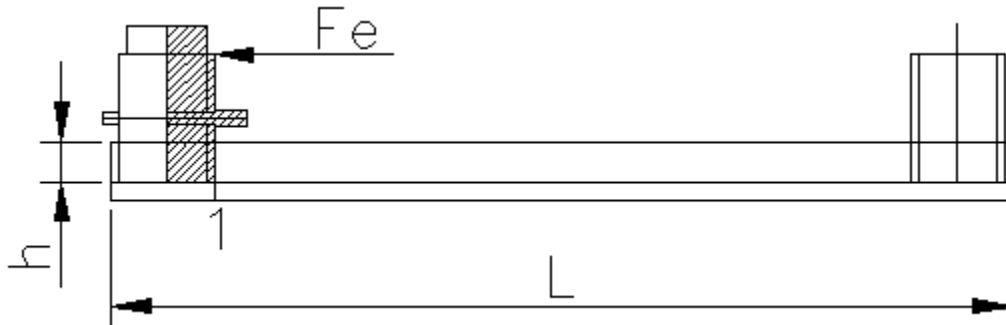


Fig. 4.26: Momento flector generado en el punto 1.

Mediante la ecuación (4.11) tenemos:

$$S = 2 \frac{bh^2}{6} = \frac{M_{flex}}{250M \frac{N}{m^2}}$$

$$2 \times \frac{6 \times 10^{-3}m \times (0.025m)^2}{6} = \frac{M_{flex}}{250M \frac{N}{m^2}}$$

$$M_{flex} = 2 \times \frac{6 \times 10^{-3}m \times (0.025m)^2}{6} \times 250M \frac{N}{m^2}$$

$$M_{flex} = 312.5 \text{ Nm}$$

#### 4.2.6.5 Dimensionamiento de barras laterales de la plataforma. (ver figura 4.27).

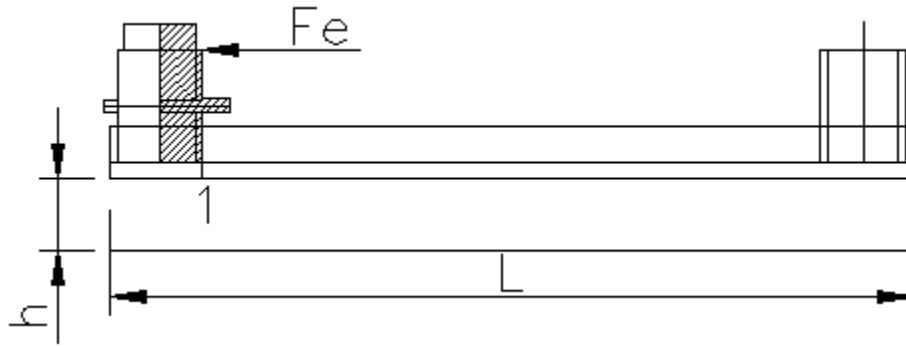


Fig. 4.27: Dimensión de las barras laterales de la plataforma.

Mediante la ecuación (4.11) tenemos:

$$S = 2 \frac{bh^2}{6} = \frac{M_{flex}}{250M \frac{N}{m^2}}$$

Se restara del momento flector generado en la plataforma

$$2 \times \frac{6 \times 10^{-3}m \times (0.05m)^2}{6} = \frac{M_{flex}}{250M \frac{N}{m^2}}$$

$$M_{flex} = 2 \times \frac{6 \times 10^{-3}m \times (0.05m)^2}{6} \times 250M \frac{N}{m^2}$$

$$M_{flex} = 1250 Nm$$

#### 4.2.6.6 Peso del sistema de empuje

##### 4.2.6.6.1 Peso del brazo de empuje

###### ➤ Peso del eje del brazo de empuje.

Mediante la ecuación (4.12) tenemos:

$$W = V \times \rho$$

Dónde:

V= Volumen del cuerpo

$\rho = \frac{7800 Kg}{m^3}$  Densidad del acero

$$W = (V_1 + V_2 + V_3) \times \rho$$



$$W = (\pi h_1 r_1^2 + \pi h_2 r_2^2 + \pi h_3 r_3^2) \times \rho$$

$$W = \pi((0.1 \times 0.025 \times 0.025 m^3) + (0.24 \times 0.02 \times 0.02 m^3) + (0.01 \times 0.018 \times 0.018 m^3)) \times \rho$$

$$W = \pi \times 1.617 \times 10^{-4} m^3 \times 7800 \frac{Kg}{m^3}$$

$$W = 4 Kg \times \frac{9.81 N}{1 Kg}$$

$$W = 39 N$$

➤ **Peso del disco del brazo de empuje**

$$V = \pi \times h(R^2 - r^2)$$

$$W = V \times \rho$$

$$W = \pi \times 12 mm \times ((75mm)^2 - (36mm)^2) \times 7.8 \frac{kg}{m^3}$$

$$W = \frac{\pi \times 12 mm \times 4329 mm^2 \times 7.8 \frac{kg}{mm^3}}{1,000.000}$$

$$W = 1.27 Kg \times \frac{9.81 N}{1 Kg}$$

$$W = 12.5 N$$

➤ **Peso de la carcasa del brazo de empuje**

$$V = \pi \times h(R^2 - r^2)$$

$$W = V \times \rho$$

$$W = \pi \times 12 mm \times ((36mm)^2 - (30mm)^2) \times 7.8 \frac{kg}{m^3}$$

$$W = \frac{\pi \times 12 mm \times 396 mm^2 \times 7.8 \frac{kg}{mm^3}}{1,000.000}$$

$$W = 0.11 Kg \times \frac{9.81 N}{1 Kg}$$

$$W = 1.15 N$$

➤ **Peso total del brazo de empuje**

$$W = W_{Disco} + W_{Carcasa} + W_{eje} + W_{Rod\ 1} + W_{Rod\ 2}$$

**Dónde:**

$$W_{Rod\ 1} = 2.2\ N \quad \text{Peso de rodamiento superior}$$

$$W_{Rod\ 2} = 1.58\ N \quad \text{Peso de rodamiento inferior}$$

$$W = 12.5\ N + 1.15\ N + 39\ N + 2.2\ N + 1.58\ N$$

$$W = 56.64\ N$$

**4.2.6.6.2 Peso de plataforma de empuje**

➤ **Peso del buje de empotramiento**

$$V = \pi \times h(R^2 - r^2)$$

$$W = (V \times \rho)$$

$$W_{Buje} = 2 \left( \pi \times 12\ mm \times ((30\ mm)^2 - (25\ mm)^2) \times 7.8\ \frac{kg}{m^3} \right)$$

$$W_{Buje} = 2 \left( \frac{\pi \times 80\ mm \times 275\ mm^2 \times 7.8\ \frac{kg}{mm^3}}{1,000.000} \right)$$

$$W_{Buje} = 2 \left( 0.53\ Kg \times \frac{9.81\ N}{1\ Kg} \right)$$

$$W_{Buje} = 10.6\ N$$

➤ **Peso de la plataforma de empuje**

$$W_{Plataforma} = V \times \rho$$

$$W_{Plataforma} = 12\ mm \times 180\ mm \times 570\ mm \times \frac{7.8\ \frac{Kg}{mm^3}}{1,000.000}$$

$$W_{Plataforma} = 9.7\ Kg \times \frac{9.81\ N}{1\ Kg}$$

$$W_{Plataforma} = 95\ N$$

➤ **Peso de las barras inferiores**

$$W_{Plataforma} = 2(V \times \rho)$$

$$W_{Barras\ inferiores} = 2 \left( 6\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 570\text{ mm} \times \frac{7.8 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}^3}}{1,000.000} \right)$$

$$W_{Barras\ inferiores} = 2 \left( 1.33\text{ Kg} \times \frac{9.81\text{ N}}{1\text{ Kg}} \right)$$

$$W_{barras\ inferiores} = 2(13.1)\text{ N}$$

$$W_{Barras\ inferiores} = 26.2\text{ N}$$

#### 4.2.6.6.3 Peso del sistema de giro de neumático

➤ **Peso de paredes laterales**

$$W_{Plataforma} = 2(V \times \rho)$$

$$W_{Paredes\ laterales} = 2 \left( 6\text{ mm} \times 70\text{ mm} \times 400\text{ mm} \times \frac{7.8 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}^3}}{1,000.000} \right)$$

$$W_{Paredes\ laterales} = 2 \left( 1.31\text{ Kg} \times \frac{9.81\text{ N}}{1\text{ Kg}} \right)$$

$$W_{Paredes\ laterales} = 2(12.85)\text{ N}$$

$$W_{Paredes\ laterales} = 25.71\text{ N}$$

➤ **Peso de soportes de tubos**

$$W_{Plataforma} = 4(V \times \rho)$$

$$W_{soporte\ de\ tubos} = 4 \left( 15\text{ mm} \times 70\text{ mm} \times 70\text{ mm} \times \frac{7.8 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}^3}}{1,000.000} \right)$$

$$W_{soporte\ de\ tubos} = 4 \left( 0.57\text{ Kg} \times \frac{9.81\text{ N}}{1\text{ Kg}} \right)$$

$$W_{soporte\ de\ tubos} = 4(5.62)\text{ N}$$

$$W_{soporte\ de\ tubos} = 22.5\text{ N}$$

➤ **Peso de tubos**

$$V = \pi \times h(R^2 - r^2)$$

$$W_{tubos} = 2 \left( \pi \times 570 \text{ mm} \times ((19 \text{ mm})^2 - (17 \text{ mm})^2) \times 7.8 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^3} \right)$$

$$W_{tubos} = 2 \left( \frac{\pi \times 570 \text{ mm} \times 72 \text{ mm}^2 \times 7.8 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^3}}{1,000.000} \right)$$

$$W_{tubos} = 2 \left( 1 \text{ Kg} \times \frac{9.81 \text{ N}}{1 \text{ Kg}} \right)$$

$$W_{tubos} = 19.8 \text{ N}$$

➤ **Peso de las barras superiores**

$$W_{Plataforma} = 2(V \times \rho)$$

$$W_{barras superiores} = 2 \left( 6 \text{ mm} \times 25 \text{ mm} \times 570 \text{ mm} \times \frac{7.8 \frac{\text{Kg}}{\text{mm}^3}}{1,000.000} \right)$$

$$W_{barras superiores} = 2 \left( 0.6669 \text{ Kg} \times \frac{9.81 \text{ N}}{1 \text{ Kg}} \right)$$

$$W_{barras superiores} = 2(6.542289) \text{ N}$$

$$W_{barras superiores} = 13.1 \text{ N}$$

➤ **Peso del sistema de empuje**

$$W_{Buje} = 10.6 \text{ N}$$

$$W_{Plataforma} = 95 \text{ N}$$

$$W_{Barras Sup} = 13.1 \text{ N}$$

$$W_{Barras Inf} = 26.2 \text{ N}$$

$$W_{Paredes Laterales} = 25.7 \text{ N}$$

$$W_{Tubos Deslizantes} = 19.8 \text{ N}$$

$$W_{Soporte de Tubos} = 22.5 \text{ N}$$

$$W_{Sobre Riel} = 50.6 \text{ N}$$

$$W_{Pernos} = 10.1 \text{ N}$$

$$W_{Sist Emp} = W_{Buje} + W_{Plataforma} + W_{Barras Sup} + W_{Barras Inf} + W_{Paredes Laterales} \\ + W_{Tubos Deslizantes} + W_{Soporte de Tubos} + W_{Sobre Riel} + W_{Pernos}$$

$$W_{Sist Emp} = 10.6 N + 95 N + 13.1 N + 26.2 N + 25.7 N + 19.8 N + 22.5 N + 50.6 N + \\ 10.1$$

$$W_{Sist Emp} = 273 N$$

#### 4.2.6.7 Fuerza requerida para desplazar la bancada

$$F_{Piston} = F_a + P + (R_a + W_{Sist Emp}) \times 2\mu_c$$

Donde:

$\mu_c = 0.1$  Coeficiente de rozamiento entre aceros lubricados

$$F_{Piston} = 3185 N + 27 N + (2235 + 273) \times 0.1 \times 2$$

$$F_{Piston} = 3212 N + 503 N$$

$$F_{piston} = 3715 N$$

#### 4.2.6.8 Dimensionamiento del cilindro neumático

Cabe recalcar que el sistema neumático trabajara a una presión máxima de 10 Bar(145 PSI), y una vez obtenida la fuerza Máxima de trabajo y establecido la presión, se procede a calcular el diámetro del Cilindro. Utilizamos la ecuación (4.17)

$$Presion = \frac{F}{A}$$

$$A = \frac{F}{Presion}$$

$$\frac{\pi}{4} \times D^2 = \frac{3715 N}{10 Bar \times \frac{100000 \frac{N}{m^2}}{1 Bar}}$$

$$D^2 = \frac{3715 \times 4}{\pi \times 1000000} m^2$$

$$D^2 = 4.73 \times 10^{-3} m^2$$

$$D = \sqrt{4.73 \times 10^{-3} m^2}$$

$$D = 0.07 m$$

#### 4.2.6.9 Dimensionamiento del talón de empuje

##### 4.2.6.9.1 Dimensionamiento del pasador de talón de empuje

$$0.65 \times \tau_c = \frac{F_{empuje}}{A}$$

Dónde:

$$F_{empuje} = 4500 \text{ N}$$

$$\tau_c = 219 \text{ Mpa}$$

$$A = \frac{F_{empuje}}{2 \times \tau_c \times 0.65}$$

$$\frac{1}{4} \pi \phi^2 = \frac{F_{empuje}}{2 \times \tau_c \times 0.65}$$

$$\phi = \sqrt{\frac{F_{empuje} \times 4}{2 \times \tau_c \times \pi \times 0.65}}$$

$$\phi = \sqrt{\frac{4500 \text{ N} \times 4}{2 \times 219 \text{ MPa} \times \pi \times 0.65}}$$

$$\phi = 5 \text{ mm} \sim 10 \text{ mm}$$

##### 4.2.6.9.2 Dimensionamiento del ancho de barra

$$A = \frac{F_{empuje}}{2 \times \sigma}$$

$$h \times e = \frac{4500 \text{ N}}{2 \times 250 \text{ MPa}}$$

$$h = \frac{4500 \text{ N}}{2 \times 205 \text{ MPa} \times 6 \times 10^{-3} \text{ m}}$$

$$h = 2 \text{ mm} \sim 10 \text{ mm}$$

##### 4.2.6.9.3 Análisis de flexión de barra

$$M_0 = F_{empuje} \times h_1$$

$$M_0 = 4500 \text{ N} \times 0.06 \text{ m}$$

$$M_0 = 270 \text{ Nm}$$

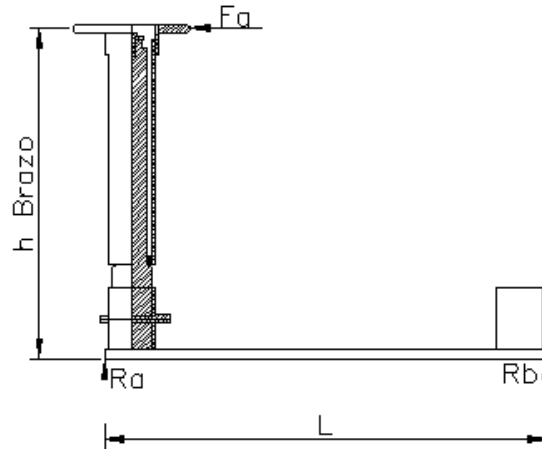
$$S = 2 \frac{bh^2}{6} = \frac{M \text{ flex}}{250 \text{ M} \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}$$

$$2 \times \frac{6 \times 10^{-3} m \times (0.05 m)^2}{6} = \frac{M_{flex}}{250 M \frac{N}{m^2}}$$

$$M_{flex} = 2 \times \frac{6 \times 10^{-3} m \times (0.05 m)^2}{6} \times 250 M \frac{N}{m^2}$$

$$M_{flex} = 1250 Nm$$

**4.2.6.10 Análisis de flexión de riel de bancada. (ver figura 4.28).**



**Fig. 4.28: Dimensiones del Buje de empotramiento.**

$$\sum M_a = F_a \times h_{Brazo} + R_b \times L$$

$$R_b = - \frac{F_a \times h_{Brazo}}{L}$$

$$R_b = - \frac{3035 N \times 0.43 m}{0.57 m}$$

$$R_b = -2290 N$$

$$M_1 = 1305 Nm$$

#### 4.2.6.11 Cálculo de pernos situados en fondo de neumático Tracción

$$R_t = 0.80 \times \sigma_t \times A_t \times n$$

$$R_t = 0.80 \times 219 \text{ Mpa} \times 0.58 \text{ cm}^2 \times \frac{1 \text{ m}^2}{10000 \text{ cm}^2} \times 4$$

$$R_t = 58870 \text{ N}$$

#### 4.2.7 Diseño de mandril de rotación

##### 4.2.7.1 Dimensionamiento del eje del mandril

##### 4.2.7.1.1 Pesos de los diferentes elementos del mandril

##### 4.2.7.1.1.1 Peso de tuerca de ajuste

$$V = \pi \times h(r^2)$$

$$W = (V \times \rho)$$

$$W_{\text{Tuerca}} = \pi \times 50 \text{ mm} \times ((35 \text{ mm})^2) \times 7.8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$W_{\text{Tuerca}} = \frac{\pi \times 50 \text{ mm} \times 1225 \text{ mm}^2 \times 7.8 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^3}}{1,000.000}$$

$$W_{\text{Tuerca}} = 1.5 \text{ Kg} \times \frac{9.81 \text{ N}}{1 \text{ Kg}}$$

$$W_{\text{Tuerca}} = 15 \text{ N}$$



#### 4.2.7.1.1.2 Peso del cono de centrado

$$V = \frac{\pi}{3} h(R^2 + r^2 + Rr)$$

$$W_{Cono} = \frac{\pi}{3} \times 45 \text{ mm} \times ((100 \text{ mm})^2 + (150 \text{ mm})^2 + (100 \text{ mm} \times 150 \text{ mm})) \\ \times 7.8 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^3}$$

$$W_{Cono} = \frac{47.12 \text{ mm} \times 47500 \text{ mm}^2 \times 7.8 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^3}}{1,000.000}$$

$$W_{Cono} = \frac{2238200 \text{ mm}^3 \times 7.8 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^3}}{1,000.000}$$

$$W_{Cono} = 17.5 \text{ Kg} \times \frac{9.81 \text{ N}}{1 \text{ Kg}}$$

$$W_{Cono} = 171 \text{ N}$$

#### 4.2.7.1.1.3 Peso del disco de apoyo

$$V = \pi \times h(r^2)$$

$$V = \pi \times h(R^2 - r^2)$$

$$W_{Plato} = V_1 + V_2 + V_3$$

$$W_{Plato} = (\pi \times 35 \text{ mm}(35 \text{ mm})^2) + (\pi \times 12 \text{ mm}(150 \text{ mm})^2) \\ + (\pi \times 50 \text{ mm}((154 \text{ mm})^2 - (150 \text{ mm})^2))$$

$$W_{Plato} = 134696 \text{ mm}^3 + 848230 \text{ mm}^3 + 191009 \text{ mm}^3 \times \frac{7.8 \text{ Kg}}{\text{m}^3}$$

$$W_{Plato} = \frac{1173935 \text{ mm}^3 \times 7.8 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^3}}{1,000.000}$$

$$W_{Plato} = 90 \text{ N.}$$

#### 4.2.7.1.2 Momento flector del eje del mandril. (ver figura 4.29)

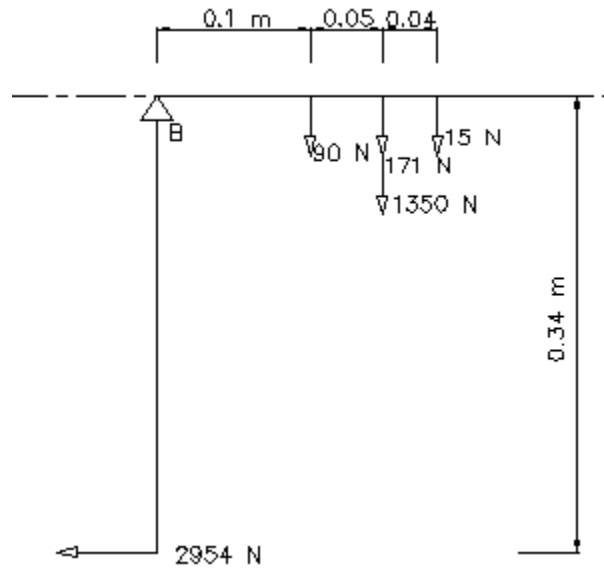


Fig. 4.29: Fuerzas y distancia que se ejercen sobre el eje del mandril.

$$\begin{aligned} \sum M_B &= (90 \text{ N} \times 0.1 \text{ m}) + ((171 \text{ N} + 1350 \text{ N}) \times 0.15 \text{ m}) + (15 \text{ N} \times 0.19 \text{ m}) \\ &\quad + (2954 \text{ N} \times 0.34 \text{ m}) \\ \sum M_B &= (9 \text{ Nm}) + (229 \text{ Nm}) + (3 \text{ Nm}) + (1005 \text{ Nm}) \\ M_B &= 1246 \text{ Nm} \end{aligned}$$

#### 4.2.7.1.3 Potencia necesaria para girar el mandril

$$P = M_t \omega$$

$$P = 863 \text{ Nm} \times \frac{8 \text{ rev}}{\text{min}} \times \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$$

$$P = 723 \text{ W}$$

$$\begin{aligned} HP &= 863 \text{ Nm} \times \frac{8 \text{ rev}}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ Kgf}}{9,81 \text{ N}} \times \frac{2.205 \text{ lb}}{1 \text{ Kg}} \times \frac{3.281 \text{ ft}}{1 \text{ m}} \times \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \\ &\quad \times \frac{1 \text{ Hp}}{550 \text{ lib ft}} \\ &\quad \frac{\text{seg}}{\text{seg}} \end{aligned}$$

$$HP = 1$$

#### 4.2.7.1.4 Diámetro del eje del mandril

$$d^3 = \frac{16}{\pi \sigma_y} \sqrt{(K_b M_b)^2 + (K_t M_t)^2}$$
$$d^3 = \frac{16}{\pi \times 250 \text{ MPa}} \sqrt{(1.5 \times 1246 \text{ Nm})^2 + (1 \times 1475 \text{ Nm})^2}$$
$$d^3 = \frac{16}{785.4 \text{ MPa}} \sqrt{(1869 \text{ Nm})^2 + (1475 \text{ Nm})^2}$$
$$d^3 = 2.037 \times 10^{-8} \frac{\text{m}^2}{\text{N}} \sqrt{3493161 \text{ N}^2 \text{m}^2 + 2175625 \text{ N}^2 \text{m}^2}$$

$$d^3 = 2.037 \times 10^{-8} \frac{\text{m}^2}{\text{N}} \sqrt{5668786 \text{ N}^2 \text{m}^2}$$

$$d^3 = 2.037 \times 10^{-8} \frac{\text{m}^2}{\text{N}} \times 2381 \text{ Nm}$$

$$d^3 = 4.84 \times 10^{-5} \text{m}^3$$

$$d = \sqrt[3]{4.84 \times 10^{-5} \text{m}^3}$$

$$d = 0.037 \text{ m}$$

#### 4.2.7.1.5 Carga a soportar los rodamientos cónicos

$$\sum M_A = (90 \text{ N} \times 0.4 \text{ m}) + ((171 \text{ N} + 1350 \text{ N}) \times 0.45 \text{ m}) + (15 \text{ N} \times 0.49 \text{ m})$$
$$+ (2954 \text{ N} \times 0.34 \text{ m}) - (R_B \times 0.3 \text{ m})$$

$$R_B = \frac{36 \text{ Nm} + 685 \text{ Nm} + 8 \text{ Nm} + 1005 \text{ Nm}}{0.3 \text{ m}}$$

$$R_B = \frac{1734 \text{ Nm}}{0.3 \text{ m}}$$

$$R_B = 5780 \text{ N}$$

## 4.2.7.2 Carcasa del eje de mandril rotatorio

### 4.2.7.2.1 Momento flector a resistir

$$\begin{aligned}\sum M_A &= (90 \text{ N} \times 0.4 \text{ m}) + ((171 \text{ N} + 1350 \text{ N}) \times 0.45 \text{ m}) + (15 \text{ N} \times 0.49 \text{ m}) \\ &\quad + (2954 \text{ N} \times 0.34 \text{ m}) \\ \sum M_A &= (36 \text{ Nm}) + (685 \text{ Nm}) + (8 \text{ Nm}) + (1005 \text{ Nm})\end{aligned}$$

$$M_B = 1734 \text{ Nm}$$

### 4.2.7.2.2 Sección de la carcasa del eje. (ver figura 4.30)

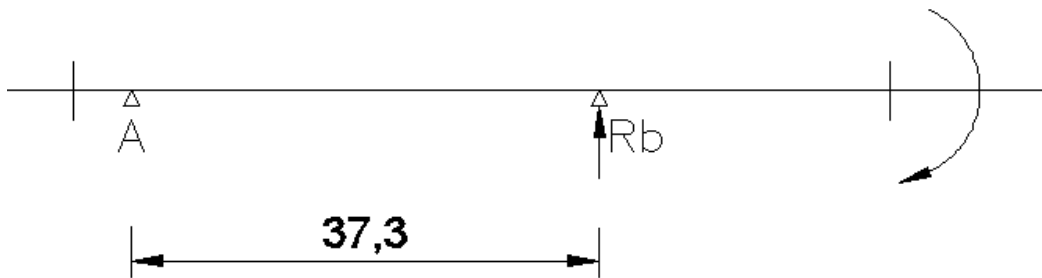


Fig. 4.30: Fuerzas y distancia que se ejercen sobre la carcasa del mandril.

Material = Acero AISI 4340

Módulo de Influencia =  $225 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

$$M_{max} = 2294 \text{ Nm}$$

$$M_{max} = S \times \sigma_{admisible}$$

$$M_{max} = \frac{I}{\frac{d_2}{2}} \times \sigma_{admisible}$$

$$M_{max} = \frac{\frac{\pi}{64} (d_2^4 - d_1^4)}{\frac{d_2}{2}} \times \sigma_{admisible}$$

$$M_{max} = \frac{\frac{\pi}{64} ((0.089 \text{ m})^4 - (0.082 \text{ m})^4)}{\frac{0.089 \text{ m}}{2}} \times 225 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$M_{max} = 4350 \text{ Nm}$$

**Nota: el momento generado es mayor al requerido.**

## 4.2.8 Transmisión de movimiento

La transmisión de movimiento se la realizara, mediante una transmisión de polea, un reductor de velocidad y una transmisión por cadena.(véase figura 4.31).

### 4.2.8.1 Reducción de velocidad

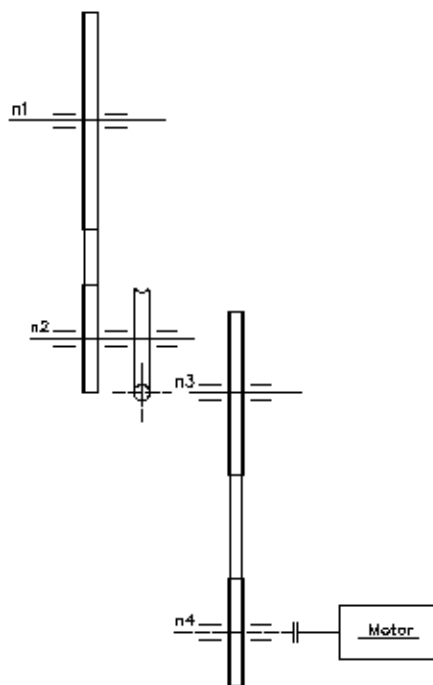


Fig. 4.31: Disposición de los elementos de la transmisión de movimiento

### 4.2.8.2 Relación de transmisión

$$i = \frac{n_{entrada}}{n_{salida}}$$

$$i_3 = \frac{n_4}{n_3}$$

$$i_3 = \frac{1740 \text{ rpm}}{432 \text{ rpm}}$$

$$i_3 = 4 \quad (\text{Transmisión por banda})$$

$$i_2 = \frac{n_3}{n_2}$$

$$i_2 = \frac{432 \text{ rpm}}{12 \text{ rpm}}$$

$i_2 = 36$  (Transmisión por reductor de  
sinfín y corona)

$$i_1 = \frac{n_2}{n_1}$$

$$i_1 = \frac{12 \text{ rpm}}{4 \text{ rpm}}$$

$i_1 = 3$  (Transmisión por cadena)

$$i_t = i_1 \times i_2 \times i_3$$

$$i_t = 4 \times 36 \times 3$$

$i_t = 432$  (Relación de transmisión total)

#### 4.2.8.3 Potencia requerida de diseño

$$P_e = \frac{P_s}{u}$$

Dónde:

$P_s = 1 \text{ HP}$  Potencia solicitada de trabajo

$\mu_{banda} = 0.96$  Eficiencia de la transmisión por bandas

$\mu_{reductor} = 0.67$  Eficiencia de reductor de sinfín y corona

$\mu_{cadena} = 0.98$  Eficiencia de la transmisión por cadena

$$P_e = \frac{1 \text{ HP}}{0.98 \times 0.67 \times 0.96}$$

$$P_e = 1.58 \text{ HP}$$

$$P_e = 2 \text{ HP}$$

#### 4.2.8.4 Diseño de transmisión por bandas

##### 4.2.8.4.1 Potencia corregida

$$P_c = P_e \times F_{cp}$$

Dónde:

$P_e = 1.58 \text{ HP}$  Potencia requerida de diseño

$F_{cp} = 1.1$  Factor de corrección de potencia

$$P_c = 1.58 \text{ HP} \times 1.1$$

$$P_c = 1.738 \text{ HP}$$

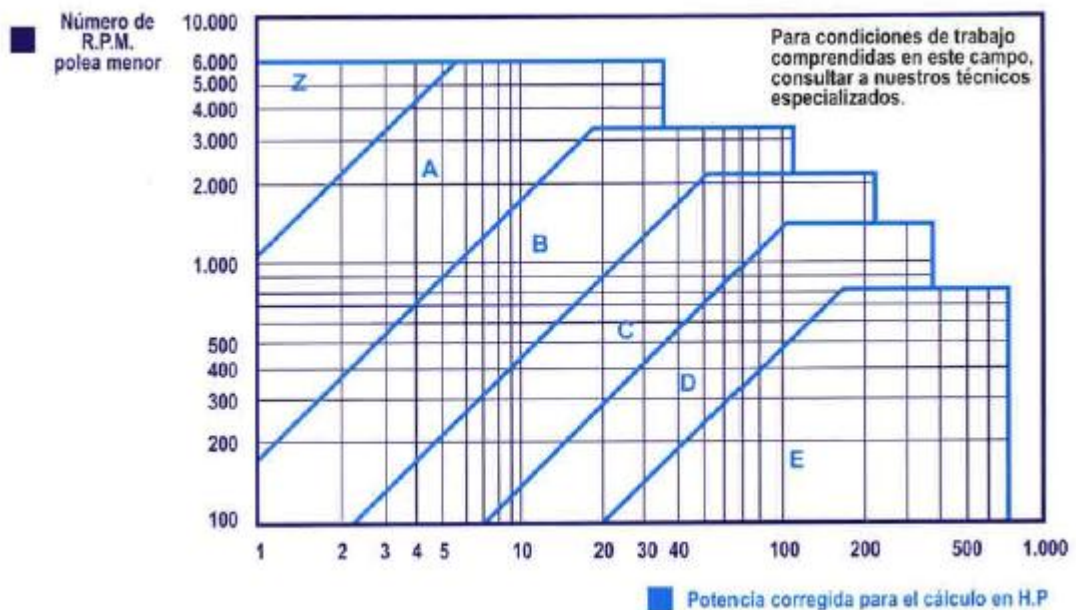
##### 4.2.8.4.2 Sección de la correa

Dónde:

$n = 1740 \text{ rpm}$  Número de revoluciones del motor

$P = 2 \text{ HP}$  Potencia neta del motor

Tabla 4.4: Relación entre la potencia y el número de revoluciones



✓ Se elige una Correa de Sección A

#### 4.2.8.4.3 Relación de transmisión

$$K = \frac{n}{n_1} = \frac{D}{d}$$

Dónde:

$n = 1740 \text{ rpm}$  Número de revoluciones del motor

$n_1 = 432 \text{ rpm}$  Número de revoluciones de polea conducida

$$K = \frac{1740 \text{ rpm}}{432 \text{ rpm}}$$

$$K = 4$$

#### 4.2.8.4.4 Elección de los diámetros primitivos de las poleas

Tabla 4.5: Diámetros recomendados para poleas

Tabla N° 1							Tabla N° 1						
Ø mm	Z	A	B	C	D	E	Ø mm	Z	A	B	C	D	E
50							315	••	••	••			
53							355	•	•	•		••	
56							375		•	•		•	
60	•						400	••	••	••	••		
63	••						425					•	
67	•						450	•	•	•		••	
71	••	•					475					•	
75	•	•					500	••	••	••		••	••
80	••	•					530						•
90	•	••					560	•	•	•	•	•	••
95		•					600		•				••
100	••	••					630	••	••	••	••	••	••
106		•					670						•
112	•	••	•				710	•	•	•	•	•	••
118		•					750		•	•	•	•	
125	••	••	•				800		••	••	••	••	••
132		•	•				900		•	•	•	•	•
140	•	••	••				1000		••	••	••	••	••
150	•	•	•				1060					•	
160	••	••	••				1120			•	•	•	•
170			•				1250			••	••	••	••
180	•	••	••	•			1400		•	•	•	•	
200	••	••	••	••			1500				•	•	
212				•			1600		••	••	••	••	
224	•	•	•	••			1800				•	•	
236				•			1900					•	
250	•	••	••	••			2000					••	••
265				•			2240					•	
280		•	•	••			2500						••
300		•	•	•			3000						

Según normas BS 3790

• Diámetro especificado.

•• Diámetro especialmente recomendado.

IMPORTANTE: Al aumentar el diámetro de polea aumenta la vida útil de la correa.

✓  $d = 71 \text{ mm}$  Diámetro de la polea conductora.



- **Diámetro de la polea conducida**

$$D = K \times d$$

**Dónde:**

$d = 71 \text{ mm}$       Diámetro de la polea conductora.

$K = 4$               Relación de transmisión

$$D = 4 \times 71 \text{ mm}$$

$$D = 284 \text{ mm}$$

**Nota:** por cuestiones comerciales, de diseño, construcción y tamaño, se optó por ubicar una polea de 2 y otra de 8 plg.

#### 4.2.8.4.5 Distancia mínima entre ejes

**Para  $K \geq 3$**

$I \geq D$

$$I \geq 8 \text{ plg}$$

#### 4.2.8.4.6 Longitud primitiva mínima de la correa

$$L = 2 \times I + 1.57(d + D) + \frac{(D - d)^2}{4 \times I}$$

**Dónde:**

$I = 8 \text{ plg}$       Distancia entre ejes

$d = 2 \text{ plg}$       Diámetro de la polea conductora.

$D = 8 \text{ plg}$       Diámetro de la polea conducida

$$L = 2 \times 8 \text{ plg} + 1.57(2 \text{ plg} + 8 \text{ plg}) + \frac{(8 \text{ plg} - 2 \text{ plg})^2}{4 \times 8 \text{ plg}}$$

$$L = 16 \text{ plg} + 15.7 \text{ plg} + \frac{36 \text{ plg}^2}{32 \text{ plg}}$$

$$L = 32.825 \text{ plg}$$

#### 4.2.8.4.7 Factor de corrección de longitud de la correa

$$F_{cl} = 0.84$$

#### 4.2.8.4.8 Determinación del ángulo de contacto en grados

$$\alpha = 180^\circ - 57^\circ \frac{D - d}{I}$$

Dónde:

$I = 8 \text{ plg}$  Distancia entre ejes

$d = 2 \text{ plg}$  Diámetro de la polea conductora.

$D = 8 \text{ plg}$  Diámetro de la polea conducida

$$\alpha = 180^\circ - 57^\circ \frac{8 \text{ plg} - 2 \text{ plg}}{8 \text{ plg}}$$

$$\alpha = 180^\circ - 57^\circ \frac{6 \text{ plg}}{8 \text{ plg}}$$

$$\alpha = 180^\circ - 57^\circ(0.75)$$

$$\alpha = 180^\circ - 42.75^\circ$$

$$\alpha = 137.25^\circ$$

#### 4.2.8.4.9 Factor de corrección de arco de contacto

$$F_{c\alpha} = 0.94$$

#### 4.2.8.4.10 Velocidad de la correa

$$V_t = \frac{\pi \times d \times n}{60 \text{ s} \times 1000 \text{ mm}}$$

Dónde:

$d = 2 \text{ plg}$  Diámetro de la polea conductora.

$n = 1740 \text{ rpm}$  Número de revoluciones del motor

$$V_t = \frac{\pi \times 50 \text{ mm} \times 1740 \text{ rpm}}{60 \text{ s} \times 1000 \text{ mm}}$$

$$V_t = \frac{\pi \times 50 \text{ mm} \times 1740 \text{ rpm} \times 1 \text{ m}}{60 \text{ s} \times 1000 \text{ mm}}$$

$$V_t = \frac{273318 \text{ m}}{60000 \text{ s}}$$

$$V_t = 4.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

#### 4.2.8.4.11 Prestación base

**Pbk = Pb + prestación adicional por relación de transmisión**

**Dónde:**

**Pb= 0.90** prestación por transmisión con ángulo de 180°

$$\mathbf{Pbk = 0.90 + 0.29}$$

$$\mathbf{Pbk = 1.19}$$

#### 4.2.8.4.12 Potencia efectiva por correa

$$P_e = Pbk \times Fcl \times Fca$$

**Dónde:**

**Pbk = 1.19** Prestación base

**Fcl = 0.84** Factor de corrección de longitud

**Fca = 0,94** Factor de corrección de arco de contacto

$$P_e = 1.19 \times 0.84 \times 0.94$$

$$P_e = 0.939624$$

#### 4.2.8.4.13 Cantidad de correas

$$\mathit{Cant\ Correas} = \frac{P_c}{P_e}$$

**Dónde:**

$P_c = 1.738 \text{ HP}$  Potencia corregida

$P_e = 0.939624$  Potencia efectiva por correa

$$\text{Cant Correas} = \frac{1.738 \text{ HP}}{0.939624}$$

$$\text{Cant Correas} = 2$$

#### 4.2.8.5 Diseño de Transmisión por cadena

##### 4.2.8.5.1 Relación de Transmisión

$$K = \frac{n_5}{n_4} = \frac{D}{d}$$

**Dónde:**

$n_4 = 4 \text{ rpm}$  Número de revoluciones del piñón conductor

$n_5 = 12 \text{ rpm}$  Número de revoluciones de Catarina conducida

$$K = \frac{12 \text{ rpm}}{4 \text{ rpm}}$$

$$K = 3$$

##### 4.2.8.5.2 Potencia Corregida

$$P_c = P_e \times F_{cp}$$

**Dónde:**

$P_e = 1 \text{ HP}$  Potencia requerida de diseño

$F_{cp} = 1$  Factor de corrección de potencia

$$P_c = 1 \text{ HP} \times 1$$

$$P_c = 1 \text{ HP}$$

##### 4.2.8.5.3 Distancia mínima entre ejes

$$C = \emptyset_{\text{Rueda}} + r_{\text{piñon}}$$

**Dónde:**

$\phi_{Rueda} = 182.10 \text{ mm}$       Diámetro de la rueda conducida  
 $r_{piñon} = 61.10 \text{ mm}$       Radio del piñón conductor

$$C = 182.10 \text{ mm} + 61.10 \text{ mm}$$

$$C = 243.2 \text{ mm}$$

#### 4.2.9 Consumo de aire

**Cámara principal:**

$$V = \frac{\pi \times D^2}{4} \times L$$

$$V = \frac{\pi \times (0.08m)^2}{4} \times 1.2m$$

$$V = 6.03 \times 10^{-03}m^3$$

**Cámara anular:**

$$V = \frac{\pi \times (D^2 - d^2)}{4} \times L$$

$$V = \frac{\pi \times ((0.08m)^2 - (0.025m)^2)}{4} \times 1.2m$$

$$V = 5.44 \times 10^{-03}m^3$$

Si sumamos ambas cámaras tendremos el total del cilindro:

$$V = \frac{\pi \times (2D^2 - d^2)}{4} \times L$$

$$V = \frac{\pi \times (2(0.08m)^2 - (0.025m)^2)}{4} \times 1.2m$$

$$V = 0.01m^3$$

Luego, para determinar el volumen de aire se debe reemplazar en la siguiente ecuación derivada de la ley de Boyle – Mariotte.

$$V_{aire} = \frac{P_{abs} \times V_{cil}}{P_{atm}}$$

**Donde:**

$$P_{abs} = 10 \text{ bar} : 1000000\text{Pa}$$

$$V_{cil} = 0.01 \text{ m}^3$$

$$P_{atm} = 101.325 \text{ Pa}$$

$$V_{aire} = \frac{1000000 \frac{N}{m^2} \times 0.01 m^3}{101.325 \frac{N}{m^2}}$$

$$V_{aire} = 113.25 m^3$$

## 5 MATERIALES Y METODOS

Para la construcción de la Maquina Desmontadora, se inició con la adquisición del equipo

y accesorios electro-neumáticos (anteriormente detallado en cuadro de costos), con la finalidad de estar seguros de sus capacidades, formas, dimensiones y tolerancias de trabajo.

Posteriormente se procedió con la adquisición del equipo y accesorios eléctricos, con los cuales se conformara los mandos para el pilotaje de la máquina. Por último se reúne el material metálico para la conformación de las diferentes partes de la máquina.

Con el fin de desarrollar la construcción de las partes, piezas y montaje de la máquina, se utilizó la maquinaria y las herramientas del Taller Mecánico de la Universidad Nacional de Loja, ubicado en el sector de la Argelia, de la ciudad de Loja.

## **5.1 MATERIALES**

Estando diseñadas y seleccionadas las diferentes partes constitutivas de la máquina Desmontadora de Neumáticos (ver anexos), se procede a la construcción, montaje e instalación de sus elementos, basándose para ello en los planos y cálculos matemáticos que se incluyen en el documento. Las máquinas, herramientas y accesorios utilizados en el proceso constructivo que se describen a continuación:

### **▪ Máquinas empleadas en la construcción:**

1. Torno
2. Soldadora Eléctrica
3. Cortadora Eléctrica
4. Cortadora de Plasma
5. Taladro de Mano y Mesa
6. Roladora
7. Esmeril
8. Moladora
9. Compresor de Aire
10. Multímetro
11. Destornillador eléctrico

### **▪ Herramientas y útiles necesarias para la construcción**

1. Flexómetro
2. Calibrador

3. Nivel de Precisión
4. Escuadra
5. Granete
6. Juego de Brocas
7. Combo
8. Machuelos
9. Llaves en general
10. Entenalla
11. Sierra Manual
12. Cepillo de Acero
13. Lijas, entre otros

### 5.1.1 Procedimiento de construcción

Para la construcción de la máquina para el montaje-desmontaje de neumáticos, los materiales principales a utilizarse son barras de acero AISI 4340 (ASSAB 705), un acero ASTM A36 y de transmisión SAE 1018, que se especifican en cada uno de los cuadros y planos de diseño (ver anexos).

Es necesario considerar que cada uno de los elementos y/o partes de la que está compuesta la máquina para el montaje-desmontaje de neumáticos, en las siguientes tablas se muestra una lista de las partes más importantes que la constituyen, así como la cantidad y el material del que están constituidos.

Esta información indica en forma pormenorizada los elementos que se encuentran en la máquina y en el modelo en general, (véase tabla 5.1), además de que permite ubicar fácilmente a cada uno de ellos. Además de esta información escrita, en la parte de Anexos, se muestra material fotográfico donde se puede apreciar el proceso constructivo.

**Tabla 5.1: Operaciones tecnológicas ejecutadas en las principales partes del equipo.**

ELEMENTO		#	OPERACIÓN	HORAS
Mandril Rotatorio	L = 700 mm	1	Corte con Sierra Eléctrica	2
		2	Torneado	20
		3	Soldado	2



		4	Taladrado	1
		5	Roscado	1
		6	Pulido	3
		7	Pintado	2
Caja de Reducción de Velocidad	N ent = 1700	8	Corte con Plasma	2
		9	Corte con Sierra Eléctrica	1
		10	Torneado	4
		11	Soldado	3
		12	Torneado	10
		13	Roscado	2
		14	Pulido	2
		15	Pintado	2
Sistema de Levantamiento	N Riel = 2	16	Corte con Plasma	4
		17	Corte con Sierra Manual	3
		18	Soldado	4
		19	Taladrado	2
		20	Pulido	4
		21	Pintado	2
Estructura Principal	L = 1.7 m	22	Corte con Plasma	3
		23	Corte con Sierra Manual	2
		24	Soldado	5
		25	Taladrado	3
		26	Pulido	3
		27	Pintado	2
Sistema de Empuje	N Riel = 2	28	Corte con Plasma	4
		29	Corte con Sierra Manual	3
		30	Soldado	4
		31	Taladrado	2
		32	Pulido	4
		33	Pintado	2
Brazo de Empuje	H = 0.45 m	34	Corte con Sierra Eléctrica	2
		35	Soldado	2
		36	Torneado	5
		37	Taladrado	1
		38	Pulido	2
		39	Pintado	1



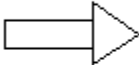



### 5.1.2 Organigrama de operaciones de construcción y montaje

En los siguientes organigramas se presentan las operaciones tecnológicas que se siguen en las diferentes etapas de la construcción de la máquina para el montaje-desmontaje de neumáticos.

Las operaciones de construcción no tienen un orden de seguimiento estricto, se ejecutan de acuerdo a la necesidad de avance requerida.

El tiempo empleado en cada operación se indica en horas y se encuentra a la izquierda de cada operación.

Para mayor comprensión de los organigramas, (véase figura 5.1), a continuación se detalla la nomenclatura utilizada en la elaboración de los mismos.

<b>SIMBOLOGIA</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
	Operación tecnológica
	Inspección
	Traslado o transporte
	Espera
	Pintura
	Almacenamiento

**Fig. 5.1: Elementos de un diagrama de bloques de las operaciones de construcción**

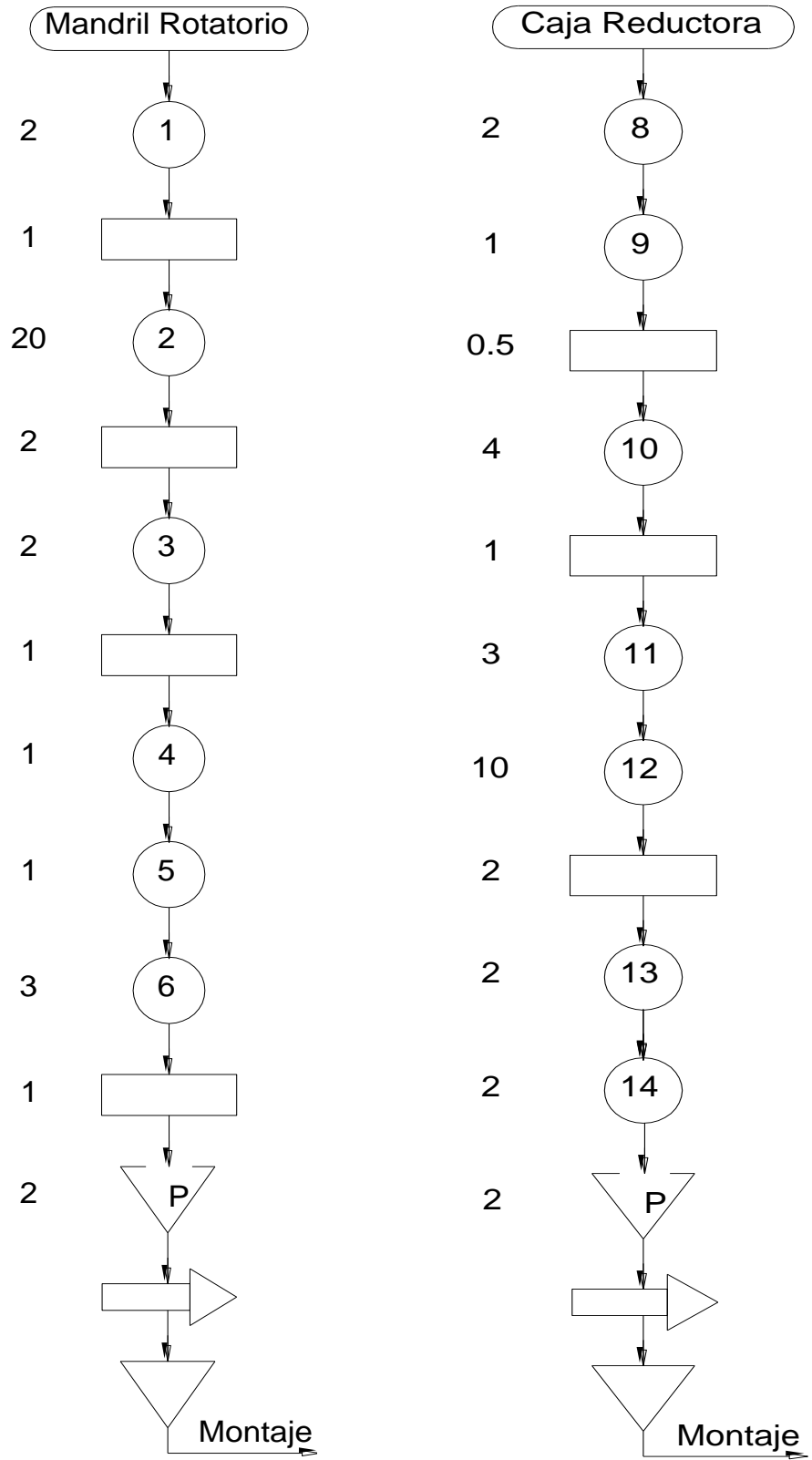
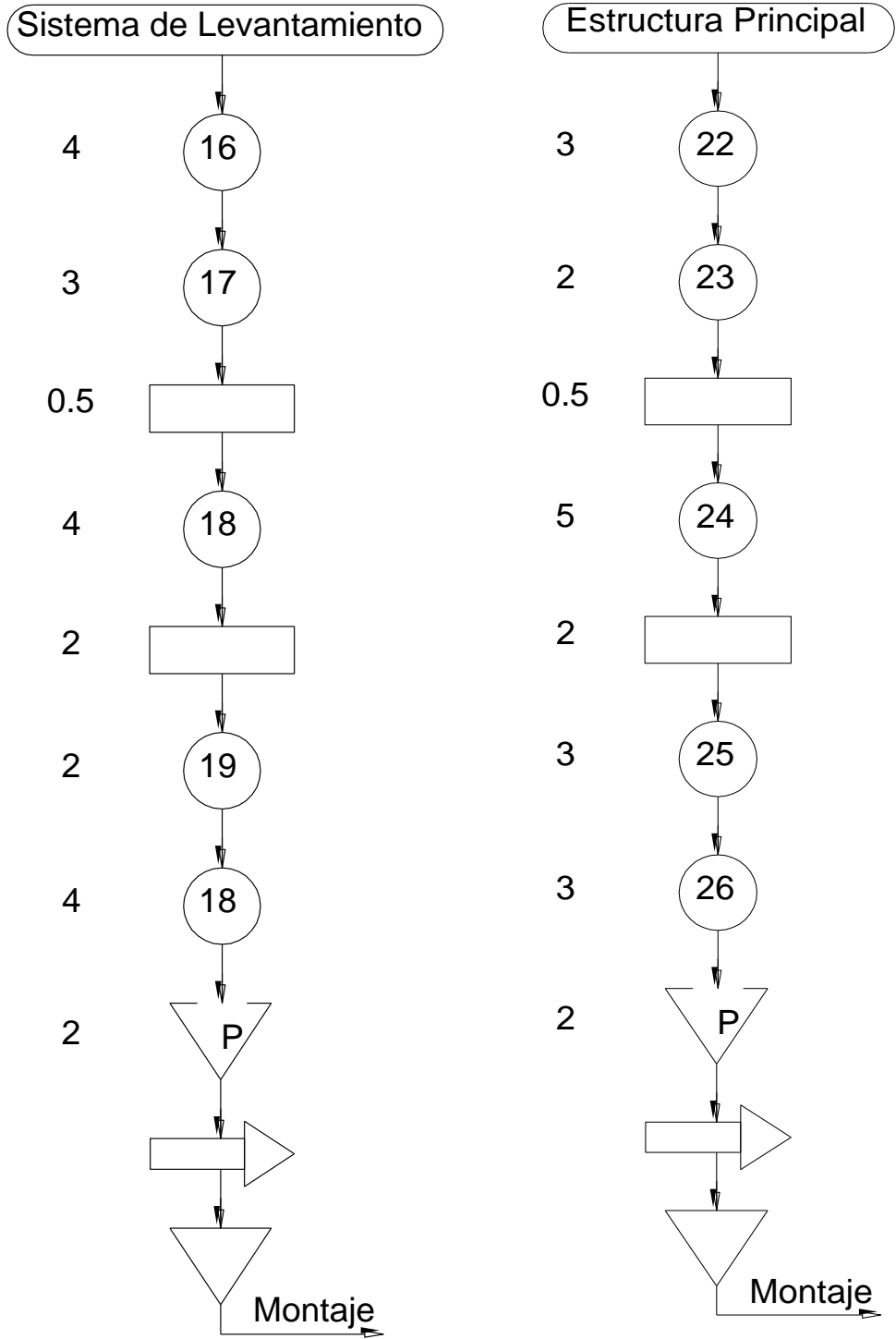
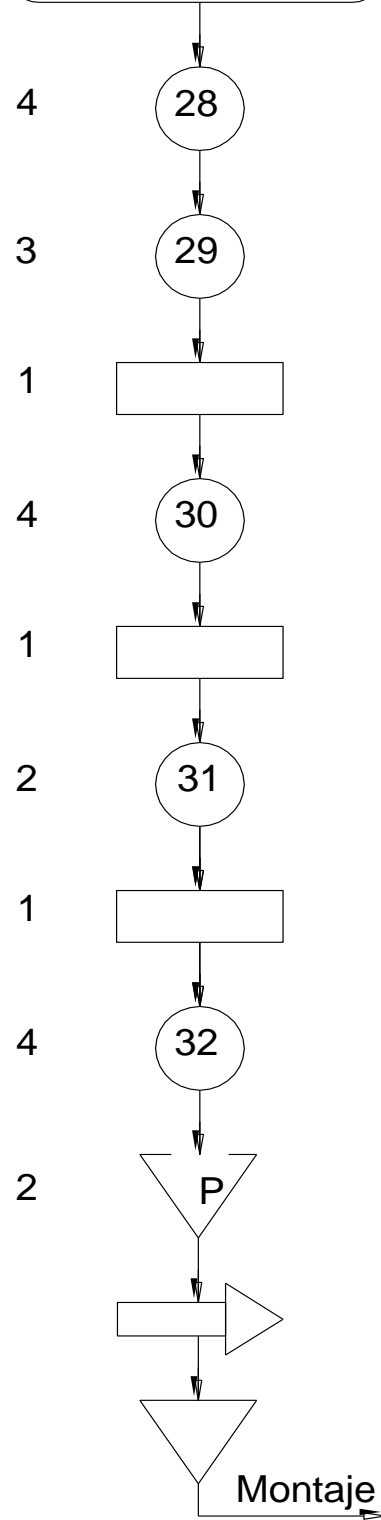


Tabla 5.2: Operaciones tecnológicas para la construcción del sistema de rotación.



**Tabla 5.3: Operaciones tecnológicas para la construcción del sistema de elevación.**

Sistema de Empuje



Brazo de Empuje

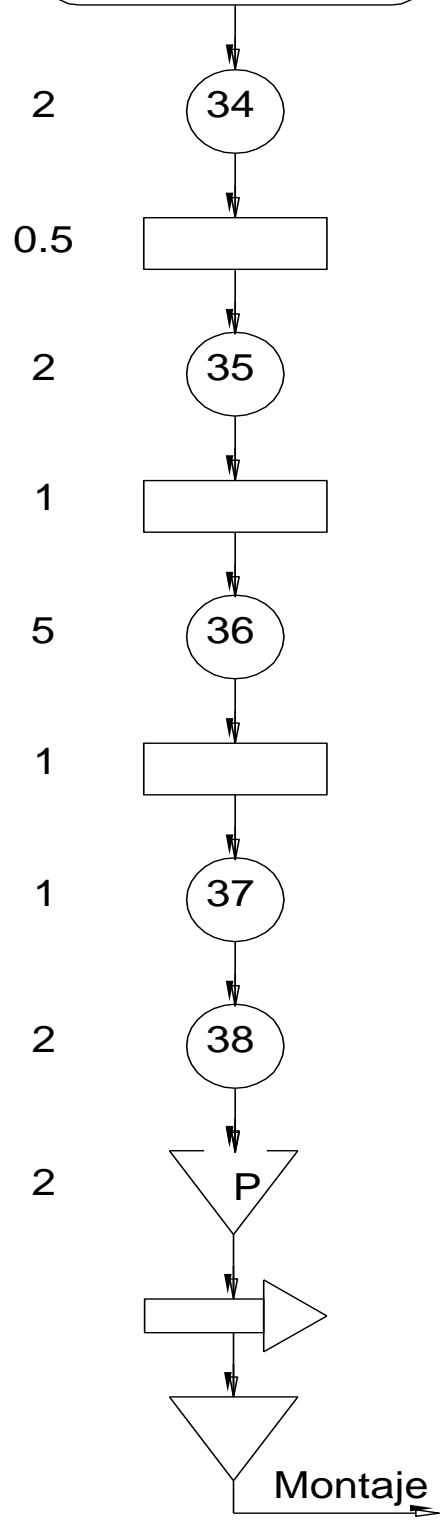


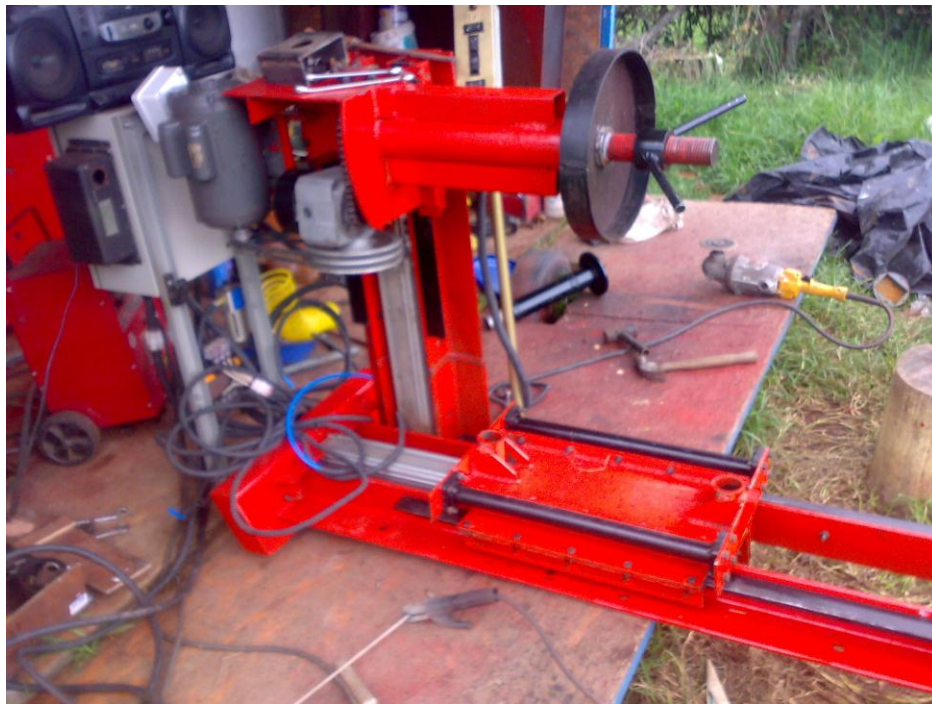
Tabla 5.4: Operaciones tecnológicas para la construcción del sistema de empuje horizontal.

## 5.2 METODOS

Una vez que los elementos mecánicos han sido contruidos en base a los diseños realizados y a los procedimientos tecnológicos planteados, así como los elementos seleccionados fueron adquiridos, se procede a las operaciones de ensamblado de las partes, (véase figura 5.2) para formar el conjunto de los mecanismos de los que se hayan constituido la máquina para el montaje-desmontaje de neumáticos. La máquina está dividida en dos partes: el mecanismo de mandril rotatorio y el mecanismo de brazo de empuje, los cuales sirven como base para el montaje de los elementos que conforman el equipo.

Se debe tener muy en cuenta el montaje del eje principal, ya que de eso depende el correcto montaje o desmontaje de los neumáticos, como también de su correcta nivelación para evitar el daño de los rodamientos y acortar su vida útil así como el de los demás elementos de la máquina.

El proceso de ensamblaje del sistema electro-neumático se lo puede realizar de una manera separada, ya que el mismo luego de ser montado, debe retirarse para evitar daños en sus componentes.



**Fig. 5.2 : Pre-ensamblaje de máquina desmontadora de neumáticos.**

### 5.2.1 Ensamblaje de sistema electro-neumático

Al comenzar la fabricación de la máquina desmontadora, se procedió con la construcción del panel eléctrico de comandos, así como el selector eléctrico manual de mandos, los cuales funcionan a un voltaje de 12 v, ayudada con un transformador de 220 v – 12 v; por último la ubicación de las electroválvulas y la unidad de mantenimiento neumático.

Todo este equipo se ubica sobre una estructura metálica, ubicada en un extremo de la máquina.(ver figura 5.3 – 5.4).

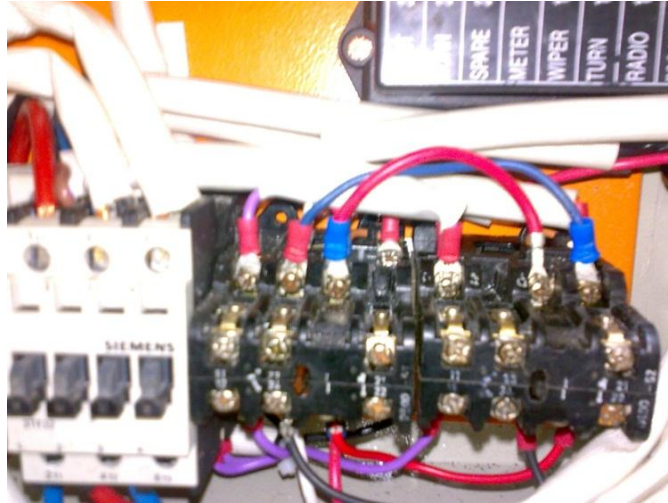


Fig. 5.3: Contactores de fuerza y cambio de giro del motor.



Fig. 5.4: Instalación eléctrica de comandos.





**Fig. 5.5: Unidad de mantenimiento y conjunto de electroválvulas.**



**Fig. 5.6: Comprobación de accionamiento de equipo electro-neumático.**

Es útil mencionar que todo el sistema neumático funciona a una presión de 10 Bar (145 Psi). Una vez verificado que este sistema está funcionando bien, se procede con la construcción de las partes mecánicas de la máquina.

### **5.2.2 Verificación de elementos y piezas estructurales.**



Siguiendo con el diseño de los planos, (ver anexos) se procede con la verificación de las diferentes piezas que conforman la máquina.



**Fig. 5.7: Base de la máquina.**

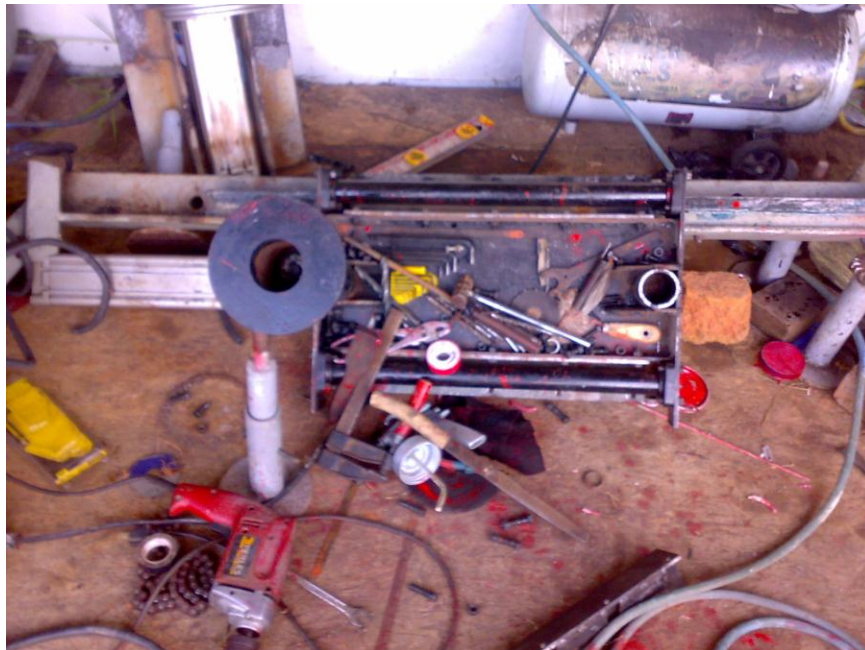
Es preferible comenzar ensamblando la base de la máquina, pues en donde se acoplaran los diferentes accesorios, tanto elementos neumáticos, como piezas estructurales.



**Fig. 5.8: Ubicación del cilindro neumático.**



**Fig. 5.9: Comprobación de distancias necesarias.**



**Fig. 5.10: Rectificación y ajuste de piezas.**

Es necesario dentro de la construcción de la maquina rectificar piezas que estén defectuosas, para ello se desensambla de forma completa, y con la ayuda de herramientas de pulido y soldadura se procede a dejar uniformes las piezas de acuerdo con el diseño del plano y necesidades existentes en el proceso de ensamblado.



**Fig. 5.11: Construcción de base vertical.**

Una vez formada la estructura de la base se procede a acoplar el cilindro neumático, el cual generara un movimiento ascendente y descendente, deslizando sobre las guías que están empernadas en los extremos de las barras laterales de la estructura.



**Fig. 5.12: Acoplamiento de cilindro neumático.**



Una parte muy importante de la máquina es el cuerpo del mandril rotatorio, en la cual se alojarán las pistas de dos rodamientos cónicos, enfrentados entre sí; también en esta estructura se ubicará una plataforma donde se ubicará el motor eléctrico.



**Fig. 5.13: Cuerpo del mandril rotatorio.**



**Fig. 5.14: Acoplamiento del mandril de rotación.**

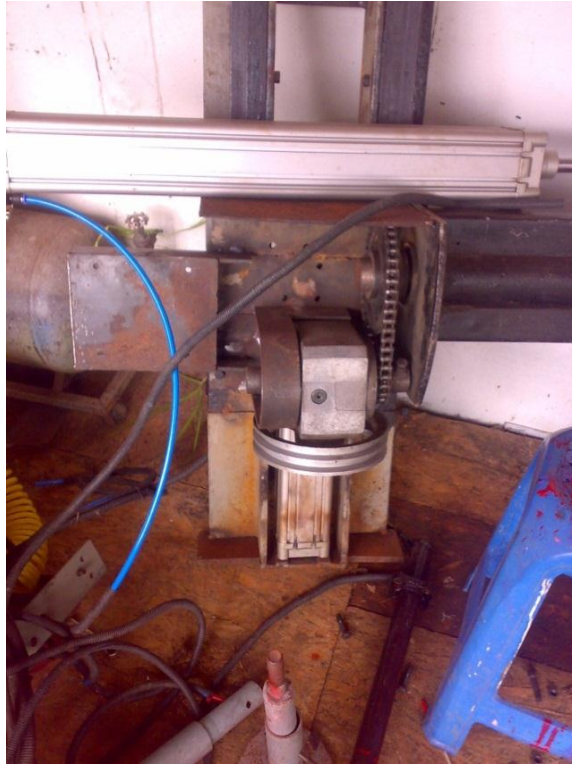


**Fig. 5.15: Acoplamiento de sistema de transmisión**



**Fig. 5.16: Acoplamiento del mandril de rotación.**





**Fig. 5.17: Acoplamiento de bancada vertical.**



**Fig. 5.18: Desensamble de máquina.**

### **5.2.3 Proceso de pintura**



**Fig. 5.19: Pintado de base lateral.**



**Fig. 5.20: Pintado de base horizontal y rampa.**





**Fig. 5.21: Pintado de bancada horizontal.**



**Fig. 5.22: Pintado de cuerpo de mandril.**

#### **5.2.4 Ensamblaje**





**Fig. 5.23: Ensamblado de base horizontal.**



**Fig. 5.24: Acoplamiento de cilindro horizontal.**



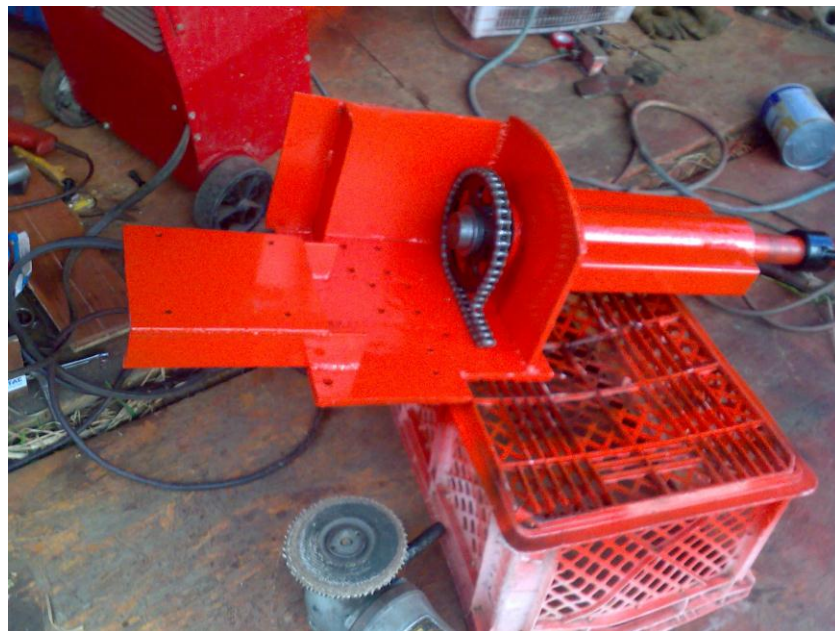
**Fig. 5.25: Acoplamiento de bancada horizontal.**



**Fig. 5.26: Acoplamiento del sistema electro-neumático.**



**Fig. 5.27:** Ensamble de estructura vertical.

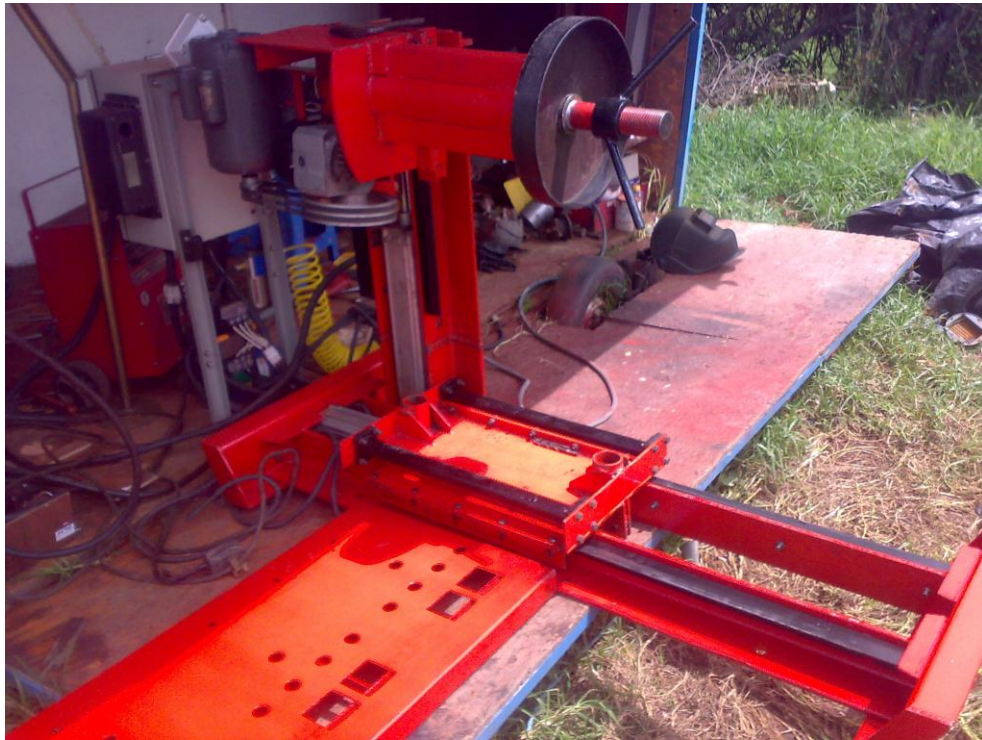


**Fig. 5.28:** Ensamble del mandril de rotación.





**Fig. 5.29: Acoplamiento del mandril de rotación.**



**Fig. 5.30: Acoplamiento de la máquina.**

### **5.3 COSTOS**

A continuación se detalla el costo total de la construcción y montaje de la máquina para el montaje-desmontaje de neumáticos

### 5.3.1 Costos directos

Se refiere a los gastos en instrumentos, equipos, accesorios y materiales necesarios para la construcción de la máquina.

#### Costo de los materiales para la construcción

**Tabla 5.5:** Costo de fabricación de mandril rotatorio

Nro.	Materiales	Cantidad	Precio unitario	Total
1	Eje de acero A705 Ø 50 mm x 700 mm	1	26.00	26.00
2	Tubo Metálico A 513 Øint = 82 mm	1m	15.00	15.00
3	Platina 50 mm x 6 mm x 3m	3m	5.00	15.00
4	Tuercas para Ejes Ø 50 mm	8	8.00	64.00
5	Eje de Acero Perforado A75 Ø 70mm	0.2m	100.00	20.00
6	Eje de acero A 36 Ø 12 mm	0.2m	4.00	0.80
7	Electrodos E6011	0.5 Kg	3.00	1.50
8	Electrodos E7018	1 Kg	3.50	3.50
9	Disco de Corte D 12 Ø 7"	2	1.80	3.60
10	Disco de Desbaste Ø 7"	1	2.00	2.00
11	Fondo gris	½ Gln	18.00	9.00
12	Pintura roja esmalte	½ Gln	20.00	10.00
13	Broca para acero Ø 8 mm	1	1.20	1.20
14	Retenedor Ø 2 "	2	4.50	9.00
15	Rodamientos Cónicos L M 104911	2	9.00	18.00
<b>SUBTOTAL</b>				198.60

**Tabla 5.6:** Costo de fabricación de caja reductora de velocidad

<b>Nro.</b>	<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
1	Catalina de acero D = 120 mm	1	25.00	25.00
2	Plancha negra ASTM A 36 e 12 mm	1/4 P	80.00	20.00
3	Reductor de Velocidad 90 : 1	1	180.00	180.00
4	Cadena Metálica	1 m	25.00	25.00
5	Polea Motriz	1	5.00	5.00
6	Polea Conducida	1	12.00	12.00
7	Banda	1	13.00	13.00
8	Pernos 3/8 x 1 “	6	0.8	4.80
9	Disco de Corte D 12 Ø 7”	2	1.80	3.60
10	Disco de Desbaste Ø 7”	1	2.00	2.00
<b>SUBTOTAL</b>				290.40

**Tabla 5.7:** Costo de fabricación de sistema de levantamiento

<b>Nro.</b>	<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
1	Plancha negra ASTM A 36 e 12 mm	½ P	80.00	20.00
3	Platina 50 mm x 6 mm x 3m	3m	5.00	15.00
4	Pernos 3/8 x 1 “	16	0.80	12.80
7	Perno ½ x 2 “	1	1.20	1.20
8	Electrodos E6011	2 Kg	3.00	6.00
9	Electrodos E7018	1 Kg	3.50	3.50
10	Disco de Corte D 12 Ø 7”	4	1.80	7.20
11	Disco de Desbaste Ø 7”	1	2.00	2.00
12	Fondo gris	½ Gln	18.00	9.00
13	Pintura Roja esmalte	½ Gln	20.00	10.00
14	Broca para acero Ø 8 mm	1	1.20	1.20
15	Broca para acero Ø 13 mm	1	1.50	1.50
<b>SUBTOTAL</b>				89.40

**Tabla 5.8:** Costo de fabricación de estructura principal

<b>Nro.</b>	<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
1	Angulo 100 mm x12 mm	6m	10.00	60.00
2	Angulo Doblado 100 mm x 6mm	3m	5.00	15.00
3	Plancha negra ASTM A 36 e 6 mm	½ P	80.00	40.00
4	Canal U 50 mm x 25 mm e 3 mm	3m	2.00	6.00
5	Perfil UPN 100	2m	15.00	30.00
6	Pernos Acero 4t Ø 10 mm	16	0.80	12.80
7	Electrodos E6011	3 Kg	3.00	9.00
8	Electrodos E7018	1 Kg	3.50	3.50
9	Disco de Corte D 12 Ø 7"	4	1.80	7.20
10	Disco de Desbaste Ø 7"	3	2.00	6.00
11	Fondo gris	½ Gln	18.00	9.00
12	Pintura Roja esmalte	½ Gln	20.00	10.00
13	Broca para acero Ø 11mm	1	1.50	1.50
14	Arandelas de Presión Ø 10mm	16	0.15	2.40
<b>SUBTOTAL</b>				212.40

**Tabla 5.9:** Costo de fabricación de sistema de empuje

<b>Nro.</b>	<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
1	Plancha negra ASTM A 36 e 12 mm	¼ P	80.00	20.00
2	Tubo Metálico A 513 Øext = 40 mm	1m	3.00	3.00
3	Platina 50 mm x 6 mm x 3m	3m	5.00	15.00
4	Pernos 3/8 x 1 "	16	0.80	12.80
5	Eje de Acero Perforado A75 Ø 60 mm	0.15 m	100.00	15.00
6	Soporte para tubo	4	5.00	20.00
7	Perno ½ x 2 "	1	1.20	1.20
8	Electrodos E6011	2 Kg	3.00	6.00
9	Electrodos E7018	1 Kg	3.50	3.50
10	Disco de Corte D 12 Ø 7"	4	1.80	7.20
11	Disco de Desbaste Ø 7"	1	2.00	2.00
12	Fondo gris	½ Gln	18.00	9.00
13	Pintura Roja esmalte	½ Gln	20.00	10.00
14	Broca para acero Ø 8 mm	1	1.20	1.20
15	Broca para acero Ø 13 mm	1	1.50	1.50
<b>SUBTOTAL</b>				127.40

**Tabla 5.10:** Costo de fabricación de brazo de empuje

<b>Nro.</b>	<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
1	Eje de acero A705 Ø 50 mm x 500 mm	1	20.00	20.00
2	Tubo Metálico A 513 Øint = 64 mm	0.5 m	15.00	7.50
3	Rodamiento 6808 ZZ	1	9.00	9.00
4	Rodamiento 60/28 ZZ	1	6.00	6.00
5	Eje de Acero Perforado A75 Ø 70mm	0.2m	100.00	20.00
6	Plancha negra ASTM A 36 e 12 mm	¼ P	80.00	20.00
7	Electrodos E6011	0.5 Kg	3.00	1.50
8	Electrodos E7018	1 Kg	3.50	3.50
9	Disco de Corte D 12 Ø 7"	2	1.80	3.60
10	Disco de Desbaste Ø 7"	1	2.00	2.00
11	Fondo gris	½ Gln	18.00	9.00
12	Pintura Roja esmalte	½ Gln	20.00	10.00
13	Broca para acero Ø 8 mm	1	1.20	1.20
14	Perno ½ x 1 "	1	0.80	0.80
15	Arandela Plana ½ "	1	0.60	0.60
<b>SUBTOTAL</b>				215.80

**Tabla 5.11:** Costo de adquisición de accesorios neumáticos

<b>Nro.</b>	<b>Producto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Total</b>
1	Cilindro ISO D80mm C400mm	1	237.38	237.38
2	Cilindro ISO D80mm C600mm	1	292.38	292.38
3	Cilindro ISO D80mm C200mm	1	182.38	182.38
4	Electroválvula 5/3 – ¼", 12VDC(PBC)	3	79.20	237.60
5	Regulador de Flujo 3/8" x 8mm	4	7.97	31.88
6	Unidad de Mantenimiento F/R-L-3/8"	1	66.56	66.56
7	Manifold serie 200 para 3 estaciones	1	38.50	38.50
8	Racor codo ¼ x 8mm	7	1.35	9.45
9	Racor codo 3/8 x 8mm	2	1.55	3.10
10	Silenciador plástico ¼"	4	1.20	4.80
11	Tapón plug ¼"	1	1.20	1.20
12	Tubo poliuretano 8mm	10m	1.04	10.40
13	Racor recto 3/8 x 8mm	2	1.50	3.00
14	Acople Neumático (rápido)	1	8.00	8.00
<b>SUBTOTAL</b>				1,126.63

**Tabla 5.12:** Costo de adquisición de materiales eléctricos



<b>Nro.</b>	<b>Producto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Total</b>
1	Pulsador tipo 3 posiciones	4	3.00	12.00
2	Switch tipo 2 posiciones	1	2.40	2.40
3	Relays 12V 30A	8	3.25	26.00
4	Pulsador (fin de carrera)	4	1.85	7.40
5	Bornera 12 polos (aislada)	3	2.50	7.50
6	Portafusibles tipo seccionador	1	4.00	4.00
7	Switch de encendido	1	5.00	5.00
8	Batería 12 v	2	15.00	30.00
9	Rectificador de corriente	1	20.00	20.00
10	Transformador de corriente	1	12.00	12.00
11	Fusibles	6	0.05	0.30
12	Contactador siemens 3T32	3	15.60	46.80
13	Motor eléctrico 2HP	1	160	160.00
14	Cable eléctrico	20m	0.40	8.00
15	Enchufe industrial	1	8.00	8.00
16	Caja metálica	1	25.00	25.00
17	Cinta aislante	5	0.40	2.00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>376.00</b>

**Mano de obra.-** Es el costo.- hombre que proporciona sus servicios para la construcción de la máquina.

**Tabla 5.13:** Costo de mano de obra

<b>Nro.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
1	Corte, perfilado y desbaste		50.00	50.00
2	Ensamblaje y proceso de soldadura		70.00	70.00
3	Máquinas y herramientas		300.00	300.00
4	Mano de obra		500.00	500.00
5	Asesoría Técnica		50.00	50.00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>970.00</b>

### 5.3.2 Costos indirectos

Son los gastos técnico-administrativos para la realización de un proceso productivo, es decir aquellos gastos que se realizan para la ejecución de un proyecto y no han sido considerados como costos directos.

- Costo ingenieril
- Utilidad
- Imprevistos

**Costo ingenieril.-** es la suma de los costos, que son de aplicación a todo lo referente a gastos sobre el diseño del equipo.

**Tabla 5.14:** Costo de desarrollo de investigación

<b>Nro.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Total</b>
1	Recopilación de información		90.00	90.00
2	Consultas Bibliográficas e Internet		50.00	50.00
3	Movilización		80.00	80.00
4	Materiales de Oficina		120.00	120.00
5	Visitas Técnicas		50.00	50.00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>390.00</b>

### 5.3.3 Costos totales

Es el valor de venta de una obra y es igual a la suma entre costos directos e indirectos, por lo tanto en el supuesto caso de una posible venta de la unidad experimental el precio de venta es (PV):

$$PV = CD + CI$$

$$PV = (3606.63 + 390) \text{ USD}$$

$$PV = 3996.63 \text{ USD}$$

**Tabla 5.15:** Costo total

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Total</b>
1	Fabricación de Mandril Rotatorio	198.60
2	Fabricación de Caja Reductora de Velocidad	290.40
3	Fabricación de Sistema de Levantamiento	89.40
4	Fabricación de Estructura Principal	212.40
5	Fabricación de Sistema de Empuje	127.40
6	Fabricación de Brazo de Empuje	215.80
4	Costo de Accesorios Neumáticos	1126.63
5	Costo de Accesorios Eléctricos	376.00
6	Costo de Mano de Obra	970.00
7	Costo de Investigación	390.00
<b>SUBTOTAL</b>		3996.63

## 6. DISCUSION

Luego de analizar los diferentes números de neumáticos, su proceso de montaje y desmontaje manual existente en el medio, y las herramientas utilizadas para este proceso se optó por cambiar algunos de los métodos utilizados.



**Fig. 6.1: Neumático a desmontar.**

Dentro del proceso de montaje o desmontaje de un neumático, lo primero es aflojar el apriete de los talones contra el rin producido por la presión de inflado al cual estuvo sometido, para esto convencionalmente se utiliza herramientas de origen agrícola como son el “pico” o “barreta”, las cuales ayudadas con golpeteos de gran fuerza logran aflojar dichos talones.

Lo que se pretende es cambiar ese procedimiento por un trabajo en el cual el trabajador no corra ningún riesgo ni sobreesfuerzo físico, optando así por un trabajo con una posición vertical del neumático, y con la ayuda de un Brazo de empuje aflojar de una manera sencilla llegar al mismo fin que manualmente.



**Fig. 6.2: Deslizamiento de los talones de los neumáticos.**

Como se observa en las gráficas, la maquina deberá poseer un sistema el cual permita aflojar los talones sin necesidad de cambiar de posición el neumático.

Es importante tener muy en cuenta que el tamaño de los neumáticos varía según su número de rin, para lo cual se debe dotar a la máquina de un sistema de izado del mandril, lo que facilite el trabajo con distintos números.



**Fig. 6.3: Ubicación del neumático sobre la rampa.**

Como último se debe dotar al mandril de un movimiento giratorio, el cual está establecido en 4 rpm, dando así al operador una velocidad cómoda y eficaz para laborar.

Todos estos movimientos estarán controlados por un sistema de pulsadores manuales situados sobre un bastón de mando.



**Fig. 6.4: Mandos eléctricos de pilotaje.**

Una vez concluida la construcción de la Máquina Desmontadora de Neumáticos, se puede observar que durante el proceso de Montaje-Desmontaje, no existe ninguna anomalía en la Máquina, el ruido es bajo, y la velocidad de rotación es correcta.



**Fig. 6.5: Máquina desmontadora.**

Dentro de nuestro medio este tipo de máquinas están diferenciadas en dos clases, neumáticas con un número de rin a desmontar de hasta 16 plg y máquinas hidráulicas con un rango de desmontaje de 17 a 56 plg, cabe destacar que estas herramientas pueden llegar

a costar hasta 25 mil dólares, siendo las más económicas y difundidas las de origen brasileño.

Nuestro modelo, se ha encargado de brindar un servicio con rines de mayor difusión, como son 17, 20, 22,5 plg, los cuales son los más utilizados dentro de nuestro medio.

Con la fabricación de la Máquina se puede obtener los siguientes parámetros:

✓ **Ventajas**

1. Al utilizar aire para su funcionamiento y una red de 220 v, esto facilita su instalación dentro de cualquier taller de nuestro medio.
2. La máquina brinda una posición de servicio vertical, lo cual elimina el esfuerzo de levantar el neumático.
3. En caso de mantenimiento correctivo, tanto en el equipo eléctrico como neumático, y mecánico, todas sus piezas y accesorios pueden ser encontrados en nuestra localidad, eliminando así, las dificultades que presentan las máquinas importadas, ya que esto encarece el mantenimiento y muchas veces deja la única posibilidad de hacer adaptaciones a estos dispositivos.

✓ **Desventajas**

1. La Máquina Desmontadora de Neumáticos, al igual que todas no posee detectores que eliminen los choques de sus partes en movimiento, dejando así toda la responsabilidad al operario de su buen uso y manejo.
2. Al ser todo su accionamiento neumático, esto dificulta que se pueda elevar el número del rin a desmontar, en comparación con máquinas hidráulicas que con accesorios mecánicos alcanzan a desmontar rines de hasta 56 plg.



3. Debido a que la maquina funciona con aire comprimido a una presión de 10 bares y un voltaje de 220 v, debe estar conectada siempre a un compresor, lo cual dificulta que esta máquina pueda ser colocada en un trabajo de carretera.

## RESULTADOS

- ✓ Tiempo en colocar el neumático: 3min



- ✓ Tiempo en aflojar los talones: 2min



- ✓ Tiempo en extraer la pestaña: 1min





- ✓ Tiempo en extraer la carcasa: 1min



**Tiempo Total: 7 min**

Cabe destacar que dentro del ámbito estudiantil, no se han desarrollado máquinas con este fin en nuestra localidad, dejando así un espacio para su mejoramiento, tanto en modelo como su funcionamiento.

Como finalización se puede decir que se ha eliminado en gran manera el esfuerzo físico, al realizar estos procesos, evitando así en un futuro al operario un deterioro en su salud.

**NOTA:** debido a todos estos factores y resultados, dependerá únicamente de la necesidad del cliente y su producción, la implementación de esta máquina dentro de sus instalaciones.

## 7. CONCLUSIONES

- Mediante la recopilación y análisis de datos, fotografías y experiencias laborales, se logró establecer un procedimiento de trabajo al momento del montaje-desmontaje de neumáticos, los cuales sirvieron para el diseño y posterior construcción de la máquina.
- Se diseñó y construyó una Máquina para el Montaje-Desmontaje de Neumáticos Rin (20-24). La capacidad de la Desmontadora es de Neumáticos de diámetro de hasta 1300 mm y grosor de 500 mm.
- Se establecieron alternativas de elementos estándar existentes en el mercado local. A partir de esto se escogieron los componentes más adecuados.
- Se diseñó un sistema de Montaje-Desmontaje de Neumáticos, el cual cumple de manera eficiente los requerimientos establecidos al inicio de este proyecto.
- Se construyó cada elemento que conforma la Desmontadora, en base al diseño, costo, stock, y cálculos matemáticos realizados.
- Mediante pruebas realizadas se comprobó, en base a parámetros establecidos al inicio del proyecto, el correcto funcionamiento de la Desmontadora.
- Se realizó un análisis, el cual demostró que el implementar la Desmontadora resulta ser positivo. Los índices que respaldan esta conclusión son el tiempo y esfuerzo disminuidos en cada Montaje o Desmontaje.

## 8. RECOMENDACIONES

- En la etapa de diseño es muy importante tomar en cuenta el aspecto constructivo. Es decir siempre diseñar sistemas de rápida y fácil construcción.
  
- De ser posible se deben realizar pruebas al final de cada etapa de diseño a fin de constatar el funcionamiento de este. Esta recomendación se debe tomar muy en cuenta el momento que se diseñan elementos que interactuaran entre ellos.
  
- Es necesario tener presente los elementos y alternativas que existen en el mercado local ya que nuestra Provincia, es un mercado relativamente pequeño y no siempre existe en stock los elementos citados en los catálogos.
  
- A pesar de tener un diseño preciso y más aún una construcción muy acorde a los planos es muy importante dar la posibilidad, a los elementos que requieren gran precisión en su posición final, de ser regulados en el montaje.
  
- El operador debe tener muy en claro el funcionamiento de la Desmontadora y del proceso que en ella se desarrolla, con la finalidad de tener una respuesta inmediata en caso de cualquier tipo de situación que se presente.
  
- En el diseño se debe prever todas las situaciones que se puedan presentar durante la etapa de construcción para evitar retrasos y errores que eleven los costos de fabricación.
  
- Es muy importante tener presente que al hacer simulaciones virtuales(Autocad) se debe colocar las relaciones de posición, restricciones de movimiento, y condiciones de contacto de manera que se represente de mejor forma lo que ocurre en la realidad, caso contrario se obtendrán resultados erróneos o no correspondientes al problema.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

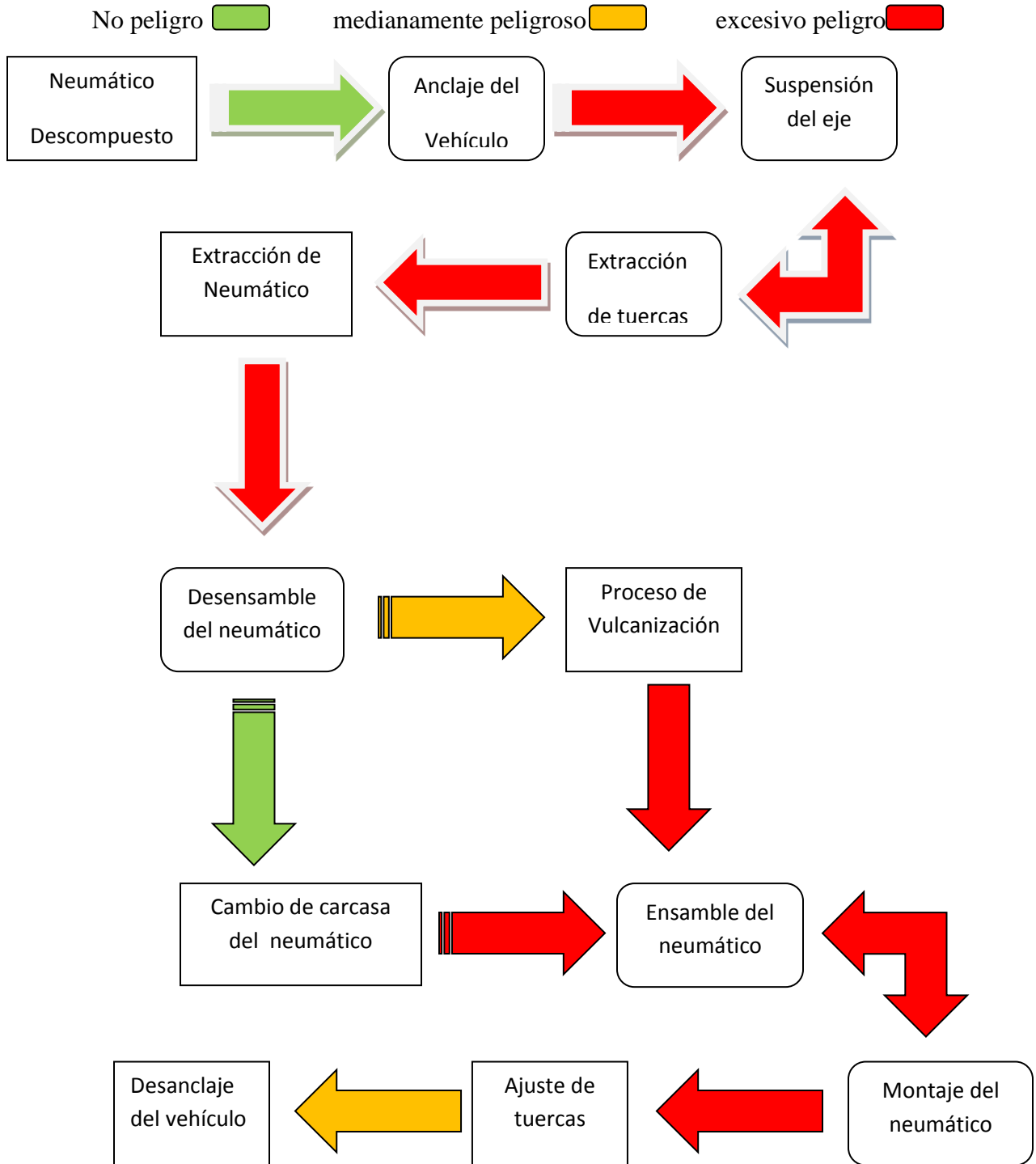
### LIBROS:

1. **Cultural. Manual de Mecánica Industrial:** soldadura y materiales; Neumática e Hidráulica; Autómatas y Robótica; Maquinas y Control Numérico. Cultural Madrid .Es 84-8055-281-6 (2002).
2. **Deppert, W. ; Stoll, K. Dispositivos Neumáticos.** Introducción y fundamentos. Marcombo Boixareu. BARCELONA. ES 84-267-0280-5 (1978).
3. **Najumdar, S.R Francis F. Sistemas Neumáticos.** Principios y mantenimiento. McGraw-Hill / INTERAMERICANA. México, DF 970-10-1849-9 (1998).
4. **Norton, Robert. Diseño de maquinaria;** síntesis y análisis de máquinas y mecanismos. 3ª edición McGraw-Hill INTERAMERICANA. México, DF 970-10-4656-0 (2005).
5. **Roldan Vilorio, José. Neumática, Hidráulica y Electricidad Aplicada.** 1ª versión; s.l. Editorial Thompson- Paraninfo.



# ANEXOS 1

Diagrama de Flujo para cambiar de neumático a un camión o vehículo de trabajo pesado.





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

*ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS  
NATURALES NO RENOVABLES*

*CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA*

**TEMA:**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA EL  
MONTAJE-DESMONTAJE DE NEUMÁTICOS DE  
CAMIONES Y VEHICULOS DE TRABAJO PESADO**

**RIN 20 - 24”**

**Anteproyecto**

**AUTOR:**

**JUAN CARLOS BENITEZ GUARNIZO**

**FECHA:**

**25 - 05 - 2010**

**1859**

*LOJA - ECUADOR*

### **3. Título**

“Diseño y construcción de una máquina para el montaje-desmontaje de neumáticos de camiones y vehículos de trabajo pesado, rin 20 - 24”

### **4. Problema de Investigación**

#### **4.1. Situación Problemática**

La actividad de cambiar una rueda en un vehículo liviano, siempre ha sido considerada como una tarea de bajo riesgo, además fácil de realizar debido a que sus componentes son de peso ligero, de tamaño reducido y bajo par de apriete cuando se ajusta el aro.

Por otro lado el montaje y desmontaje de neumáticos de camión y vehículos de trabajo pesado son operaciones complejas que deben efectuarse con herramientas especializadas y por personal calificado debido al gran tamaño de la rueda a manipular, su peso llena de aire, el alto par de apriete de ajuste del aro y lo más importante no lastimar el hilo de rosca del esparrago o dañar la cubierta del neumático.

En los buses, camiones, volquetes, cabezales y demás, al contrario de la primera actividad el desmontar un neumático, es causa de sobreesfuerzos, golpes, heridas, y en algunos casos hasta amputaciones traumáticas, debido a la proyección de algún componente del sistema de sujeción de la rueda.

En la ciudad de Loja son pocas las empresas de venta y refacción de neumáticos de camiones y vehículos pesados, que utilizan maquinaria para realizar su trabajo, lo cual ocasiona en varias ocasiones problemas de salud a sus empleados, pérdida de tiempo, accidentes y sobreesfuerzos al momento de montar y desmontar un neumático, daño de herramientas de trabajo y en algunos casos el daño del neumático a reparar.



## **4.2. Problema de Investigación**

En la ciudad de Loja no se dispone de tecnologías que eviten, durante las actividades de montaje-desmontaje de neumáticos de camiones y vehículos pesados, la pérdida de tiempo, accidentes laborales y el excesivo esfuerzo físico de los trabajadores dedicados a estas labores.

## **4.3. Delimitación**

### **4.3.1. Problemas Específicos de Investigación**

- ✓ La falta de conocimientos sobre neumáticos de vehículos de trabajo pesado, procedimientos de montaje-desmontaje y las herramientas utilizadas.
- ✓ La falta de un diseño de una máquina desmontadora de neumáticos (Rin 20 - 24).
- ✓ Inexistencia de una máquina prototipo para el montaje o desmontaje de neumáticos de camiones y vehículos pesados (Rin 20 - 24).

### **4.3.2. Espacio**

El presente proyecto de investigación se desarrollara en la ciudad de Loja, dentro de las instalaciones de talleres, biblioteca y laboratorios del Área de Energía, Industrias y Recursos Naturales no renovables de la Universidad Nacional de Loja.

### **4.3.3. Tiempo**

El presente proyecto de tesis se lo realizara en un lapso determinado de 11 meses

### **4.3.4. Unidades de Observación**

El diseño y construcción de una máquina para el montaje-desmontaje de neumáticos de camiones y vehículos pesados, ayudara al estudiante de la carrera de Ingeniería Electromecánica a elevar el conocimiento teórico sobre los diferentes componentes que se necesitan para ejecutar un trabajo

mecánico, ayudado de un estudio interdisciplinario en los ámbitos de Hidráulica, Neumática, Mecánica Aplicada, Resistencia de Materiales, Electricidad Industrial, entre otras, lo cual aportara de manera significativa a impulsar el desarrollo industrial de nuestra provincia.

## **5. Justificación y Viabilidad**

### **5.1. Justificación**

Lo que se pretende demostrar en el presente proyecto no es sino la puesta en práctica de los conocimientos adquiridos en las aulas de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Nacional de Loja, saberes que han sido impartidos de manera estratégica y adecuada según las unidades a observarse.

Por otra parte es primordial recalcar la importancia que representa para los talleres de nuestra ciudad y porque no decirlo a nivel de la provincia, el diseño y construcción de una máquina para el montaje-desmontaje de neumáticos de camiones y vehículos pesados (Rin 20 - 24), ya que podrían optar por su elaboración, llegando de esta manera a explotar de manera optima sus recursos, abaratando los costos de producción de sus empresas y eliminar las posibilidades de sufrir un accidente de trabajo.

Mediante el estudio que se realice en el siguiente proyecto se lograra: obtener y proponer principalmente información y especificaciones técnicas detalladas de máquinas, elementos, mecanismos, etc., que se encuentran dentro del proceso de montaje-desmontaje de neumáticos, y así proponer un diseño aplicable a talleres de nuestra provincia, el cual sea eficaz y competitivo.

### **5.2. Viabilidad**

La viabilidad para el desarrollo de la tesis es completamente factible gracias a la extensa información (internet, bibliografía, documentos, fotografías) con la que se cuenta para este tipo de proyecto, así como el categórico apoyo ofrecido por los docentes respectivos.

Hay que destacar además la importancia que tendría el poseer una máquina desmontadora de neumáticos de camiones y vehículos pesados, ya que la misma daría la pauta para su elaboración y mejoramiento de la misma con las nuevas tecnologías existentes dentro de nuestro medio, ofreciendo a la ciudadanía mejores facilidades de construcción y elevando la explotación de recursos.

La ejecución del proyecto investigativo contribuirá a mejorar conocimientos en todos los ámbitos en los cuales incurra el diseño de maquinaria, su operación, manejo, y evaluación de producción.

## **6. Objetivos**

### **6.1. General**

- Diseñar y construir una máquina para el montaje-desmontaje de neumáticos de camiones y vehículos de trabajo pesado (Rin 20 - 24).

### **6.2. Específicos**

- Analizar los diferentes tipos de neumáticos de camiones y vehículos pesados, su montaje-desmontaje y las diferentes herramientas utilizadas para este trabajo.
- Realizar el diseño de una máquina para el montaje o desmontaje de neumáticos de camiones y vehículos de trabajo pesado acorde a las necesidades y el medio seleccionado.
- Materializar el diseño de una máquina utilizada para montar o desmontar neumáticos de camiones y vehículos de trabajo pesado (Rin 20 - 24).

## 7. Marco Teórico

### Capítulo 1 Neumáticos de camiones y vehículos de trabajo pesado

Lo que habitualmente es denominado “rueda” o “neumático”, en realidad es un conjunto que está compuesto por varios elementos (figura 1.1), que permanecen inmóviles entre sí a partir de su ensamble. (Ferrer, 2003)



Figura 1.1 Neumáticos de vehículos de trabajo pesado

Las funciones que en el vehículo realiza el neumático son:

- Soportar la carga.
- Guiar la trayectoria del vehículo.
- Transmitir potencia motriz y la potencia del freno
- Proteger el vehículo y el confort de los pasajeros contra el terreno.

En relación con estas funciones se encuentran varios parámetros con los cuales se pueden medir las prestaciones que el neumático es capaz de aportar. Algunas de estas características están marcadas en los flancos de las cubiertas de forma normalizada.

En particular se identifican:

- Características dimensionales o de construcción.
- Características de servicio (carga máxima, velocidad máxima).
- Homologaciones DOT y ECE, que indican que la cubierta ha superado varios estándares americanos y europeos de cara a garantizar una determinada resistencia mecánica.

## 1.1 Elementos de un neumático

### 1.1.1 La Cubierta:

Es el elemento que va en contacto con el suelo y posee una compleja estructura en la que intervienen cauchos naturales gomas sintéticas, hilos de acero, fibras, etc. (véase figura 1.2)



Figura 1.2 Cubierta de un neumático de vehículos de trabajo pesado

### Partes de la cubierta

**Carcasa:** constituye la estructura resistente de la cubierta. La carcasa mantiene el aire bajo presión, transmite los esfuerzos desde el talón a la banda de rodadura, participa en el sistema de suspensión y soporta los esfuerzos.

Se caracteriza por una elevada flexibilidad, está formada por telas textiles engomadas y dispuesta de modo particular, según diversos esquemas de construcción. Cada tela está formada por una serie de cuerdas de material resistente y flexible dispuestas paralelamente.

Los materiales empleados en las cuerdas son rayon, nylon, poliéster y acero. La carcasa esta revestida interiormente con una capa de goma, con particulares dotes de impermeabilidad (Liner).

**Cintura:** está presente en las estructuras radiales y es de forma anular de refuerzo, dispuesta en la parte superior de la carcasa, inmediatamente debajo de la banda de rodaje. Compuesta por dos o más telas con los hilos dispuestos, sensiblemente en la dirección de la circunferencia, fuerzan a la carcasa a tener una forma plana en esta zona.

La cintura aumenta la estabilidad del neumático, participa en soportar la carga, aumenta el rendimiento kilométrico, aumenta la precisión de conducción y estabiliza la banda de rodaje en la zona de contacto con el suelo. Esta construida con telas realizadas en rayón, acero, fibra de vidrio, kevlar y nylon.

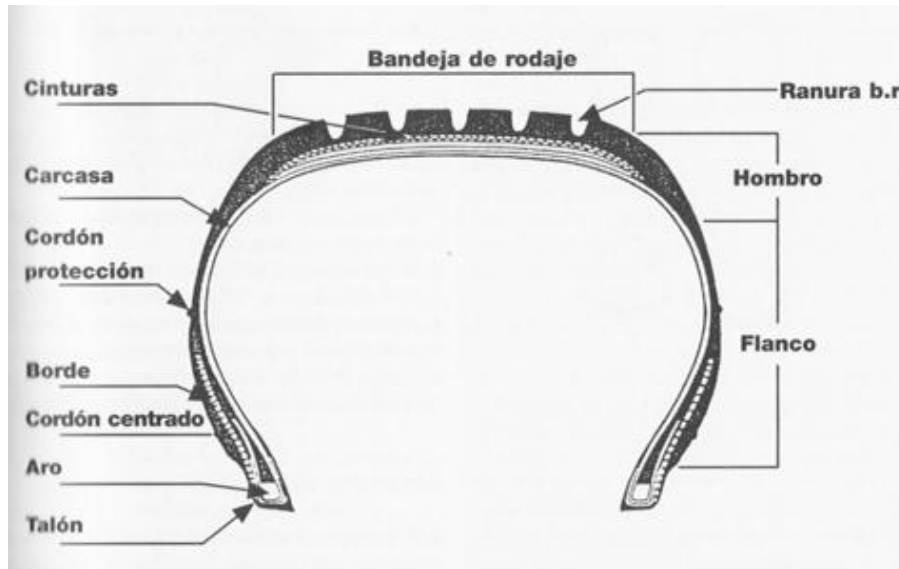
**Banda de Rodamiento:** constituida solo por goma que envuelve la circunferencia de la cubierta en la zona de contacto con el suelo. Tiene la misión de proteger la carcasa contra la abrasión y los golpes, además de dar resistencia al desgaste y un buen agarre en seco y en mojado, evacuando el agua mediante el dibujo de la misma.

Está compuesta de mezclas de goma de variada composición, con la finalidad de garantizar una buena resistencia al desgaste y la adecuada adherencia.

**Flancos:** son un revestimiento de goma con la función de proteger de los golpes las telas de la carcasa en la zona entre el hombro y el cordón de centrado. En algún caso puede existir un cordón de protección en la zona de mayor amplitud de la cubierta.

Están hechos con mezclas de goma con elasticidad, resistencia contra el envejecimiento y capacidad de evacuación y transmisión de calor.

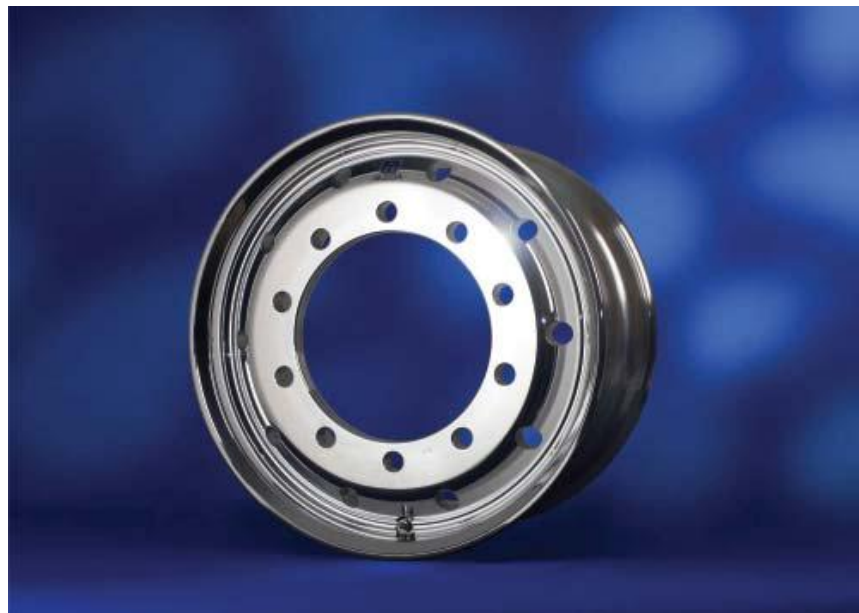
**Talones:** los talones cierran herméticamente la cubierta sobre la llanta. Están reforzados en su interior por uno o más aros metálicos, que además de asegurar la indeformabilidad procuran el anclaje de la estructura de refuerzo (figura 1.3). Participan en la transmisión de los esfuerzos de aceleración y frenado.



**Figura 1.3 Partes de la cubierta de un neumático**

### **1.1.2 La Rueda Metálica:**

Es de acero o aluminio y que se llama por extensión llanta. Está compuesta a su vez de dos partes: la llanta propiamente dicha y el disco (figura 1.4).



**Figura 1.4 Rueda metálica de un neumático de camión**

La llanta es la parte periférica donde asienta el neumático y el disco la parte central que se atornilla contra el cubo de la rueda.

Las ruedas metálicas se distinguen entre sí por su tipo de construcción además de su tamaño. Pueden ser de chapa de acero o de aleación de aluminio.

Las de aleación ligera son muy adecuadas para vehículos en los cuales se quiera reducir peso. Pueden ser forjadas o de fundición. Existen diferentes tipos de llantas que revisten diferentes profundidades de acampanadura.

Las más modernas utilizan las de base profunda, lo cual facilita el montaje del neumático y aumenta el volumen de aire.

Para obtener un buen asiento del neumático sobre el talón (sobre todo en caso de neumáticos sin cámara) hoy se utiliza casi exclusivamente el denominado talón Hump.

### 1.1.3 La Cámara de Aire:

Que es hermética y de goma, y sirve para mantener la presión de aire dentro del neumático. En la actualidad prácticamente solo se montan cubiertas sin cámara llamadas tubeless.

### 1.1.4 La Válvula:

Que va fijada a la llanta o a la cámara, permite realizar el inflado y el desinflado del neumático, así como la modificación de la presión de acuerdo con la utilización.

## 1.2 Dimensiones y nomenclatura del neumático

Todo neumático en su parte exterior viene impreso ciertas características que ayudan al montaje y la selección del mismo (figura 1.5).

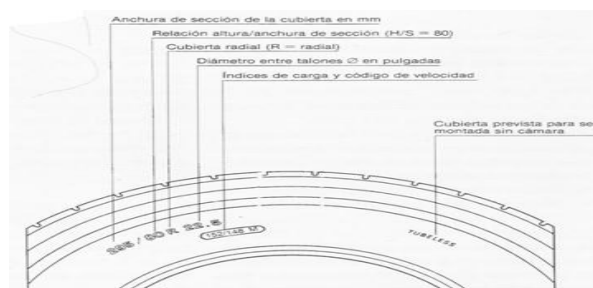
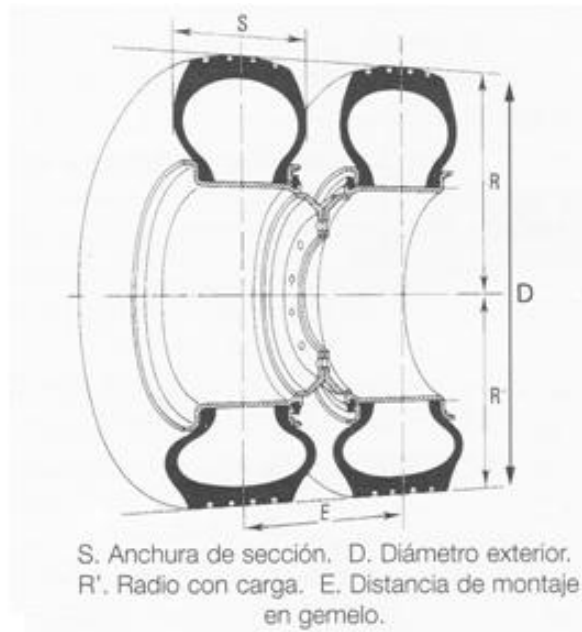


Figura 1.5 Nomenclatura de un neumático de camión

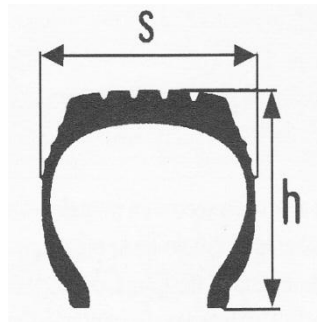
— **Anchura de Sección:** esta se puede medir en mm. véase figura 1.6.





**Figura 1.6 Dimensiones del neumático**

- **Relación entre la altura de cubierta (h) y la anchura de sección(s):** esta relación se indica siempre en tanto por ciento (figura 1.6).



**Figura 1.7 Relación entre la altura de cubierta y la anchura de sección**

- **Diámetro entre talones:** para montaje en la llanta adecuada (en pulgadas).
- **Índice de carga:** es la carga máxima admisible por el neumático. Debe interpretarse por tablas. Cuando hay dos números, el primero es para montaje simple y el segundo para montaje en gemelo.
- **Código de velocidad:** es la letra que indica la velocidad máxima admisible por el neumático.

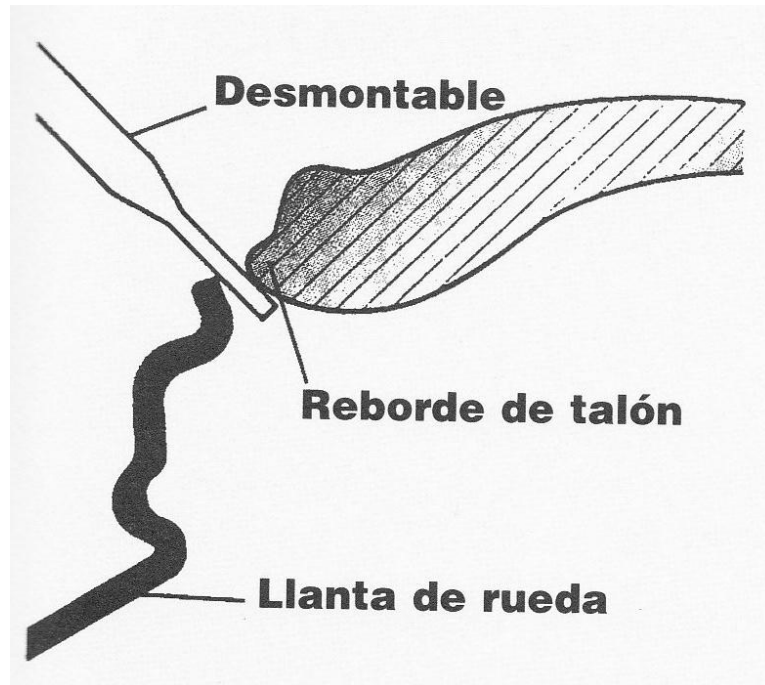
### **1.3 Proceso de montaje-desmontaje de neumáticos**

No seguir los procedimientos para un montaje apropiado de la llanta puede tener como resultado la destrucción repentina de la llanta, y hasta accidentes vehiculares que pueden ocasionar inclusive pérdidas humanas.

El cambio de llantas aunque aparenta ser una actividad de rutina puede ser peligroso y por ello debe ser efectuado por personal entrenado, así como utilizando las herramientas y los procedimientos adecuados.

#### **1.3.1 DESENSAMBLE DE NEUMATICOS**

6. Siempre inspeccione el conjunto llanta / aro para verificar que los componentes están adecuadamente asentados antes de retirar la llanta del vehículo.
7. Desinfe las llantas completamente, retirando el núcleo de la válvula antes de retirar la llanta de su posición en el vehículo o antes de desensamblar los componentes.
8. Nunca levante, recueste o manipule el ensamble mientras el neumático o la llanta (en el caso de las tubulares) se está desinflando (figura 1.8).
9. Nunca intente desasentar los talones de un neumático o las cejas de una llanta inflada.
10. Nunca golpee la llanta o el aro con un martillo.
11. Siempre cumpla los procedimientos de Montaje y Desmontaje recomendados por los fabricantes de llantas.

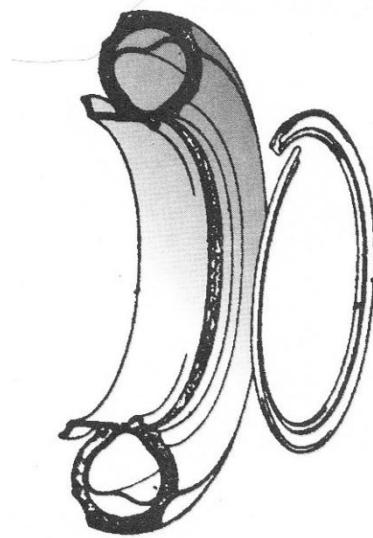


**Figura 1.8 Desmontaje de la cubierta de la rueda**

### **1.3.2 ENSAMBLE DE NEUMATICOS**

14. Siempre inspeccione el interior de la llanta para detectar cuerdas sueltas, cortes, objetos penetrantes u otros daños en la carcasa.
15. Siempre inspeccione el interior de la llanta para detectar suciedad y materiales extraños y retírelos antes de montar el neumático (Cámara o Tripa).
16. Nunca instale un neumático con arrugas o sucio.
17. Siempre use un neumático y protector nuevos con una nueva llanta.
18. Nunca use un neumático de medida menor o mayor que la recomendada por los fabricantes.
19. Utilice solo lubricantes aprobados de origen vegetal, no use anticongelante, silicona o lubricantes derivados del petróleo.
20. Nunca golpee la llanta o el aro con martillo.

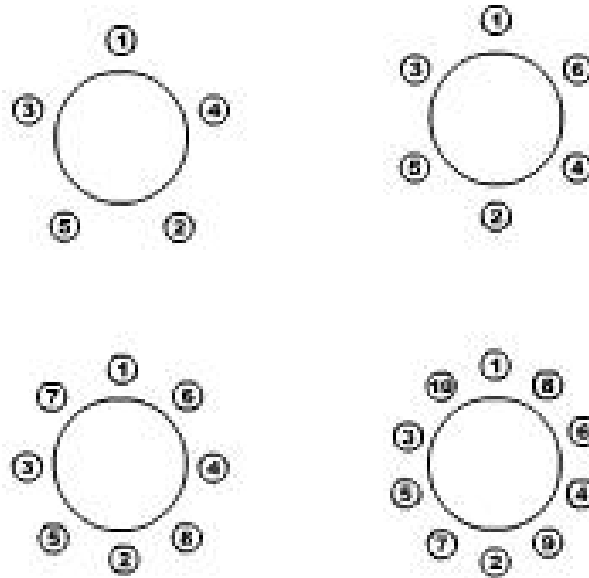
21. Siempre asegúrese de que los componentes del aro estén asentados antes de inflar (figura 1.9).
22. Nunca sobrepase los 3 psi. de inflado sin colocar el conjunto llanta / aro en una jaula de seguridad y mantenga la llanta ahí hasta llegar a la presión final de operación.
23. Nunca intente asentar los anillos cuando la llanta esté total o parcialmente inflada.
24. Siempre inspeccione los núcleos de las válvulas asegurándose de que se encuentren en buen estado y retengan totalmente el aire.
25. Siempre infle las llantas en frío, a la presión recomendada por el fabricante del neumático.
26. Siempre use neumáticos y protector radiales con llantas radiales.



**Figura 1.9 Montaje de la cubierta a la rueda**

#### **1.4 Instalación de las ruedas montadas en el vehículo**

- a) Antes de instalar ruedas en camiones y ómnibus, verificar que sean compatibles con el sistema de fijación del vehículo.
- b) Independientemente del tipo de vehículo, observar la secuencia correcta de ajuste de las tuercas o bulones de fijación, indicada en la ilustración (figura 1.10), aplicando el par de apriete recomendado por el fabricante del vehículo.



**Figura 1.10 Distribución de apriete de tuercas de sujeción de neumático**

- c) Cuando se usan pistolas neumáticas de apriete, es necesario calibrarlas periódicamente con un medidor de par.
- d) Para maximizar el desempeño de los neumáticos y conservar las características originales de comportamiento del vehículo, se deben seguir las especificaciones del fabricante respecto al alineamiento de las ruedas y el paralelismo de los ejes, y observar el estado de conservación de los resortes, amortiguadores y bujes de la suspensión.
- e) Al instalar neumáticos nuevos en un vehículo, principalmente en el eje delantero, se debe balancear la rueda, antes o después de la instalación, dependiendo del tipo de balancadora disponible.
- f) En el caso de que se produzcan vibraciones a determinado rango de velocidad, en calzadas regulares, es necesario balancear nuevamente la rueda instalada.

## Capítulo 2 Sistemas Hidráulicos

Un sistema hidráulico elemental se compone de varias partes:

1. **Bomba:** que impulsa el aceite.
2. **Cilindro:** que transforma la fuerza hidráulica en trabajo, para obtener un rendimiento constante del sistema se necesitan ponerle otros elementos.
3. **Válvulas de Retención:** cuya función es la de retener el aceite en el cilindro y evitar el regreso del mismo al depósito.
4. **Deposito:** como su nombre lo indica aquí estará alojado el aceite hidráulico.
5. **Válvula de control:** que es la que dirige el flujo a donde se necesita.
6. **Válvula de seguridad:** es la que protege el sistema contra el exceso de presiones.

### 2.1 Bombas hidráulicas

La Bomba es el corazón del sistema hidráulico y la que crea el flujo del líquido hacia todo el circuito (figura 2.1). La bomba hidráulica no crea la presión, solo entrega el caudal del líquido. La presión surge de la resistencia ofrecida en la circulación del líquido.



Figura 2.1 Bomba hidráulica

### 2.1.1 TIPOS DE BOMBAS

Casi todas las bombas empleadas son de tres tipos básicas

#### 1. Bombas de engranajes

Las bombas de engranaje son el “caballo de batalla” de los sistemas hidráulicos. Se utilizan mucho porque son sencillas y económicas (figura 2.2). Aunque con ellas no se pueda variar el caudal de aceite que entregan, su capacidad es suficiente para las necesidades de la mayoría de los sistemas que necesitan un caudal fijo. Muy a menudo se emplean también como bombas de carga de otras bombas más grandes y de otros tipos.

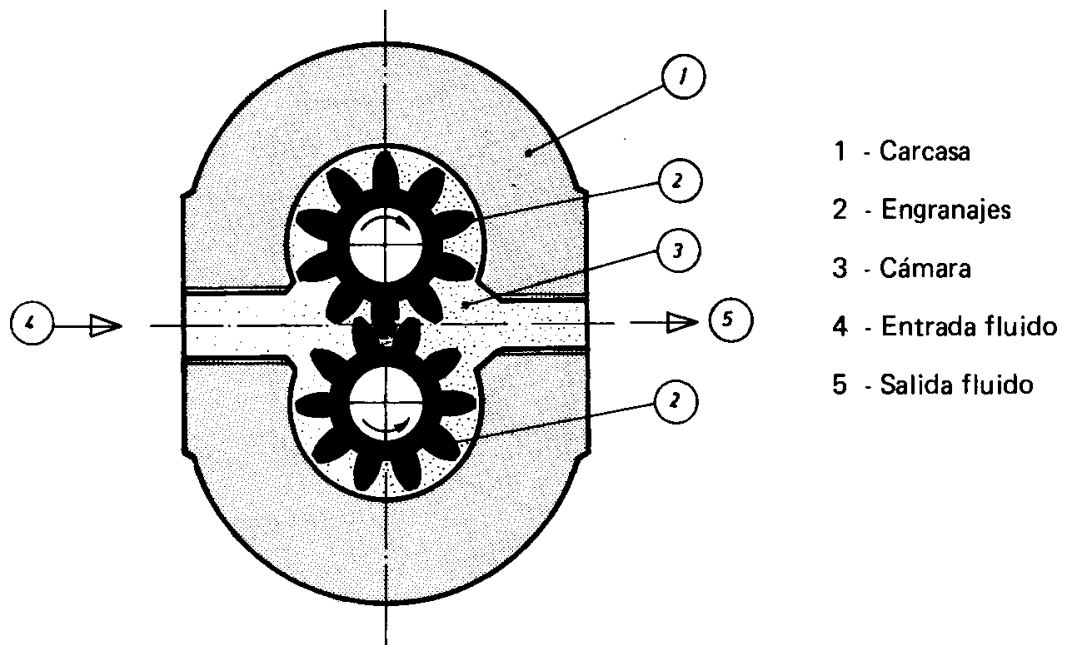


Figura 2.2 Bomba de Engranajes

#### 2. Bombas de paletas

Otro de los tipos de bomba hidráulica es la de paletas, pudiendo ser de caudal fijo o variable, con una gama muy amplia de utilización en la que a caudales se refiere, pudiendo oscilar su aplicación entre 2,5 y 300 l/min.

Este tipo de bomba trabaja a baja presión, siendo su campo normal de utilización de 0 a 140 bar, a velocidades que oscilan entre 500 y 3000 rpm.

El principio de funcionamiento en que se basa esta bomba consiste básicamente en un rotor en el que se alojan unas paletas móviles que giran dentro de una cámara (cárter).

Las paletas toman el aceite que llega de E y transportan el fluido hacia S (véase figura 2.3). El aceite se toma del recipiente a presión atmosférica de forma que al girar el rotor comprime el aceite entre las paletas al ir reduciendo la sección de la cámara y con esta compresión la presión del fluido.

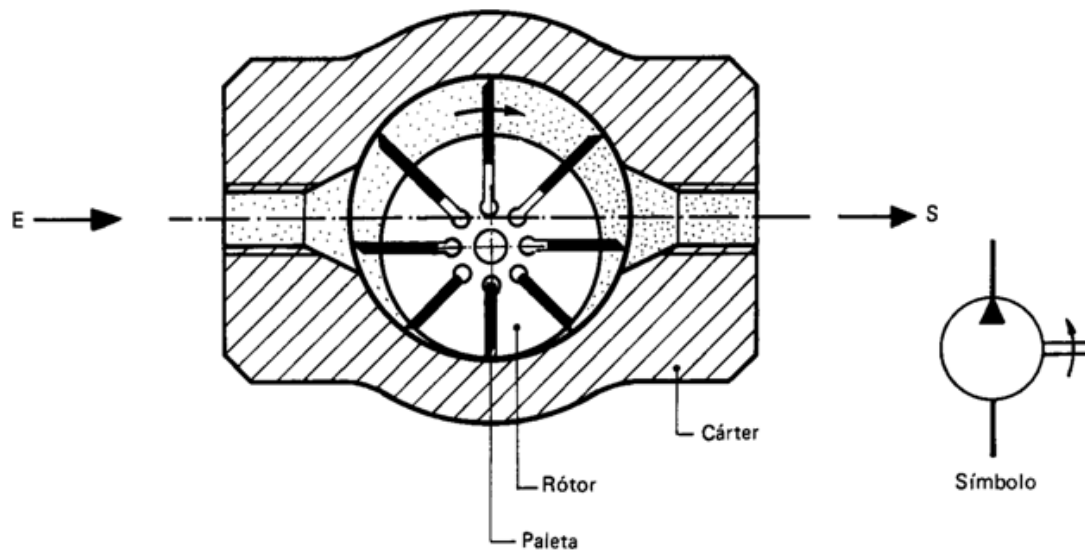


Figura 2.3 Bomba de Paletas

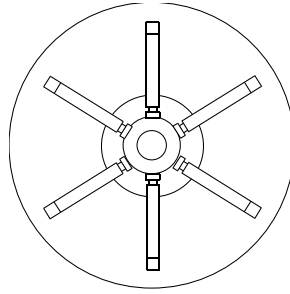
### 3. Bombas de pistones

En esta bomba el bloque de cilindros va montado sobre el eje de accionamiento, con el que gira solidario (véase figura 2.4)

Los pistones se mueven dentro de las correspondientes perforaciones del bloque de cilindros, paralelos al eje longitudinal del mismo. Las cabezas de los pistones se apoyan sobre una placa inclinada que se llama placa oscilante.

A pesar de la variedad señalada, los altos niveles de presión operativa (hasta 700 kg/cm<sup>2</sup>) dan características de materiales, aleaciones, y tolerancias comunes a todas ellas a saber:





**Figura 2.4 Bomba de Pistones**

### **2.1.2 AVERIAS DE LAS BOMBAS**

La mayor parte de las averías de las bombas se deben a errores que comete el operador.

- a) Falta de cuidados periódicos.
- b) Reparaciones mal hechas.
- c) Uso de aceites inadecuados, mala calidad o impurezas en el mismo.
- d) Trabajo a mayor régimen del recomendado.

Por todas estas razones, es importante que el operador sepa dar el mantenimiento adecuado a estos elementos.

## 2.2 Válvulas hidráulicas

Todos los sistemas hidráulicos se gobiernan mediante válvulas y por medio de ellas se regula la presión, se distribuye el aceite y se regula el caudal a través de los circuitos (figura 2.5).



Figura 2.5 Válvula hidráulica de cierre

Las válvulas se pueden clasificar en tres grupos principales:

**1) Las válvulas reguladoras de presión de aceite:**

Se emplean para limitar o reducir la presión en el sistema, para descargar la bomba o fijar la presión de entrada de aceite de un determinado circuito.

**2) Las válvulas distribuidoras de aceite:**

Controlan la dirección del flujo de aceite dentro del sistema.

**3) Las válvulas reguladoras de caudal de aceite:**

Se emplean para variar la cantidad de aceite por estrangulación o por derivación. La materia extraña que pueda contener el aceite es la causa más común de falla de las válvulas por lo tanto se debe tomar todas las precauciones necesarias en el manejo del aceite y filtros.

## 2.3 Cilindros hidráulicos

El cilindro es el órgano que realiza el trabajo en el sistema hidráulico, y vuelve a transformar la fuerza hidráulica en fuerza mecánica. Los cilindros son los brazos de los circuitos hidráulicos (figura 2.6).

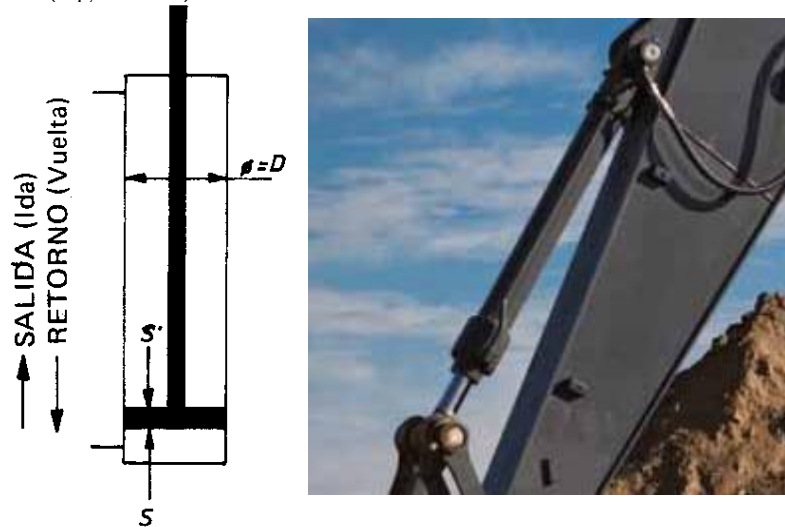


Figura 2.6 Funcionamiento y aplicación de un cilindro hidráulico

Existen dos tipos principales de cilindros:

1. **Cilindros de Pistón:** que producen un movimiento rectilíneo.
2. **Cilindros de paletas:** producen un movimiento circular.

### 2.3.1 MANTENIMIENTO DE LOS CILINDROS

A continuación se dan algunos consejos para mantenerlos en buen estado de funcionamiento:

1. **Fugas Externas:** si hay fugas por las tapas de sus extremos empiece por apretar estas.
2. **Fugas Internas:** si son las fugas por los empaques de pistón cambiar los empaques.
3. **Falta de engrase:** también la falta de engrase de la biela puede dar lugar a que exista roce y desgaste.

### 2.4 Filtros hidráulicos

Realizan las mismas funciones que los filtros de aceite de motor o combustible por lo tanto tienen que dárseles el mismo mantenimiento que a estos (figura 2.6).



**Figura 2.6 Filtros de aceite**

## **2.5 Deposito de aceite hidráulico.**

Este sirve no solamente para almacenar el aceite sino que también ayuda a limpiarlo de impurezas, a que se desprenda el aire y se enfríe el aceite (figura 2.7).



**Figura 2.7 Deposito de aceite hidráulico**

Para poder cumplir con todas las funciones que se acaban de mencionar, el depósito debe reunir determinadas características:

1. **El tapón:** de la boca de llenado debe hacer un cierre hermético, pero debe tener un orificio de respiración para que salga el aire que está en el depósito y el aceite pueda salir fácilmente por la presión atmosférica.

2. **El indicador de nivel:** permite comprobar sin abrir el depósito (figura 2.8).



**Figura 2.8** Indicador de nivel de depósito de aceite hidráulico

3. **La pantalla:** de separación sirve para evitar que se mezcle directamente el aceite que retorna al depósito con el aceite que aspira la bomba.
4. **El tapón de vaciado:** sirve para cambiar el aceite.
5. **Enfriadores de aceite:** en los modernos sistemas hidráulicos que trabajan a grandes presiones, la refrigeración del aceite plantea un serio problema. Por regla general, el aceite no se enfría lo suficiente al circular por el sistema durante el trabajo. En este caso es necesario emplear enfriadores de aceite. Los tipos de enfriadores más comúnmente usados son:
  - ✓ Los enfriadores por aire
  - ✓ Los enfriadores por agua

## **2.6 Conexiones hidráulicas**

En los sistemas hidráulicos, los tubos flexibles son los mejores para unir los distintos componentes (figura 2.9). Además de poderse doblar, absorben las vibraciones y son fáciles de instalar.



**Figura 2.9 Conexiones de tuberías de aceite hidráulico**

El tubo flexible consta de:

1. **El tubo interior:** que es de caucho resistente al aceite.
2. **Las capas de refuerzo:** que varían con el tipo de tubo. La resistencia de estas capas depende de la presión a que trabaje el sistema.
3. **La cubierta exterior:** que tiene por objeto proteger las capas de refuerzo. los tubos flexibles se clasifican de acuerdo con la presión que son capaces de resistir:
  - ✓ Tubos de baja presión
  - ✓ Tubos de presión media
  - ✓ Tubos de alta presión
  - ✓ Tubos de muy alta presión

Los acoplamientos para tubos y mangueras son de dos tipos:

- a) Los racores que forman parte del tubo.
- b) Adaptadores, que son una pieza separada que se utiliza para conectar el tubo flexible a otras bocas.

## **2.7 Líquidos hidráulicos**

El líquido hidráulico es el medio utilizado para transmitir la fuerza desde la bomba hasta los mecanismos que trabajan, tales como cilindros y motores hidráulicos (figura 2.10).



**Figura 2.10 Clases de envasado de aceite hidráulico**

El líquido tiene tanta importancia como cualquier otro elemento del sistema en efecto se considera que el 70% de las averías de los sistemas hidráulico, se deben al empleo de líquidos inadecuados o de líquidos sucios.

Al hablar del líquido hidráulico nos referimos casi siempre a un aceite mineral muy refinado al que se le han añadido varios aditivos para mejorarlo.

### **2.7.1 ADVERTENCIA:**

No emplear jamás líquidos para frenos en un sistema hidráulico proyectado para funcionar con aceite mineral. El líquido de frenos no es un derivado del petróleo bruto y es totalmente incompatible con los aceites minerales.

Para el almacenamiento y manipulación de los líquidos hidráulicos se deben tomar en cuenta las mismas recomendaciones dadas para los lubricantes del motor.

## **2.8 Mantenimiento general del sistema hidráulico**

Lo esencial es mantener limpio el sistema, para lo cual es necesario:

1. Conservar el aceite limpio: hágase todo lo posible para conservar el aceite limpio desde el primer momento. Elija un sitio limpio para guardarlo, úsese recipientes limpios con tapa para llevarlo hasta la máquina, los embudos deben tener filtro de

mallá. La sonda o varilla con que se comprueba el nivel de aceite se debe limpiar con un trapo que no suelte los hilos.

2. Conservar el sistema hidráulico limpio: cambiar periódicamente de aceite y los filtros. Limpiar con cuidado la zona que rodea la boca de llenado o de la varilla de nivel antes de quitar el tapón o sacar la varilla. Las tuberías del sistema hidráulico desconectadas se deben cerrar con tapones de plástico, lo mismo que las bocas que quedan abiertas.

### **2.8.1 Precauciones:**

Antes de desconectar cualquier componente del sistema hidráulico se tiene que dejar el aceite sin presión actuando varias veces las palancas de mando dejando la misma en posición neutral. Si lleva acumulador de presión, también se debe descargar.

No exponer la piel desnuda a las pérdidas hidráulicas pequeñas. El fluido hidráulico bajo presión puede penetrar en la piel y causar severas lesiones. Usar gafas y ropa protectora cuando se busquen esas fugas pequeñas.



### Capítulo 3 Sistemas neumáticos

Cuando se ejerce una fuerza sobre un cuerpo, la Física nos dice que éste tiende a moverse. Esto depende de cómo se aplique esa fuerza. Si se aplica sobre toda la superficie, seguramente se moverá o se deformará. Pero si la fuerza se aplica sobre un clavo, es posible que éste se clave en el objeto (figura 3.1). Para analizar esta concentración de fuerza existe el concepto de **presión**.

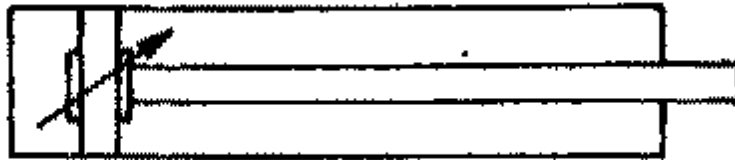


Figura 3.1 Principio del efecto de movimiento mediante una fuerza

Que se define como la fuerza que se hace sobre un cuerpo dividida entre la superficie de aplicación:

$$P = F / S$$

Industrialmente, la neumática y la hidráulica son técnicas que consisten en dar presión a un fluido (aire o aceite), lo canalizan y dirigen hacia receptores que desplazan objetos mediante la fuerza que ejerce esa presión. La diferencia fundamental entre las ambas tecnologías está en el fluido que utilizan, pues la neumática trabaja con aire y la hidráulica con aceite, aunque su función sea totalmente análoga.

De hecho, la simbología de los elementos es la misma en ambos casos. Otra consecuencia está en que el aire se expulsa a la atmósfera después de su utilización, mientras que el aceite debe ser recuperado para reiniciar con él un nuevo proceso de trabajo.

La fuerza generada por la presión del fluido sobre una superficie viene dada por la expresión:

$$F = P \times S$$

Lo cual significa que se obtiene una fuerza tanto mayor cuanto mayor sea la presión del fluido o la superficie sobre la que se aplica.

Por lo tanto, podemos ejercer una fuerza sobre un fluido, por ejemplo aire, con lo cual éste adquiere una presión que se mantiene en todo su volumen. Luego se puede aprovechar este aire a presión para producir el desplazamiento de algún objeto.

La diferencia de superficies significa que una fuerza pequeña sobre una superficie pequeña genera una presión determinada que, al aplicarse sobre una superficie grande produce una fuerza grande.

### 3.1 CIRCUITOS NEUMÁTICOS

Todas las instalaciones de aire comprimido responden al siguiente esquema:

- \* Producción del fluido a presión.
- \* Distribución.
- \* Acondicionamiento.
- \* Utilización.

### 3.2 PRODUCCIÓN

Para el aire se utilizan los compresores, máquinas que transforman energía cinética de rotación que reciben de un motor en presión del gas. Los más comunes son los compresores de pistón, en los que un sistema biela-manivela que absorbe aire a través de una válvula de admisión y después de reducir la cavidad, lo expulsa por una válvula de escape.

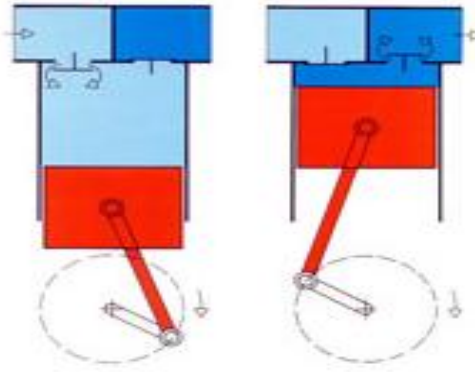
El aire se filtra antes de pasar al compresor y después del compresor se suele almacenar en un depósito de acero a fin de asegurar el consumo y mantener la presión del circuito.

#### 3.2.1 Tipos de compresores:

##### a) **Compresor de émbolo.**

Este compresor aspira el aire a la presión atmosférica y luego lo comprime. Se compone de las válvulas de admisión y escape, émbolo y biela-manivela (figura 3.2).

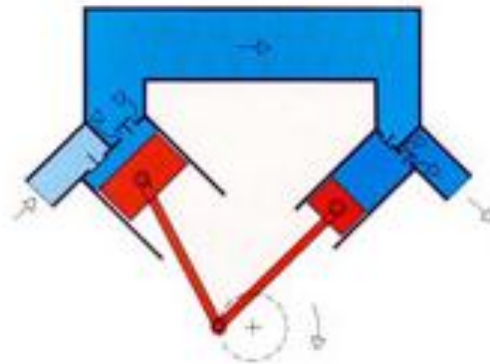
- ✓ **Admisión:** El árbol gira en el sentido del reloj. La biela desciende el émbolo hacia abajo y la válvula de admisión deja entrar aire 10° después del punto muerto superior, hasta el punto muerto inferior.
- ✓ **Escape:** En el punto muerto inferior la válvula se cierra, y al ascender el émbolo se comprime el aire. Bajo el efecto de la presión, se abre y circula el aire comprimido hacia el consumidor.



**Figura 3.2 Funcionamiento de un compresor de émbolo**

**b) Compresor de émbolo de dos etapas**

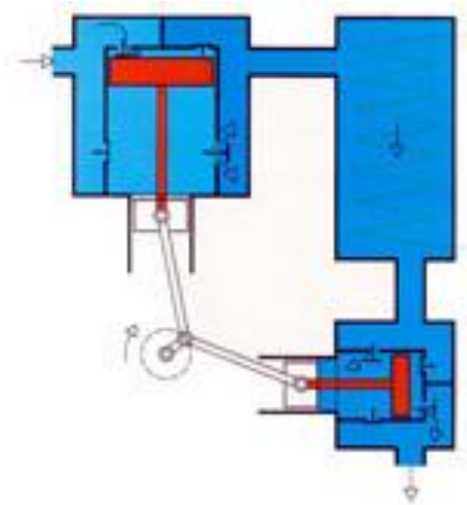
El movimiento molecular, provoca una elevación de la temperatura: Ley de transformación de la energía. Si se desean obtener presiones mayores es necesario disminuir la temperatura. En este tipo de compresores existe una cámara de enfriamiento del aire antes de pasar a la segunda compresión (figura 3.3).



**Figura 3.3 Funcionamiento de un compresor de émbolo de dos etapas**

**c) Compresor de émbolo, de dos etapas, doble acción.**

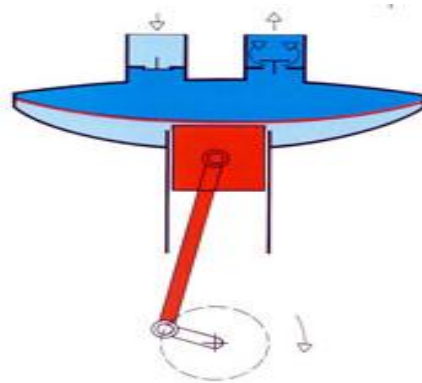
La compresión se efectúa por movimiento alternativo del émbolo. El aire es aspirado, comprimido, enfriado y pasa a una nueva compresión para obtener una presión y rendimiento superior (figura 3.4).



**Figura 3.4 Funcionamiento de un compresor de émbolo de dos etapas, doble acción**

✓ **Compresor de émbolo con membrana.**

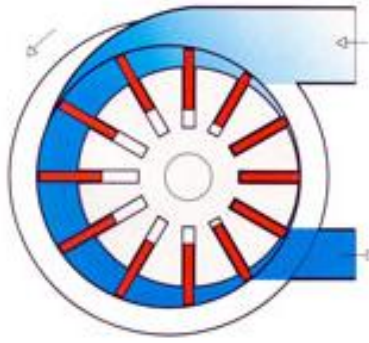
El funcionamiento es similar al del compresor de émbolo. La aspiración y compresión la realiza la membrana, animada por un movimiento alternativo. El interés de este compresor radica en la ausencia de aceite en el aire impulsado por este tipo(figura 3.5).



**Figura 3.5 Funcionamiento de un compresor de émbolo con membrana**

✓ **Compresor radial de paletas.**

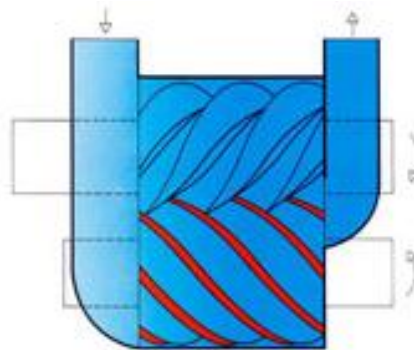
Un rotor excéntrico, dotado de paletas gira en un alojamiento cilíndrico (figura 3.6). La estanqueidad en rotación se asegura por la fuerza centrífuga que comprime las paletas sobre la pared. La aspiración se realiza cuando el volumen de la cámara es grande y resulta la compresión al disminuir el volumen progresivamente hacia la salida. Pueden obtenerse presiones desde 200 a 1000 kPa (2 a 10 bar), con caudales entre 4 y 15 m<sup>3</sup>/min.



**Figura 3.6 Funcionamiento de un compresor radial de paletas**

✓ **Compresor de tornillo.**

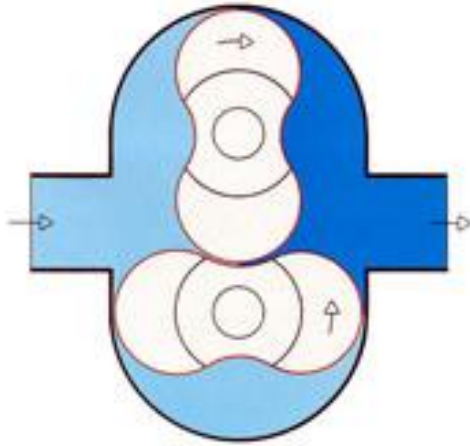
La aspiración y la compresión se efectúan por dos tornillos, uno engrana en el otro (figura 3.7). La compresión se realiza axialmente. Pueden obtenerse a presiones de 1000kPa (10 bar) caudales entre 30 a 170 m<sup>3</sup>/min.



**Figura 3.7 Funcionamiento de un compresor de tornillo**

✓ **Compresor roots.**

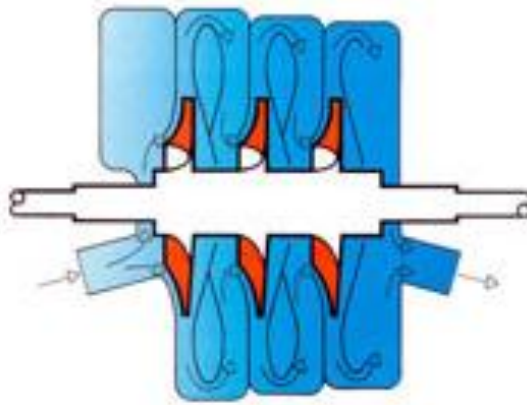
Dos llaves que giran en sentido inverso encierran cada vuelta un volumen de aire entre la pared y su perfil respectivo (figura 3.8). Este volumen de aire es llevado al fin del giro a la presión deseada.



**Figura 3.8** Funcionamiento de un compresor roots

✓ **Turbo compresor.**

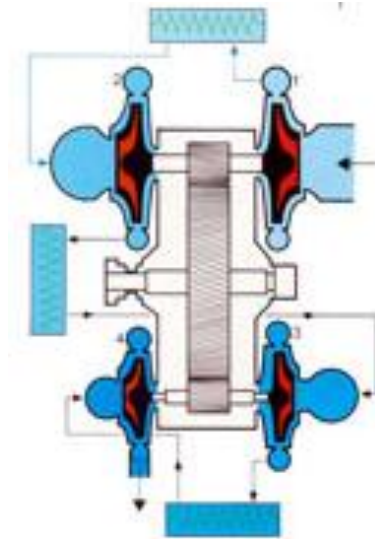
Este tipo de compresor es una turbina de tres etapas. El aire es aspirado, y su presión se eleva en cada etapa 1.3 veces aproximadamente (figura 3.9).



**Figura 3.9** Funcionamiento de un turbocompresor

✓ **Turbocompresor radial.**

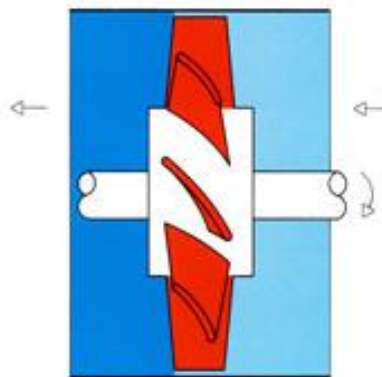
El aire aspirado axialmente es introducido a una velocidad muy alta. La compresión tiene lugar radialmente. Este tipo de compresor es recomendable cuando se desean grandes caudales (figura 3.10). Entre las diferentes etapas hay que tener previsto las cámaras de enfriamiento.



**Figura 3.10** Funcionamiento de un turbocompresor radial

✓ **Turbocompresor axial.**

Este tipo de compresor funciona con el principio del ventilador. El aire es aspirado e impulsado simultáneamente (figura 3.11). Las presiones son muy bajas, pero los caudales pueden ser muy elevados.



**Figura 3.11** Funcionamiento de un turbocompresor axial

### 3.3 DISTRIBUCIÓN Y ACONDICIONAMIENTO

Las conducciones hidráulicas suelen ser muy cortas para evitar pérdidas de presión debidas al rozamiento del líquido, y se suelen usar tuberías rígidas de plástico o acero o bien racores flexibles de goma reforzada interiormente con malla de acero. En las instalaciones industriales el aire se pasa siempre por un filtro para eliminar motas de polvo que podrían rayar las máquinas, se pasa por un regulador para mantener la presión constante y por último se le añade aceite de engrase para lubricar piezas móviles (Roldan, 2005).

A continuación se conectan los componentes encargados de realizar las funciones neumáticas, que podemos clasificar como:

- \* Elementos de trabajo: aprovechan la presión para realizar un trabajo
- \* Elementos de control: las válvulas que controlan el paso de fluido.

### 3.4 ELEMENTOS DE TRABAJO

Pueden ser motores, si transforman la potencia neumática en movimiento de rotación, o cilindros si el movimiento es rectilíneo. Los motores son normalmente de paletas que son oprimidas contra la carcasa por medio de muelles.

Los cilindros están constituidos por un tubo cerrado por sus extremos, entre los cuales se desplaza un émbolo unido a una varilla que atraviesa una o ambas tapas. Así, la presión del fluido actúa sobre una cara del émbolo y el movimiento se transmite mediante la varilla.

Cuando el movimiento se aprovecha para causar un efecto, se le llama carrera activa o de trabajo, y de retroceso a la vuelta a la posición inicial.

Por la forma de hacer que retroceda el vástago, los cilindros se clasifican como

\* **Cilindros de simple efecto:** el fluido solo alimenta una cámara, y la carrera de retroceso se obtiene por la acción de un muelle comprimido en la carrera de trabajo. Por tanto, sólo es activa la carrera de avance. Cuando el pistón se sustituye por una membrana se tienen cilindros usados para el bloqueo o fijación de piezas (figura 3.12).

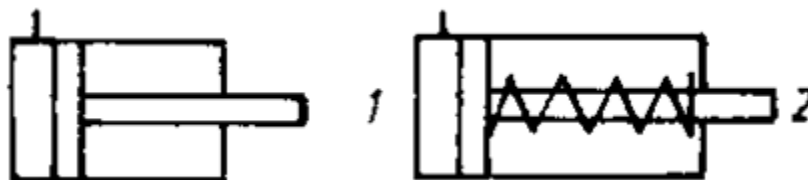
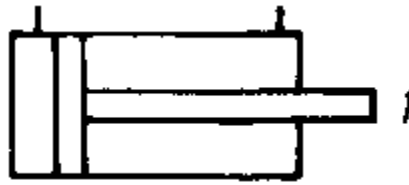


Figura 3.12 Principio de funcionamiento de un cilindro de efecto simple

\* **Cilindros de doble efecto:** poseen una toma a cada extremo del tubo (figura 3.13). Al introducir fluido en la cara posterior y evacuarlo de la anterior se obtiene una carrera de



avance, y si se hace la operación inversa se tiene la carrera de retroceso. Ambas carreras pueden ser activas. Algunos émbolos tienen amortiguadores para evitar el choque al finalizar la carrera.



**Figura 3.13** Principio de funcionamiento de un cilindro de doble efecto

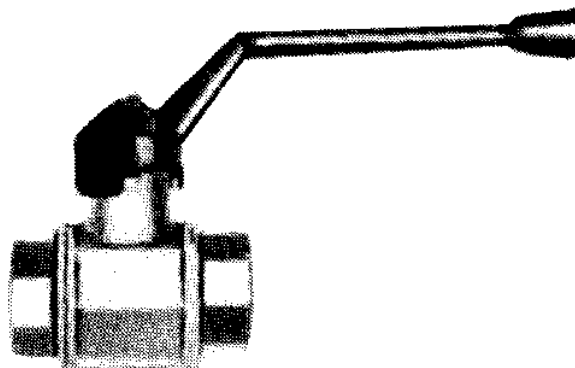
### **3.5 ELEMENTOS DE CONTROL**

Los elementos que controlan el paso de fluido a los elementos de trabajo normalmente tienen una constitución complicada, pero su representación solo atiende a la función que realizan.

#### **a) Válvula manual:**

Las hay de muy diversas formas de cierre, tales como: mariposa, compuerta, esfera, asiento, etc. Su finalidad es la de aislar circuitos cuando así se desee, cerrando el paso del fluido.

El situar una válvula de cierre en el circuito o en determinadas partes del circuito, tiene por finalidad el facilitar las intervenciones cuando se averían o hay que cambiar elementos de una instalación.



**Figura 3.14** Válvula de cierre

#### **b) Manorreductor:**

Este aparato tiene por finalidad el de reglar la presión a que debe trabajar el circuito (figura 3.15). Normalmente, la presión de la red de distribución es mayor que la que se utiliza en la

instalación, razón por la cual, las presiones se ajustaran a las necesidades por medio de este aparato.

La presión se mide y señala con un aparato llamado indicador de presión o manómetro.

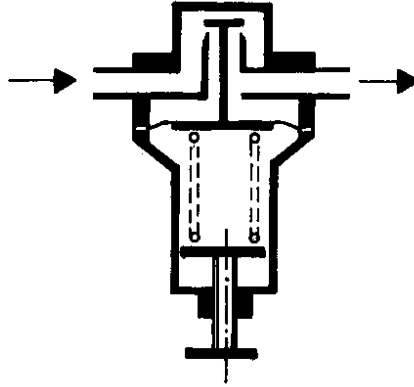


Figura 3.15 Diagrama de un manorreductor

**c) Engrasador:**

El aire de la tubería generalmente es húmedo. Esta humedad es causa de la oxidación de los aparatos del circuito, lo que dificulta su correcto funcionamiento. El engrasador, como su palabra lo indica, tiene por finalidad engrasar el aire y a través del los elementos de la instalación evitando su oxidación por una parte y por otra haciendo el que los elementos móviles se deslicen sin dificultad (figura 3.16).

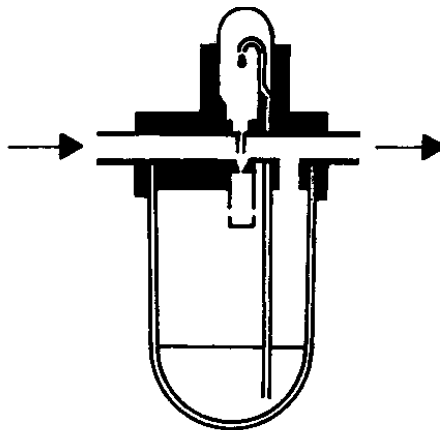


Figura 3.16 Diagrama de un engrasador

**d) Filtro:**

Se colocan al principio de una instalación. Su finalidad es la de eliminar impurezas que lleva el aire y que provienen del mismo circuito (cascarillas, óxidos, virutas, pinturas,

aislantes, etc.), que pueden dificultar el correcto movimiento de los elementos móviles de los aparatos que hay en el circuito (figura 3.17).

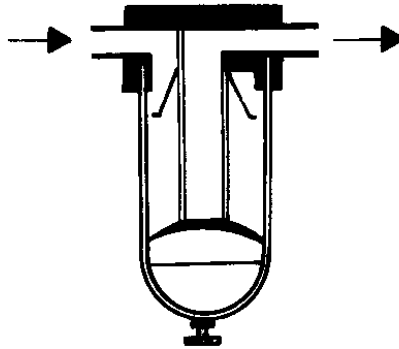


Figura 3.17 Diagrama de un filtro neumático

**e) Silenciador:**

Al salir a la atmosfera el aire que se encuentra comprimido a una determinada presión a través del escape, produce un ruido agudo que puede llegar a ser molesto, por lo que se silencia poniendo este aparato (figura 3.18).



Figura 3.18 Silenciador neumático

**f) Antirretorno:**

Su finalidad es la de impedir una sobre presión en el circuito de retroceso del fluido empujado por las partes móviles del circuito (figura 3.19).

El antirretorno puede tener reglaje fijo o variable (ajustado a las necesidades del circuito).

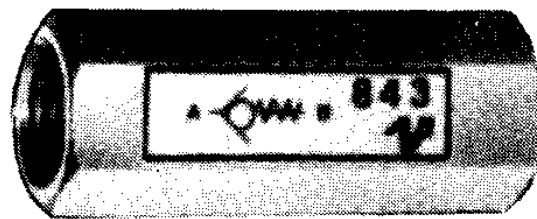


Figura 3.19 Válvula antirretorno de presión de aire

**g) Regulador de caudal:**

Cuando se desea controlar una maniobra haciéndola más lenta o más rápida, se intercala en el circuito un regulador de caudal (figura 3.20), por medio del cual se regula el paso del fluido en cantidad (caudal) y tiempo.

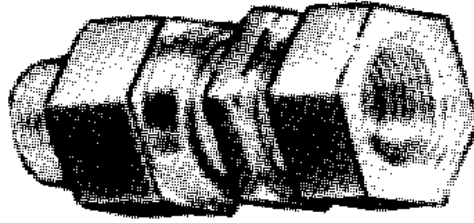


Figura 3.20 Válvula reguladora de caudal

## Capítulo 4 Accionamientos eléctricos

### 4.1 La corriente eléctrica

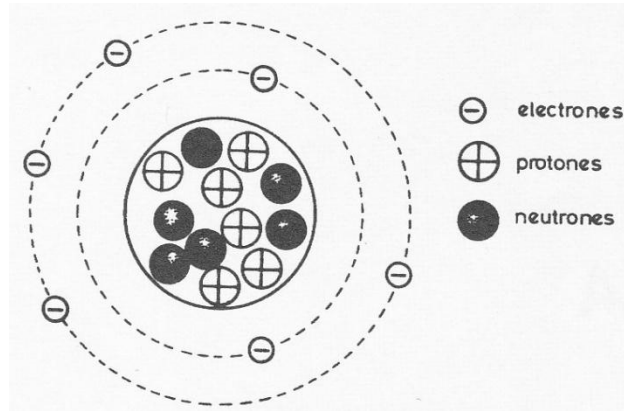
La materia se encuentra en la naturaleza formada por tres estados fundamentales: sólido, líquido y gaseoso; la materia está constituida por moléculas que a su vez se dividen en partículas más pequeñas denominadas átomos (figura 4.1).

El átomo está formado por:

**Protones:** se encuentran en el núcleo y tienen carga positiva.

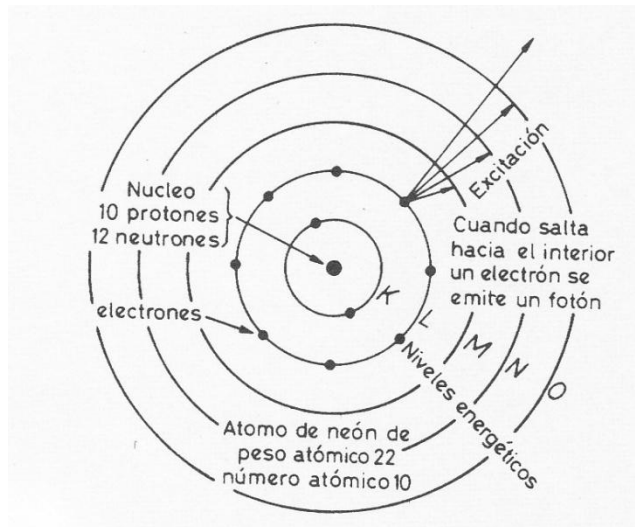
**Neutrones:** se encuentran en el núcleo y no tienen carga eléctrica.

**Electrones:** giran alrededor del núcleo y son las partículas más pequeñas, siendo portadores de carga eléctrica negativa.



**Figura 4.1 Constitución de un átomo**

El comportamiento de las cargas eléctricas se basa en la ley de atracción y repulsión. Las cargas opuestas se atraen y las cargas iguales se repelen (figura 4.2).



**Figura 4.2 Movimiento de los electrones de un átomo, niveles energéticos.**

**La electrodinámica** es la ciencia que estudia el movimiento de los electrones a través de los conductores, siendo el conductor más utilizado el cobre. Se dice que por el interior de un conductor hay una corriente eléctrica, cuando existe un movimiento de electrones desde uno de sus extremos al otro (Ferrer, 2003).

Supongamos un hilo de cobre, y conectamos uno de sus extremos a un conjunto de cargas positivas y el otro extremo a un conjunto de cargas negativas. Lo que va a suceder es que el potencial positivo de la batería atrae al electrón de la última capa del átomo de cobre y este se pone en movimiento hacia la batería.

El átomo se quedara cargado positivamente lo que atraerá al electrón de la ultima capa del átomo siguiente, pasando al hueco del átomo que ha dejado el electrón que se ha ido hacia la batería y de esta forma se establece un salto de electrones de forma cíclica que se conoce con el nombre de corriente eléctrica.

Los cuerpos conductores son aquellos que permiten el paso de electrones a través de ellos. Son buenos conductores: oro, platino, plata, cobre, hierro, etc. Los cuerpos aislantes son aquellos que no permiten el paso de los electrones a través de ellos.

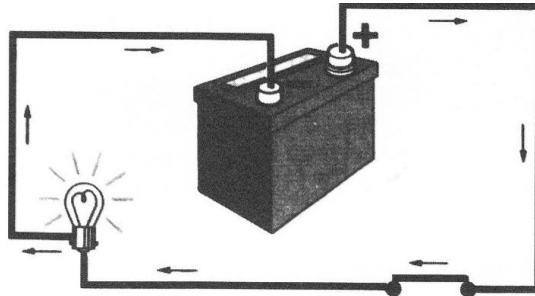


Figura 4.3 Circuito eléctrico, sentido de la corriente

## 4.2 Clases de circuito eléctrico

Los consumidores de corriente eléctrica se pueden conectar de tres formas en los circuitos eléctricos, y estos son los que determinan los tres circuitos eléctricos diferentes.

- a) **Circuito eléctrico en serie:** es aquel que la corriente eléctrica solo tiene un camino para circular del positivo al negativo (figura 4.4). Los consumidores están conectados uno a continuación del otro.

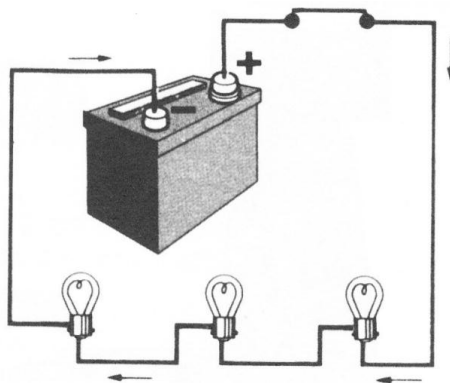
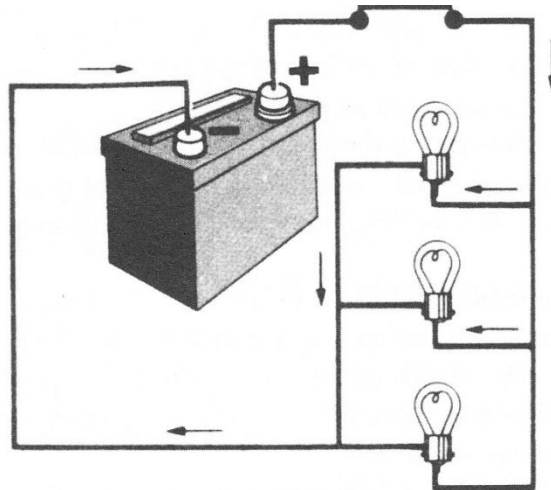


Figura 4.4 Circuito eléctrico en serie

- b) **Circuito en paralelo:** es aquel donde la corriente eléctrica tiene varios caminos para circular del borne positivo al borne negativo (figura 4.5).



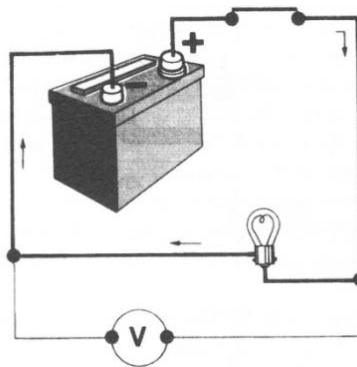
**Figura 4.5 Circuito eléctrico en paralelo**

c) **Circuito mixto:** es aquel que tiene una parte en serie y otra en paralelo.

### 4.3 Magnitudes eléctricas

Las magnitudes fundamentales utilizadas en los circuitos son:

a) **Tensión:** es la carga positiva o negativa que posee un cuerpo, según que el número de protones sea mayor que el número de electrones, o viceversa, por una unidad de volumen. La tensión de un cuerpo se mide en voltios y puede ser positiva o negativa en función de la carga del cuerpo (figura 4.6).



**Figura 4.6 Medición de la tensión**

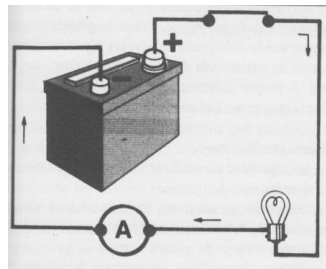
El aparato utilizado para utilizado para medir la tensión es el voltímetro y se conecta siempre en paralelo (figura 4.7).



**Figura 4.7 Voltímetro digital**

**Diferencia de potencial:** es la diferencia de tensión existente entre dos cuerpos, cuyas cargas tienen el mismo signo o signos contrarios.

- b) **Intensidad:** es la cantidad de intensidad un conductor en un segundo (figura 4.8). La unidad de medida de intensidad es el amperio; se utilizan como submúltiplos el mA ( $10^{-3}$  A) y el  $\mu$ A ( $10^{-6}$ A).



**Figura 4.8 Medida de la intensidad con un amperímetro conexionado en serie**

El aparato utilizado para medir la intensidad es el amperímetro y se conecta en serie con el circuito de carga.



**Figura 4.9 Pinza amperimétrica digital**

- c) **Resistencia:** es la oposición que presenta un cuerpo para que circulen los electrones a través de él. En una tubería, circulara más agua cuanto más grueso sea el tubo; si es corto, más que en largo, y si interiormente es liso, más que en el rugoso. Idénticamente ocurre en los cables conductores; la corriente que circula es mayor cuanto más grueso es el conductor y si es más corto o menos coeficiente de resistividad presenta.

La resistencia viene determinada por una serie de factores tal como queda reflejado en la formula:



$$R = r \times L / S$$

**R** = resistencia total del cable en ohmios.

**r** = resistividad específica, coeficiente que está en función del material.

**L** = longitud del cable en metros.

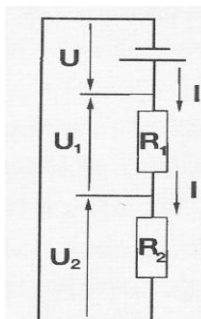
**S** = sección en  $mm^2$

### Montaje de resistencias

Las resistencias eléctricas pueden estar conectadas entre sí de manera que formen distintos tipos de circuitos: serie, paralelo o mixto.

a) **Serie:** existe un acoplamiento en serie cuando se conecta una resistencia a continuación de otra (figura 4.10). La resistencia total es la suma de cada una de las resistencias.

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \dots R_n.$$



**Figura 4.10 Montaje de resistencias en serie**

b) **Paralelo:** existe una conexión en paralelo cuando los extremos están unidos entre sí o, lo que es lo mismo, conectados a un mismo punto (figura 4.11). La inversa de la resistencia total será igual a la inversa de la suma de las inversas de cada una de ellas.

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Cuando el circuito en paralelo este formado por dos resistencias, la resistencia total será el resultado de la multiplicación de ambas partido por su suma.

$$R_t = \frac{(R_1 \times R_2)}{R_1 + R_2}$$

Si el circuito paralelo está formado por resistencias iguales la resistencia total será el valor de la resistencia partida por el número de resistencias.

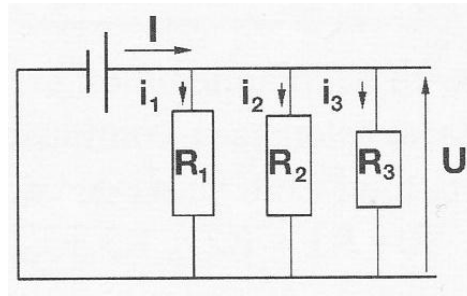


Figura 4.11 Montaje de resistencias paralelo

## 4.4 Magnetismo y Electromagnetismo

### 4.4.1 Magnetismo

El magnetismo es una forma de energía que solo puede observarse por los efectos que produce. El descubrimiento de los fenómenos magnéticos debidos a una corriente eléctrica y aprovechamiento de fuerzas manifestados en ellos, es el punto de arranque de los motores, alternadores, transformadores y demás elementos eléctricos basados en su acción.

Un imán es un cuerpo que posee propiedades magnéticas. Se le asignan dos polos, norte y sur, situándose cerca de los extremos del imán (Van, y otros, 1958).

Se supone la existencia de unas líneas de fuerza denominadas “líneas de inducción”, que establece un circuito, partiendo desde el polo sur del imán (figura 4.12), le recorren por su interior y salen al exterior por el polo norte, de donde regresan otra vez al polo sur.

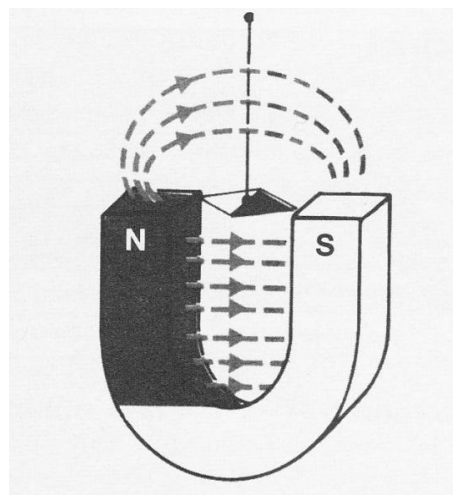


Figura 4.12 Representación de las líneas de fuerza de un imán

La zona donde estas líneas de inducción manifiestan sus efectos, se denomina “campo magnético”. Evidentemente, estos efectos se manifiestan con mayor intensidad en las proximidades del imán, por lo que se dice que el campo es más intenso en esa zona. Los efectos que más visiblemente demuestran los imanes, son los de atracción y repulsión.

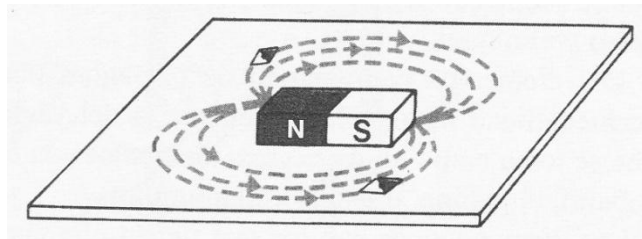
Efectivamente, si se aproximan dos imanes por sus polos del mismo signo, trataran de repelerse, mientras que si se aproximan por sus polos diferentes se atraen.

Los imanes se fabrican con aleaciones de acero que contienen níquel y cobalto. Este tipo de imanes se denominan permanentes ya que contienen durante mucho tiempo su fuerza magnética.

Si se sitúa un trozo de hierro dentro de un campo magnético, se convierte en un imán. Si se le retira del campo magnético o se anula este, deja de comportarse como tal. Este tipo de imán, que solo manifiesta sus efectos en presencia de un campo magnético (figura 4.13), se denomina imán temporal. Suponemos que el número de líneas que salen del polo norte y van al polo sur a través del aire son ocho.

Si en estas condiciones se introduce una barra de hierro en medio del campo, el número de líneas en el interior de la barra aumentara notablemente, debido al fenómeno de inducción, creándose un nuevo imán.

El número total de líneas que salen de un imán se denomina flujo magnético.



**Figura 4.13 Representación del campo magnético de un imán**

#### ✓ **Permeabilidad magnética**

Es la propiedad que tienen ciertos cuerpos de dejar pasar por su interior las líneas de inducción del campo magnético que puedan afectarles. La permeabilidad magnética no es igual en todos los cuerpos:

- A. Los ferromagnéticos son los que resultan fuertemente influidos por el campo magnético, adquiriendo propiedades magnéticas, como el hierro, el acero y níquel.
- B. Los elementos paramagnéticos presentan una permeabilidad magnética mayor que la del vacío que se toma como unidad. Estos elementos son el cobalto, el platino, el papel y el aluminio.
- C. Los diamagnéticos son los que tienen una permeabilidad inferior a la del vacío, como el bismuto, vidrio, agua y cobre.

Para lograr un imán permanente hay que partir de un cuerpo diamagnético y someterlo a un fuerte campo magnético fijo e intenso hasta llegar a la saturación. Al eliminar el campo queda formado el imán.

Para lograr la desimantación de un cuerpo, se introduce este en un campo magnético variable y decreciente hasta llegar a un valor cero.

Este procedimiento se llama ciclo de histéresis. Todas las substancias ferromagnéticas quedan desimantadas cuando llegan a una temperatura determinada. Esta temperatura se denomina punto de Curie, que para el hierro es de  $775^{\circ}\text{C}$ . Si a un imán se le somete a una temperatura superior al punto de Curie y después se le enfría, pierde todas las propiedades magnéticas.

#### 4.4.2 Electromagnetismo

El electromagnetismo es la rama de la electricidad que estudia las relaciones recíprocas entre campos magnéticos y corrientes eléctricas. Cuando un conductor rectilíneo por el que circula una corriente eléctrica se sitúa cerca de una brújula, esta se desvía buscando la perpendicularidad al conductor (figura 4.14). Se utilizan materiales fuertemente paramagnéticos para conducir las líneas de fuerza del campo magnético hacia zonas determinadas.

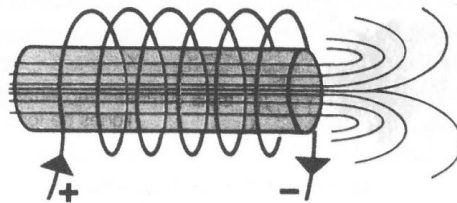
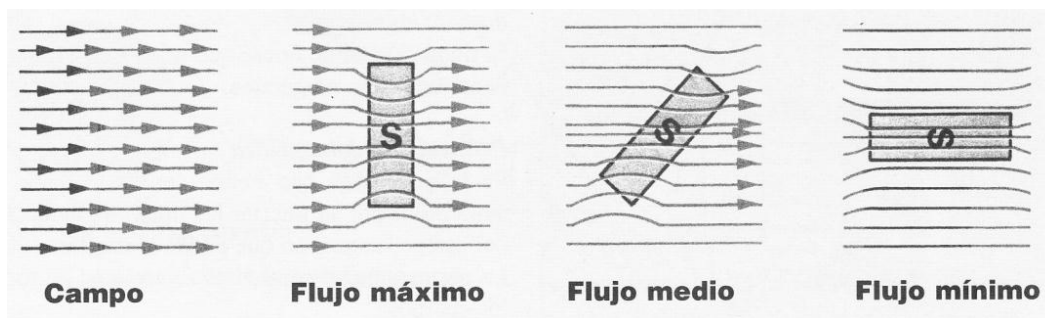


Figura 4.14 Líneas de fuerza del campo magnético

La intensidad del campo magnético creado es proporcional a la intensidad de la corriente. Si se forma una bobina con el conductor eléctrico se crea un electroimán, constituyéndose un campo magnético proporcional a la intensidad de la corriente que circula por las espiras. Si al electroimán así construido se le introduce una barra de hierro dulce en su interior, el campo magnético se refuerza enormemente a causa de la inducción magnética aumentando su poder de atracción.

Así como en electricidad se establece un circuito por donde pueden desplazarse los electrones, en magnetismo siempre existen circuitos por donde las líneas de inducción se establecen.

Algunas veces los circuitos o partes del mismo ofrecen poca resistencia al paso de las líneas de inducción (figura 4.15); en otras ocasiones, por el contrario, ofrecen una gran dificultad a su paso. Este concepto de mayor o menor resistencia al paso de las líneas en un circuito magnético es la que se entiende por reluctancia. De esta manera reluctancia en términos magnéticos es el mismo que resistencia en términos eléctricos. El flujo magnético es máximo cuando el imán está perpendicular a las líneas de fuerza, y mínimo cuando el imán se dispone en la misma dirección de las líneas de fuerza.



**Figura 4.15 Diagrama del flujo magnético**

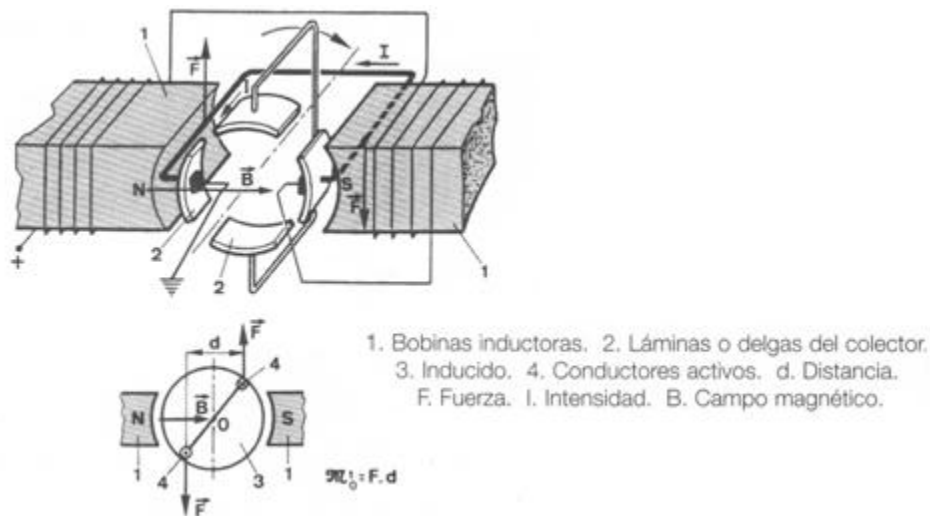
#### **4.5 Fuerza electromotriz inducida**

Siempre que un flujo magnético corta a un conductor se genera en éste una fuerza electromotriz. Si el conductor tiene su circuito cerrado se crea una corriente debida a la fuerza electromotriz llamada corriente inducida.

En este principio se basa el funcionamiento de los transformadores, alternadores y bobinas en el automóvil.

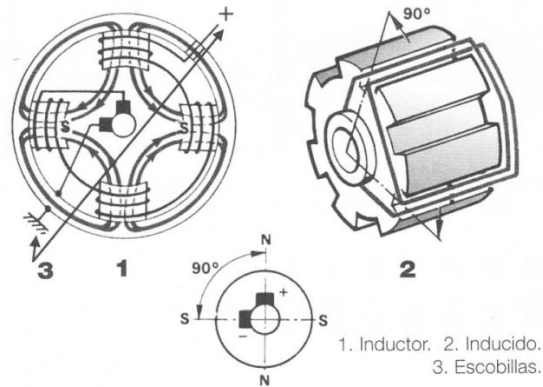
La tensión eléctrica inducida de forma sinusoidal al girar una espira en medio de un campo magnético es máxima cuando la espira corta el mayor número de líneas de fuerza del campo magnético, mientras que los valores serán nulos cuando este situada perpendicularmente al campo magnético y el conductor no corte las líneas de fuerza.

Como se puede apreciar en su curva, la fuerza electromotriz generada es alternativa y pulsatoria, ya que la corriente cambia de polaridad en cada semiperiodo, tomando valores de distinto signo y alcanzando valores máximos y mínimos en cada media vuelta o giro. Siempre que circula corriente por una bobina esta induce un campo magnético que atraviesa las espiras adyacentes de la propia bobina (figura 4.16), por lo que induce en ellas una fuerza electromotriz de sentido contrario que provoca una intensidad inicial nula, ya que ambas fuerzas electromotrices son iguales y de sentido contrario.



**Figura 4.16 Funcionamiento de un motor eléctrico de corriente continua**

La intensidad va creciendo a medida que la tensión inducida desaparece por el efecto de la estabilidad del campo magnético. El valor de la intensidad se establece limitada únicamente por el valor de la resistencia óhmica del circuito. El efecto contrario ocurre cuando se corta la alimentación de la bobina (figura 4.17).



**Figura 4.17 Corte del inductor, inducido y escobillas**  
**4.6 Componentes de una Conexión Eléctrica**

#### 4.6.1 Caja de fusibles:

Es uno de los elementos primordiales de los circuitos eléctricos de hoy en día. Este bloque comporta los fusibles, las centrales de comando (relés, temporizadores...) y el agrupamiento de los cables de alimentación. De hecho, numerosos conectores llegan o salen de la central de fusibles. Es un elemento donde hay que tener mucho cuidado, ya que se pueden producir numerosas averías:

- ✘ Corte interno
- ✘ Corte interno con conexión anormal con otros circuitos
- ✘ Conector desconectado
- ✘ Oxidación

#### 4.6.2 Fusibles:

Debido que a la corriente en un circuito eléctrico puede alcanzar valores peligrosos, el fusible debe ser el primer elemento de aislar el circuito eléctrico e interrumpir así la corriente.

El fusible evita el deterioro de las líneas defectuosas y los circuitos electrónicos posteriores a la placa de fusibles, por fusión rápida. Las causas que originan una intensidad de corriente muy elevada son:

- ✘ Cortocircuito debido a cables mal instalados o desconectados.

- ✘ Cable de bobinado de un motor en cortocircuito (aislante deteriorado y disminución de la resistencia interna del elemento).
- ✘ Error de manipulación.
- ✘ Conexión controlada de receptores en un circuito demasiado débil.

Un fusible se calibra en función de la intensidad máxima que debe pasar en un sector determinado. El hecho de poner un fusible de mayor intensidad elimina dicha protección.

### **4.6.3 Conexiones y Conectores**

Las conexiones son las uniones entre hilos eléctricos que provienen de distintas partes de la instalación. Estas uniones eléctricas están perfectamente referenciadas e indicadas en los planos de circuitos eléctricos. Los cables están perfectamente unidos entre ellos, pero las vibraciones y los esfuerzos importantes en los cables pueden provocar una degradación de la unión y originar defectos intermitentes de funcionamiento.

Las tracciones importantes sobre los cables es necesario evitarlas y respetar los emplazamientos de paso.

Algunos problemas pueden aparecer después de realizar una reparación o cambio de un conjunto de piezas de la máquina. Los conectores tienen formas múltiples y se caracterizan por su color, el número de pins, su posición en el circuito (habitáculo, motor, etc) y su número de referencia para situarlo en los esquemas de los circuitos.

La multiplicación del número de conectores ocasiona un gran número de defectos de funcionamiento y es necesario prestar mucha atención a su estado. Entre el circuito de alimentación y los receptores se encuentran muchos elementos de unión:

- Conexión (+) batería para la alimentación central de fusibles.
- Conexión a nivel de fusibles.
- Conexión entre la placa de fusibles y los receptores.
- Conexiones entre receptores y masa.

Cada una de las uniones pueden representar una resistencia adicional si las conexiones están mal hechas.



#### **4.6.4 Conmutadores**

Sus funciones se multiplican cada vez más, ya sean comandos de forma manual (conmutadores de iluminación) o de forma indirecta, por ejemplo mediante la acción de un termocontacto que actúa directamente sobre el electroventilador del radiador o el manocontacto de presión de aceite.

Cuando se produce una disfunción es necesario controlar la continuidad de todos los conmutadores, al mismo tiempo que el perfecto aislamiento entre unas y otras. Por ello es necesario conocer el funcionamiento completo del circuito y lógicamente del conmutador.

#### **4.6.5 Relés**

Estos componentes se basan en el principio del electromagnetismo. Cuando una corriente eléctrica circula a través de un hilo conductor aparece un campo magnético que será directamente proporcional a la intensidad de esta corriente y sus efectos se manifestaran en mayor dimensión cuanto menor sea la distancia al hilo conductor.

Un núcleo de hierro dulce sobre el cual un hilo eléctrico recubierto de un barniz aislante es bobinado, canaliza el campo electromagnético provocado por el paso de una corriente. El campo magnético dependerá en el caso de una bobina de la naturaleza del núcleo de la bobina, del núcleo de espiras, de la intensidad y de la longitud de la bobina.

El campo magnético en una bobina determinada, depende de la intensidad de corriente, la resistencia de la bobina y de la longitud de la bobina. El circuito de comando de un relé está compuesto de una bobina, en la cual se aplica una tensión el campo magnético generado estira la lengüeta móvil que actúa como un interruptor entre la entrada y la salida del circuito de potencia.

Hay otro tipo de relé con dos salidas, donde la salida superior del circuito de potencia se conecta a la entrada cuando el relé está en situación de reposo. En un relé, el circuito de comando puede funcionar con una muy pequeña intensidad de mando y permite la conmutación de una corriente importante en el circuito de potencia.

El relé permite a su vez reducir la longitud excesiva de los cables de potencia, con una reducción en los costes, en el peso y en las caídas de tensión, obteniendo ganancia de potencia en los receptores.

#### **4.6.6 Cuadro de Instrumentos**

Las informaciones de funcionamiento de una máquina se transmiten al usuario mediante una combinación de instrumentos centralizados en el cuadro de instrumentos y que pueden representar distintas configuraciones según el tipo máquina.

- El modelo clásico, compuesto esencialmente por una serie de lámparas testigo e indicadores electromagnéticos de aguja.
- Modelos totalmente electrónicos con diodos electroluminiscentes, barras gráficas digitales o con un cristal líquido, siempre utilizando tecnologías de última generación. En casos de problemas de funcionamiento, lógicamente la reparación es más fácil de realizar sobre los modelos clásicos que en las versiones digitales, donde las memorias y microprocesadores tienen unas posibilidades de sustitución en ocasiones limitadas.

#### **4.6.7 Actuadores**

- **Electroválvulas:** están presentes en algunos circuitos de regulación o de comando de elementos neumáticos o hidráulicos, contruidos de uno o más bobinados electromagnéticos que abren o cierran el circuito considerado. El retorno a la posición neutra se realiza mediante un muelle, mediante inversión de polaridad o gracias a un comando electrónico que genera la relación cíclica de apertura, unida a la acción de un resorte.

Como ejemplos de aplicación tenemos el mando de los circuitos hidráulicos en los sistemas ABS, la regulación de las bombas inyectoras electrónicas, la válvula de regulación del turbocompresor.

#### **4.6.8 Sensores o captadores**

Dentro de los sistemas motorizados, los captadores tienen dos funciones:

- Medir un estado para informar al usuario.
- Medir un estado para participar en la gestión del sistema

a) **Estudio de la función del sensor**

Sea cual sea el emplazamiento del sensor, su función será definida de la misma manera. Un sensor permite establecer una relación entre una magnitud física y una señal eléctrica como respuesta. La respuesta eléctrica del sensor puede ser en forma de una variación de resistencia, de tensión o de intensidad de corriente.

Los parámetros físicos a controlar pueden ser igualmente de índole muy diversos:

- **Temperatura:** de aire, de agua.
- **Velocidad:** del motor, del vehículo.
- **Presión:** de aceite, de aire de admisión.
- **Posición:** abertura de orificios de salida de gases.

b) **Utilización de los sensores en una operación de medida**

Los parámetros a definir y a tener en cuenta al realizar una medición son: la precisión, la fiabilidad (histéresis que deriva con el tiempo), la estabilidad y la rapidez.

Cada vez que se realiza una medición pueden aparecer errores de índole muy diversa, pudiendo ser debidos al propio procedimiento de realización de la medición, a los instrumentos empleados o a influencias externas. De las características de cada uno de los elementos que intervienen en la medida depende el funcionamiento correcto del sistema.

c) **Influencias externas sobre los sensores**

- Margen de temperatura en el ambiente de trabajo.
- Choque térmico que puede producir dilataciones y contracciones.
- Vibraciones y choques.
- Salinidad ambiental.
- Esencias que contienen disolventes muy agresivos.

- Campos electromagnéticos.
- Efectos de autoinducción o de condensador

#### d) **Constitución de un captador**

Normalmente es necesaria una transformación inicial de la magnitud física a medir, ya que en muchas ocasiones la magnitud a medir no es transformable directamente a parámetros eléctricos.

Por ejemplo cuando se trata de medir la presión de aire reinante en el colector de admisión no es posible transformar directamente la presión en una magnitud eléctrica, por lo que en este caso la presión actuara directamente sobre una membrana deformable que a su vez actuara sobre un puente de resistencias, capaz de transmitir una señal en forma de variación de tensión cuando se produce una variación de la magnitud a medir, en este caso la presión del colector de admisión.

La señal eléctrica obtenida a la salida del captador debe normalmente ser tratada para ser adaptada al elemento final. En ocasiones hay que modificar el margen de tensión de trabajo, en otros casos es necesario aplicar filtros o convertidores analógico/digitales o en algún caso cambiar la forma de la señal.

#### e) **Familia de sensores**

Los captadores podemos clasificarlos en dos grandes familias: activos y pasivos.

- ✓ **Sensores Activos:** este tipo de captador visto desde su salida es equivalente a un generador de tensión. Por ejemplo un captador de régimen motor o un captador de ABS generan una tensión de salida variable en tensión y frecuencia.

La rotación de un volante, forma dos por varios dientes enfrentados con una bobina que a su vez esta enrollada en un imán, provoca la creación una fuerza electromotriz en el interior de esta bobina. El sensor de velocidad de un vehículo utiliza un principio similar.

- ✓ **Sensores pasivos:** por el contrario, este tipo de captador visto desde su salida es una resistencia variable, una capacidad, etc. Es necesario emplear una fuente de alimentación exterior, ya que el elemento por si solo tan solo modifica el valor de su impedancia. La señal que se utiliza es la variación de la tensión entre los bornes del captador.

Por ejemplo, la variación de temperatura modifica la resistencia del captador, este está conectado a un divisor de tensión, por lo que variara la tensión en U2 y como consecuencia en U1. La tensión de salida U2 o U1 se envía a la central electrónica y la señal de alimentación del sistema es estable para aumentar la precisión de la medida.

#### **4.6.9 Calculadores o centrales electrónicas**

Las centrales electrónicas son los elementos que reciben información de los sensores, la procesan y según un programa determinado actúan sobre los accionadores de una forma o de otra.

Las funciones que deben realizar son cada vez más complejas. Algunas centrales realizan funciones simples actuando en niveles de temporización y con formas de actuación de tipo ON/ OF. Otras centrales, sin embargo, ejecutan señales de mando complejas con variación de frecuencia, y tención en función de las informaciones que reciben de los sensores y del programa de gestión memorizado en la eeprom; además incorporan memorias del tipo volátil que memorizan errores de funcionamiento del sistema.

## 8. Metodología

### 8.1. Matriz de Consistencia General

**PROBLEMA:** En la ciudad de Loja no se dispone de tecnologías que eviten, durante las actividades de montaje-desmontaje de neumáticos de camiones y vehículos pesados, la pérdida de tiempo, accidentes laborales y el excesivo esfuerzo físico de los trabajadores dedicados a estas labores.

TEMA	OBJETO DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN
“Diseño y construcción de una máquina para el montaje-desmontaje de neumáticos de camiones y vehículos de trabajo pesado(Rin 20 - 24)”	Sistemas mecánicos, maquinaria y herramientas utilizados en el montaje-desmontaje de neumáticos de camiones y vehículos de trabajo pesado.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diseñar y construir una máquina para el montaje y desmontaje de neumáticos de camiones y vehículos de trabajo pesado (Rin 20 - 24), que suplante el esfuerzo físico realizado por el trabajador y disminuya de gran manera el riesgo de sufrir un accidente laboral.</li></ul>	Mediante el diseño y la construcción de una máquina para el montaje-desmontaje de neumáticos de camiones y vehículos pesados (Rin 20 - 24), se lograra optimizar los recursos de trabajo y disminuir de forma considerada el peligro de accidentes laborales de personas dedicadas a este oficio.

### 8.2. Materiales, métodos y técnicas de trabajo.

#### 6.2.1 Materiales.

1. Entrevistas verbales con dueños y operarios de centros de reparación de neumáticos de camiones y vehículos pesados.
2. Catálogos de equipos, materiales y herramientas usados en el sistema de montaje-desmontaje de neumáticos.
3. Datos sobre el sistema de montaje-desmontaje de neumáticos de vehículos pesados que posee la provincia de Loja.
4. Bibliografía de diferentes sistemas mecánicos utilizados para el proceso de desmontaje de neumáticos.
5. Información sobre instrumentos de medición (presión, rpm, peso,).

### **6.2.2 Métodos.**

1. Método Inductivo.
2. Método Deductivo.
3. Método Experimental.

### **6.2.3 Técnicas.**

1. Técnica de la Entrevista.
2. Técnica de la Observación.





## 10. Presupuesto y Financiamiento

PRESUPUESTO	
DENOMINACION	Valor
Consultas vía internet	25
Apoyo docente y especializado	25
Visitas técnicas de observación	20
Bibliografía	25
Desarrollo de contenidos	100
Elaboración de planos mecánicos	100
Adquisición y construcción de partes	1000
Ensamble de máquina	300
Impresión de textos	100
Material de oficina	100
<b>Total</b>	<b>1795</b>

### FINANCIAMIENTO

El financiamiento del presente proyecto de investigación se lo realizara con fondos propios del estudiante.

## 11. Bibliografía

### LIBROS:

**Ferrer, D. Gabriel Cuesta. 2003.** *Reparacion y mantenimiento de camiones y vehiculos pesados.* Madrid - España : CULTURAL. SA, 2003.

**Norton, Robert.** *Diseño de Máquinas.*

**Roldan, Viloría José. 2005.** *Neumática, Hidráulica y Electricidad Aplicada.* Mexico : Thomson Paraninfo, 2005.

**Van, Valkenburgh, Nooger y Neville. 1958.** *Electricidad Basica.* New York : Trade Mark, 1958.

### SITIOS WEB:

**Europe, Alcoa Wheels. 2010.** Datos tecnicos de sistemas de montaje. [En línea] 2010 de 03 de 2010. [Citado el: 22 de 03 de 2010.] <http://www.alcoa.com>.

**Vieytes, Gomeria. 2010.** Documentos Tecnicos Neumática. *Produccion de aire comprimido.* [En línea] 22 de 03 de 2010. [Citado el: 20 de 03 de 2010.] <http://eagletyre.com>.

**Paritarios. 2010.** Cambio de ruedas en vehiculos Pesados. [En línea] 24 de 03 de 2010. [Citado el: 24 de 03 de 2010.] <http://www.paritarios.cl>.

**Documents, Technical. 2010.** Documentos Técnicos Neumática. *Produccion de aire comprimido.* [En línea] 20 de 03 de 2010. [Citado el: 22 de 03 de 2010.] <http://www.sapiensman.com>.

**Hofmann. 2010.** Desmontadora de Neumaticod de Camion. [En línea] 24 de 03 de 2010. [Citado el: 24 de 03 de 2010.] <http://www.snapon-equipment.eu>.

**Tyrerack. 2010.** Guia de tamaño de neumaticos. [En línea] 24 de 03 de 2010. [Citado el: 24 de 03 de 2010.] <http://www.tyrerack.com>.

## 12. Anexos

### 10.1 Matriz de Consistencia Específica

<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>OBJETIVO ESPECÍFICO 1:</b> Analizar los diferentes tipos de neumáticos de camiones y vehículos pesados, su montaje-desmontaje y las diferentes herramientas utilizadas para este trabajo.</li></ul>			
<b>PROBLEMA</b>	<b>UNIDAD DE OBSERVACIÓN</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>SISTEMA CATEGORIAL</b>
La falta de conocimientos sobre neumáticos de vehículos de trabajo pesado, procedimientos de montaje-desmontaje y las herramientas utilizadas.	Información de libros, internet, catálogos y demás documentos que faciliten la comprensión acerca de los diferentes tipos de neumáticos de vehículos de trabajo pesado existentes, métodos y herramientas para montar o desmontar las ruedas.	Mediante la recolección e interpretación adecuada de la información adquirida se lograra obtener una visión clara acerca de las características de los diferentes tipos de neumáticos (Rin 20 - 24), el procedimiento a seguir para su montaje-desmontaje y las diferentes herramientas a tomarse en cuenta para la realización del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Definición de neumático</li><li>• Elementos de un neumático</li><li>• Tipos de neumáticos utilizados en vehículos de trabajo pesado</li><li>• Características técnicas de neumáticos</li><li>• Posición correcta del neumático</li><li>• Métodos de montaje-desmontaje de un neumático</li><li>• Tuercas de ajuste</li><li>• Espárragos de ubicación</li><li>• Llaves de tuercas</li><li>• Par de apriete</li><li>• Palancas de fuerza</li><li>• Utensilios de sujeción</li></ul>

## MATRIZ DE CONSISTENCIA ESPECÍFICA

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OBJETIVO ESPECÍFICO 2:</b> Realizar el diseño de una máquina para el montaje o desmontaje de neumáticos de camiones y vehículos de trabajo pesado, acorde a las necesidades y el medio seleccionado (Rin 20 - 24).</li> </ul>			
PROBLEMA	UNIDAD DE OBSERVACIÓN	HIPÓTESIS	SISTEMA CATEGORIAL
<p>La falta de un diseño de una máquina desmontadora de neumáticos de camiones y vehículos de trabajo pesado (Rin 20 24).</p>	<p>Diseños sobre el correcto ensamble de las diferentes partes de un neumático de acuerdo a parámetros establecidos por fabricantes.</p>	<p>Con la ayuda del diseño de una máquina para el montaje-desmontaje de neumáticos de vehículos de trabajo pesado (Rin 20 - 24), se podrá evaluar los diferentes dispositivos y mecanismos que la conforman.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bombas hidráulicas</li> <li>• Gato hidráulico</li> <li>• Mangueras hidráulicas</li> <li>• Sistemas neumáticos</li> <li>• Pistón neumático</li> <li>• Tubería para aire a presión</li> <li>• Sistemas de control</li> <li>• Motores eléctricos</li> <li>• Reductor de velocidad</li> <li>• Engranajes</li> <li>• Ejes de acero</li> <li>• Llaves de ajuste</li> <li>• Torquimetro</li> <li>• Presostatos</li> <li>• Válvulas de alivio de presión</li> <li>• Sellos de caucho</li> <li>• Aceite hidráulico</li> </ul>

### MATRIZ DE CONSISTENCIA ESPECÍFICA

<ul style="list-style-type: none"> <li><b>OBJETIVO ESPECÍFICO 3:</b> Materializar el diseño de una máquina utilizada para montar o desmontar neumáticos de camiones y vehículos de trabajo pesado (Rin 20 - 24).</li> </ul>			
PROBLEMA	UNIDAD DE OBSERVACIÓN	HIPÓTESIS	SISTEMA CATEGORIAL
<p>No se cuenta con una máquina para montar-desmontar neumáticos de camiones y vehículos de trabajo pesado (Rin 20 - 24), que suplante el esfuerzo físico de la persona que realiza este trabajo y disminuya el riesgo de accidentes laborales.</p>	<p>Tecnologías para construcción de máquina desmontadora de neumáticos.</p>	<p>Mediante la construcción de una máquina para montar y desmontar neumáticos (Rin 20 - 24), se podrá disminuir el esfuerzo físico realizado por el trabajador y reducir el riesgo de un accidente laboral.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plano de máquina desmontadora de neumáticos</li> <li>• Elementos mecánicos</li> <li>• Dispositivos de seguridad</li> <li>• Medios de activación de procesos</li> <li>• Herramientas complementarias</li> <li>• Sistema hidráulico</li> <li>• Sistema neumático</li> <li>• Elementos de acero</li> <li>• Elementos plásticos</li> <li>• Elementos eléctricos</li> <li>• Material adicional</li> <li>• Parada de emergencia</li> </ul>

## 10.2 Matriz de operatividad de objetivos específicos

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OBJETIVO ESPECÍFICO 1:</b> Analizar los diferentes tipos de neumáticos de camiones y vehículos pesados (Rin 20 - 24), su montaje-desmontaje y las diferentes herramientas utilizadas para este trabajo.</li> </ul>						
ACTIVIDAD O TAREA	METODOLOGÍA	FECHA		RESPONSABLE	PRESUPUESTO	RESULTADOS ESPERADOS
		INICIO	FINAL			
1) Realizar indagaciones por medios bibliográficos, internet, catálogos, etc.	Recopilar información por medio de bibliografía, internet, fotografías.	31-07-2010	18-08-2010	Juan C. Benítez	\$ 25	Plasmar un documento que contenga información acerca de los diferentes tipos de neumáticos
2) Solicitar apoyo y asesoramiento especializado sobre el montaje de neumáticos	Se realizara mediante entrevistas, visitas de observación	21-08-2010	09-09-210	Juan C. Benítez	\$ 25	Documentar técnicas y procesos para montar y desmontar neumáticos

**MATRIZ DE OPERATIVIDAD DE OBJETIVOS**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OBJETIVO ESPECÍFICO 2:</b> Realizar el diseño de una máquina para el montaje o desmontaje de neumáticos de camiones y vehículos de trabajo pesado, acorde a las necesidades y el medio seleccionado.</li> </ul>						
ACTIVIDAD O TAREA	METODOLOGÍA	FECHA		RESPONSABLE	PRESUPUESTO	RESULTADOS ESPERADOS
		INICIO	FINAL			
1) Identificar los diferentes elementos necesarios en la máquina.	Se lo realizará con ayuda de visitas de observación.	12-09-2010	16-09-2010	Juan C. Benítez	\$ 20	Realizar un pre bosquejo de la máquina.
2) Realizar estudios sobre los diferentes elementos que conforman la máquina.	Se lo efectuara con la ayuda de medios bibliográficos, catálogos y tablas.	19-09-2010	13-10-2010	Juan C. Benítez	\$ 100	Documentar el resultado del análisis mecánico de los elementos de la máquina.
3) Dibujar el plano de ensamble de la máquina.	Se la realizara con el programa Autocad.	16-10-2010	17-11-2010	Juan C. Benítez	\$ 100	Obtener el conjunto de planos mecánicos que identifique n la posición de cada elemento.

**MATRIZ DE OPERATIVIDAD DE OBJETIVOS**

<ul style="list-style-type: none"> <li><b>OBJETIVO ESPECÍFICO 3:</b> Materializar el diseño de una máquina utilizada para montar o desmontar neumáticos de camiones y vehículos de trabajo pesado (Rin 20 - 24).</li> </ul>						
ACTIVIDAD O TAREA	METODOLOGÍA	FECHA		RESPONSABLE	PRESUPUESTO	RESULTADOS ESPERADOS
		INICIO	FINAL			
1) Construcción y adquisición de los diferentes elementos mecánicos.	Se lo realizara con la utilización de los talleres mecánicos de la UNL.	20-11-2010	22-12-2010	Juan C. Benítez	\$ 1000	Obtener un stock de piezas que conforman la máquina de desmontar neumáticos de vehículos.  Construir la máquina para desmontar y montar neumáticos .
		25-12-2010	19-01-2011	Juan C. Benítez	\$ 300	
2) Ensamblaje de la maquina desmontador a de neumáticos.	Se lo realizara con la utilización de los talleres mecánicos de la UNL.					



### 10.3 Matriz de Control de Resultados

ro.	RESULTADO ESPERADO	FECHA	FIRMA
1	Presentación del proyecto de tesis	25-05-2010	
2	Plasmear un documento que contenga información acerca de los diferentes tipos de neumáticos.	21-08-2010	
3	Documentar técnicas y procesos para montar y desmontar neumáticos.	12-09-2010	
4	Realizar un pre bosquejo de la máquina.	19-09-2010	
5	Documentar el resultado del análisis mecánico de los elementos de la máquina.	16-10-2010	
6	Obtener el conjunto de planos mecánicos que identifiquen la posición de cada elemento.	20-11-2010	
7	Obtener un stock de piezas que conforman la máquina de desmontar neumáticos de vehículos.	25-12-2010	
8	Construir la máquina para desmontar y montar neumáticos.	19-01-2011	

#### 10.4 Esquemas, Diagramas de Proceso, Planos, Fotos, etc.

- **Máquina desmontadora de neumáticos de camión**



- **Giro de la pieza de montaje**



- **Vista frontal de la máquina desmontadora de neumáticos de camión**



➤ **Equipo de sujeción de neumáticos**



➤ **Desensamble de un neumático de tractor**



- **Consola de control de la máquina**



- **Bisagra de brazo con pasadores ajustables**





➤ **Posiciones angulares del soporte del cambiador**



**ACCESORIOS**



Palanca del asiento



Palanca de neumático corto



Palanca de neumático largo



La mordaza para llantas de  
acero

**EXTRAS OPCIONALES**



Mordazas adicionales  
para llantas de  
aleación (4)  
C4030013



Extensión OTR para  
llantas de anillo elástico  
(split ring)  
C4007611



Rodillo de montaje  
para neumáticos sin  
cámara  
C4022287





Mordaza para llantas  
de aleación  
C4021852



Mordaza deslizante  
C4003269

➤ **Diagrama de Flujo para cambiar de neumático a un camión o vehículo de trabajo pesado.**

No peligro 

medianamente peligroso 

excesivo peligro 