

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

**DIMENSIONAMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MANIPULADOR
NEUMÁTICO PARA EL MONTAJE DE RUEDAS, EN LA LÍNEA DE
ENSAMBLAJE DE CAMIONES HYUNDAI, PARA LA INDUSTRIA
AUTOMOTRIZ AYMESA.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE TECNÓLOGO EN
ELECTROMECAÁNICA**

CRISTIAN FABIAN RENGIFO TOAQUIZA
cfrt_rengifo14@hotmail.com

DIRECTOR: ING. LUIS FERNANDO JÁCOME JIJÓN
luisfernando.jacome@epn.edu.ec

Quito, Septiembre del 2012

DECLARACIÓN

Yo, Cristian Fabián Rengifo Toaquiza, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Cristian Fabián Rengifo Toaquiza

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el señor Cristian Fabián Rengifo Toaquiza, bajo mi supervisión.

Ing. Luis Jácome Jijón
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

*Todo lo que somos es el resultado de lo que hemos pensado;
está fundado en nuestros pensamientos
y está hecho de nuestros pensamientos.
(Siddhartha Gautama).*

A Dios por concederme el don de vivir y la fortaleza para hacerlo.

A mis padres Segundo y Martha,
quienes forjaron en mí sus enseñanzas y valores,
brindándome su comprensión y respaldo incondicional.

A Byron Daniel, mi ejemplo de superación a seguir,
y a quien le debo lo que he conseguido hasta ahora.

A todas las personas quienes directa o indirectamente,
intervinieron en la ejecución y culminación
de este sentido proyecto profesional.

Cristian

DEDICATORIA

*Sin un propósito e inspiración,
la más grande hazaña no tiene sentido.
(Cristian).*

A mi hermana Wendy,
razón y motivo de mi superación,
a quien amo desde que nació.

A mi inspiración Monserrath,
quién ilumina mi vida con su existir,
y a quien atesoro tanto.

Cristian

CONTENIDO

DECLARACIÓN.....	i
CERTIFICACIÓN	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
CONTENIDO	v
RESUMEN.....	xiii
PRESENTACIÓN.....	xiv

CAPITULO 1

1 FUNDAMENTOS TEORICOS	1
1.2 ANTECEDENTES.....	2
1.2.1 AUTOMATIZACIÓN.....	2
1.2.2 MANIPULADOR NEUMÁTICO	2
1.3 DEFINICION DEL PROBLEMA	3
1.4 OBJETIVOS	3
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	3
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	4

CAPITULO 2

2 DIMENSIONAMIENTO CONCEPTUAL	5
2.1 TECNOLOGÍA DEL AIRE COMPRIMIDO	5

2.1.1 AIRE	5
2.1.1.1 Composición	5
2.1.1.2 Magnitudes físicas y unidades de medida.	5
2.1.1.3 Características del aire	6
2.1.2 AIRE COMPRIMIDO	11
2.1.2.1 Propiedades del aire comprimido	12
2.1.2.2 Aplicaciones del aire comprimido	14
2.1.2.3 Producción y distribución del aire comprimido	15
2.1.2.4 Preparación del aire comprimido	29
2.1.2.5 Actuadores Neumáticos.....	39
2.1.2.6 Control del aire comprimido	43
2.1.3 ESQUEMAS NEUMÁTICOS	47
2.2 TECNOLOGÍA DE MATERIALES	49
2.2.1 ACERO ESTRUCTURAL.....	49
2.2.1.1 Clasificación del acero estructural:.....	49
2.2.2 EJES DE ACERO.....	50
2.2.3 DURALON	51
2.3 MANIPULADOR NEUMÁTICO DE RUEDAS.....	52
2.3.1 SISTEMA DE RIELES KNIGHT	54
2.3.1.1 Viga Superior	56
2.3.1.2 Suspensores.....	56
2.3.1.3 Rieles	56
2.3.1.4 Carretillas	57

2.3.1.5 Carrilera	57
2.3.1.6 Troles.....	57
2.3.2 SISTEMA MECANICO BASE.....	58
2.3.2.1 Soporte principal.....	59
2.3.2.2 Soporte posterior.....	59
2.3.2.3 Tope cilíndrico	60
2.3.2.4 Rodillo	60
2.3.2.5 Eje principal	61
2.3.2.6 Tapa.....	61
2.3.2.7 Manija.....	62
2.3.2.8 Manubrio	62
2.3.2.9 Botonera	63
2.3.2.10 Peldaño.....	63
2.3.3 SISTEMA DE CONTROL NEUMATICO	64
2.3.3.1 Balancín Neumático	65
2.3.3.2 Soporte superior para el balancín y su gabinete de control neumático.	80

CAPITULO 3

3 DIMENSIONAMIENTO DETALLADO.....	81
3.1 RED DE CONTROL NEUMÁTICO	81
3.1.1 SIMULACIONES DEL FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO NEUMÁTICO..	84
3.1.1.1 Selección del modelo de rueda	84
3.1.1.2 Engravidación del modelo de rueda.....	88

3.1.1.3 Liberación del modelo de rueda.....	89
3.2 EQUIPOS COMERCIALES	91
3.2.1 DIMENSIONAMIENTO DEL ACTUADOR LINEAL	91
3.2.1.1 Cálculo del diámetro del tubo del cilindro neumático.....	91
3.2.1.2 Características del actuador lineal dimensionado	93
3.2.1.3 Cálculo de la fuerza teórica del cilindro neumático.....	93
3.2.1.4 Cálculo del consumo de aire del cilindro.....	95
3.2.2 DIMENSIONAMIENTO DE LA TUBERIA DE CONEXIONADO	97
3.2.2.1 Características de la tubería dimensionada.....	98
3.2.3 SELECCIÓN DE LAS VÁLVULAS NEUMÁTICAS.....	98
3.2.3.1 Dimensionamiento del caudal que pasa por la válvula requerida por el cilindro neumático.	98
3.2.3.2Características de la válvula neumática para el mando del actuador lineal.	100
3.2.3.3 Selección de la válvula de accionamiento mecánico para los mandos manuales del manipulador de ruedas.	100
3.2.3.4 Características de la válvula de accionamiento mecánico.	101
3.2.3.5 Selección de la válvula especial para el circuito neumático.	102
3.2.3.6 Características de la válvula especial.	103
3.2.3.7 Selección de la válvula de corte para el circuito neumático.	103
3.2.3.8 Características de la válvula de corte.	104
3.2.4 SELECCIÓN DE LOS REGULADORES DE PRESIÓN.....	105
3.2.4.1 Selección de los reguladores de precisión.....	105
3.2.4.2 Características de los reguladores de precisión.....	107
3.2.5 SELECCIÓN DEL BALANCÍN NEUMÁTICO.....	107

3.2.6 SELECCION DE CONECTORES	110
3.2.6.1 Selección de racores	110
3.2.6.2 Características de los racores de la serie KQ2.	112
3.2.7 SELECCIÓN DE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO	113
3.2.7.1 Selección del filtro de aire	113
3.2.7.2 Características del separador de neblina.	116
3.2.7.3 Selección del regulador.	117
3.2.7.4 Características del regulador de presión.	118
3.2.8 SELECCIÓN DE ACCESORIOS.....	119
3.2.8.1 Selección de los silenciadores	119
3.2.8.2 Características de los silenciadores	120
3.3 ESTRUCTURAS COMERCIALES	121
3.3.1 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE RIELES KNIGHT.....	121

CAPITULO 4

4 MONTAJE, OPERACION Y MANTENIMIENTO	124
4.1 INTRODUCCION	124
4.2 ENSAMBLE DE BASES ESTRUCTURALES.....	124
4.2.1 UBICACION DEL MANIPULADOR NEUMATICO PARA RUEDAS.....	124
4.2.2 MONTAJE DE SUSPENSORES	126
4.2.3 MONTAJE DE RIELES	126
4.2.4 MONTAJE DE CARRETILLAS	128
4.2.5 MONTAJE DE CARRILERAS	128

4.2.6 MONTAJE DE TROLES.....	129
4.2.7 MONTAJE DE LA TUBERÍA DE AIRE DE ALIMENTACIÓN	129
4.3 ENSAMBLE DEL CUERPO MECANICO.....	130
4.3.1 ENSAMBLE DE SOPORTE PRINCIPAL, PELDAÑO Y MANIJA	130
4.3.2 ENSAMBLE DE EJE PRINCIPAL Y RODILLO.....	131
4.3.3 ENSAMBLE SOPORTE POSTERIOR, TOPE CILINDRICO Y MANUBRIO...	131
4.3.4 ENSAMBLE TAPAS.....	132
4.3.5 ENSAMBLE BOTONERA	132
4.3.6 CUERPO MECÁNICO DEL MANIPULADOR DE RUEDAS	133
4.4 ENSAMBLE DEL GABINETE DE CONTROL	134
4.4.1 TRAZADO DE LA PLACA BASE.....	134
4.4.2 TALADRADO DE LA PLACA BASE.....	134
4.4.3 MONTAJE DE RACORES Y ACCESORIOS EN EQUIPOS.	135
4.4.4 MONTAJE DE ELEMENTOS NEUMÁTICOS EN LA PLACA BASE.	135
4.4.5 MONTAJE DE ACCESORIOS EN EL GABINETE.....	136
4.4.6 MONTAJE DE EQUIPOS EN EL GABINETE.....	136
4.4.7 CONEXIONADO DEL CIRCUITO NEUMÁTICO	137
4.4.8 MONTAJE DEL CIRCUITO NEUMÁTICO EN EL GABINETE	137
4.5 ENSAMBLAJE DEL SISTEMA DE ENGRAVIDACIÓN	138
4.5.1 INSTALACIÓN DE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO	138
4.5.2 MONTAJE DEL SOPORTE SUPERIOR.....	139
4.5.3 SINCRONIZACIÓN DEL MANIPULADOR DE RUEDAS	140
4.5.4 REGULACIÓN DE CARGAS Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	140

4.5.4.1 Calibración en vacío	141
4.5.4.2 Calibración con carga	141
4.6 OPERACION DEL MANIPULADOR DE RUEDAS	143
4.6.1 SELECCION Y TOMA DEL MODELO DE RUEDA	143
4.6.2 ENGRAVIDACION Y MONTAJE DEL MODELO DE RUEDA	144
4.6.3 LIBERACION DEL MODELO DE RUEDA	145
4.7 MANTENIMIENTO DEL MANIPULADOR DE RUEDAS	145
4.7.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO	145
4.7.1.1 Mantenimiento del filtro de aire comprimido.....	146
4.7.1.2 Mantenimiento del regulador de la unidad de mantenimiento.	146
4.7.1.3 Mantenimiento del cilindro neumático.....	147
4.7.1.4 Mantenimiento del regulador de presión de precisión.....	147
4.7.1.5 Mantenimiento del conexionado neumático.....	148
4.7.1.6 Mantenimiento del balancín neumático.....	148
4.7.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO	148
4.7.2.1 El balancín no permite que se retraiga el cable.	148
4.7.2.2 El manipulador no equilibra en vacío.	149
4.7.2.3 El manipulador no toma la carga	149
4.7.2.4 El manipulador no balancea la carga	149
4.7.3 CONDICIONES DE SEGURIDAD	150
CAPITULO 5	
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	151

5.1 CONCLUSIONES	151
5.2 RECOMENDACIONES	153
BIBLIOGRAFÍA	156
ANEXOS	157
Anexo No 1: Diagrama del circuito de control neumático del manipulador	
Anexo No 2: Planos del manipulador de ruedas	
Anexo No 3: Planos del manipulador de ruedas	
Anexo No 4: Planos del manipulador de ruedas	
Anexo No 5: Planos del manipulador de ruedas	
Anexo No 6: Planos del manipulador de ruedas	
Anexo No 7: Planos del manipulador de ruedas	
Anexo No 8: Planos del sistema de rieles Knight	
Anexo No 9: Planos del balancín neumático	
Anexo No 10: Vista final del manipulador sin carga	
Anexo No 11: Vista final del manipulador con carga	
Anexo No 12: Glosario neumático de términos empleados	

RESUMEN

Constantemente en la industria existe la emergente necesidad de optimizar los procesos y cadenas industriales, con la finalidad de elevar la producción, reducir la intervención directa del ser humano y crear un ambiente seguro de trabajo, razón por la cual actualmente los sistemas ergonómicos y manipuladores neumáticos tienen gran importancia y cabida en el sector industrial.

A diferencia de manipuladores eléctricos, hidráulicos o electroneumáticos, un manipulador netamente neumático, emplea como única fuente de alimentación el aire comprimido, el mismo que con un adecuado tratamiento, resulta un tipo de energía potencialmente útil y económica en comparación con otros tipos de energía, dando como resultado una inversión completamente ventajosa.

La presente tesis tiene como finalidad detallar la aplicación que se le da a la energía potencial presente en el aire comprimido, en un manipulador neumático que está orientado a facilitar el montaje de ruedas en los modelos de camiones Hyundai que se ensamblan en la industria automotriz AYMESA.

Se citan además los procedimientos seguidos para el dimensionamiento y construcción del control neumático que gobierna el manipulador de ruedas, así como los pasos a los que se rige el ensamblaje de todas las estructuras y bases del manipulador con su respectivo orden y secuencia.

Para el desarrollo del presente trabajo de tesis, se ha recurrido a fuentes de información fiables, como textos, catálogos y folletos, a la vez que se ha basado lo aquí estipulado en experimentaciones y simulaciones.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo de tesis está involucrado directamente con el área de automatización neumática y seguridad industrial, tiene como finalidad detallar el procedimiento en el cual se basa el dimensionamiento, construcción y ensamblaje de un manipulador neumático para suplir necesidades en el sector industrial automotriz, y servir de guía para similares aplicaciones que se puedan proponer.

En el primer capítulo se presentan las bases teóricas en las que se fundamenta el desarrollo de un manipulador neumático, así como el problema que se busca eliminar con su implementación, seguido de su justificación e importancia. De manera consecutiva se muestra en el segundo capítulo un detalle de todos los conceptos, teorías, métodos y fórmulas a los que se ha recurrido para el dimensionamiento y armado del manipulador neumático. De igual manera se indican cada uno de los sistemas que lo conforman, junto con sus elementos, instrumentos, equipos y estructuras, citando su importancia e intervención. Seguido se tiene el tercer capítulo que se podría decir es el más importante de esta reseña escrita, ya que contiene la explicación del funcionamiento y el dimensionamiento detallado del sistema de control neumático para la engravidación de carga, mostrando en particular cada una de las partes que lo constituyen. Además de esto se presentan los procedimientos de selección para los componentes y estructuras propias del manipulador neumático.

En el cuarto capítulo se muestra la secuencia con la que se ha construido y ensamblado el manipulador neumático, resaltando cada uno de los principales aspectos, normas y procedimientos a los que se rige el montaje e instalación de cada sistema que actúa en su funcionamiento. Por último se tiene el quinto capítulo, que presenta las conclusiones y las recomendaciones que se deben tomar en cuenta en el momento de dimensionar y construir un proyecto similar. Cabe recalcar que en la parte final de esta reseña se presentan anexos que sirvieron para la instalación y montaje de ciertas estructuras, así como un glosario técnico (véase anexo No 12), al que se puede recurrir por cualquier duda.

CAPITULO 1

FUNDAMENTOS TEORICOS

1.1 INTRODUCCION

Desde sus orígenes, el ser humano ha buscado facilitar y mejorar su forma de vivir, interactuando con el medio que lo rodea, desde entonces ha orientado sus esfuerzos en conseguir estrategias que lo lleven a realizar trabajos de la manera más fácil, ágil y segura. Aparece entonces el inicio de la automatización, la que tiene como finalidad reemplazar en su totalidad o parcialmente la intervención del hombre en el funcionamiento de un mecanismo o sistema, que conlleva un proceso productivo. La optimización de los procesos de producción de toda industria es la prioridad de toda organización comercial, con la finalidad de incrementar sus ingresos de manera eficiente, por tal motivo cualquier idea de innovación bien planteada es aceptada y ejecutada, siempre y cuando la inversión que se realice justifique su costo a corto o largo plazo.

Por otra parte debemos tener en cuenta que en la actualidad se busca salvaguardar el recurso máspreciado de toda organización, el cual está representado en el talento humano de sus colaboradores, así como en su integridad física, esto ha motivado que las personas asuman el rol de supervisores de los distintos procesos, y solo actúen en casos en que las máquinas o sistemas no puedan actuar para solucionar inconformidades.

El desarrollo de un manipulador neumático conlleva los ideales anteriormente mencionados, ya que busca de una manera u otra cubrir falencias en una tarea en especial dentro de una cadena de producción, reemplazando el esfuerzo humano innecesario, agilitando el desarrollo de dicha labor en un buen tiempo de respuesta, utilizando energías que sean amigables con el medio ambiente, como es el aire comprimido, y sobre todo resguardando la seguridad e integridad de sus operarios, al reducir los riesgos de accidentes laborales.

1.2 ANTECEDENTES

A pesar de que la ciencia del aire ya era conocida mucho antes de la segunda guerra mundial (1939-1944), ésta no tenía una aplicación considerable en el plano industrial. Fue durante este periodo de guerra que se empezaron a emplear dispositivos y maquinaria automática la cual trabaja con accionamientos o equipo neumático, todo con la finalidad de cumplir con las demandas de producción de artículos bélicos que en ese momento eran requeridos. La tecnología neumática ha incrementado su importancia de manera considerable en el área de automatización de los lugares de trabajo, como son, desde antiguos oficios como la carpintería y la excavación de minas, hasta modernos talleres de máquinas y robots con características especiales. Esta tecnología tiene como enfoque el estudio del comportamiento y aplicación del aire comprimido, ya que, en ciertas características de éste lo convierten en una herramienta útil para la fabricación y elaboración de productos.¹

1.2.1 AUTOMATIZACIÓN

La automatización de procesos y operaciones se ha venido dando desde años atrás paralelamente a la revolución industrial, esto consiste en realizar a través de una máquina o sistema las labores o actividades de un ser humano en un proceso productivo, ya sea de forma parcial o en su totalidad con la finalidad de incrementar la velocidad del trabajo, su productividad, reducir costos y aumentar ganancias, explotando la facilidad que ofrece la automatización para simular en gran medida la mayoría de los esfuerzos humanos.

1.2.2 MANIPULADOR NEUMÁTICO

Por años el ser humano ha construido máquinas que imiten las partes del cuerpo humano y sus funciones para desempeñar tareas específicas. Un claro ejemplo son los manipuladores, que son mecanismos que generalmente se encuentran constituidos por elementos en serie, en ocasiones articulados entre sí, diseñados para mover materiales, piezas, herramientas y entre otros objetos, por medio de un desplazamiento previamente establecido o programado.

¹ HORACIO C., QUIROZ E. Redes de Aire Comprimido - Compendio de información para asignatura de Mantenimiento I. Universidad Eafit, 2003 Pág. (6).

Para conseguir el accionamiento de un manipulador, se tiene una gran variedad de fuentes de energía, como la energía eléctrica, hidráulica, neumática, entre otras y la elección de dicha fuente de energía, dependerá de las características del tipo de trabajo a desarrollar, como puede ser, la precisión, la potencia y por supuesto, los costos que sean aplicados al manipulador.

1.3 DEFINICION DEL PROBLEMA

La constante evolución de la industria junto con los procesos de producción y manufacturación, han venido desarrollándose a pasos agigantados en las últimas décadas, lo cual ha obligado a los propietarios de empresas tomar una de dos decisiones, dotarse de nuevos procesos productivos más eficientes y seguros, o ser absorbidos por la competencia que presenta un mejor desempeño. Es por esta razón que la ensambladora AYMESA ha centrado sus objetivos en eliminar las falencias en su proceso productivo, una de ellas, el montaje manual de ruedas en la línea de ensamblaje de camiones Hyundai, lo cual además de retrasar el proceso productivo, crea el riesgo de enfermedades laborales en el personal de producción, ya que el proceso se da de manera netamente manual, desde que se levanta la rueda hasta que es montada en el automotor. Por tal motivo se busca realizar el dimensionamiento y los cálculos necesarios, para la selección de los equipos adecuados a ser empleados en la construcción de un manipulador neumático que supla las demandas de este problema, que garantice los tiempos de producción, asegure la calidad en el proceso, y guarde la integridad física del personal de producción.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Dimensionar y construir un manipulador neumático para el montaje de ruedas en camiones Hyundai, para optimizar el proceso productivo de la línea de ensamblaje de automotores en la empresa AYMESA.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Dimensionar la carga mecánica que se busca levantar y controlar con el manipulador neumático, para seleccionar el balancín neumático y los rieles ergonómicos.
- Calcular la fuerza teórica requerida para desplazar el mecanismo que aloja las ruedas, para determinar las características del actuador neumático a emplear.
- Ensamblar las estructuras y bases del manipulador neumático, que sirven de soporte para el sistema neumático.
- Diseñar el sistema neumático, para el gabinete de control de gravedad del manipulador neumático.
- Montar el conexionado neumático y puesta en marcha del manipulador.
- Calibrar equipos y realizar pruebas de óptimo funcionamiento.
- Crear una guía de operación y mantenimiento para el manipulador neumático.

1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En la actualidad, el imparable avance de la industria, ha obligado al campo tecnológico a desarrollar nuevas e innovadoras soluciones tecnológicas, que estén enfocadas a resolver problemas de la manera más sencilla, eficiente, económica y segura en los procesos productivos. La automatización ha venido cumpliendo un papel muy importante hace mucho tiempo, teniendo como finalidad suplir en su totalidad la intervención humana en las cadenas de producción, además de garantizar tiempos óptimos de producción y eficiencia, y sobre todo salvaguardar la integridad física de las personas.

En la empresa AYMESA-NEOHYUNDAI se busca optimizar la cadena de ensamblaje de camiones Hyundai, dotando un manipulador de llantas, el mismo que reemplaza el esfuerzo físico que una persona realiza para levantar una rueda y montarla sobre el respectivo tambor de un camión, agilizando el procedimiento para el montaje y resguardando la integridad de sus operarios.

CAPITULO 2

DIMENSIONAMIENTO CONCEPTUAL

2.1 TECNOLOGÍA DEL AIRE COMPRIMIDO

2.1.1 AIRE

Se define al aire como la mezcla de gases que envuelven la esfera terrestre formando la atmósfera.

2.1.1.1 Composición

- 78% de nitrógeno
- 20% de oxígeno
- 1,3% de argón
- 0,05% de helio, hidrógeno, dióxido de carbono, etc., y cantidades variables de agua y polvo.

2.1.1.2 Magnitudes físicas y unidades de medida.

Con el objetivo de obtener un mejor concepto sobre el comportamiento del aire junto con sus leyes y características, se indican en la tabla 2.1 y 2.2, las magnitudes físicas y su correspondencia dentro del sistema de medidas.

Unidades básicas		Unidades y símbolos	
Magnitud	Abreviatura	Sistema técnico	Sistema de unidades «SI»
Longitud	<i>l</i>	metro (m)	el metro (m)
Masa	<i>m</i>	$\frac{\text{kp} \cdot \text{s}^2}{\text{m}}$	el kilogramo (kg)
Tiempo	<i>t</i>	segundo (s)	el segundo (s)
Temperatura	<i>T</i>	grado centigrado (°C) (grado Celcio)	el kelvin (K)
Intensidad de corriente	<i>I</i>	amperio (A)	el amperio (A)
Intensidad luminosa	<i>I</i>		la candela (cd)
Volumen molecular	<i>n</i>		el mol (mol)

Tabla 2.1 Unidades básicas

Fuente: Introducción a la Neumática, FESTO Didactic, R. Kobler, 1980.

Unidades derivadas		Unidades y símbolos derivados	
Magnitud	Abreviatura	«Sistema técnico»	«Sistema de unidades SI»
Fuerza	<i>F</i>	kilopondio (kp) o kilogramo fuerza (kgf)	newton (N) $1 \text{ N} = \frac{1 \text{ kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$
Superficie	<i>A</i>	metro cuadrado (m ²)	metro cuadrado (m ²)
Volumen	<i>V</i>	metro cúbico (m ³)	metro cúbico (m ³)
Caudal	\dot{V} (<i>Q</i>)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
Presión	<i>P</i>	atmósfera (at) (kp/cm ²)	Pascal (Pa) $1 \text{ Pa} = \frac{1 \text{ N}}{\text{m}^2}$ Bar (bar) 1 bar = 10 ⁵ Pa = 100 kPa (10 ² kPa)

Tabla 2.2 Unidades derivadas

Fuente: Introducción a la Neumática, FESTO Didactic, R. Kobler, 1980.

La combinación de los sistemas internacional y técnico de medidas está constituida por la ley de Newton:

$$\text{Fuerza} = \text{Masa} \cdot \text{Aceleración de la gravedad (9.81 m/s}^2\text{)}$$

Para convertir las magnitudes señaladas en las tablas 2.1 y 2.2 de un sistema a otro, rigen los siguientes valores de conversión:

Masa: $1 \text{ Kg} = 1 / 9.81 \text{ kp} \cdot \text{s}^2 / \text{m}$

Fuerza: $1 \text{ kp} = 9.81 \text{ N}$

Temperatura: Diferencia de temperatura $1^\circ \text{ C} = 1 \text{ K}$

Punto cero $0^\circ \text{ C} = 273 \text{ K}$

Presión: Atmósfera $1 \text{ at} = 1 \text{ kp} / \text{cm}^2 = 0.981 \text{ bar}$

Pascal $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N} / \text{m}^2$

$1 \text{ bar} = 1.02 \text{ at} = 0.1 \text{ MPa}$

2.1.1.3 Características del aire

El estado del aire queda definido por tres magnitudes, volumen, temperatura y presión.

2.1.1.3.1 Volumen

Es la magnitud física que expresa la extensión de un cuerpo en tres dimensiones: largo, ancho y alto. Su unidad en el Sistema Internacional es el metro cúbico.

2.1.1.3.2 Temperatura

Es la magnitud física que expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o del ambiente. Su unidad en el Sistema Internacional es el kelvin.

2.1.1.3.3 Presión

Es la magnitud física que expresa la fuerza ejercida por un cuerpo sobre la unidad de superficie. Su unidad en el Sistema Internacional es el pascal.

Todo lo que se encuentra sobre la superficie de la tierra está sometido a la presión atmosférica, razón por la cual no notamos ésta. Se toma por ende la correspondiente presión atmosférica como presión de referencia y cualquier divergencia de esta, se designa como sobrepresión. La presión atmosférica es causada por el peso del aire sobre nosotros. La presión varía con las condiciones atmosféricas y la altitud. Esto se puede apreciar más claramente en la figura 2.1.

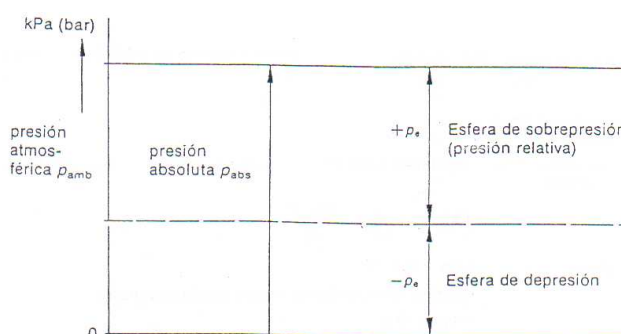


Figura 2.1 Designación de la presión atmosférica

Fuente: Introducción a la Neumática, FESTO Didactic, R. Kobler, 1980.

Las presiones se suelen dar en bares (relativos a la presión atmosférica), el cero del manómetro es la presión atmosférica. Para los cálculos se utiliza la presión absoluta:

$$\text{Presión absoluta} = \text{Presión atmosférica} + \text{Presión relativa}$$

En neumática, una presión se considera como presión relativa, y se denomina comúnmente presión manométrica y para cálculos aproximados se asume la siguiente relación:

$$1 \text{ atm} = 1 \text{ bar}$$

La relación de los parámetros, volumen, temperatura y presión se define por las leyes de Boyle-Mariotte, Charles y Gay_Lussac.

2.1.1.3.4 Ley de Boyle-Mariotte

El volumen de un gas, a temperatura constante, es inversamente proporcional a la presión.

$$\text{Presión} \cdot \text{Volumen} = \text{Constante}$$

O bien:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = \text{Constante}$$

En la figura 2.2 se puede apreciar que si se comprime un gas hasta la mitad de su volumen inicial, se duplica la presión.

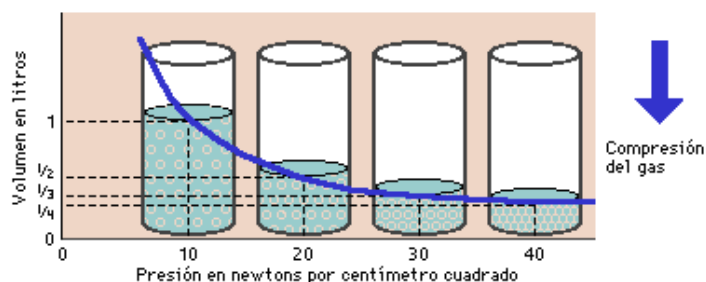


Figura 2.2 Ley de Boyle-Mariotte

Fuente: Dickson T. R.; Introducción a la Química; Primera Edición, México; 1982; Publicaciones Culturales.

2.1.1.3.5 Ley de Charles

A presión constante el volumen ocupado por una masa dada de gas, es directamente proporcional a su temperatura absoluta.

$$V_1 / T_1 = V_2 / T_2 = \text{Cte}$$

2.1.1.3.6 Ley de Gay Lussac

A volumen constante, la presión absoluta de una masa de gas determinada es directamente proporcional a su temperatura absoluta.

$$P_1 / T_1 = P_2 / T_2 = \text{Cte}$$

En la figura 2.3 podemos observar que si se calienta un gas hasta una temperatura dos veces mayor que la inicial, el volumen se duplica.

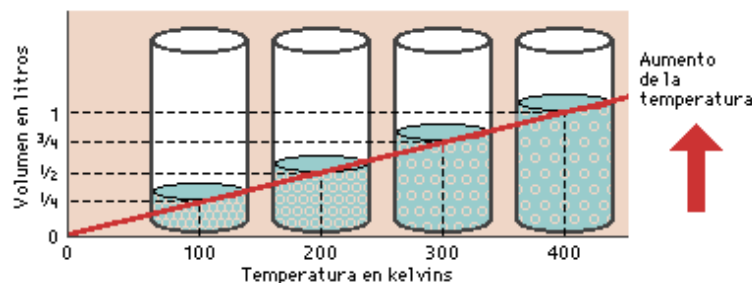


Figura 2.3 Ley de Charles y Gay Lussac.

Fuente: Dickson T. R.; Introducción a la Química; Primera Edición, México; 1982; Publicaciones Culturales.

2.1.1.3.7 Compresibilidad

El aire se puede comprimir en un recipiente cerrado aumentando la presión.

2.1.1.3.8 Elasticidad

La presión ejercida en el aire se transmite con igual intensidad en todas las direcciones ocupando todo el volumen que lo engloba (Principio de Pascal).

2.1.1.3.9 Caudal

Cantidad de un líquido o un gas que fluye en un determinado lugar por unidad de tiempo. La unidad básica para el gasto volumétrico "Q" (Caudal) es el metro cúbico normal por segundo m^3/s prácticamente se usa litros por minuto (l/ min).

$$\text{Caudal} = \text{Volumen} / \text{tiempo}$$

2.1.1.3.10 Humedad del aire

El aire de la atmósfera contiene siempre un porcentaje de vapor de agua. La cantidad de humedad presente, depende de la humedad atmosférica y de la temperatura. Cuando se comprimen grandes cantidades de aire se produce una cantidad considerable de condensados, es decir proporciones de agua. En la tabla 2.3 se resume ciertos valores para la saturación del aire por agua respecto a una determinada temperatura.

Temperatura ° C	g / m ³ _n (estándar)	g / m ³ (atmosférico)
- 40	0,15	0,18
- 35	0,25	0,29
- 30	0,40	0,45
- 25	0,64	0,70
- 20	1,00	1,08
- 15	1,52	1,61
- 10	2,28	2,37
- 5	3,36	3,42
0	4,98	4,98
5	6,99	6,86
10	9,86	9,51
15	13,76	13,04
20	18,99	17,69
25	25,94	23,76
30	35,12	31,64
35	47,19	41,83
40	63,03	54,108

Tabla 2.3 Saturación del aire por agua. (Punto de condensación).

Fuente: Dickson T. R.; Introducción a la Física; Primera Edición, México; 1982; Publicaciones Culturales.

2.1.1.3.11 *Humedad absoluta*

Es la cantidad de agua contenida en un metro cúbico de aire.

2.1.1.3.12 *Humedad relativa*

Es el cociente entre el contenido real de agua y el del punto de condensación, se indica en tanto por ciento. Cuando el aire se comprime, su capacidad para contener humedad en forma de vapor es sólo la de su “volumen reducido”. Por lo tanto, a menos que la temperatura suba sustancialmente, el agua será expulsada mediante condensación.

Humedad relativa = (humedad absoluta del aire/punto de condensación) • 100 %

2.1.1.3.13 *Punto de rocío*

El punto de rocío (PR) determina una temperatura t , a la cual el aire llega al punto de saturación; esto es, el aire se convierte en aire saturado.

2.1.1.3.14 Presión diferencial

En un sistema hermético que contiene aire, si no existe la circulación de este, la presión en todos los puntos del sistema será la misma, por el contrario si existe circulación desde un punto hasta otro, esto dará lugar a que la presión en el primer punto sea mayor que en el segundo, es decir existe una diferencia de presión, conocida por presión diferencial, esta diferencia de presión depende de:

- La presión inicial.
- El caudal de aire que circula.
- La resistencia al flujo existente entre ambas zonas.

Dicha relación se plasma en la siguiente ley:

$$\text{Caída de presión} = \text{caudal} \cdot \text{área efectiva}$$

En donde el área efectiva determinará la facilidad con la que circule el flujo, es decir, el área del orificio equivalente, o sección transversal de orificio. La sección de orificio equivalente se expresa en mm² y representa el área de un orificio sobre pared delgada que crea la misma relación entre presión y caudal que el elemento definido por él. No existe proporcionalidad entre Presión y Caudal para una sección de orificio dada debido a la compresibilidad del aire.

2.1.2 AIRE COMPRIMIDO

El aire comprimido es una tecnología o aplicación técnica que hace uso de aire que ha sido sometido a presión por medio de un compresor. El uso del aire comprimido es muy común en la industria, su uso tiene la ventaja sobre los sistemas hidráulicos de ser más rápido, aunque es menos preciso en el posicionamiento de los mecanismos y no permite grandes fuerzas.

Como derivación de la palabra griega “Pneuma” que designa la respiración y el viento, se obtuvo el concepto Neumática, que trata los movimientos y procesos del aire. Aunque los rasgos básicos de la neumática se cuentan entre los más antiguos conocimientos de la humanidad, no fue sino hasta 1950 que se puede hablar de una verdadera aplicación industrial en los procesos de producción.

En la actualidad, ya no se concibe una moderna explotación industrial sin el aire comprimido. Este es el motivo de que en los ramos industriales más variados se utilicen aparatos neumáticos cuya alimentación continua y adecuada de aire garantizará el exitoso y eficiente desempeño de los procesos involucrados en la producción. El diseño y mantenimiento adecuado de redes de aire comprimido y sus respectivos accesorios, juega un papel decisivo en los procesos productivos involucrados cuya energía utilizada es el aire².

2.1.2.1 Propiedades del aire comprimido

2.1.2.1.1 Velocidad

Es un medio de trabajo rápido ya que de este se obtienen velocidades muy elevadas para varias aplicaciones como herramientas, actuadores, mandos, etc.

2.1.2.1.2 Economía

En cuanto a costos la energía del aire comprimido es relativamente cara, pero esto se ve compensado debido al coste modesto de los componentes de la instalación. Además el mantenimiento es poco costoso debido a su larga duración sin apenas averías, siempre y cuando el aire comprimido disponga de un adecuado tratamiento.

2.1.2.1.3 Fiabilidad

Los componentes neumáticos tienen una larga duración que tiene como consecuencia la elevada fiabilidad del sistema.

2.1.2.1.4 Resistencia al entorno

A este sistema no le afectan ambientes con temperaturas elevadas, el polvo o atmósferas corrosivas, ya que estos se mitigan con sistemas de tratamiento.

2.1.2.1.5 Limpieza del entorno

El aire comprimido es limpio, y si fuese el caso de faltas de estanqueidad en tuberías o elementos, no da lugar a ningún ensuciamiento.

² HORACIO C., QUIROZ E. Redes de Aire Comprimido - Compendio de información para asignatura de Mantenimiento I. Universidad Eafit, 2003 Pág. (13).

2.1.2.1.6 Seguridad

Insustituible en ambientes explosivos o con riesgo de incendio. Los actuadores neumáticos no se ven afectados por la sobrecarga ni producen calor, por lo cual no es necesario disponer de instalaciones antideflagrantes que son costosas.

2.1.2.1.7 Almacenamiento y disponibilidad

Almacenado y comprimido en acumuladores o depósitos, pueden ser transportado y utilizado donde, y cuando se precise, ya que no es preciso que un compresor permanezca continuamente en servicio. Muchas fábricas e instalaciones industriales tienen un suministro de aire comprimido en áreas de trabajo o en posiciones más alejadas.

2.1.2.1.8 Simplicidad de diseño y control

Los componentes neumáticos son de configuración sencilla y se montan fácilmente, proporcionando sistemas automatizados con un control sencillo.

2.1.2.1.9 Abundante

El aire como recurso está disponible para su compresión en todo el mundo, en cantidades ilimitadas.

2.1.2.1.10 Transporte

Mediante tuberías el aire comprimido puede ser transportado a grandes distancias fácilmente. No son necesarias tuberías de retorno.

2.1.2.1.11 A prueba de sobrecargas

Los elementos y herramientas neumáticas de trabajo pueden utilizarse hasta el punto de que se detengan por completo, sin el riesgo de sobrecargas.

2.1.2.1.12 Preparación

Antes de ser empleado el aire comprimido debe ser preparado, es necesario eliminar impurezas y humedad con la finalidad de evitar el desgaste prematuro de los componentes.

2.1.2.1.13 Fuerza

Hasta cierta fuerza el aire comprimido es económico el cual esta condicionado por la presión de servicio que normalmente es 7 bares, el límite, también en función de la carrera y la velocidad es de 20.000 a 30.000 N.

2.1.2.1.14 Escape

El escape de aire genera ruido lo cual se resuelve fácilmente al emplear materiales insonorizantes como silenciadores.

2.1.2.1.15 Rentabilidad

El aire comprimido es una fuente de energía cara, pero ofrece innumerables ventajas. En un cálculo detallado de la rentabilidad es necesario tener en cuenta, no solo el costo de energía, sino también los costos que se producen en total, en donde resulta que el costo energético es despreciable junto a los salarios de trabajadores, costos de adquisición y de mantenimiento.

2.1.2.2 Aplicaciones del aire comprimido

- Para el accionamiento de puertas pesadas o calientes, dispositivos o elementos que se encuentren a altas temperaturas, etc.
- Para el apisonamiento en la colocación de piezas en general, o en lugares que se necesite fuerza de presión para prensas.
- Para la pintura por pulverización.
- En la sujeción y movimiento de materiales, materia prima, y productos terminados en la industria en general.
- En todo proceso de sujeción para encolar, pegar en caliente o soldar cualquier tipo de materiales.
- En automatismos y máquinas de soldadura eléctrica por puntos en la industria automotriz.
- Para automatismos y máquinas de embotellado y envasado, en industrias de bebidas, y sustancias químicas.
- En el funcionamiento de manipuladores, brazos, robots y demás automatismos neumáticos en general.

- En el campo de la medicina, en tornos para dentistas, máquinas de esterilización, en la producción de vacío.
- Para el funcionamiento de herramientas giratorias, como taladros, motores, o variadores de presión neumáticos.

2.1.2.3 Producción y distribución del aire comprimido

Para producir aire comprimido se utilizan compresores que elevan la presión del aire a un valor determinado que se desea para su aplicación. Todo mando y mecanismo neumático se alimenta desde una estación central, por ello no es necesario calcular ni proyectar la transformación de la energía para cada uno de los consumos de un sistema. El aire comprimido es producido en compresores, almacenado en un depósito, tratado por secadores y filtros, y distribuido por tuberías a los diferentes puntos de utilización, como se muestra en la figura 2.4.³

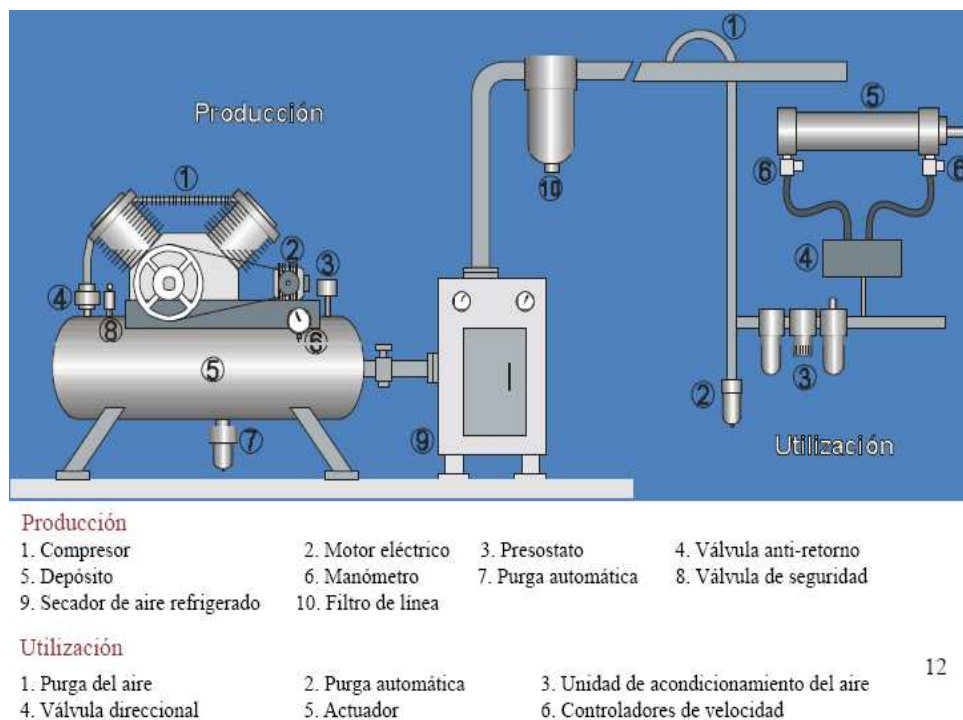


Figura 2.4 Línea de producción, tratamiento y empleo del aire comprimido.

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

³ MILLAN Salvador “Automatización Neumática y Electro neumática “Editorial Marcombo, 1995 Barcelona España.

2.1.2.3.1 Compresores

Los compresores son máquinas encargadas de convertir la energía eléctrica de un motor eléctrico o la energía mecánica de un motor de combustión interna, en energía potencial de presión, la misma que se puede acumular y es muy necesaria para accionar los elementos y motores neumáticos.

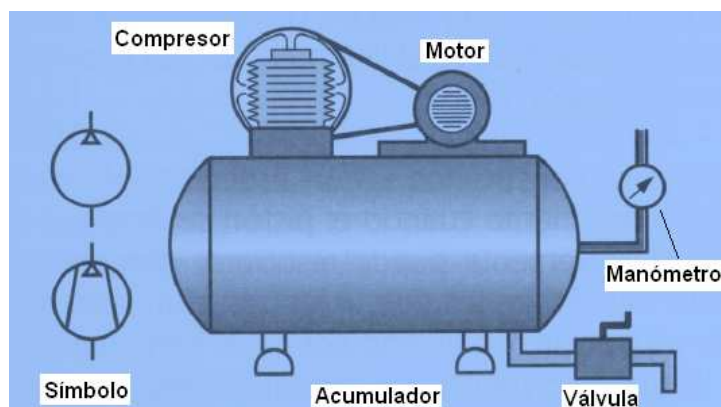


Figura 2.5 Compresor y su simbología

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

2.1.2.3.2 Tipos de compresores

Los tipos de compresores más comunes en la industria se presentan en la figura 2.6 a continuación:

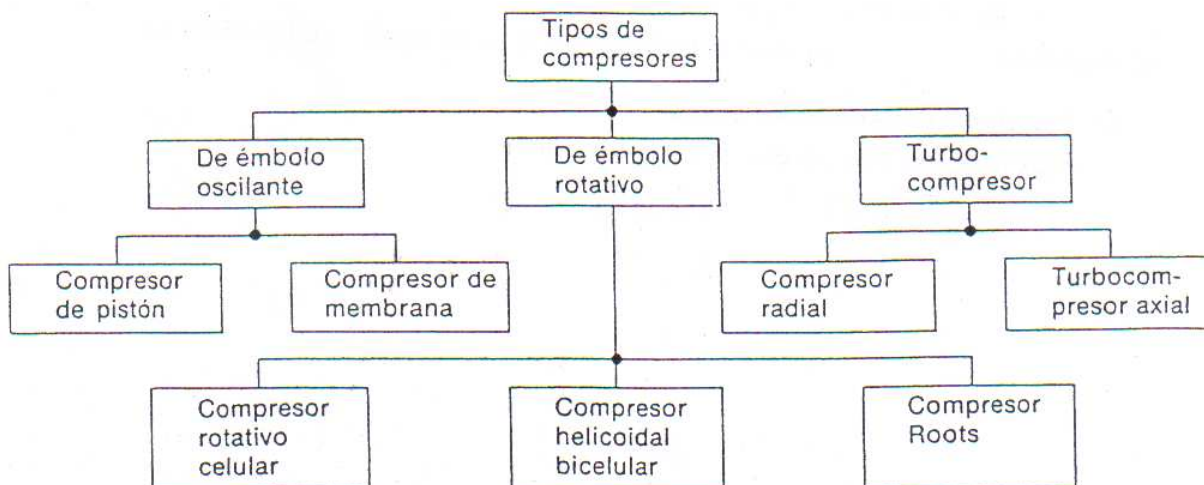


Figura 2.6 Tipos de compresores

Fuente: Introducción a la Neumática, FESTO Didactic, R. Kobler, 1980.

- Compresor de émbolo de una etapa

En este tipo de compresor el eje desplaza a un émbolo con movimientos alternativos. En la fase de aspiración, el aire llena la cavidad del pistón. En la fase de compresión, al desplazarse el émbolo hacia arriba, reduce el volumen del gas y lo impulsa hacia la línea de distribución, comprimiéndolo a una presión de 3 a 7 bares.

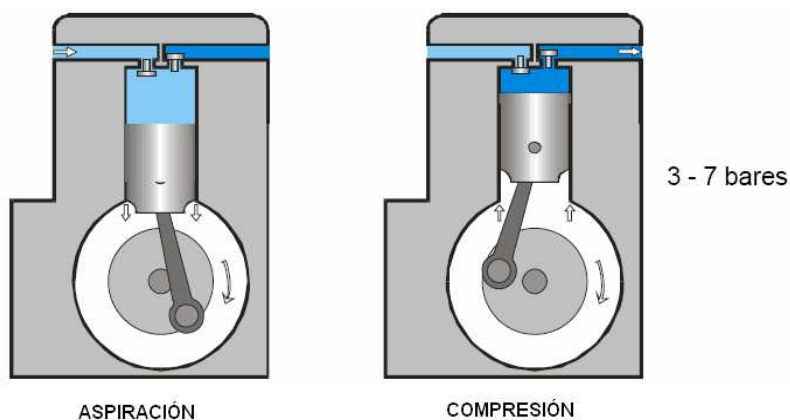


Figura 2.7 Fases de un compresor de émbolo de una etapa.

Fuente: Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

- Compresor de émbolo de dos etapas

El aire atmosférico se comprime en dos etapas, de forma similar al compresor de émbolo de una etapa, con la diferencia de que este dispone de dos émbolos, y un refrigerador entre estos para reducir el calor excesivo que se crea y así aumentar su eficacia.

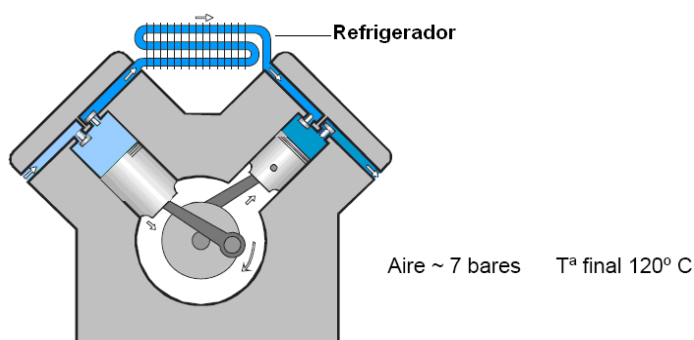


Figura 2.8 Fases de un compresor de émbolo de dos etapas.

Fuente: Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

- Compresor de diafragma

Su funcionamiento es similar a los de émbolo. Una membrana se interpone entre el aire y el pistón, de forma que se aumenta su superficie útil y evita que el aceite de lubricación entre en contacto con el aire. Estos compresores proporcionan aire limpio, por lo que son adecuados para trabajar en industrias químicas o alimenticias. Proporcionan aire hasta 5 bares y libre de aceite con caudales de hasta 1.500 m³ / h.

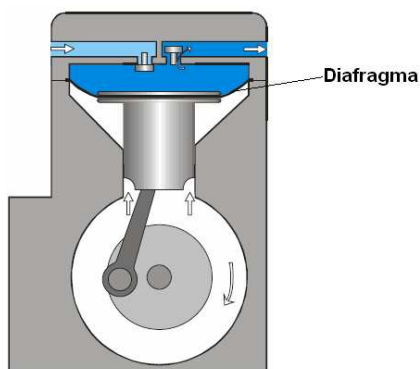


Figura 2.9 Funcionamiento de un compresor de diafragma.

Fuente: Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

- Compresor de paletas deslizantes

Está constituido por un rotor excéntrico que gira dentro de un cárter cilíndrico. Este rotor está provisto de aletas que se adaptan a las paredes del cárter, comprimiendo el aire que se introduce en la celda de máximo volumen, con caudales de 150 m³/h y 7 bares de presión, y si fuese el caso de varias etapas, con caudales de 1.400 m³/h y 10 bares de presión.

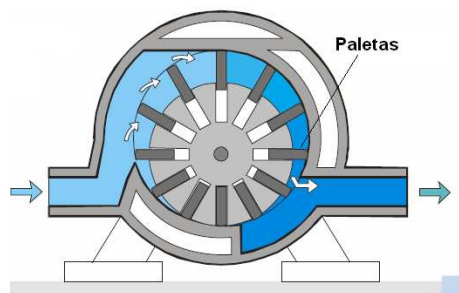


Figura 2.10 Funcionamiento de un compresor de paletas deslizantes.

Fuente: Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

- Compresor de tornillo

Consiste de dos rotores helicoidales paralelos que giran en un cárter en sentidos contrarios e impulsan el aire de forma continua. El rotor macho, conectado al motor, arrastra al rotor hembra como consecuencia del contacto de sus superficies, sin ningún engranaje auxiliar. El volumen libre entre ellos disminuye comprimiendo el aire a presiones de entre 10 y 30 bares, con caudales de 24.000 m³ / h.

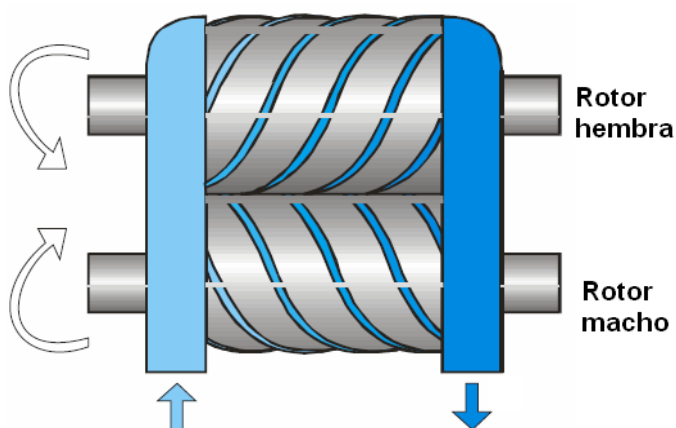


Figura 2.11 Funcionamiento de un compresor de tornillo.

Fuente: Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

- Turbocompresor radial

Basa su funcionamiento en la rotación de alabes, en algunos casos de hasta 25.000 rpm., que impulsan el aire, y aprovechan su energía cinética para obtener presiones de trabajo de unos 8 bares, aunque existen equipos que aportan presiones superiores de hasta 300 bares y caudales de más de 150.000 m³/h.

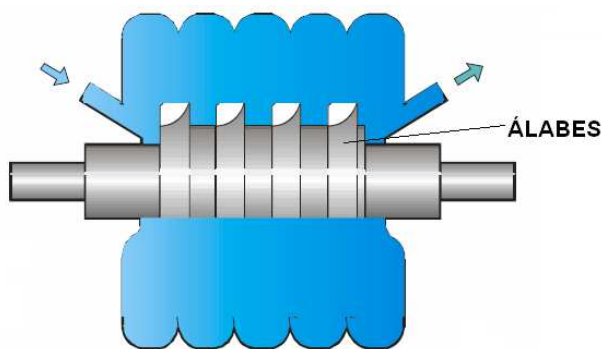


Figura 2.12 Funcionamiento de un turbocompresor radial.

Fuente: Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

2.1.2.3.3 Elección del compresor

El caudal de salida de un compresor se indica como gasto volumétrico estándar, en m³/s o l/min. El caudal puede describirse también como volumen desplazado o “volumen teórico de entrada” y se calcula de la siguiente manera:

$$Q \text{ (l/min)} = \text{área del émbolo (dm}^2\text{)} \times \text{longitud de carrera (dm)} \times n^{\circ} \text{ cilindros de primera etapa} \times \text{velocidad de giro (rpm)}$$

Con el objetivo de adaptar el caudal suministrado por el compresor al consumo que fluctúa, se debe proceder a ciertas regulaciones del compresor, para las cuales existen varias opciones tales como:

- Regulación por escape a la atmósfera.
- Regulación por intermitencias.
- Regulación por bloqueo de aspiración.
- Regulación por apertura de aspiración.
- Regulación de aspiración.
- Regulación de velocidad de rotación.

Una condición importante para la fiabilidad y duración del compresor debe ser la instalación de un filtro eficaz y adecuado para impedir el desgaste excesivo de cilindros, anillos del émbolo, etc., que es provocado por el efecto abrasivo de estas impurezas, pero se debe tener en cuenta que además de este factor, existen otros tipos de pérdidas tales como:

- Pérdidas volumétricas: Es imposible descargar la totalidad del aire comprimido que se encuentra en el cilindro al final de la carrera de compresión (volumen muerto).
- Pérdidas térmicas: Durante la compresión el aire se calienta, por lo tanto su volumen aumenta y disminuye cuando se enfría a temperatura ambiente.

Una instalación de aire comprimido debe suministrar aire en los puntos de consumo, limpio, seco y con la mínima pérdida de presión si esto no se cumple, el

resultado será: mayor desgaste en las máquinas, bajo rendimiento y más coste de producción, además de esto se debe considerar que por efecto de la compresión del aire se genera calor, el cual debe evacuarse, para ello se emplean medidas como:

- En compresores pequeños, las aletas de refrigeración se encargan de irradiar el calor.
- Los compresores más voluminosos van dotados de un ventilador adicional, que evacua el calor.
- En compresores de más de 30 KW de potencia, se emplea refrigeración por aceite o agua.

2.1.2.3.4 Elección del depósito de aire comprimido

En todo sistema de aire comprimido es de vital importancia contar con un depósito para el aire comprimido, conocido como tanque pulmón, ya que este tiene como ventajas, recompensar las oscilaciones de presión en la red, permitir tiempos de descanso en el compresor, facilitar el enfriamiento del aire y retener las impurezas y condensado que se encuentran en el aire comprimido.

El tamaño de un acumulador de aire comprimido depende de:

- El caudal de suministro del compresor.
- El consumo de aire.
- La red de tuberías (volumen suplementario)
- El tipo de regulación.
- La diferencia de presión admisible en el interior de la red.

El tamaño de los depósitos del aire del compresor se selecciona según la salida del compresor, el tamaño del sistema y el hecho de que la demanda sea relativamente constante o variable.

$$\text{Volumen del tanque} = 250 \cdot Q_n / Z \cdot (P_1 - P_2)$$

Donde:

V0: volumen nominal del depósito con P0 = 1,013 bar.

P1: presión máxima en el interior del tanque.

P2: presión mínima en el interior del tanque.

Qn: caudal suministrado por el compresor en m³/h.

Z: conexiones/desconexiones por hora del compresor.

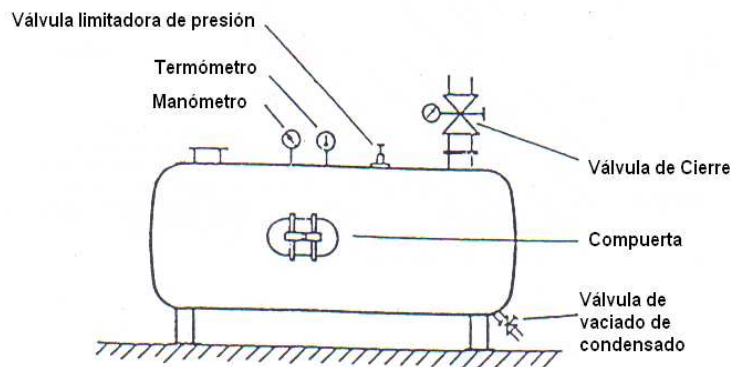


Figura 2.13 Elementos que acompañan a un depósito de aire comprimido.

Fuente: Introducción a la Neumática, FESTO Didactic, R. Kobler, 1980.

2.1.2.3.5 Distribución del aire comprimido

Debido a la racionalización y automatización de los dispositivos y elementos de fabricación, las industrias precisan continuamente una mayor cantidad de aire. En particular cada mecanismo y elemento necesita una determinada cantidad de aire, la cual es suministrada por un compresor mediante una red de tuberías previamente dimensionada.

- Dimensionamiento de las tuberías

El diámetro de las tuberías debe elegirse de manera que si el consumo aumenta, la pérdida de presión entre el depósito y el consumidor no sobrepase 0,1 bar. Se dimensionarán generosamente las tuberías.

Ejemplo de cálculo del diámetro de una tubería:

El consumo de aire en una industria es de 4 m³/min (240 m³/h). En 3 años aumentará un 300%, lo que representa 12 m³/min (720 m³/h). El consumo global asciende a 16 m³/min (960 m³/h). La red tiene una longitud de 280 m; comprende 6 piezas en T, 5 codos normales, 1 válvula de cierre. La pérdida admisible de presión es de 0.1 bares. La presión de servicio es de 8 bares.

El nomograma de la figura 2.14, con los datos anteriores nos permite determinar el diámetro provisional de las tuberías, uniendo la línea A (longitud del tubo) con la B (cantidad de aire aspirado) y prolongando el trazo hasta C (eje 1), se obtiene una intersección con la línea E (presión) en la línea F (eje 2). Uniendo los puntos de intersección de los ejes 1 y 2 cortamos la línea D (diámetro nominal de la tubería) en un punto que proporciona el diámetro deseado, en este caso es de 90mm. Las resistencias de los elementos estranguladores (válvula de cierre, válvula esquinera, pieza en T, compuerta, codo normal) se indican en longitudes supletorias. Se entiende por longitud supletoria la longitud de una tubería recta que ofrece la misma resistencia al flujo que el elemento estrangulador o el punto de estrangulación. La sección de paso de la tubería de longitud supletoria es la misma que la tubería dimensionada provisionalmente.⁴

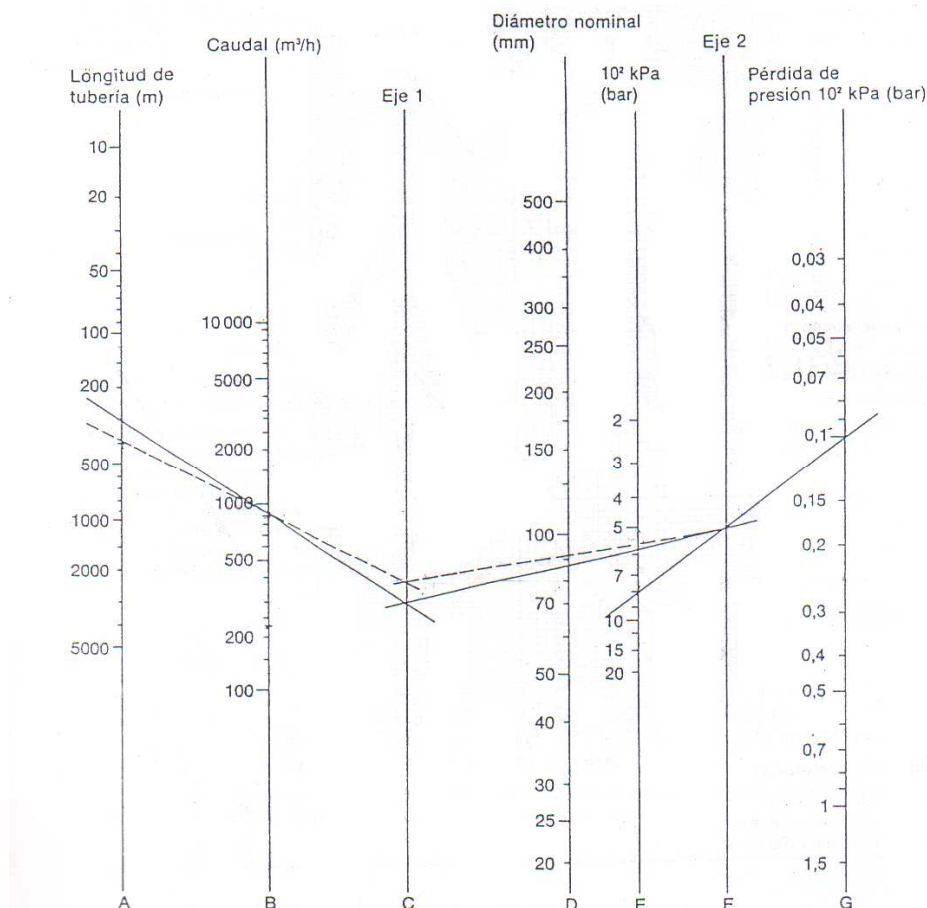


Figura 2.14 Nomograma (Diámetro de tubería).

Fuente: Manual de Neumática de FMA Pokorny, Francfort.

⁴ KOBLER R. "Introducción a la Neumática", FESTO Didactic, 1980, Alemania Federal, Pág. (33).

De la figura 2.15 se obtienen a continuación las longitudes supletorias de las 6 piezas en T, 1 válvula de cierre y 5 codos normales, todos en 90 mm de diámetro.

6 piezas en T $= 6 \cdot 10.5 \text{ m} = 63 \text{ m}$

1 válvula de cierre $= 32 \text{ m}$

5 codos normales $= 5 \cdot 1 \text{ m} = 5 \text{ m}$

100 m

Longitud de la tubería 280 m

Longitud supletoria 100 m

Longitud total de la tubería 380 m

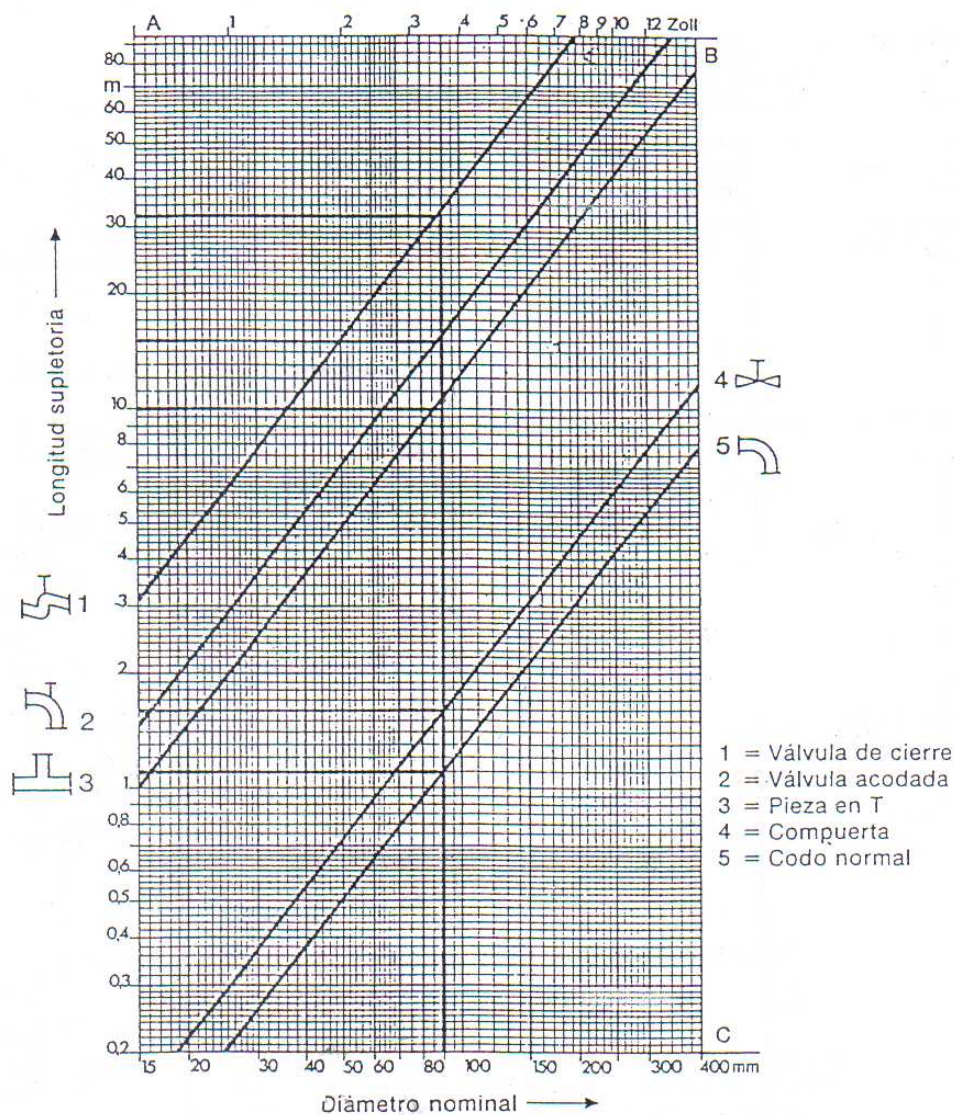


Figura 2.15 Nomograma (Longitudes supletorias).

Fuente: Introducción a la Neumática, FESTO Didactic, R. Kobler, 1980.

Una vez obtenida la longitud total de tubería de 380 m, junto con el consumo de aire, la pérdida de presión y la presión de servicio se puede determinar, de la misma manera que para la tubería provisional, con la ayuda del nomograma de la figura 2.15, el diámetro definitivo de las tuberías.

En este caso el diámetro es de 95 mm.

- Tendido de la red

Para la mayoría de casos cuando el consumo de aire es alto, la red principal se monta en circuito cerrado. Desde la tubería principal se instalan las uniones de derivación como se indica a continuación en la figura 2.16. Para los demás casos se emplea un circuito abierto.

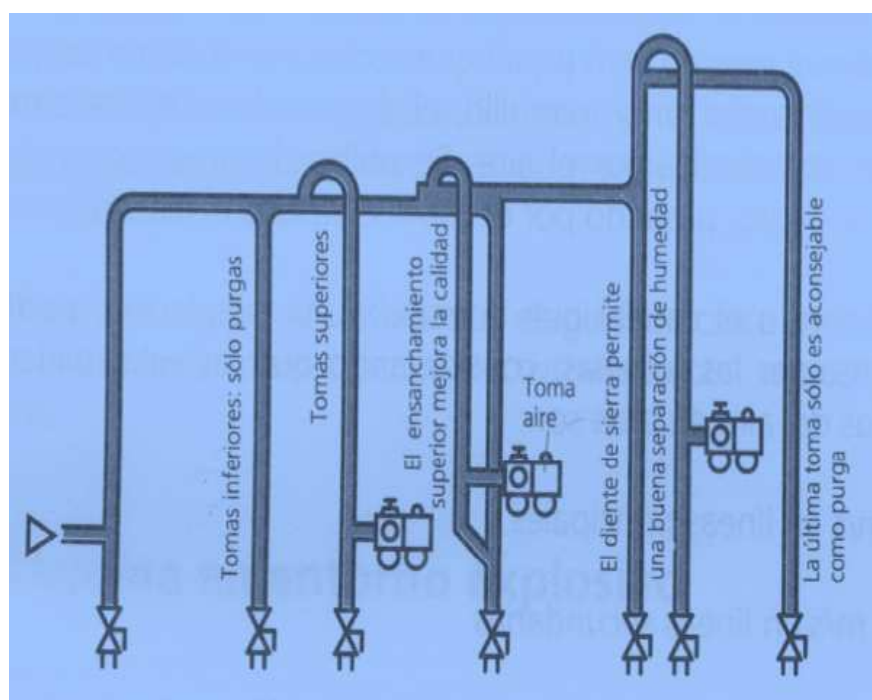


Figura 2.16 Distribución de la red de aire.

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

Con el montaje de la red de aire comprimido mostrado en la figura 2.16, se obtiene una alimentación uniforme cuando el consumo de aire es alto. El aire puede pasar en dos direcciones de acuerdo a la configuración de la línea principal como se menciono anteriormente, la cual puede ser red abierta o cerrada.

En red abierta, la línea principal cuenta con un final en línea muerta, la cual consiste en una única tubería de trabajo, con una pendiente del 1%, de la que se van tomando derivaciones como se muestra en la figura 2.17.

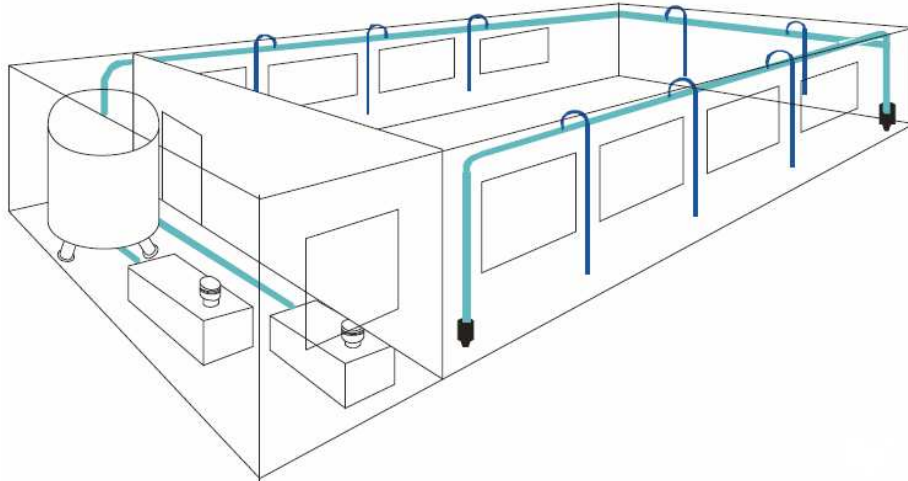


Figura 2.17 Red abierta.

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

En red cerrada, la línea principal tiene una configuración de anillo, de donde se obtiene una alimentación uniforme cuando el consumo de aire es alto al pasar el aire en dos direcciones, tal como se ve en la figura 2.18.

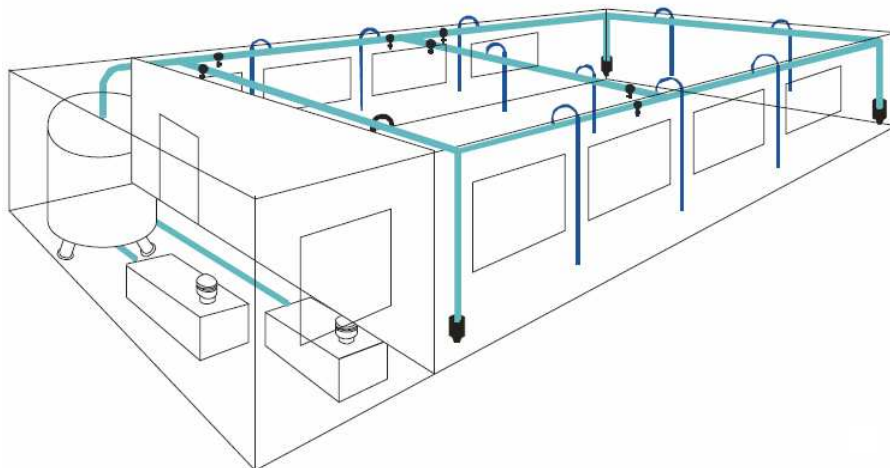


Figura 2.18 Red cerrada.

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

El conducto de distribución de aire comprimido actúa como una superficie refrigerante, y el agua y el aceite se acumulan a lo largo de toda su longitud, por ello las derivaciones de la línea se toman de la parte superior del conducto, para impedir que el agua del conducto principal circule con el aire comprimido, como se puede apreciar en la figura 2.19.

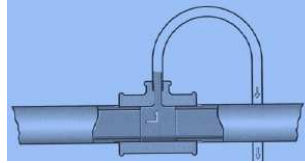


Figura 2.19 Toma de servicio secundaria.

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

- Material de las tuberías

Tubería de gas estándar (SGP) que actúa como conducto de aire en tubo de acero o de hierro maleable, poco sujeto a corrosión.

Tubería de acero inoxidable se usa sobre todo cuando se requieren grandes diámetros en líneas de conductos largos y rectos, y cuando el aire comprimido debe ser limpio.

Tubos de cobre se emplea cuando se requiere resistencia a la corrosión, al calor y a una rigidez elevada.

Los tubos de goma (manguera de aire) es la más adecuada para herramientas neumáticas por su flexibilidad en la libertad de movimientos.

Tubos de PVC o de nylon se usan en la interconexión de elementos neumáticos, dentro de sus límites de temperatura y presión admisible de trabajo. Si se requiere mayor flexibilidad se emplean tubos de nylon de grado más suave o poliuretano.

Las tuberías de polietileno y poliamida se utilizan cada vez más en la actualidad para unir equipos de maquinaria. Con racores rápidos se pueden tender de forma rápida, sencilla y económica.

Las tuberías deben poderse desarmar fácilmente, ser resistentes a la corrosión y de precio módico. Las tuberías que se instalen de modo permanente se montan preferentemente con uniones soldadas.

2.1.2.3.6 Uniones

- Conexión por inserción

Este tipo de conexión proporciona una fuerza de retención fiable tanto por dentro como por fuera del tubo. Está presionado por el anillo exterior cuando se atornilla la conexión. El tubo insertado al entrar dentro del alojamiento reduce su conexión.

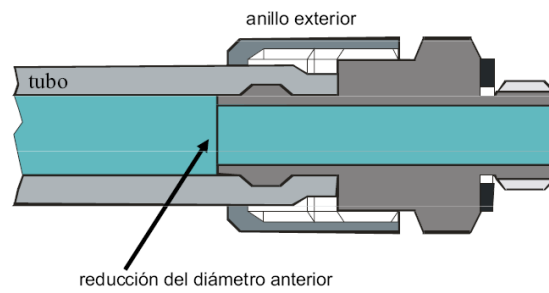


Figura 2.20 Conector por inserción.

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

- Conexión rápida

En este tipo de conexión no hay resistencia adicional al flujo, puesto que la conexión tiene la misma sección de paso interior que el diámetro interior del tubo que se conecta, la conexión por introducción presenta una gran fuerza de retención del tubo y la utilización de una junta de perfil especial asegura la estanqueidad para presión y vacío.

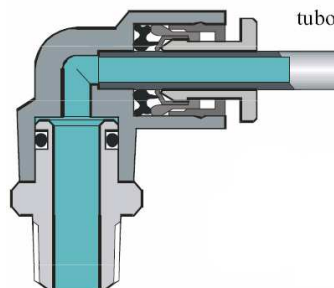


Figura 2.21 Conector rápido.

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

- Conexión auto-estanca

La conexión auto-estanca tiene un mecanismo de antiretorno incorporado, de forma que el aire no se escapa tras retirar el tubo. La conexión queda cerrada por una válvula de retención, cuando se introduce un tubo se abre el caudal de aire, empujando la válvula de retención fuera de su asiento.

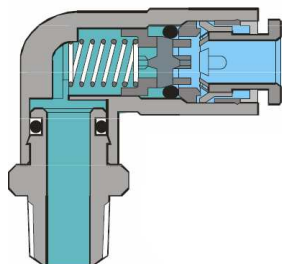


Figura 2.22 Conector auto-estanca.

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

2.1.2.4 Preparación del aire comprimido

Las partículas de suciedad u óxido, residuos de aceite lubricante y humedad, son considerados como impurezas, y estas dan origen muchas veces a averías en las instalaciones neumáticas y a la destrucción de los elementos neumáticos. De igual manera la humedad que contiene el aire llega al interior de la red en el momento que es aspirado por el compresor, y si no se dispone de un buen método de tratamiento, filtraje y secado para el aire comprimido, los elementos de un sistema neumático corren el riesgo de sufrir averías y reducir su vida útil.

2.1.2.4.1 Secador de aire por absorción

Este método de secado es puramente químico. El aire comprimido es forzado a través de un agente secante que reacciona con la humedad, la cual al entrar en contacto con el agente secante se convierte en una mezcla de esta sustancia con agua, para ser drenada posteriormente. El agente secante puede ser yeso deshidratado o cloruro de magnesio que contiene en forma sólida, cloruro de litio o cloruro de calcio, su consumo depende de la velocidad de paso del aire comprimido, su humedad relativa y temperatura. A presiones de 7 bares son posibles puntos de rocío de 5° C. Este método es apto para pequeñas instalaciones industriales ya que es de diseño simple, posee reducido desgaste mecánico, no tiene piezas móviles, y no necesita aportación de energía exterior.

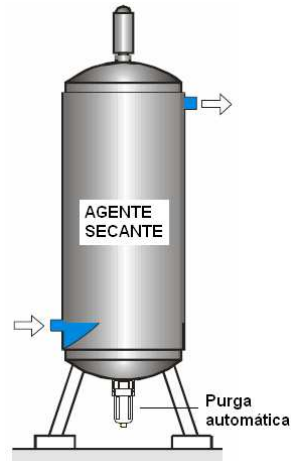


Figura 2.23 Secador por absorción.

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

2.1.2.4.2 Secador de aire por adsorción

Se trata de un procedimiento netamente físico. En una cámara vertical está contenido un material granuloso en forma de perlas (alúmina activada en forma granular o sílicagel), que por métodos físicos absorbe la humedad del aire comprimido. Cuando este material se satura, se regenera mediante secado por calentamiento, a través de aire caliente soplado por medio de corriente eléctrica, o aire comprimido caliente. Disponiendo en paralelo dos secadores, se puede emplear uno para el secado del aire, mientras se regenera el otro soprándolo con aire caliente tal como se puede apreciar en la figura 2.24. En este procedimiento son posibles puntos de rocío de -30°C .

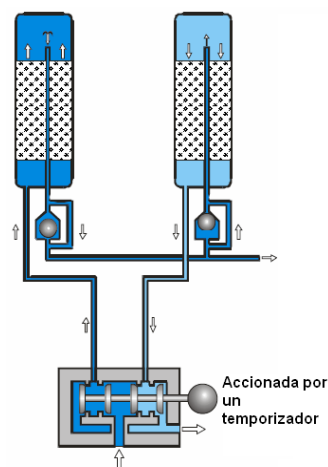


Figura 2.24 Secador por adsorción.

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

2.1.2.4.3 Secador de aire por refrigeración

Este procedimiento se basa en el principio de reducir la temperatura del punto de rocío del aire comprimido, el cual consiste en enfriar el aire comprimido, al punto que se condense el vapor de agua contenido. El aire comprimido a secar entra en el secador pasando primero por el intercambiador de calor aire-aire, tal como se aprecia en la figura 2.25. El aire caliente que entra en el secador se enfría mediante aire seco y proveniente del intercambiador de calor (vaporizador). El separador evacua el condensado de aceite y agua. El aire preenfriado pasa por el vaporizador y se enfría más hasta una temperatura de 1.7°C , en este proceso se elimina por segunda vez el agua y aceite condensados. Mediante un filtro fino se elimina por último partículas de suciedad.

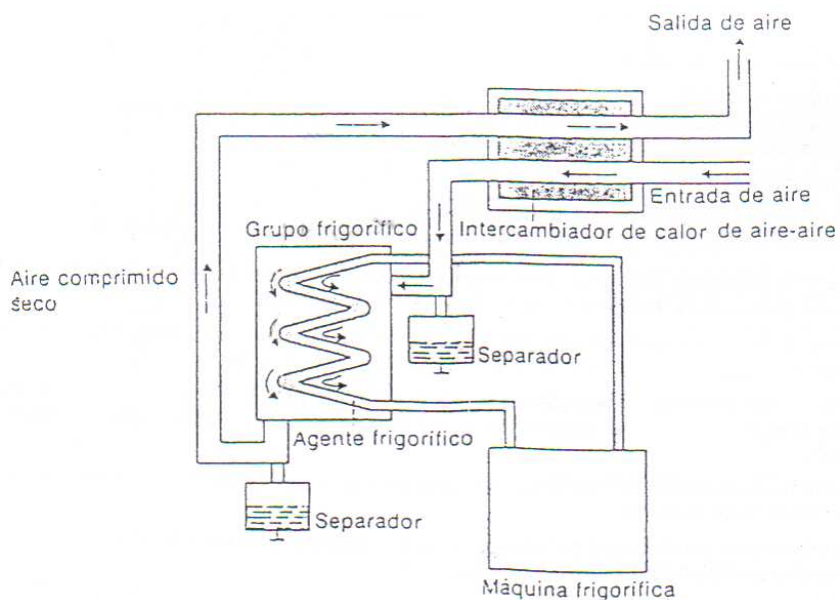


Figura 2.25 Secador por enfriamiento o refrigeración.

Fuente: Introducción a la Neumática, FESTO Didactic, R. Kobler, 1980.

2.1.2.4.4 Filtraje

Como se indicó anteriormente el aire atmosférico contiene polvo y humedad, y tras la compresión la humedad se condensa en el post-enfriador y en el depósito, pero siempre quedan residuos, además de aceite y desgaste del sellado. Para limpiar estos contaminantes es necesario limpiar el aire lo más cerca posible del punto de utilización, para ello se emplean los filtros.

- Filtro estándar

El filtro consta de un recipiente en el que entra el aire y pasa a través de un disco con placas deflectoras, con ranuras oblicuas. Esta placa desvía el aire y provoca su centrifugado por el efecto ciclónico. Las partículas sólidas se desprenden al chocar contra las paredes del vaso y caen al fondo. A continuación, el aire pasa a través de un filtro con una porosidad entre 5 y 45 micras, según el grado de filtrado que se precise. Los cartuchos filtrantes se lavan con agua jabonosa, se debe evitar el uso de disolventes que puedan afectar a otros elementos de la línea. El agua y la suciedad depositadas en el fondo se extraen a través de la purga manual (un simple tapón) o automática.

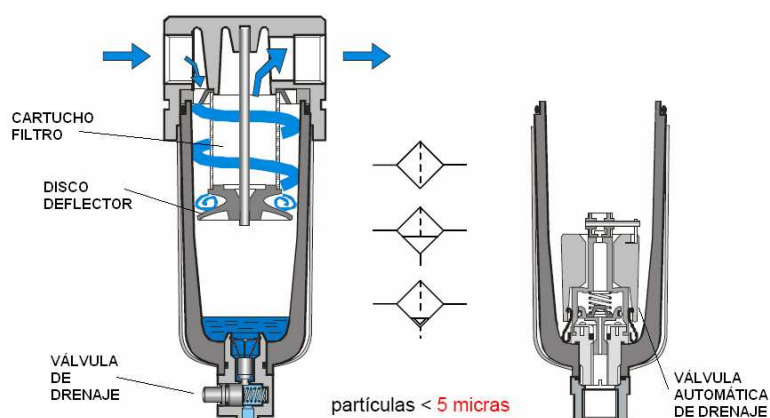


Figura 2.26 Filtro de aire con purga manual y automática.

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

- Filtro Micrónico

Este tipo de filtro no tiene deflector a la entrada, se emplea cuando la contaminación por aceite es desaconsejable. El polvo queda atrapado en los elementos microfiltrantes y el vapor de aceite y la neblina de agua se convierten en líquido por una acción coalescente dentro del material filtrante, formando así unas gotas en el cartucho filtrante que se recogen en el fondo del vaso.

Elimina relativamente todo el aceite, agua y partículas más finas hasta 0,01 micras, para proporcionar la máxima protección a dispositivos neumáticos de medición, pintura pulverizada, electrostática, limpieza y secado de accesorios electrónicos, su rendimiento se basa en que el elemento filtrante tiene capas adicionales con mayor eficacia filtrante.

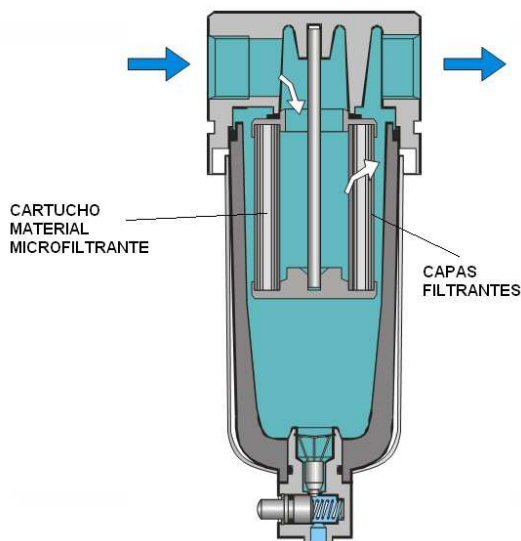


Figura 2.27 Filtro micrónico de aire con purga manual.

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

El tamaño del filtro para una aplicación depende de dos factores; el caudal máximo de aire comprimido empleado y la caída de presión máxima aceptable, lo cual es fácil de obtener ya que los fabricantes suelen suministrar una gráfica caudal/presión para la correcta selección del tamaño del filtro.

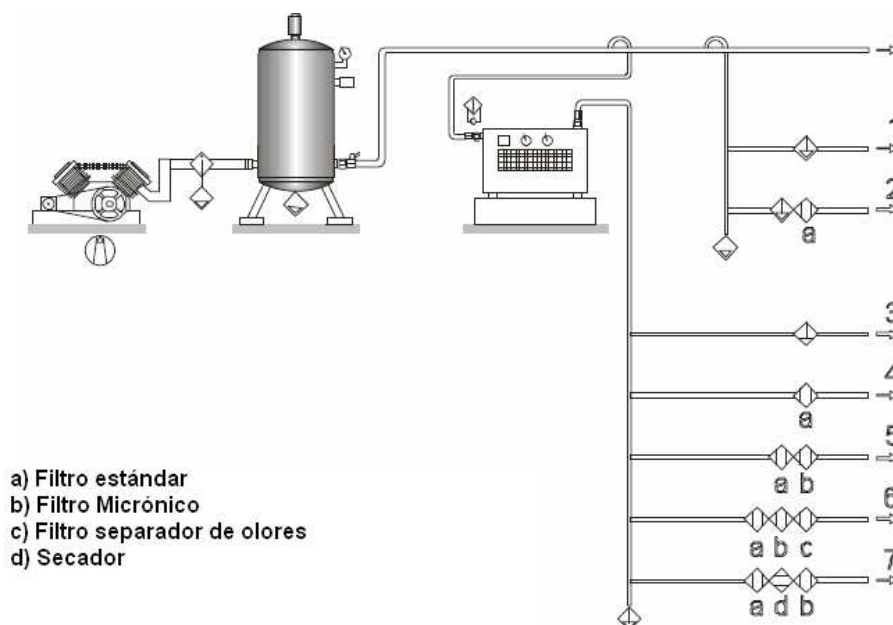


Figura 2.28 Ranking ascendente del 1 al 7 para la calidad de aire comprimido.

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

2.1.2.4.5 Regulación de presión

La regulación de presión es necesaria porque a presiones demasiado elevadas, se produce un desgaste rápido con un incremento mínimo o nulo de la efectividad. A presiones demasiado bajas, resulta antieconómico puesto que tiene como consecuencia un rendimiento escaso. Es por ello necesario regular la presión al nivel óptimo de trabajo, mediante un regulador, y esta variará dependiendo del tipo de equipos neumáticos con los que se trabaje.

- Regulador de presión estándar

La presión de salida se obtiene regulando el tornillo (1) del resorte (2) para mantener abierta la válvula principal, permitiendo que fluya desde la vía de entrada el aire a presión p_1 , a la salida a presión p_2 , equilibrando la presión de salida mediante un émbolo o diafragma (3) contra la fuerza regulable del resorte. Cuando el circuito conectado a la salida se encuentra a la presión preestablecida, actúa sobre el diafragma creando una fuerza elevadora contra la carga del resorte.

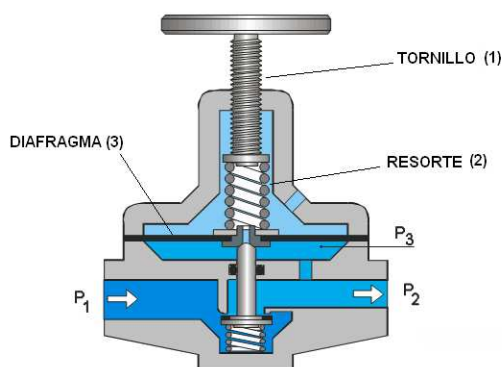


Figura 2.29 Regulador de presión de aire estándar.

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

Si desciende el nivel de consumo, p_2 aumenta ligeramente, aumenta la fuerza sobre el diafragma, que se eleva, el caudal de aire se reduce, hasta equilibrar el consumo y mantener la presión de salida. Si aumenta el nivel de consumo, p_2 disminuye ligeramente, disminuye la fuerza sobre el diafragma, que desciende, el caudal de aire aumenta, hasta equilibrarse el consumo. Si la presión de salida sube por encima del valor regulado, esto sucede cuando la presión de salida se

regula a un valor inferior o se produce un pico de presión desde el actuador neumático, el diafragma se eleva para abrir el asiento de alivio (4) de forma que la presión en exceso pueda ser evacuada por el orificio de escape (5). Con caudales muy elevados, la válvula se queda completamente abierta.

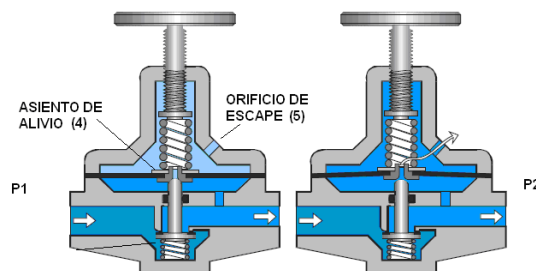


Figura 2.30 Funcionamiento de un regulador de presión de aire estándar.

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

- Regulador de presión de precisión

El principio de funcionamiento de este regulador es simple, cuando se gira la maneta de accionamiento, la aleta cierra la tobera permitiendo que el aire de alimentación fluya dentro de la vía de entrada, pase a través de la restricción fija y actúe en la membrana B como presión inversa de la tobera. La válvula principal es empujada hacia abajo por la fuerza generada y la presión de alimentación fluye fuera a la vía de salida. La presión de aire que fluye dentro, actúa en la membrana C y a la vez que crea oposición a la fuerza generada por la membrana B, también actúa sobre la membrana A oponiéndose a la fuerza de compresión del muelle de regulación y se transforma en presión de salida. Si la presión de salida es demasiado alta, la membrana A es empujada hacia arriba, el intervalo entre la aleta y la tobera se amplía, cae la presión inversa de la tobera, se rompe el equilibrio de las membranas B y C, la válvula principal se cierra, la válvula de escape se abre y el exceso de presión de la vía de salida es descargado a la atmósfera. De esta manera el mecanismo piloto modelo tobera/aleta detecta leves variaciones de presión y se realiza un ajuste preciso de presión. Esto se ilustra en la figura 2.31 a continuación⁵.

⁵ SMC "Catálogo No 5" Series IR 2000 SMC, España.

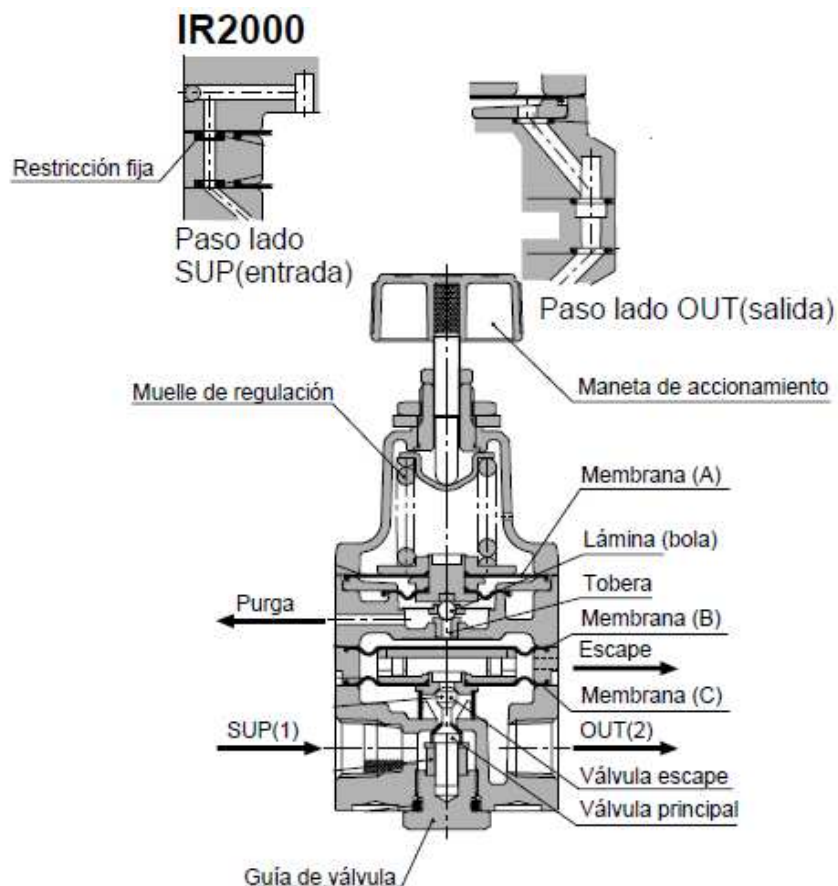


Figura 2.31 Corte longitudinal de un regulador de presión de precisión.

Fuente: Catálogo Series IR 2000 SMC, España.

2.1.2.4.6 Lubricación

En la actualidad, la lubricación no es necesaria, los componentes neumáticos modernos vienen prelubricados para toda la vida, proporcionando las siguientes ventajas:

- Ahorro en el coste del equipo de lubricación, aceite y mantenimiento.
- Es más limpio para aplicaciones en industrias alimenticia y farmacéutica.
- La atmósfera queda limpia de aceite, para un ambiente de trabajo más sano y seguro.

Pero algunos equipos, en condiciones extremas, requieren lubricación, para aumentar su vida útil, o al tratarse de equipos de constante movimiento.

- Lubricador proporcional de aire comprimido

El lubricador de aire comprimido tiene la misión de lubricar los elementos neumáticos en medida suficiente, mediante el lubricante se previene un desgaste prematuro de las piezas móviles, reduce el rozamiento y protege los elementos contra la corrosión. Este regulador trabaja en base al principio de Venturi, el mismo que de acuerdo con el teorema de Bernoulli determina que la velocidad de un fluido en la parte estrecha de una canalización tiene que ser mayor que en la ancha, y por estar ambas a la misma altura, la presión en la parte ancha es mayor que en la estrecha. Por tanto, cuando un fluido incrementa su velocidad sin variar de nivel, su presión disminuye, tal como se aprecia en la figura 2.32. La diferencia de presión (Caída de presión) entre la presión reinante antes de la tobera y la presión en el lugar más estrecho de esta se emplea para aspirar el líquido lubricante (aceite) de un depósito y mezclarlo con el aire.

Un lubricador no trabajará si la velocidad de flujo no es suficientemente grande en magnitud. Si se consume poco aire, la velocidad de flujo en la tobera no alcanza para producir una depresión suficiente y aspirar el aceite del depósito. Por tal razón es necesario tener en cuenta los valores de flujo que determine el fabricante del lubricador.

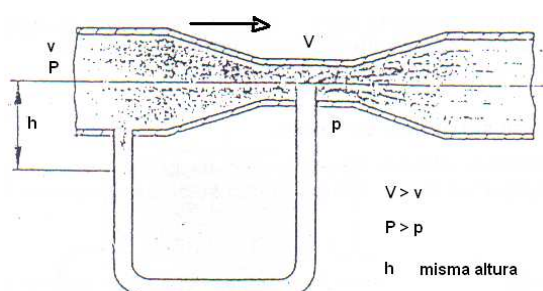


Figura 2.32 Efecto Venturi.

Fuente: Introducción a la Neumática, FESTO Didactic, R. Kobler, 1980.

En la figura 2.33 se aprecia un lubricador proporcional de aire comprimido, el cual para conseguir que las gotas de aceite que se encuentran en su depósito (8) sean pulverizadas por el aire comprimido que ingresa en este por la entrada (1) hasta la salida (2), se remite al efecto Venturi, de manera que por el estrechamiento de sección en su canalización, se produce una caída de presión.

En el conducto de goteo (3) y en la cámara de goteo (4) se produce una depresión, es decir un efecto de succión. A través del conducto (5) y del tubo elevador (6) se aspiran gotas de aceite, las cuales llegan a través de la cámara de goteo (4) y del conducto de goteo (5) hasta el aire comprimido para ser pulverizadas y utilizadas por el consumidor. La cantidad de aceite varía según la cantidad de aire comprimido que pase. Mediante un tornillo (7) situado por encima del tubo elevador, se puede realizar otro ajuste de la cantidad de aceite.

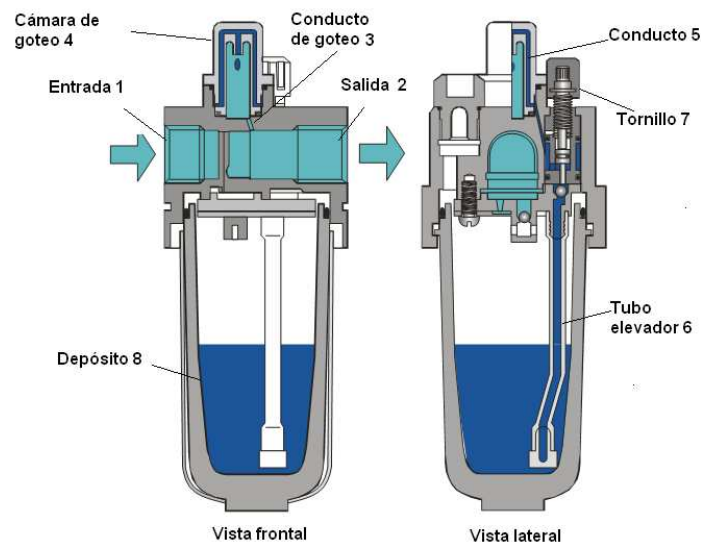


Figura 2.33 Lubricador proporcional de aire comprimido.

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

2.1.2.4.7 Unidad de mantenimiento

Una unidad de mantenimiento está formada por un filtro de aire comprimido, un regulador de presión y un lubricador de aire comprimido. Para su selección debe tenerse en cuenta el caudal total del aire en metros cúbicos por hora, ya que si este es demasiado grande, se produce en las unidades de mantenimiento una caída de presión considerable, razón por la cual es necesario respetar los valores indicados por el fabricante. Además de ello la presión de trabajo no debe sobrepasar el valor estipulado en la unidad y la temperatura no deberá ser tampoco superior a 50° C, que es el valor máximo para recipientes de plástico.

Para la conservación de la unidad de mantenimiento es necesario revisar el cartucho del filtro de aire comprimido periódicamente, para ser limpiado o

reemplazado, así como el nivel del agua condensada, porque no debe sobrepasar la altura indicada en la mirilla del control, caso contrario el agua podría ser arrastrada por el aire comprimido hacia la tubería. El agua puede ser purgada por el tornillo existente en la mirilla del filtro. El regulador al ser antepuesto por un filtro no necesita mantenimiento. En el lubricador de aire comprimido es necesario verificar el nivel de aceite en la mirilla, para ser adicionado hasta el nivel permitido si fuese necesario, para ello se emplean lubricantes de origen mineral.

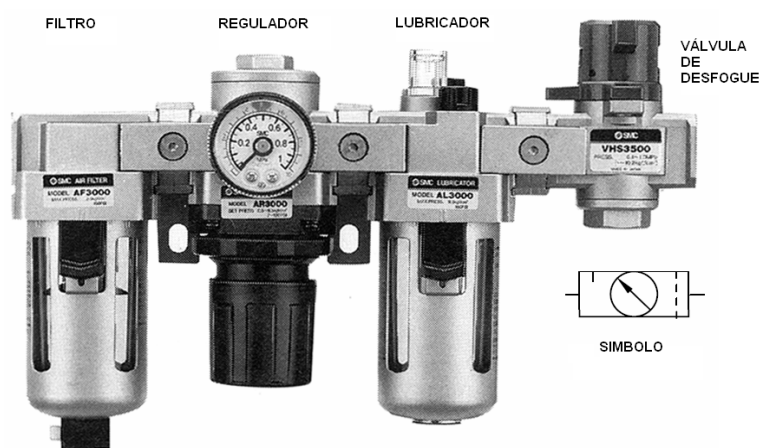


Figura 2.34 Unidad de mantenimiento para aire comprimido.

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

2.1.2.5 Actuadores Neumáticos

El término actuadores neumáticos hace referencia a cilindros, motores y actuadores rotativos, teniendo su mayor aplicación en la producción de movimiento lineal y rotatorio. Aunque en esencia son idénticos a los actuadores hidráulicos, el rango de compresión es menor en este caso, además de que hay una pequeña diferencia en cuanto al uso y en lo que se refiere a la estructura, debido a que estos tienen poca viscosidad. En esta clasificación aparecen los fuelles y diafragmas, que utilizan aire comprimido y también los músculos artificiales de hule, que últimamente han recibido mucha atención.

Entre los principales tipos de actuadores se tienen:

- Actuadores neumáticos de efecto simple, de efecto doble sencillo o con engranaje.
 - sin amortiguación

- con amortiguación fija
- con amortiguación regulable
- Actuadores neumáticos sin vástago, o con doble vástago.
- Actuadores neumáticos rotativos.
- Actuadores neumáticos compactos.
- Motor neumático con veleta, o con multiveleta.
- Motor neumático de pistón.
 - de ranura vertical
 - de pistón
- Fuelles, diafragma y músculo artificial.

A continuación se describen a los principales tipos de actuadores neumáticos empleados en el desarrollo del manipulador neumático para ruedas.

2.1.2.5.1 Actuator neumático de simple efecto.

Este tipo de actuadores tienen una sola conexión de aire comprimido, no pueden realizar movimientos más que en una sola dirección. Se necesita de aire solo para un movimiento de traslación. El vástago retorna por el efecto de un muelle incorporado o de una fuerza externa. El resorte incorporado es calculado de manera que haga regresar al émbolo a su posición inicial a una velocidad suficientemente grande. Se utilizan principalmente para sujetar, expulsar, apretar, levantar, alimentar, etc.

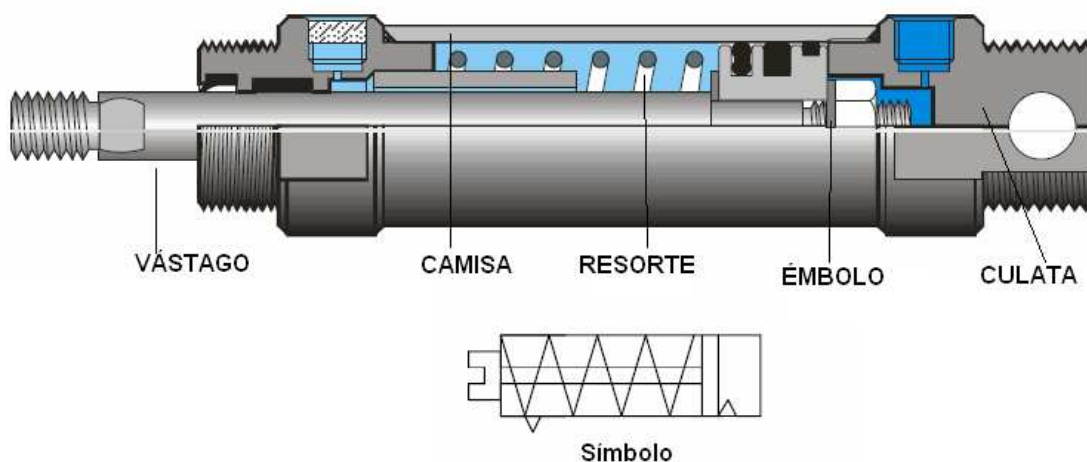


Figura 2.35 Actuator neumático de simple efecto.

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

2.1.2.5.2 Actuator neumático de doble efecto.

En este tipo de actuadores la fuerza ejercida por el aire comprimido anima al émbolo a realizar un movimiento de traslación en los dos sentidos. Se dispone de una fuerza útil tanto en el avance como en el retorno. Los actuadores de doble efecto se emplean principalmente en casos en los que el émbolo tiene una misión también al retornar a su posición inicial. Se debe tener en cuenta el pandeo y el doblado que puede sufrir el vástago salido, ya que a diferencia del actuator de simple efecto este no tiene la carrera limitada.

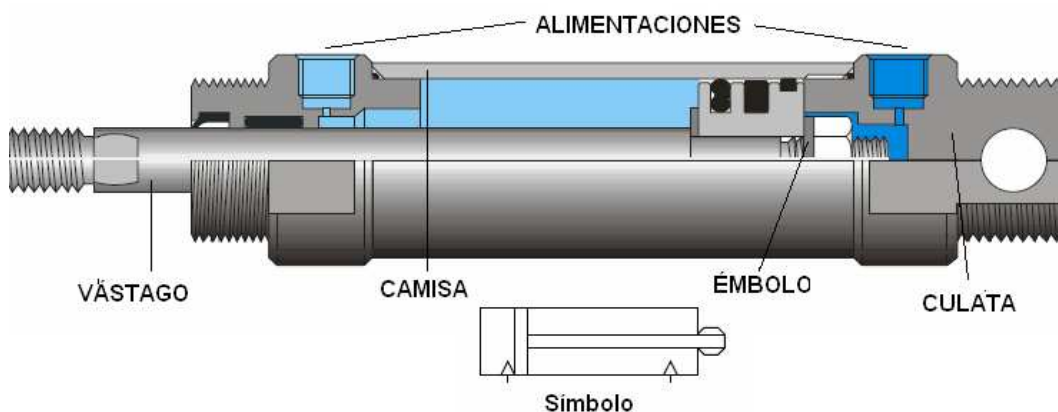


Figura 2.36 Actuator neumático de doble efecto.

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

2.1.2.5.3 Cálculo de la fuerza del émbolo

La fuerza desarrollada por un cilindro es función del diámetro del émbolo, de la presión del aire de alimentación, de la resistencia producida por el rozamiento y de la fuerza opositora del muelle si lo hubiera.

- Fuerza teórica ejercida por un cilindro

La fuerza teórica del émbolo se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Fuerza teórica} = \text{Superficie útil del émbolo} \times \text{Presión de trabajo}$$

[Néwtones]
[cm²]
[KPa, bar]

En la práctica es necesario conocer la fuerza real. Para determinarla hay que tener en cuenta los rozamientos. En condiciones normales de servicio a siete u ocho bares de presión, se puede suponer que las fuerzas de rozamiento representan de un 3 a un 20% de la fuerza calculada.

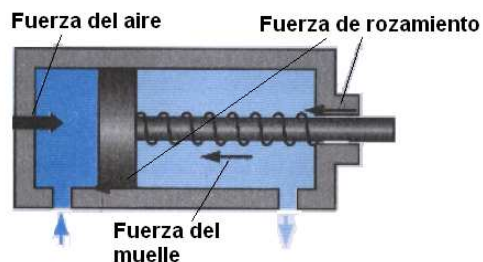


Figura 2.37 Fuerzas presentes en un actuador neumático.

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

Cilindro de simple efecto:

$$F_n = (A \times P) - (F_r + F_f)$$

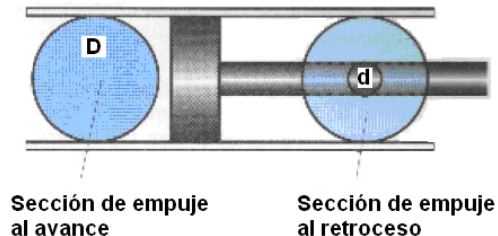


Figura 2.38 Diferencia de secciones efectivas de una actuador neumático lineal.

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

Cilindro de doble efecto (en el avance):

$$F_n = (A \times P) - F_r$$

Cilindro de doble efecto (en el retorno):

$$F_n = (A' \times P) - F_r$$

En donde se tiene que:

F_n : Fuerza efectiva o real del émbolo

Néwtones

A : Superficie útil del émbolo = $(\text{Diámetro}^2 \times \pi) / 4$

cm²

A': Superficie útil del anillo del émbolo = (Diámetro² - diámetro²) x π/4 cm²

P: Presión de trabajo bar

Fr: Fuerza de rozamiento (3-20%). Newtons

Ff: Fuerza del muelle de recuperación = Constante elástica x desplazamiento N

Diámetro: Diámetro del émbolo mm

diámetro: Diámetro del vástago mm

2.1.2.5.4 Cálculo del consumo de aire

Para el cálculo del consumo de aire de un actuador, hay que tener en cuenta:

- El volumen de aire desplazado por el pistón multiplicado por la presión absoluta.
- El volumen muerto en las cavidades de las culatas, pistón, puertos del cilindro, tubo y cavidades de la válvula, todos ellos multiplicados por la presión manométrica. Este volumen puede considerarse alrededor de un 5% del anterior.
- El volumen de aire libre de un ciclo completo de un cilindro de doble efecto.

$$V_{\text{avance}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4 \cdot 10^6} \cdot L \cdot \frac{(P_m + P_{\text{atm}})}{P_{\text{atm}}}$$

$$V_{\text{retroceso}} = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4 \cdot 10^6} \cdot L \cdot \frac{(P_m + P_{\text{atm}})}{P_{\text{atm}}}$$

$$V_{\text{muerto}} = 0,05 \cdot (V_{\text{avance}} + V_{\text{retroceso}})$$

donde:

D= diámetro del cilindro en mm
d = diámetro del vástago en mm
V = volumen de aire libre lN
L = carrera en mm
P_m = presión manométrica
P_{atm} = presión atmosférica

2.1.2.6 Control del aire comprimido

2.1.2.6.1 Válvulas

Las válvulas son elementos que mandan o regulan la puesta en marcha, el paro y la dirección, así como la presión del aire. Según norma DIN 24300, se subdividen en cinco grupos:

Válvulas distribuidoras o de vías.

Válvulas de bloqueo.

Válvulas de presión.

Válvulas de caudal.

Válvulas de cierre.

Se denomina vía a cada uno de los orificios a través de los cuales puede circular el aire en su proceso de trabajo o evacuación en válvulas dotadas de pilotaje neumático, la conexión que permite la entrada de aire para el control de la válvula no se considera vía, ya que se trata de un sistema de accionamiento.

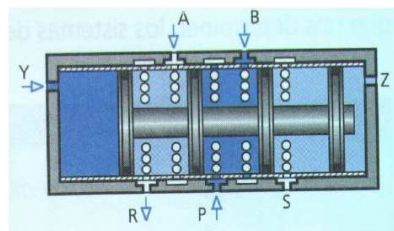


Figura 2.39 Corte de una válvula 5/2 vías de accionamiento neumático

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

El número de posiciones de maniobra de una válvula está determinado por el número de posibilidades diferentes de comunicar las vías entre sí. Este parámetro se representa mediante cuadrados (tantos como posiciones tenga la válvula).

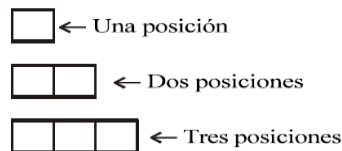


Figura 2.40 Simbología de las posiciones de una válvula neumática

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

El número de vías es el número de orificios que la válvula presenta:



Figura 2.41 Simbología de las vías en una válvula neumática

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

Las líneas representan tuberías o conductos. Las flechas, el sentido de la circulación. La posición de paso abierto para una válvula se representa por medio de una flecha de un extremo a otro del cuadrado. Las posiciones de cierre dentro de las casillas se representan mediante una línea cortada, esto simboliza la interrupción de flujo.

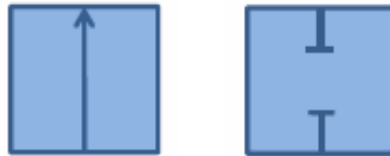


Figura 2.42 Simbología de apertura y cierre para una válvula.

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

2.1.2.6.2 Simbología

A continuación se muestra la simbología de las principales válvulas neumáticas, según la norma DIN 24300:



Válvula 2 vías 2 posiciones normalmente cerrada



Válvula 2 vías 2 posiciones normalmente abierta



Válvula 3 vías 2 posiciones normalmente cerrada



Válvula 3 vías 2 posiciones normalmente abierta



Válvula 3 vías 3 posiciones con centro bloqueado



Válvula 4 vías 2 posiciones



Válvula 4 vías 3 posiciones con centro bloqueado



Válvula 4 vías 3 posiciones con centro de conductos de trabajo a escape

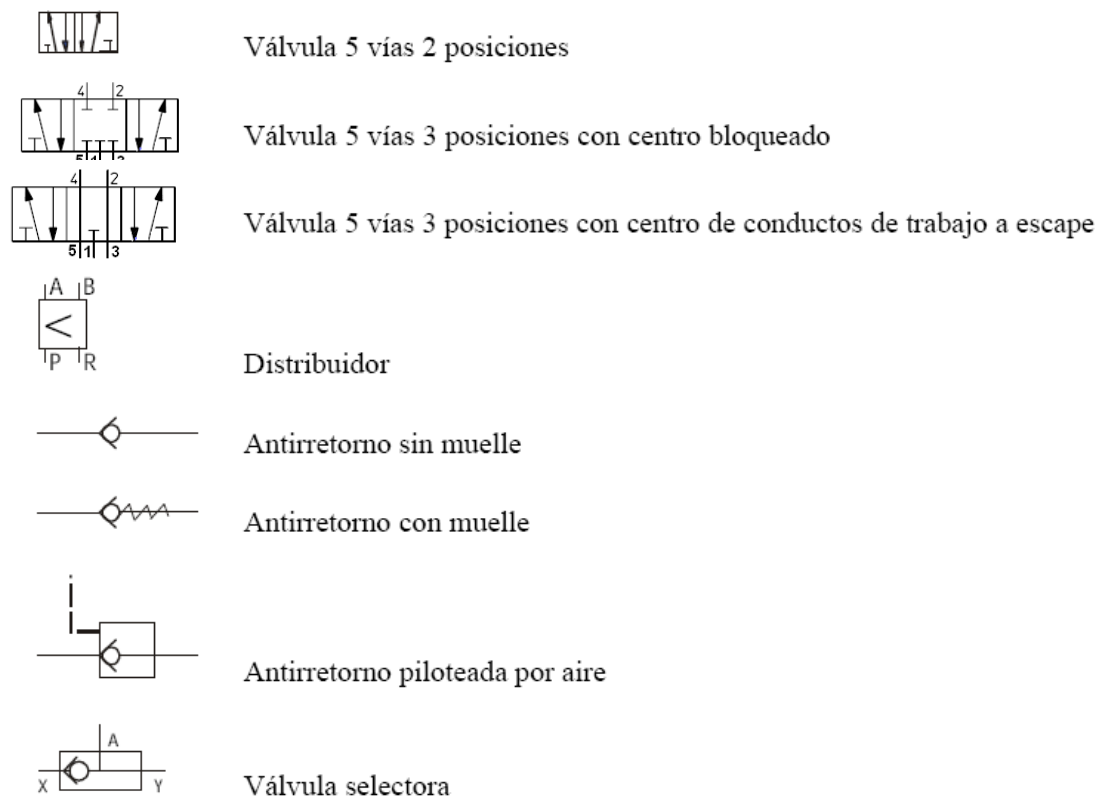


Tabla 2.4 Simbología de las diferentes válvulas neumáticas

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

2.1.2.6.3 *Accionamiento*

Una de las características más importantes de una válvula es el modo de llevar a cabo su cambio de posición; es decir, el sistema de accionamiento o dispositivo de mando, estas se presentan en la figura 2.43.

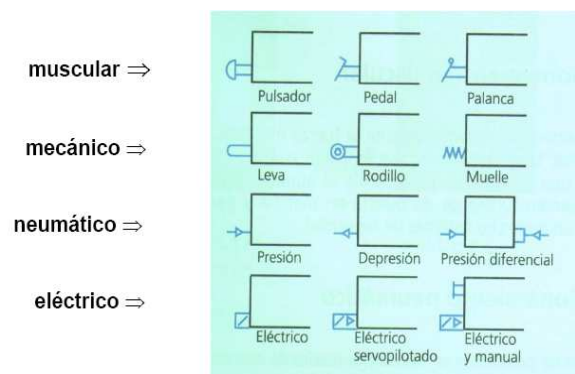


Figura 2.43 Simbología de los diferentes tipos de accionamiento de una válvula.

Fuente: Tecnología Neumática, Amadeo Rodríguez, SMC.

2.1.3 ESQUEMAS NEUMÁTICOS

Un esquema neumático es la representación técnica de un circuito neumático, que consta de todos los elementos neumáticos detallados en este capítulo, tales como, actuadores neumáticos, válvulas neumáticas, filtros, reguladores, lubricadores, entre otros elementos, con la finalidad de que al interrelacionarlos entre sí desempeñen una función específica, como por ejemplo mecanismos autónomos de producción, manipuladores neumáticos, sistemas de control, etc.⁶

La disposición y ubicación que estos llevan, depende principalmente de su funcionalidad así como de la participación en un sistema de control neumático.

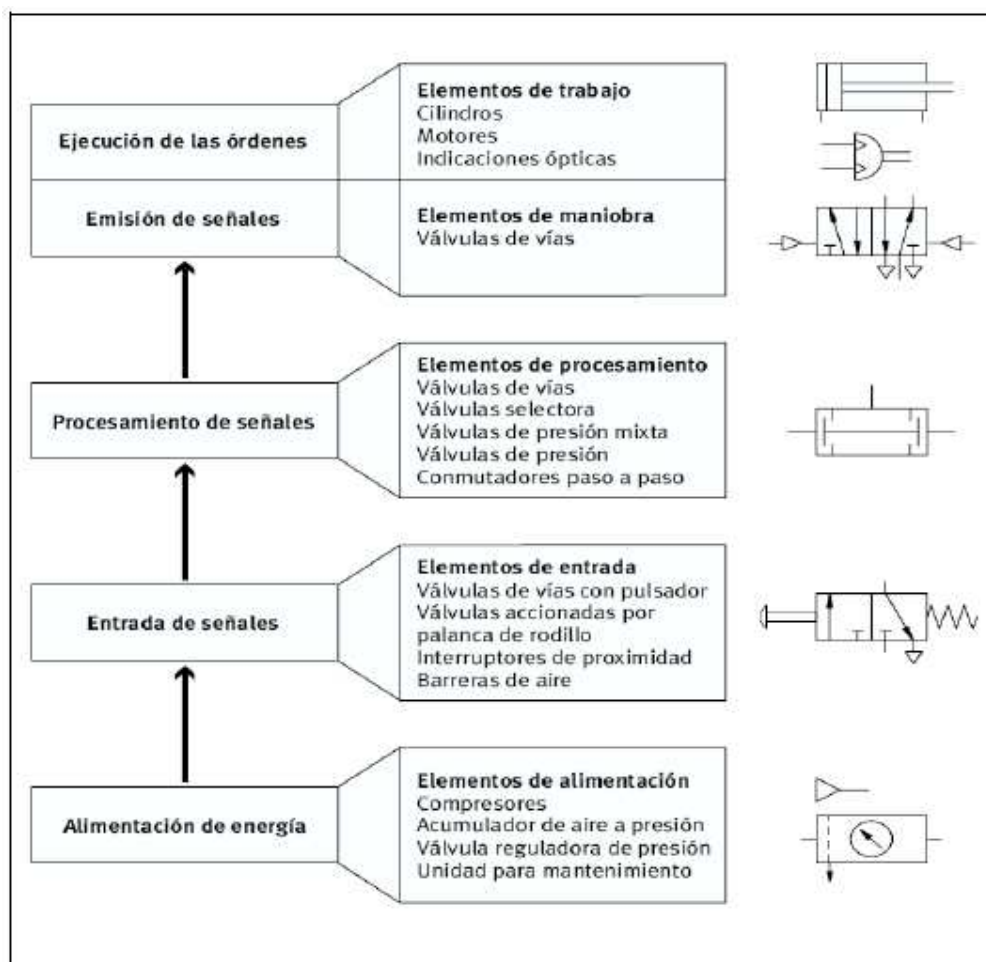


Figura 2.44 Orden planteado para la presentación de esquemas neumáticos.

Fuente: Manual Festo Didactic.

⁶ DEPERT W. / STOLL K. "Dispositivos neumáticos" Editorial Marcombo 1999 Barcelona España.

En la anterior figura se muestra la ubicación de cada elemento y equipo en un esquema neumático, de manera que para el diseño y desarrollo de un sistema de control se debe tener en cuenta el orden planteado, para de esta manera hacer más fácil su interpretación y ejecución.

La codificación o designación que se hace a cada elemento o equipo dentro de un esquema neumático, es por medio de números, los cuales indican la función que cada uno desempeña en el sistema de control, a continuación en la tabla 2.5 se presenta la disposición numérica que representa una determinada función.

Representación	Codificación numérica
Elementos de trabajo, actuadores neumáticos	1.0, 2.0, 3.0
Elementos de gobierno	1.1, 2.1, 3.1
Elementos de pilotaje y envío de señales, tienen números pares cuando influyen en el avance del actuador.	1.2, 1.4, 2.2, 2.4, 3.2
Elementos de pilotaje y envío de señales, tienen números impares cuando influyen normalmente en el retroceso del actuador.	1.3, 1.5, 2.3, 2.5, 3.3
Elementos auxiliares, que de una u otra manera influyen en los eslabones de mando.	0.1, 0.2, 0.3
Elementos de regulación, que intervienen en el control y regulación de la presión de aire comprimido.	1.02, 1.03, 2.02

Tabla 2.5 Codificación de elementos y equipos en un esquema neumático

Fuente: Propia del autor

2.2 TECNOLOGÍA DE MATERIALES

2.2.1 ACERO ESTRUCTURAL

Se define como acero estructural al producto de la aleación de hierro, carbono y pequeñas cantidades de otros elementos tales como silicio, fósforo, azufre y oxígeno, que le aportan características específicas. Su alta resistencia, homogeneidad en la calidad y fiabilidad de la misma, soldabilidad, ductilidad, incombustible, pero a altas temperaturas sus propiedades mecánicas fundamentales se ven gravemente afectadas, buena resistencia a la corrosión en condiciones normales. El acero es más o menos un material elástico, responde teóricamente igual a la compresión y a la tensión. La “fatiga” puede reducir la resistencia del acero a largo plazo, cuando se lo somete a gran número de cambios de esfuerzos y aún fallarlo frágilmente, por lo que en estos casos deben limitarse los esfuerzos máximos. Su elasticidad es prácticamente independiente del tipo de acero está alrededor de 2000000 kgf/cm².

2.2.1.1 Clasificación del acero estructural:

El acero estructural, según su forma, se clasifica en:

- **Perfiles estructurales:** Los perfiles estructurales son piezas de acero laminado cuya sección transversal puede ser en forma de I, H, T, canal o ángulo.
- **Barras:** Las barras de acero estructural son piezas de acero laminado, cuya sección transversal puede ser circular, hexagonal o cuadrada en todos los tamaños.
- **Planchas:** Las planchas de acero estructural son productos planos de acero laminado en caliente con anchos de 203 mm y 219 mm, y espesores mayores de 5,8 mm y mayores de 4,5 mm, respectivamente.

2.2.1.1.1 Tubo estructural redondo

Los Tubos Estructurales, son perfiles de sección cerrada, conformado en frío y soldado eléctricamente por alta frecuencia, formando elementos tubulares de sección transversal circular, suministrados en Longitud de 12,00 m. Son producidos según la norma ASTM (American Society for Testing and

Materials) con láminas de alta resistencia. La eficiencia de los Tubos Estructurales se debe a la forma de su sección transversal permitiéndole manejar solicitudes de flexo-compresión y alta compresión axial.

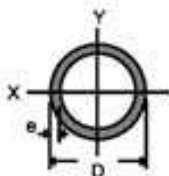


Figura 2.45 Corte transversal de un tubo estructural redondo

Fuente: Catálogo aceros estructurales Bohler 2011.

2.2.1.1.2 Tubo estructural Cuadrado

Al igual que la sección circular la compresión axial es muy eficiente. Es recomendado su uso común como columna, para cargas axiales grandes.

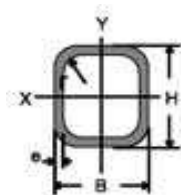


Figura 2.46 Corte transversal de un tubo estructural cuadrado

Fuente: Catálogo aceros estructurales Bohler 2011.

2.2.2 EJES DE ACERO

De forma estándar se fabrican en acero bonificado, que consiste en un 98% de hierro y la diferencia en carbono, con una elevada dureza y calidad superficial. Su dureza y calidad aseguran unas cualidades óptimas de funcionamiento.

Tienen un alto estándar de calidad que se mantiene constante debido a múltiples exámenes de calidad y estrictas normas de verificación. Poseen una capacidad de carga muy elevada. Debido a la alta calidad de su material, de la precisión de sus medidas y forma (redondez y paralelismo) así como a la dureza y calidad de su superficie, resultan idóneos como pistas de rodadura de precisión para rodamientos lineales a bolas.

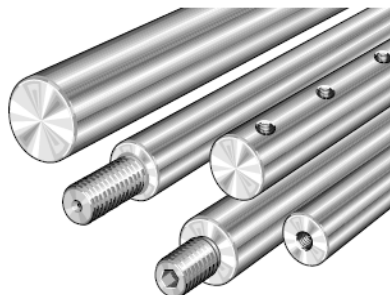


Figura 2.47 Presentaciones comerciales de los ejes de acero

Fuente: Catálogo Ejes INA 2012.

2.2.3 DURALON

También conocido como poliamida 6, es un producto estable y con excelente desempeño en aplicaciones mecánicas, eléctricas y químicas. El duralon tiene la característica de ser un material muy liviano y resistente, de manera que si se le da un buen acabado se consigue obtener superficies totalmente lisas con un rozamiento mínimo, lo cual es aprovechado en mecanismos que estén permanentemente en contacto con otros materiales, como por ejemplo los topes cilíndricos en el manipulador neumático.

Entre sus principales características se tiene su bajo peso específico: $1,14 \text{ g/cm}^3$, permite el uso de aditivos como pigmentos de colores, silicona, grafito, antiestático, protección ultravioleta, etc. Tratado térmicamente es un material que garantiza el bajo ruido en sus aplicaciones, proporciona buena terminación, buena resistencia al desgaste, auto lubricante, excelente aislante eléctrico, y buena resistencia química.



Figura 2.48 Presentaciones comerciales del duralon.

Fuente: <http://www.guimun.com/ecuador/catalogo/2578/3087/duralon>

2.3 MANIPULADOR NEUMÁTICO DE RUEDAS

El manipulador neumático de ruedas consiste en un conjunto de equipos, estructuras y elementos acoplados entre sí, cuya principal finalidad es la de facilitar el levantamiento de carga a través de la energía potencial que presenta el aire comprimido, función que es aprovechada por los operadores que buscan montar los diferentes tipos de ruedas en el chasis de un camión Hyundai, evitando así el riesgo de accidentes o enfermedades laborales por malas posturas, esfuerzos físicos excesivos y ergonomía deficiente.

Se puede dividir básicamente el manipulador de ruedas en tres sistemas individuales, los cuales al trabajar en conjunto permiten engravidar los pesos considerables de cada modelo de rueda, y estos son:

- Sistema de rieles Knight
- Sistema mecánico base
- Sistema de control neumático

En la figura 2.49 a continuación se presentan los tres sistemas que conforman el manipulador neumático de ruedas, ensamblados entre sí y su disposición de acuerdo a su finalidad. El sistema de rieles Knight es el encargado de servir como base de suspensión para los demás sistemas a la vez que facilita su completa movilidad en direcciones horizontales lineales.

Por otra parte el sistema de control neumático es el corazón del manipulador de ruedas, puesto que es el encargado de gobernar y suministrar las presiones de operación de cada uno de los equipos y elementos que intervienen en el manipulador de ruedas.

Por último el sistema mecánico base sirve de apoyo para colocar las ruedas a ser manipuladas, está sujeto al balancín neumático, y está gobernado por el sistema de control neumático.

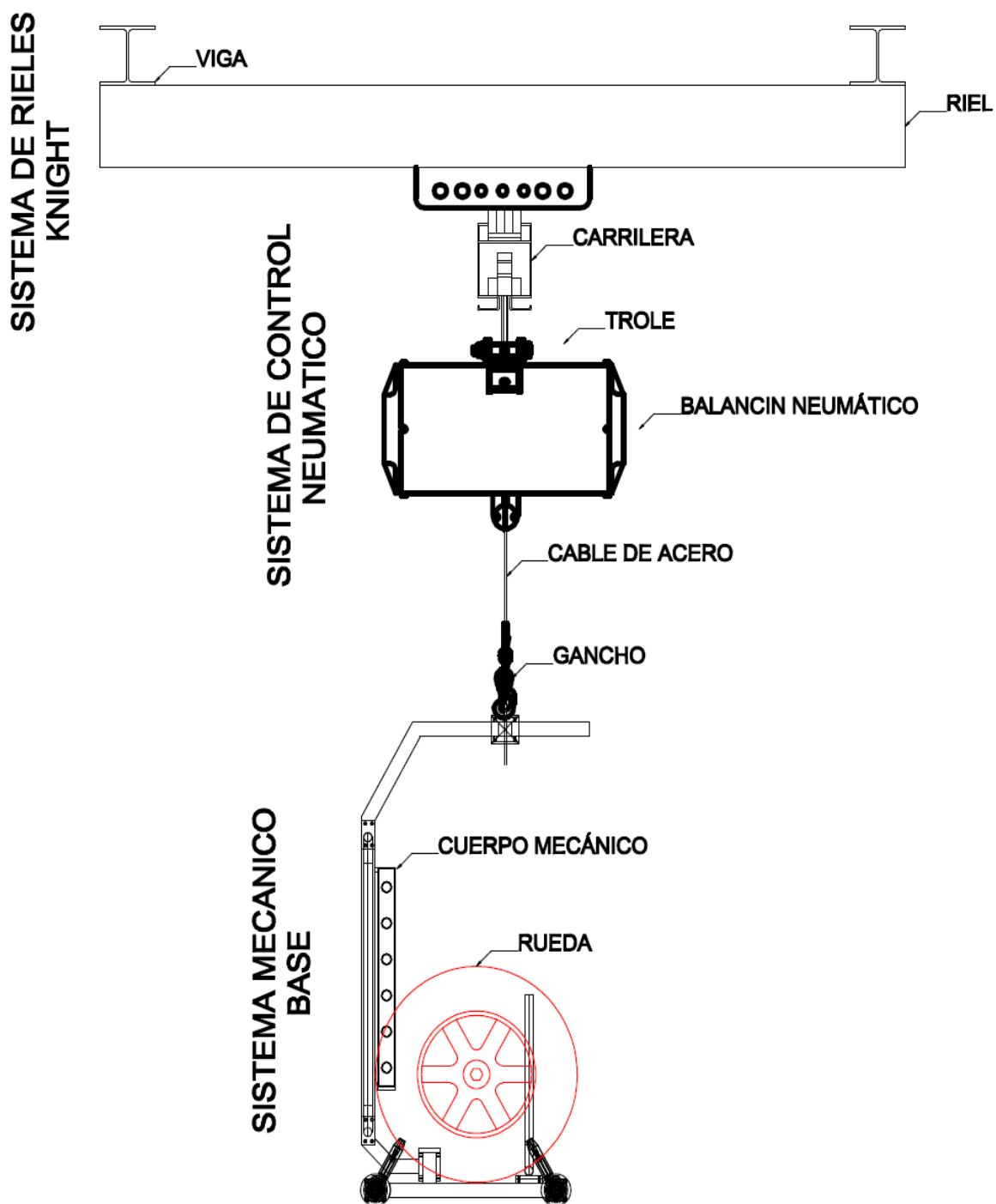


Figura 2.49 Manipulador neumático de ruedas

Fuente: Propia del autor.

A continuación en las siguientes secciones se citan cada uno de los sistemas que constituyen el manipulador neumático, detallando su intervención en el proceso de engravidación, su constitución y funcionalidad.

2.3.1 SISTEMA DE RIELES KNIGHT

Dado que el manipulador neumático necesita de bases sobre las cuales descansa su sistema de control y alimentación neumática, además de su propio cuerpo mecánico, se precisa entonces emplear un conjunto de estructuras que permitan el desplazamiento horizontal de este en la celda de trabajo, en la cual se va a llevar a cabo el montaje de ruedas en camiones Hyundai. Se decide entonces emplear una tecnología existente y diseñada para este propósito como son las rieles y estructuras Knight, a continuación se indica su disposición física.

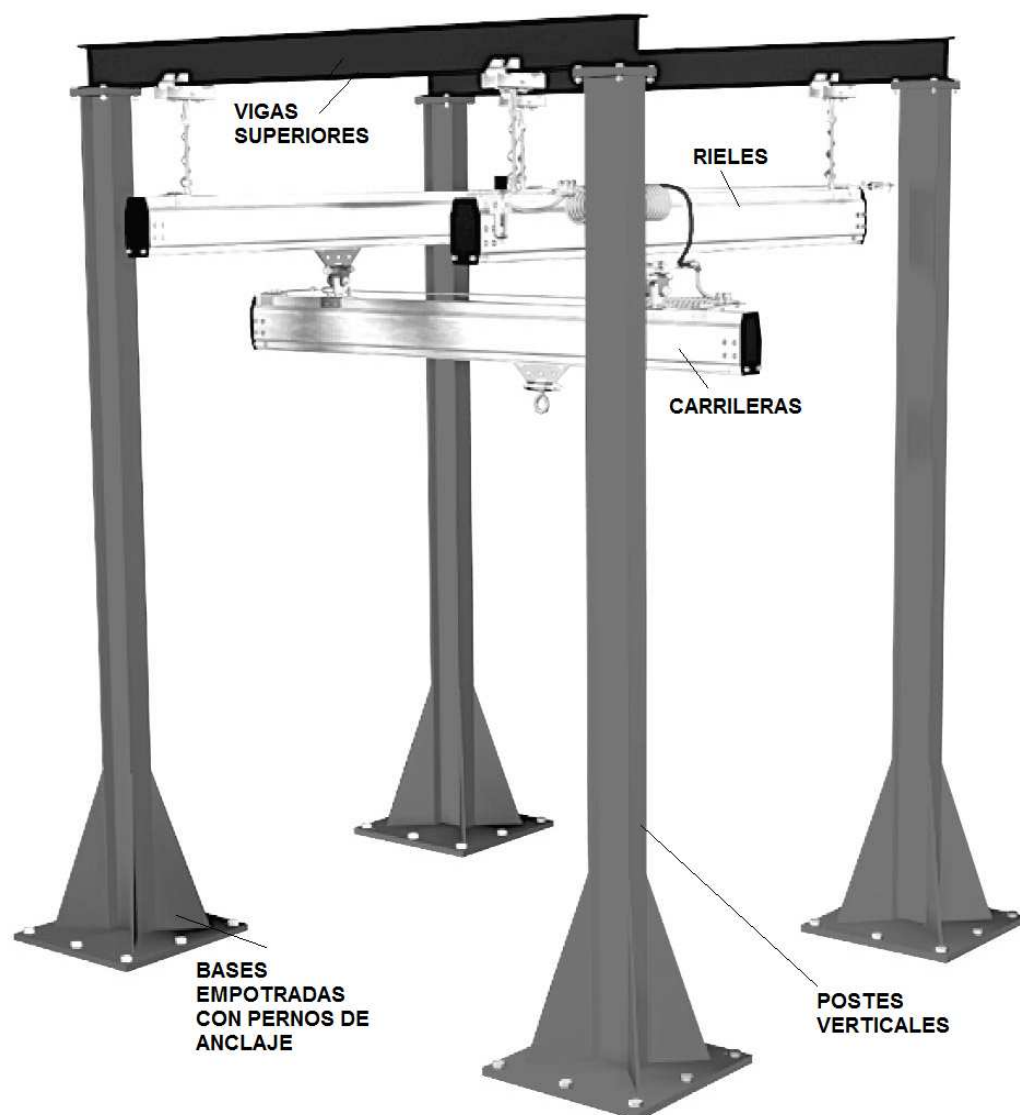
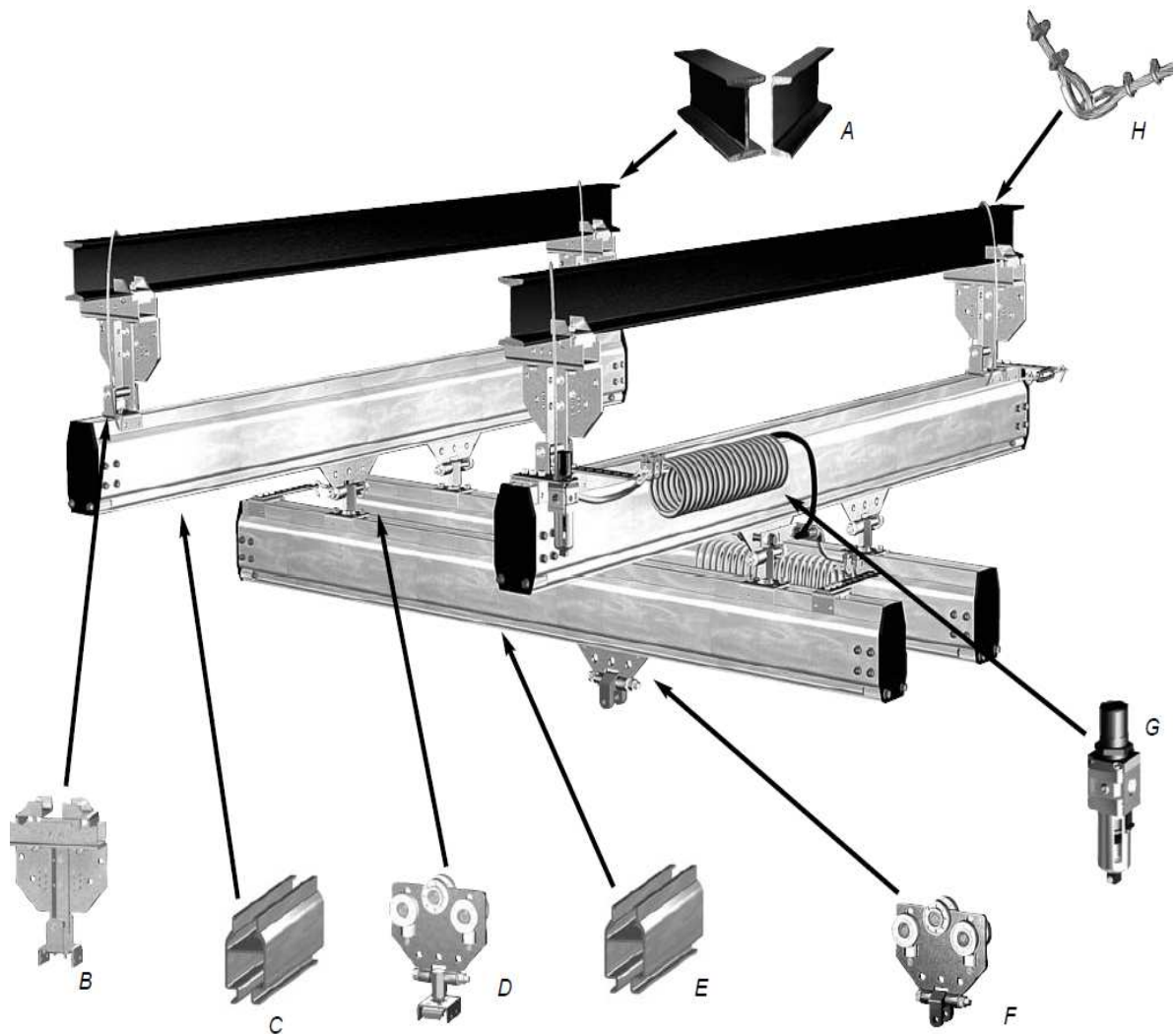


Figura 2.50 Disposición de rieles y estructuras Knight.

Fuente: <http://www.knight-ind.com>

A continuación se señalan los elementos y dispositivos que conforman la parte estructural, que sirve de base para el montaje del balancín de gravedad cero sobre el cual descansa el cuerpo mecánico, asegurando que este disponga de total movilidad acorde a los requerimientos previamente establecidos. A continuación se citan en resumen los elementos y dispositivos que intervienen en el sistema de suspensión del manipulador en la figura 2.51.



A.- Viga superior de acero estructural

B.- Suspensor ajustable

C.- Riel

D.- Carretilla

E.- Carrilera

F.- Trole

G.- Unidad de mantenimiento

H.- Cable de seguridad

Figura 2.51 Partes que conforman la base estructural del manipulador.

Fuente: <http://www.knight-ind.com>

2.3.1.1 Viga Superior

Consiste en vigas de acero estructural empleadas en la construcción de galpones, y celdas de trabajo, resistentes a cargas mecánicas considerables.

2.3.1.2 Suspensores

Son sujeciones metálicas que presentan dos abrazaderas que van montadas sobre las vigas estructurales, además de una cremallera que asegura el estancamiento de las abrazaderas una vez que se a asegurado su posición. En estas descansan los rieles. En la figura 2.52 se puede apreciar su presentación.

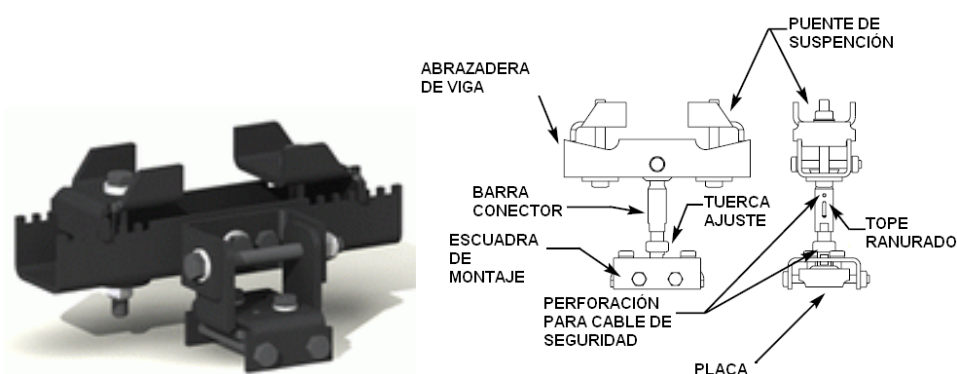


Figura 2.52 Suspensor para riel.

Fuente: <http://www.knight-ind.com>

2.3.1.3 Rieles

Son rieles de aluminio que presentan bajo rozamiento en los canales de movimiento, sobre los cuales van montados las carretillas, tienen la propiedad de presentar una deformación elástica con la presencia de carga excesiva en su forma física, de manera que cuando se ha rebasado el límite de carga permitido, estas garantizan que el porcentaje adicional de carga no deforme los rieles de forma plástica, haciendo que regresen a su posición inicial. Antes de la instalación se debe tener en cuenta estos parámetros.

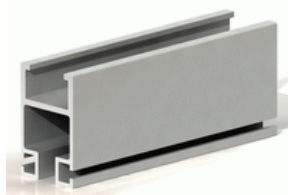


Figura 2.53 Riel

Fuente: <http://www.knight-ind.com>

2.3.1.4 Carretillas

Son patines que se emplea para unir un riel a una carrilera, de manera que permite el desplazamiento de una carrilera en toda la carrera de un riel.



Figura 2.54 Carretilla

Fuente: <http://www.knight-ind.com>

2.3.1.5 Carrilera

Es un tipo de canal fabricado de una aleación de aluminio de bajo rozamiento, la cual está suspendida a través de las carretillas de un riel, esta a diferencia de las rieles tiene total movimiento horizontal en la celda de trabajo. En la figura a continuación se muestra las partes de una carrilera.

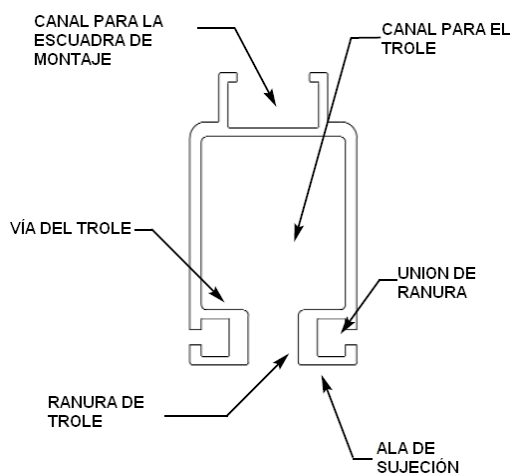


Figura 2.55 Partes de una carrilera

Fuente: <http://www.knight-ind.com>

2.3.1.6 Troles

Consisten en sujeciones dotadas de ruedas de duralon, que van montadas en los canales de una carrilera, con la finalidad de permitir el desplazamiento horizontal de cualquier carga que este pendiendo de este, en la figura 2.56 se puede apreciar la ubicación de las ruedas.



Figura 2.56 Trole

Fuente: <http://www.knight-ind.com>

2.3.2 SISTEMA MECANICO BASE

Encierra todas las partes que conforman el cuerpo del manipulador neumático, que sirve como soporte para que sobre este descansen las ruedas que se desea manipular, los actuadores y los elementos de control neumáticos. En la figura 2.57 se muestran sus partes.

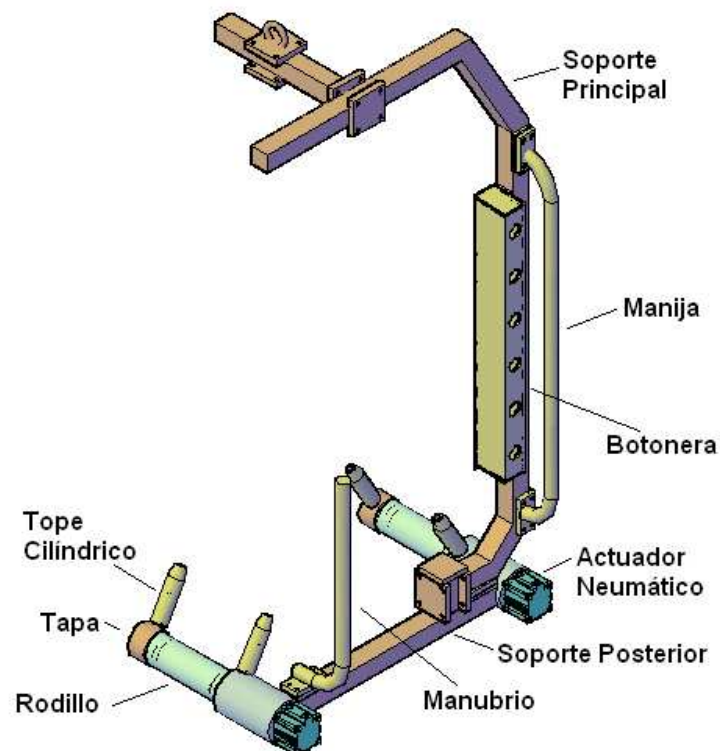


Figura 2.57 Partes que forman el cuerpo del manipulador neumático.

Fuente: Propia del autor

2.3.2.1 Soporte principal

Elaborado en tubo cuadrado de acero estructural, de 40x40x3 mm, es el brazo principal que sirve como peldaño de la base donde descansarán las ruedas, y sobre el cual va montado la manija y la botonera con los pulsadores neumáticos de control, que sirven de mandos para el funcionamiento del sistema neumático.

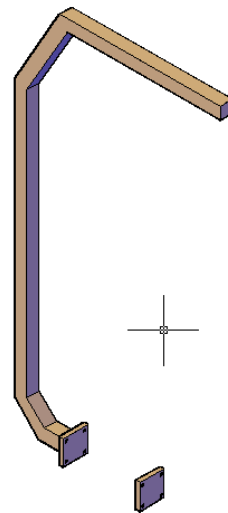


Figura 2.58 Soporte principal

Fuente: Propia del autor

2.3.2.2 Soporte posterior

Construido en tubo cuadrado de acero estructural, de 40x40x3 mm, lleva dos cilindros de acero bonificado soldados a sus extremos, en los cuales van acoplados los ejes macizos que servirán de guía para la base en donde se montaran las ruedas. Además de esto, en la parte posterior van montados los actuadores neumáticos, que se acoplan directamente a los ejes macizos mediante una rosca hembra de diámetro 30 mm.

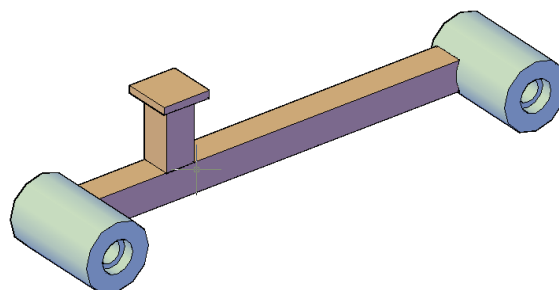


Figura 2.59 Soporte posterior

Fuente: Propia del autor

2.3.2.3 Tope cilíndrico

Construido en poliamida 6 un material conocido como duralon, este tope cilíndrico hace juego con un eje interno, el mismo que va montado en el cilindro de acero, con la finalidad de permitir que la rueda a ser montada sea de fácil manipulación en el momento que se esté empleando el manipulador. Además de esto, este tope cilíndrico cumple la función de asegurar la rueda una vez que haya sido montada en la base del manipulador neumático, evitando que esta se desplace en cualquier dirección.

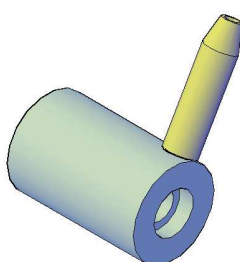


Figura 2.60 Tope cilíndrico

Fuente: Propia del autor

2.3.2.4 Rodillo

Elaborado en acero bonificado, este rodillo va montado sobre los ejes macizos haciendo juego, y sirve de alojamiento para los rodamientos KOYO 6006, además permite que las ruedas puedan girar libremente en el momento de ser montadas en los camiones, esto es importante ya que cada rueda a ser montada en un modelo de camión tiene su propia configuración de montaje, es decir tiene una posición determinada que se debe respetar para ser empotrada en el tambor de un chasis.

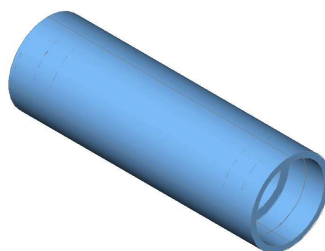


Figura 2.61 Rodillo

Fuente: Propia del autor

2.3.2.5 Eje principal

Se trata de un eje macizo maquinado, el mismo que va alojado en los cilindros de acero bonificado del soporte posterior, y acoplado a los actuadores neumáticos a través de una rosca macho hembra, sirve de soporte para los rodamientos KOYO 6006, y guía para los rodillos en los cuales descansaran las ruedas a ser montadas.

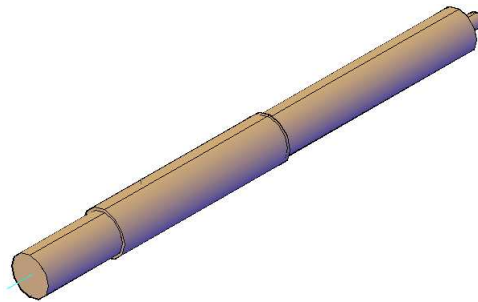


Figura 2.62 Eje principal

Fuente: Propia del autor

2.3.2.6 Tapa

Se trata de un cilindro de acero bonificado, el cual se ubica en la parte delantera del eje macizo, y sirve de tope para los rodillos en el momento en que estos se desplacen cuando el actuador neumático sea activado, además sirve como soporte para el montaje de topes cilíndricos sobre estos, asegurando la rueda por la parte delantera. Son asegurados al eje principal por pernos Allen M8, que encajan en perforaciones roscadas previamente maquinadas.

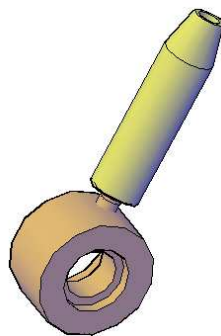


Figura 2.63 Tapa

Fuente: Propia del autor

2.3.2.7 Manija

Construido en tubo redondo de acero estructural de diámetro 25 mm, va acoplado al soporte principal mediante dos placas con pernos Allen M8 pasantes, y sirve de mando mecánico para la operación del manipulador por parte del personal calificado.

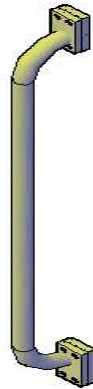


Figura 2.64 Manija

Fuente: Propia del autor

2.3.2.8 Manubrio

Elaborado en tubo redondo de acero estructural de diámetro 25 mm, está situado sobre el soporte posterior, y sirve de medio para ubicar y posicionar el manipulador junto con la rueda, en el tambor del chasis de un camión. Se tiene total control del manipulador, en el momento en que el operario toma con su mano izquierda el manubrio y con su mano derecha la manija, asegurando una correcta y segura posición de trabajo.



Figura 2.65 Manubrio

Fuente: Propia del autor

2.3.2.9 Botonera

Consiste en una caja construida en plancha de acero con dobles y soldadura, en la cual van alojados los pulsadores rasantes de las válvulas neumáticas de control, que sirven como mandos para seleccionar el modelo de rueda y para comandar el funcionamiento del balancín neumático. La caja es montada sobre el soporte principal mediante bases en L aseguradas con pernos M10.

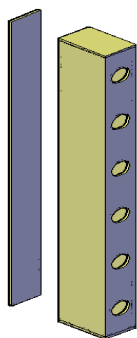


Figura 2.66 Botonera

Fuente: Propia del autor

2.3.2.10 Peldaño

Consiste en una argolla unida a una placa mediante soldadura MIG, en donde la placa presenta 4 perforaciones para pernos pasantes M8, con la finalidad de ser sujeta a un tubo cuadrado de acero estructural de 40x40x3 en forma de un wafer mediante una placa paralela. El peldaño constituye el punto principal sobre el cual va a descansar el peso del manipulador junto con la rueda, razón por la cual este es ubicado en el centro de gravedad de toda la estructura. Toda la estructura que constituye el cuerpo del manipulador es anclada al cable de acero del balancín neumático a través de un cáncamo giratorio, que permite el libre movimiento del manipulador al estar suspendido.

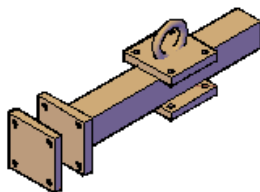


Figura 2.67 Peldaño

Fuente: Propia del autor

2.3.3 SISTEMA DE CONTROL NEUMÁTICO

El sistema de control neumático es el encargado de controlar la presión de aire y aprovechar su energía potencial para engravidar el peso de las ruedas a manipular, para ello emplea un balancín neumático que es el encargado de llevar a cabo todo el esfuerzo que demande el manipulador de ruedas. Se puede decir que el motor que impulsa al manipulador neumático a llevar a cabo su finalidad de engravidar ruedas, es el balancín de elevación gobernado por la red de control neumático que se aloja en un gabinete metálico o caja de control, el mismo que se ancla a un soporte superior de suspensión (véase figura 2.68).

En la siguiente sección se detalla el funcionamiento de un balancín neumático, sus partes y aplicación en el manipulador de ruedas, así como su correcta instalación.

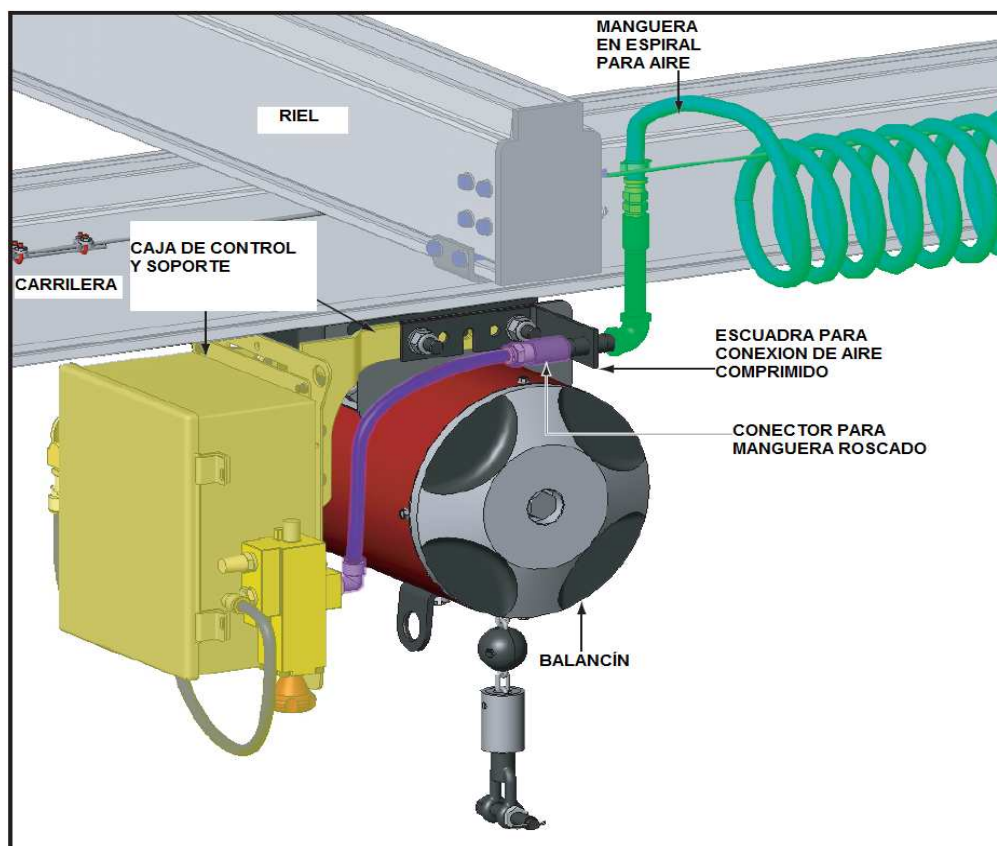


Figura 2.68 Sistema de control neumático

Fuente: Propia del autor

2.3.3.1 Balancín Neumático

2.3.3.1.1 Concepto

Un balancín neumático o de gravedad cero se asemeja a un actuador neumático de simple efecto, con la única diferencia de que en lugar de convertir la energía potencial del aire comprimido en esfuerzos lineales, la aprovecha para generar esfuerzos rotativos a través de un simple mecanismo retráctil y un cable de acero, los cuales permiten desplazar cargas mecánicas verticalmente. Además de esto, un balancín neumático puede equilibrar una carga en cualquier punto vertical de su trayectoria, al anular el peso de esta con la fuerza producida por cierta presión de aire comprimido en su pistón, razón por la cual se ha empleado en el manipulador neumático de ruedas con la finalidad de levantar los pesos considerables de las ruedas de un camión. Un balancín neumático es el elemento ideal a emplear en situaciones que se requieran de esfuerzos elevados para desplazar cargas de un punto a otro con la mayor seguridad.

2.3.3.1.2 Partes

Entre sus partes principales se distinguen las siguientes:

- Placas para soporte que consisten en dos láminas de acero forjado ancladas al balancín por pernos M16, con agujeros de anclaje que permiten la instalación en estructuras de suspensión.
- Balancín fabricado en acero al carbón que envuelve todo el mecanismo de conversión de energía potencial del aire comprimido, en energía mecánica de traslación de carga.
- Indicador de fin de carrera que muestra la máxima carrera vertical permisible de un modelo de balancín.
- Cable de acero fabricado en acero galvanizado con una resistencia al rompimiento mínimo de 1815 kg (4000 libras), y una carga de prueba real de rotura de 2687 kg (5923 lb.) en 1/4 " de diámetro.
- Gancho giratorio de anclaje reforzado que permite el perfecto y rápido acoplamiento con cualquier carga, haciendo que el funcionamiento del balancín neumático sea más seguro y eficiente.



Figura 2.69 Partes de un balancín neumático

Fuente: Propia del autor

2.3.3.1.3 Principio de funcionamiento

En la figura 2.70 se tiene la disposición de todas las partes internas de un balancín neumático que conforman el mecanismo retráctil de elevación de carga. Su funcionamiento se basa en que el aire presurizado entra en la cámara del balancín neumático a través de la toma de aire (el aire comprimido de alimentación está regulado por un gabinete de control, el cual no se muestra en la figura). La presión del aire empuja el pistón, y este a su vez al rodamiento de empuje, el mismo que transfiere la fuerza al carrete que cabalga sobre un tornillo redondo estacionario. El tornillo redondo hace que el carrete gire, enrollando el cable de acero. Cuando se descarga el aire desde la cámara del balancín neumático, el peso de la carga hace que el carrete gire en la dirección opuesta, de manera que facilita que el cable de acero se desenrolle del carrete.

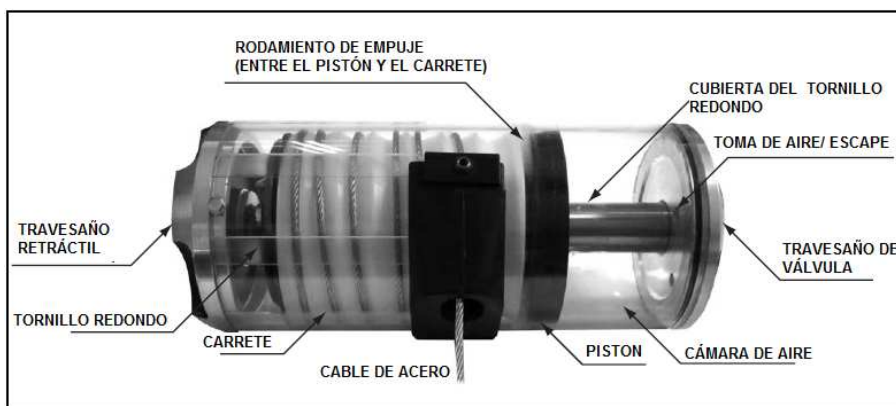


Figura 2.70 Partes de un balancín neumático

Fuente: Propia del autor

El mecanismo de transformación de fuerza lineal a rotacional de un balancín neumático, parte de un principio muy simple que se emplea en la mecánica tradicional, y es el conocido como mecanismo husillo-tuerca.

Un husillo o tornillo es sencillamente un surco helicoidal tallado en la superficie de una barra redonda. Cuando está roscado en un orificio aterrajado, o tuerca, el movimiento rotatorio del tornillo produce movimiento rectilíneo en la rosca. El movimiento rectilíneo producido por el giro del tornillo está determinado por la separación de la rosca. Por cada giro completo de la rosca, una tuerca (por ejemplo) se desplazará una distancia igual a la separación de la rosca, distancia llamada paso. En la figura 2.71 se pueden apreciar estos elementos en una aplicación simple.

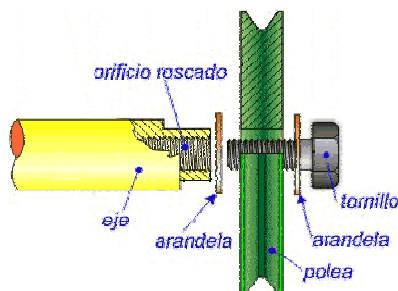


Figura 2.71 Aplicación husillo-tuerca.

Fuente: <http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/html>

En el balancín la aplicación husillo-tuerca se da de forma inversa, es decir la tuerca es desplazada de forma lineal por una fuerza de empuje, y esta al estar montada sobre un tornillo estacionario (libre de movimiento), empezará a girar en su propio eje gracias a un rodamiento construido a base de rodillos cónicos diseñado para este fin, dando como resultado la generación de un movimiento rotacional y lineal en la tuerca, que en el balancín no es otra cosa que el carrete.



Figura 2.72 Rodamiento de rodillos cónicos.

Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/timken-europe/rodamientos-de-rodillos>.

A continuación en la figura 2.73 se muestra el principio de funcionamiento del mecanismo husillo-tuerca aplicado al balancín neumático.

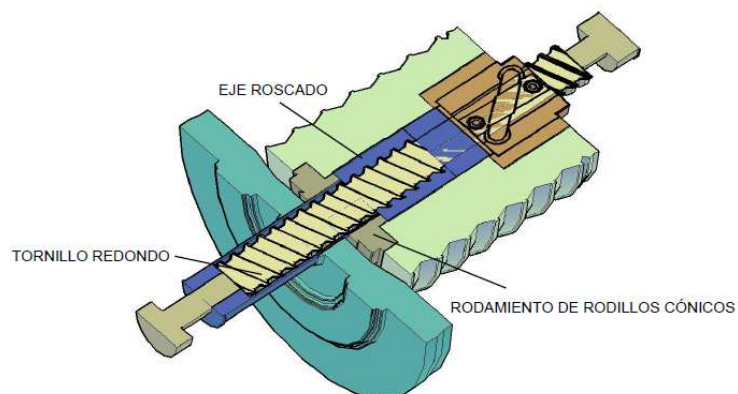


Figura 2.73 Mecanismo interno husillo-tuerca del balancín neumático.

Fuente: Propia del autor

Para comprender de mejor manera el desempeño del mecanismo interno del balancín neumático, se muestra el despiece de este en la figura 2.74.

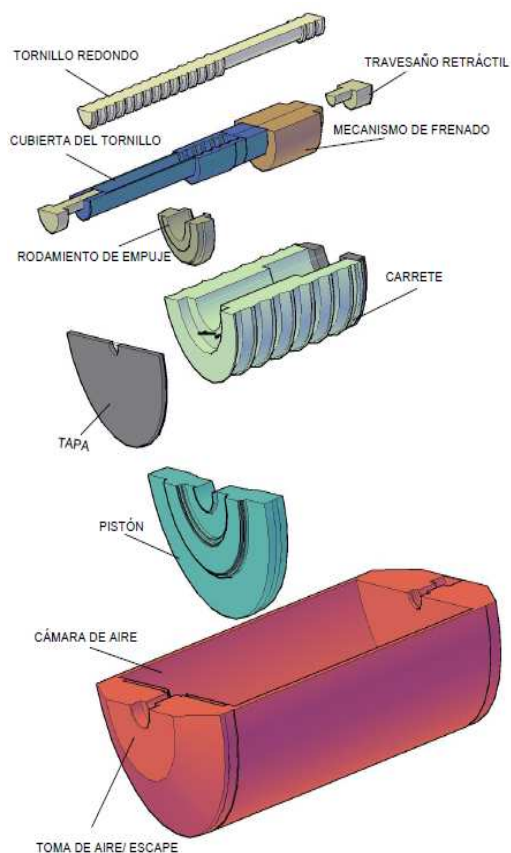


Figura 2.74 Despiece del corte transversal de un balancín neumático.

Fuente: Propia del autor

En la sección siguiente se cita la operación específica que cada parte mantiene en el desarrollo del funcionamiento normal de un balancín, así como el momento de su intervención.

- Toma de aire/escape: Se trata de una abertura en la carcasa del balancín neumático, por donde ingresará el aire comprimido para inundar la cámara de aire y así conseguir una presión necesaria que ejercerá una fuerza lineal sobre el pistón.
- Cámara de aire: Es el espacio en donde se acumulará el aire comprimido proveniente de la alimentación del balancín, el cual es necesario para crear una fuerza que permita liberar el pistón de su inercia, para conseguir el desplazamiento del rodamiento de empuje.
- Pistón: Es la superficie transversal sobre la cual actúa directamente la presión de aire comprimido, generando una fuerza lineal que desplazará al rodamiento de empuje que se encuentra acoplado al carrete del balancín, ya que están alineados en el mismo eje.
- Rodamiento de empuje: Se trata de un tipo de rodamiento que emplea rodillos cónicos para su desempeño, puede soportar grandes aceleraciones y desaceleraciones espontáneas de la carga. El diseño cónico individual soporta cargas de momento angular, axial o rotacional combinadas, lo que permite obtener una mayor eficiencia, y lo hace ideal para permitir la transformación de la fuerza lineal que transmite el pistón, en fuerza rotacional que girará el carrete del balancín neumático.
- Cubierta del tornillo: Consiste en un eje maquinado que hace las veces de una tuerca de longitud extensa, y sobre la cual va montado el carrete que envolverá el cable de acero. Este permite el desplazamiento lineal del carrete a la vez que gira en el tornillo redondo estacionario.

- Tornillo redondo estacionario: Se trata de un husillo o tornillo sin fin, que permite conjuntamente con el rodamiento de empuje, la transformación de la fuerza lineal ejercida por el pistón, en fuerza rotacional para levantamiento.
- Carrete: Es un cuerpo de nylon flexible y altamente resistente, diseñado para alojar el cable de acero, puede retraerse o comprimirse con un valor determinado de carga sin perder sus propiedades de resistencia mecánica.
- Travesaño retráctil: No es otra cosa que un eje maquinado sobre el cual se suspende el tornillo redondo, con la finalidad de garantizar la total libertad de movimiento del carrete sobre el tornillo redondo estacionario.

A continuación se muestra como funciona internamente el mecanismo retráctil del balancín neumático.

La cámara de aire es inundada de aire comprimido a una determinada presión, esta ejerce una fuerza lineal sobre la superficie transversal del pistón. El pistón transmite la fuerza lineal al rodamiento de empuje, que forma un solo conjunto móvil junto con el carrete extendido y la cubierta del tornillo al encontrarse acoplados, como se muestra en la figura 2.75 a continuación.

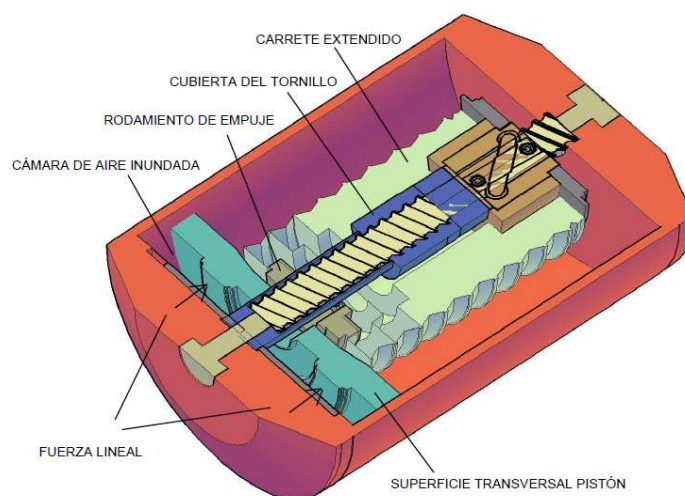


Figura 2.75 Corte transversal de un balancín neumático.

Fuente: Propia del autor

El rodamiento de rodillos cónicos transmite la fuerza lineal del pistón al carrete, gracias a su diseño permite que sea empujado el carrete extendido junto con la cubierta del tornillo, haciendo que estos se desplacen linealmente a través del tornillo redondo estacionario, y al mismo tiempo giren sobre este. Cabe notar en este punto que el carrete empezará a moverse, una vez que el operador del balancín neumático realice un mínimo esfuerzo que lo saque de su inercia.

El movimiento rotacional producido en el carrete, es aprovechado para envolver el cable de acero que sostiene directamente a la carga del balancín neumático, permitiendo que sea elevada y desplazada a cualquier posición.

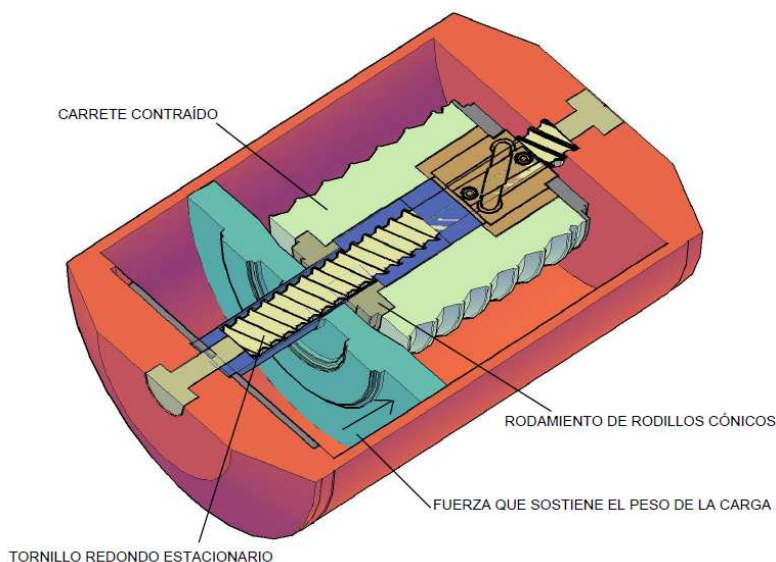


Figura 2.76 Funcionamiento de un balancín neumático.

Fuente: Propia del autor

De esta forma se aprovecha el esfuerzo mecánico producido en el interior del balancín neumático por parte de la presión de aire comprimido, en la elevación y suspensión de cargas que presentan pesos considerables en la industria. El descenso de la carga se da por simple gravedad, puesto a que se extrae el aire comprimido de la cámara del balancín neumático, anulando la fuerza compensatoria que bloqueaba el peso de la carga, dejando que la gravedad actúe sobre está y desenrolle el cable del carrete, girando en dirección contraria.

Para conseguir que el peso de una determinada carga sea engravidado, es necesario inundar la cámara del balancín neumático con una determinada presión de aire, que compense la carga levantada y permita su estancamiento en cualquier posición. Esto ocurre cuando la fuerza producida por el peso de la carga anula a la producida en el pistón por parte de la presión de aire, dando origen a una fuerza resultante igual a cero, por consiguiente cualquier fuerza mínima alterara el equilibrio y permitirá que la carga se desplace hacia arriba o hacia abajo, dependiendo de la dirección en la que se sume la fuerza desequilibrante.

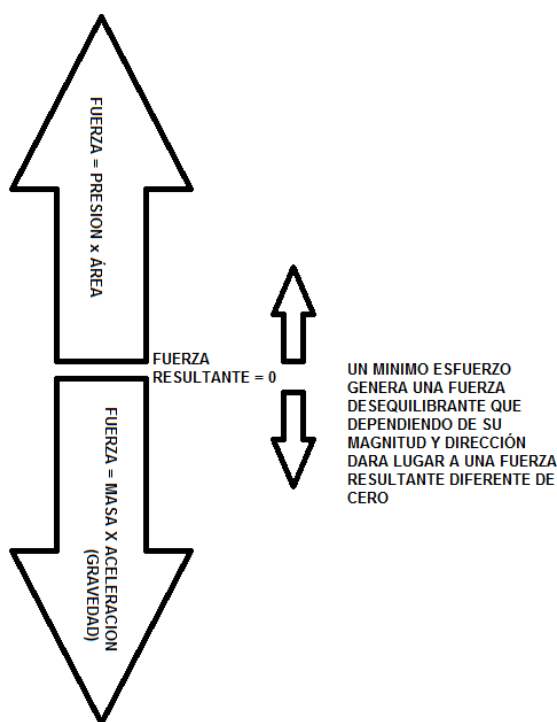


Figura 2.77 Equilibrio de carga

Fuente: Propia del autor

Un balancín neumático está diseñado para engravidar carga, pero puede ser empleado como un dispositivo de elevación siempre y cuando no sobrepase los límites de carga máxima previamente establecidos. La carga máxima de trabajo de un balancín está establecida a 100 psi (6,89 bar), en esta se puede equilibrar una carga, mas no levantarla, ya que si 100 psi (6.89 bar) de presión del sistema no está disponible, entonces el esfuerzo de mover la carga aumentará proporcionalmente a la disminución en la presión del sistema.

La carga debe ser del 65 por ciento de la capacidad del balancín neumático para mantener el equilibrio óptimo. Se recomienda que el peso de la carga total sea 75 por ciento o menos de la capacidad del balancín, para aplicaciones de levantamiento de carga.

2.3.3.1.4 Seguridad

- Control Interno de Retracción

Un balancín neumático viene equipado con un control interno de retracción, sin este, una retracción súbita del cable de acero por pérdida espontánea de cualquier carga podría herir al personal de operación.

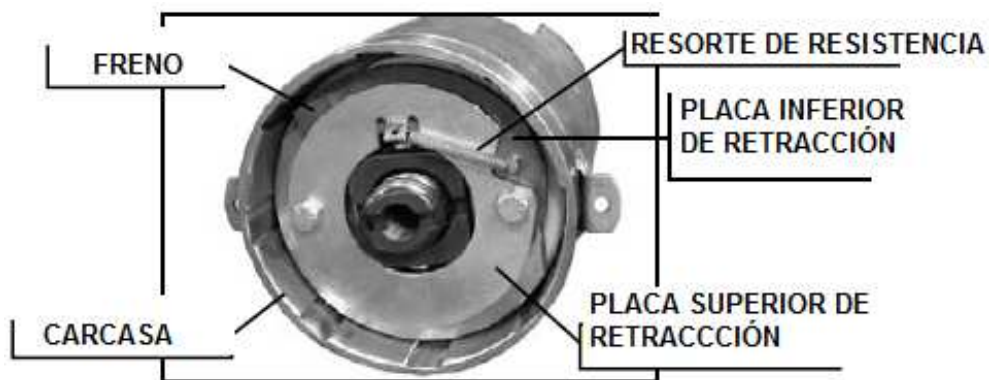


Figura 2.78 Control interno de retracción

Fuente: Propia del autor

Como se puede apreciar en la figura 2.78, el control interno de retracción consiste en los siguientes elementos: placa superior de retracción, placa inferior de retracción, freno, resorte de resistencia y la carcasa.

2.3.3.1.5 Funcionamiento del control interno de retracción

Suponiendo que de repente en el transcurso del desplazamiento de la carga, esta se suelta del cable de acero por falla o agotamiento del gancho y/o cualquier otro factor, la rápida aceleración ascendente produce una fuerza centrífuga que traba el freno en las ranuras de la carcasa del balancín neumático, deteniendo cualquier movimiento.

Las placas de retracción mantienen al freno en su lugar a la vez que sirven de base para el montaje del resorte de resistencia. El resorte de resistencia retraído sostiene el freno en la posición de reposo durante el funcionamiento normal del balancín neumático.

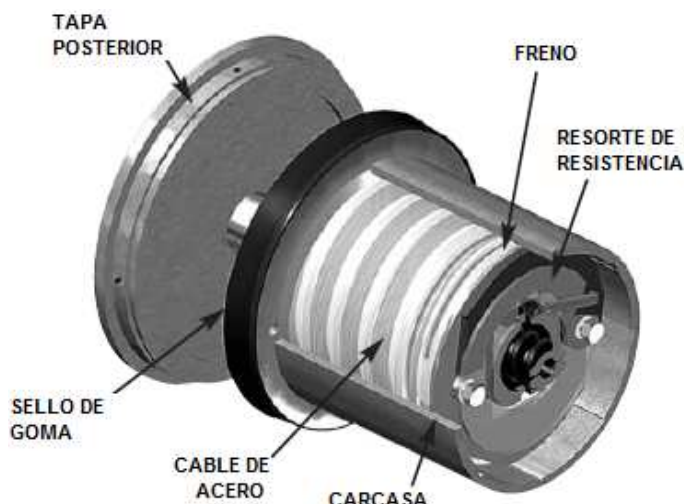


Figura 2.79 Funcionamiento del control interno de retracción

Fuente: Propia del autor

La activación del control interno de retracción no es instantánea. El dispositivo requiere de un momento para acelerar a una velocidad que hace que el mecanismo de trabado funcione, normalmente después de 2 a 4 pulgadas (50 mm a 100 mm) de longitud del cable retraído.

2.3.3.1.6 Instalación

Debemos asegurarnos de que la estructura que servirá como medio de suspensión para el manipulador neumático es capaz de soportar el peso del sistema y la carga. La estructura debe ser capaz de soportar 300 por ciento del peso combinado del balanceador y la carga. No se debe utilizar una estructura que presente inclinaciones que den como resultado el libre desplazamiento del balancín. Para una instalación segura y adecuada se ha empleado para el manipulador neumático un sistema de rieles ergonómicas Knight.

- Mínima altura de instalación

Para determinar la altura ideal a la cual sujetar la carga al gancho del cable de acero de un balancín neumático, se llevan a cabo los siguientes pasos:

1. Obtenemos una primera medida, desde el punto de levantamiento de la carga, al punto más alto de cualquier obstrucción que se presente en el camino al desplazar la carga (Véase la figura 2.80, medida A).

2. Consecutivamente tomamos una medida desde la parte inferior de carga o equipo a levantar, hasta el punto de fijación donde se encuentra el gancho del cable de acero. (Véase la figura 2.80, medida B).

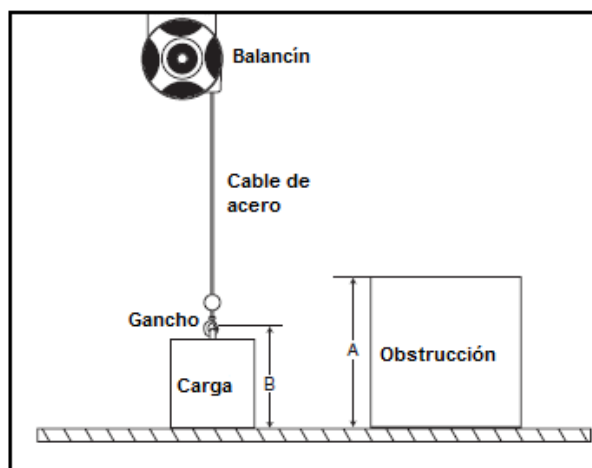


Figura 2.80 Medidas a tomarse para la instalación de un balancín neumático

Fuente: Propia del autor

3.- Restamos las dos medidas, la medida B de la medida A, la diferencia debe ser menor que la carrera total del balancín neumático, la misma que se detalla en su hoja técnica.

4.- La mínima altura para la instalación del balancín neumático en el trole del sistema de rieles Knigth, es la suma de la dimensión "B" y la dimensión "A", más la carrera del balancín neumático, dato que es proporcionado en las especificaciones técnicas del balancín.

- Máxima altura de instalación

Es un dato proporcionado por el fabricante dependiendo de su modelo. Por otro lado se debe considerar que el indicador de fin de carrera (pelota de parada) evita que el cable continúe enrollándose en el balancín, después de que el carrete a culminado su carrera retráctil.

Este indicador no intenta reemplazar a un tope de carrera y no debe ser movido de la ubicación de fábrica.

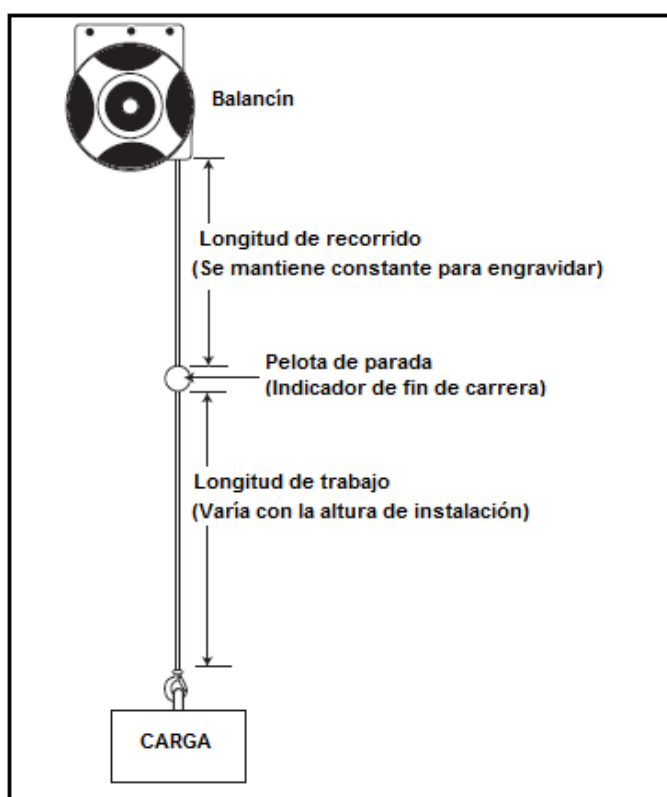


Figura 2.81 Dimensiones de altura para la instalación de un balancín neumático

Fuente: Propia del autor

- Posicionamiento

El balancín neumático se debe colocar directamente encima de la carga, el cable no debe desviarse más de 10 grados geométricos con respecto al eje vertical (Véase la figura 2.82). Desviaciones excesivas pueden causar daños y el desgaste prematuro del balancín neumático.

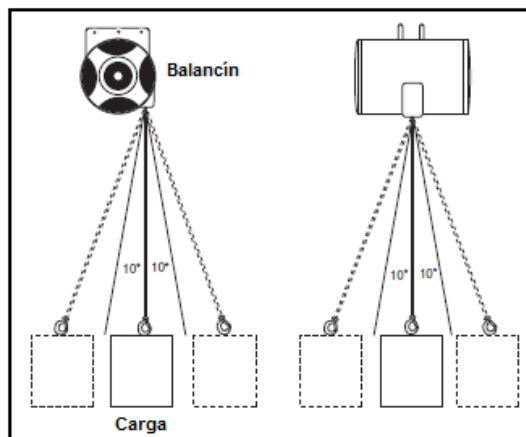


Figura 2.82 Posicionamiento de un balancín neumático

Fuente: Propia del autor

- Instalación del gancho de carga

La instalación del gancho de carga se la lleva a cabo cuidadosamente, ya que este es el punto de unión entre el cable de acero del balancín y el cuerpo mecánico del manipulador.

Luego de que se ha instalado el balancín neumático en un trole con la ayuda de pernos pasantes, empezamos poco a poco a desenrollar el cable de acero hasta que esté completamente extendido a lo largo de su longitud. Acoplamos el gancho de carga al cuerpo del manipulador de ruedas, asegurándonos de que el gancho está asentado por la parte del cáncamo, el pestillo de seguridad está bien cerrado y el cable de acero permite alcanzar el punto inferior requerido para el levantamiento de carga. Pasamos el extremo del cable de acero a través del cilindro abrazadera, consecutivamente por el guardacable acoplado con el cáncamo, y tiramos de este.

Dejamos 2 pulgadas (50 mm) o más de holgura en el cable. Esto evitará que el cable se tense cuando se intente liberar el cuerpo del manipulador o la carga. Tendemos por sí mismo el cable de acero a través del gancho formando un ojo. Apretamos los pernos de sujeción del cilindro abrazadera, alternando entre tornillos hasta que estén ajustados y recortamos el exceso de cable de acero. Es recomendable cubrir el extremo del cable con una cubierta para evitar su deshilachado.



Figura 2.83 Instalación del gancho de carga

Fuente: Propia del autor

- Instalación del trole en el balancín para suspensión

En primer lugar deslizamos dos pernos M16 x 2,0 x 100 mm a través de los agujeros en una de las placas en el soporte del balancín, junto con 2 arandelas M16 como se muestra en la figura 2.84. Se recomienda no apretar demasiado las tuercas, ya que la fatiga por el exceso de apriete puede causar daños en el soporte.

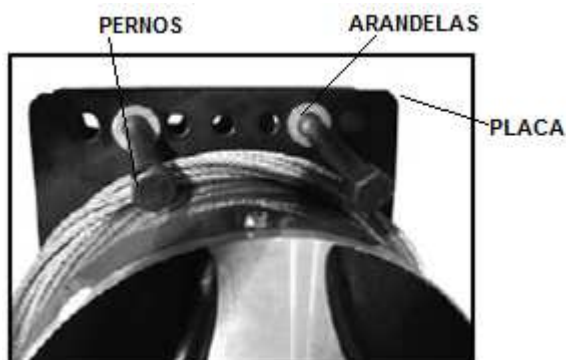


Figura 2.84 Colocación de pernos y arandelas

Fuente: Propia del autor

Consecutivamente un espaciador 5/8 x 1 pulg. (25 mm) es antepuesto en cada perno a través de los orificios de montaje en el trole. Colocamos los dos separadores restantes, uno por perno entre el trole y la placa soporte como se muestra en la figura 2.85.

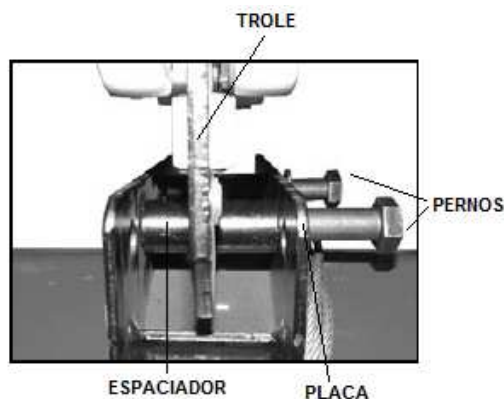


Figura 2.85 Colocación de espaciadores y trole de suspensión

Fuente: Propia del autor

A continuación instalamos dos arandelas planas junto con tuercas M16 en los pernos de montaje, para por último apretar las tuercas hasta que queden bien firmes.

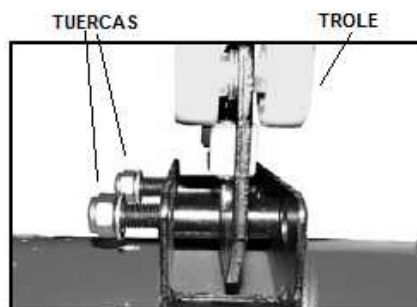


Figura 2.86 Montaje del balancín neumático

Fuente: Propia del autor

- Alimentación de aire comprimido

El aire suministrado debe estar libre de agua o aceite. Para lograr el equilibrio de máxima capacidad, se debe suministrar 100 psi (6,9 bar) de presión al balancín.

El diámetro interior de las tuberías de aire comprimido para alimentación del balancín, no debe ser menor que $\frac{1}{2}$ " (12,7 mm) para asegurar el funcionamiento óptimo. El suministro de aire se conecta después de que el balancín es instalado a la estructura superior a través del trole. Se debe asegurar un suministro mínimo de 16 a 100 cfm a 60 psi (4.1 bar), ya que un flujo inadecuado causará un rendimiento y una velocidad de respuesta muy lenta. No se debe exceder los 150 Psi (10.3 bar) de presión en la alimentación.

La red de control para el pilotaje del balancín neumático desde su diseño y funcionamiento, hasta el dimensionamiento de cada elemento que la compone, se detalla en el capítulo siguiente, debido a su extensión.

2.3.3.2 Soporte superior para el balancín y su gabinete de control neumático.

Constituye una base elaborada en tubo cuadrado de acero estructural de 40x40x3 mm, con perforaciones para pernos pasantes, y reforzada con cortes de platina unidas mediante suelda MIG. Tiene la finalidad de anclar al balancín neumático junto con el gabinete de control neumático al trole de carga del sistema de rieles Knight, para permitir su libre desplazamiento horizontal en las cuatro direcciones, sur, norte, este y oeste. En la figura 2.87 se aprecia su disposición.

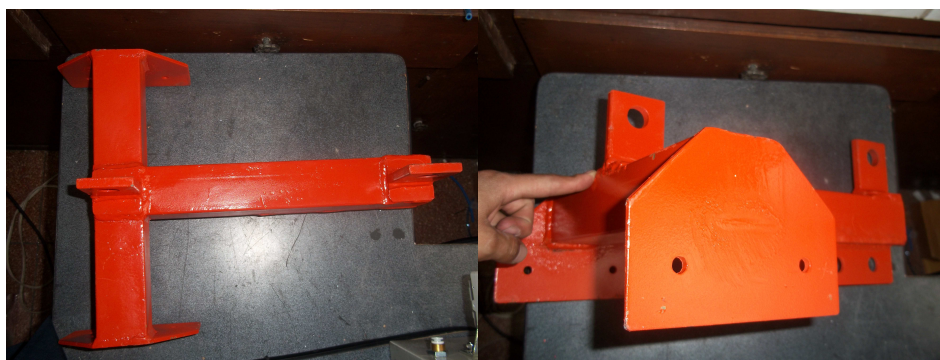


Figura 2.87 Soporte superior

Fuente: Propia del autor

CAPITULO 3

DIMENSIONAMIENTO DETALLADO

3.1 RED DE CONTROL NEUMÁTICO

Para entender el proceso e identificar las operaciones que se llevan a cabo en el montaje de ruedas, se presenta como figura 3.1 un diagrama de flujo, que además de ser una herramienta para entender el proceso, nos ayuda en el diseño de la red de control neumático que gobierna el balancín y los actuadores lineales.

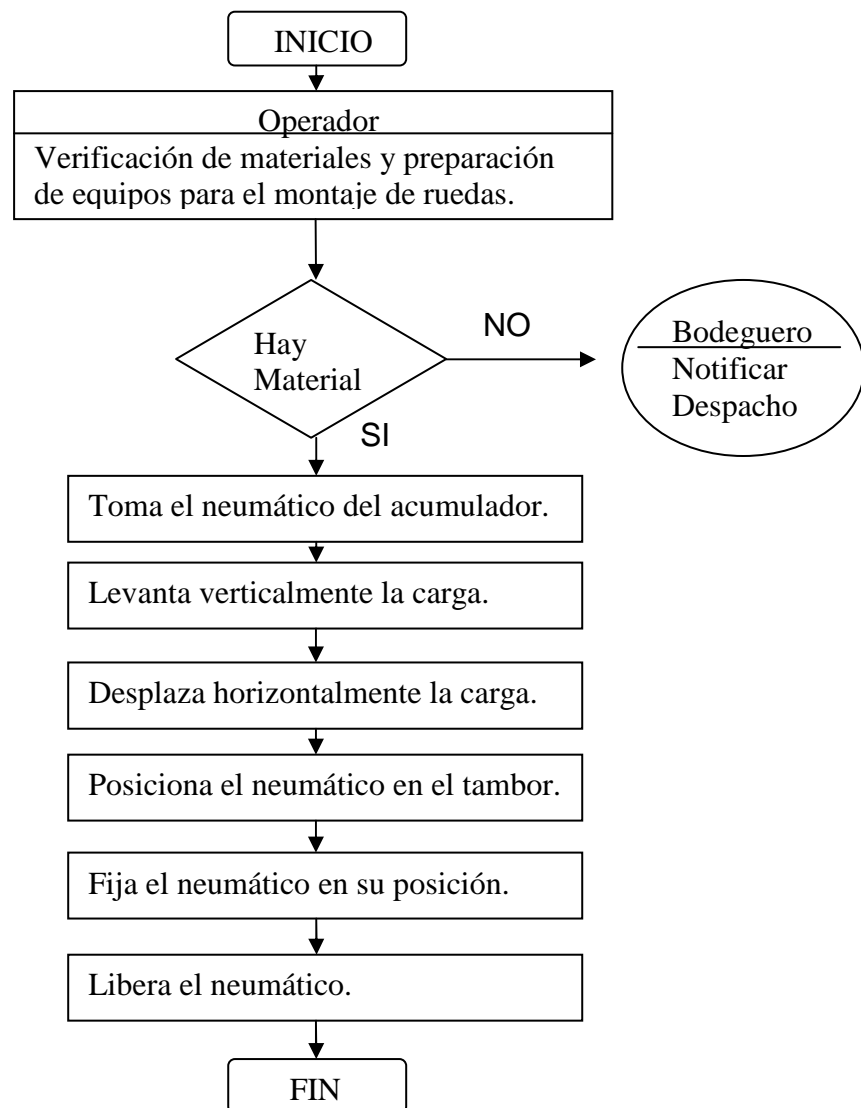


Figura 3.1 Diagrama de flujo para el proceso de montaje de ruedas

Fuente: Propia del autor.

Con el diagrama de flujo de la figura 3.1 determinamos la operación en donde encaja cada actuador neumático, la duración de su intervención y funcionamiento, para con ello diseñar la red de control neumático que gobernará el manipulador de ruedas.

En la figura 3.2 a continuación presentamos un diagrama camino-paso que permite entender de mejor manera el funcionamiento del balancín y los actuadores neumáticos.

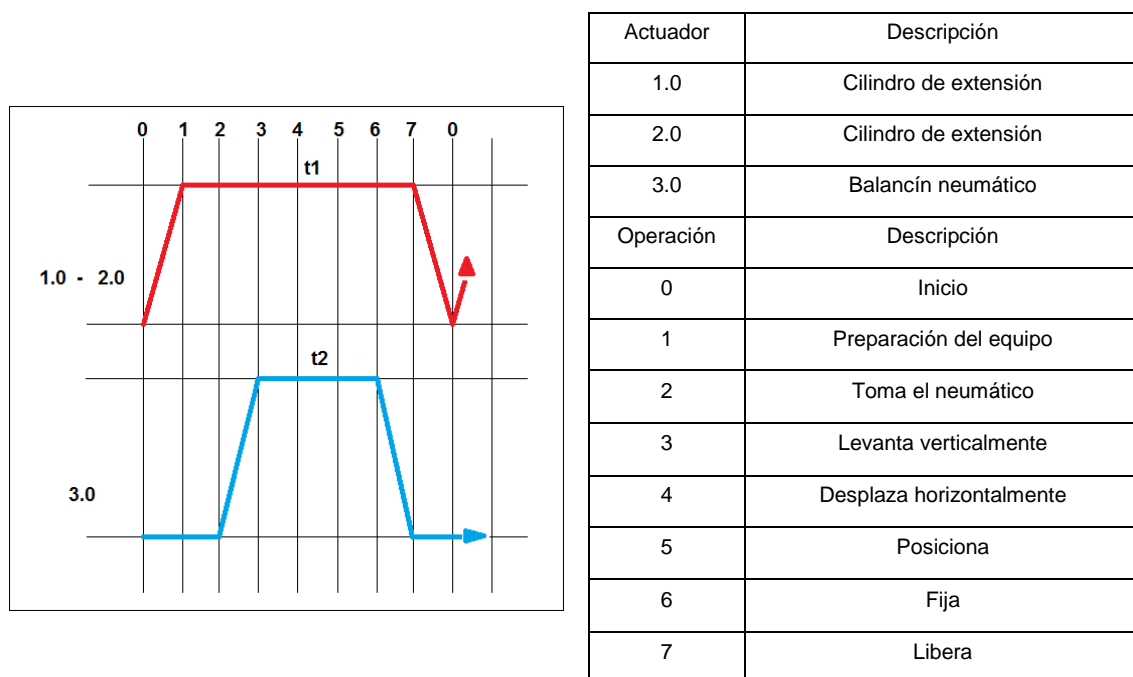


Figura 3.2 Diagrama camino paso para los actuadores neumáticos.

Fuente: Propia del autor.

Notamos entonces en el diagrama camino paso, que en la preparación del equipo antes de tomar el neumático, los cilindros de extensión actúan ensanchando la base para la carga, y permanecen en esta posición hasta que se cumpla un tiempo (t_1), que conlleva que todas las demás operaciones sean efectuadas y la carga sea liberada por completo.

El balancín por su parte, actúa una vez que los cilindros de extensión ensancharon la base del manipulador y permitieron tomar el neumático, para de

manera consecutiva engravidarla, permitiendo que la carga sea levantada, desplazada, posicionada y fijada en el tambor de un modelo de camión, lo cual lleva un tiempo (t_2) menor en magnitud con respecto a (t_1). Cuando el proceso anterior se ha cumplido el balancín neumático permite liberar la carga y volver a las condiciones iniciales, para que el proceso reinicie si es el caso.

Para el diseño de la red de control neumático tomamos como referencia los dos diagramas anteriormente señalados, enfatizando la intervención de los actuadores neumáticos y lo que se busca controlar. De acuerdo a esto resumimos el proceso de montaje de ruedas en tres operaciones simples, las cuales se indican a continuación:

- 1) Selección del modelo de rueda.
- 2) Engravidación del modelo de rueda.
- 3) Liberación del modelo de rueda.

Además de las tres operaciones se tiene en cuenta que cada tipo de camión presenta un diferente modelo de rueda respectivamente, razón por la cual al tratarse de cuatro tipos de camiones, HD78, HD72, HD65 y HD45, se presentan tres tipos de pesos diferentes, ya que el modelo HD78 y HD72 disponen del mismo tipo de rueda.

Entonces para cada tipo de rueda se necesita una presión específica que levante su peso, motivo por el cual se emplean reguladores de presión de precisión que determinen una presión para el modelo seleccionado.

A continuación se muestra una serie de imágenes obtenidas del software de simulación FLUIDSIM de las industrias alemanas FESTO, en donde se ha diseñado en base a los puntos considerados previamente, una red neumática de control que permita gobernar las intervenciones del balancín y cilindros neumáticos. Y en base a las tres operaciones que resumen el proceso, se ha simulado el arranque de la red neumática de control, con el objetivo de comprobar su correcto desempeño y explicar su funcionamiento.

Seguido en la figura 3.3 se muestra el circuito neumático de control cargado en el programa Fluidsim, con la descripción de cada elemento.

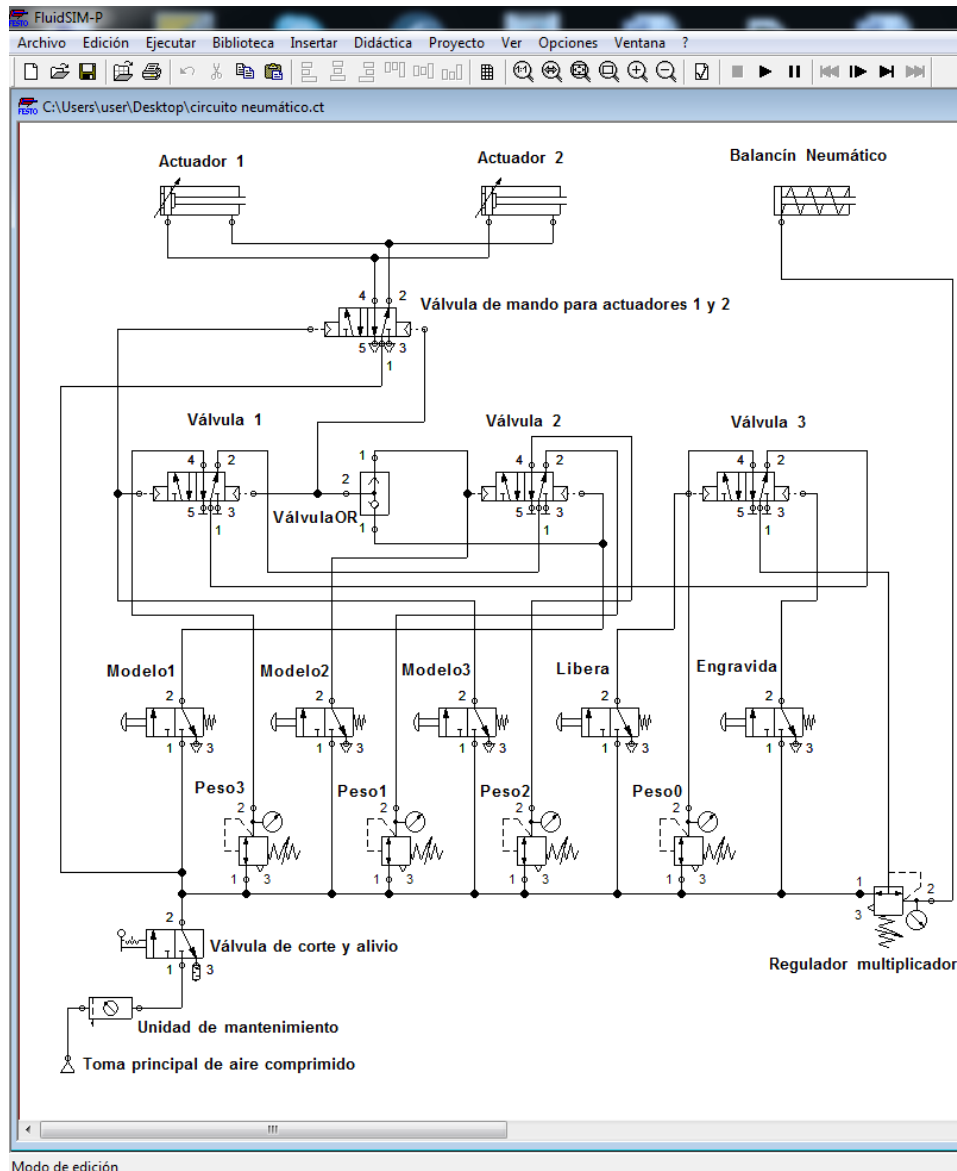


Figura 3.3 Circuito neumático para el sistema de control del manipulador.

Fuente: Propia del autor a través del software Fluidsim (FESTO).

3.1.1 SIMULACIONES DEL FUNCIONAMIENTO DEL CIRCUITO NEUMÁTICO

3.1.1.1 Selección del modelo de rueda

Al arrancar la simulación, el circuito neumático es alimentado con 6 bares, que es la presión de trabajo con la que cuenta AYMESA, de manera que en la figura 3.4 podemos apreciar que la presión de aire representada por la línea remarcada de

color azul oscuro, avanza desde la toma de aire principal hacia la válvula de corte y alivio (0.2), en donde es retenida ya que esta se encuentra normalmente cerrada. Previamente el aire comprimido ha pasado y ha sido tratado por la unidad de mantenimiento (0.1). La línea de color celeste representa la tubería en donde no se tiene presión de aire comprimido.

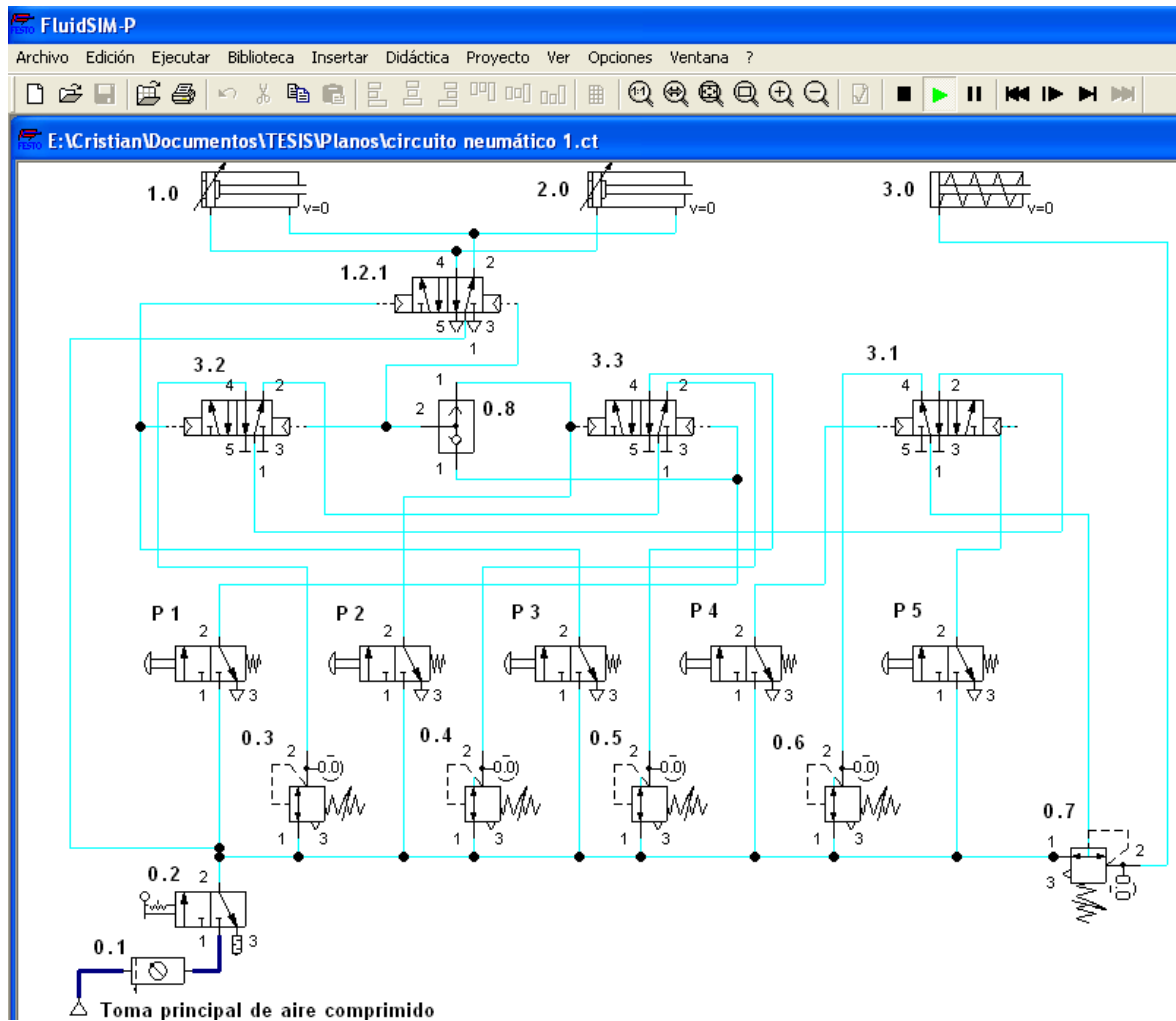


Figura 3.4 Simulación de la alimentación de aire comprimido al circuito neumático.

Fuente: Propia del autor a través del software Fluidsim (FESTO).

Las líneas finas de color azul oscuro representan las tuberías que cuentan con baja presión de aire comprimido, por el contrario las líneas remarcadas son las que presentan una elevada presión de aire comprimido.

En la figura 3.5 notamos que al accionar la válvula manual (0.2), el aire es distribuido a todos los pulsadores, en donde es retenido. De igual manera el aire circula hacia las válvulas (3.2), (3.3) y (3.1), pasando en primer lugar por los reguladores (0.3), (0.4), (0.5) y (0.6) los cuales están regulados a un determinado valor, dependiendo de la presión que se desee enviar al regulador pilotado (0.7), en este paso esta siendo pilotado por el regulador (0.6), de manera que la presión determinada para el peso cero o muerto esta siendo suministrada al balancín (3.0), lo cual quiere decir que el manipulador se encuentra en posición de reposo y levantara solamente el peso de su cuerpo mecánico. Al mismo tiempo es alimentada la válvula (1.2.1) que mantiene a los cilindros 1.0 y 2.0 en posición de reposo.

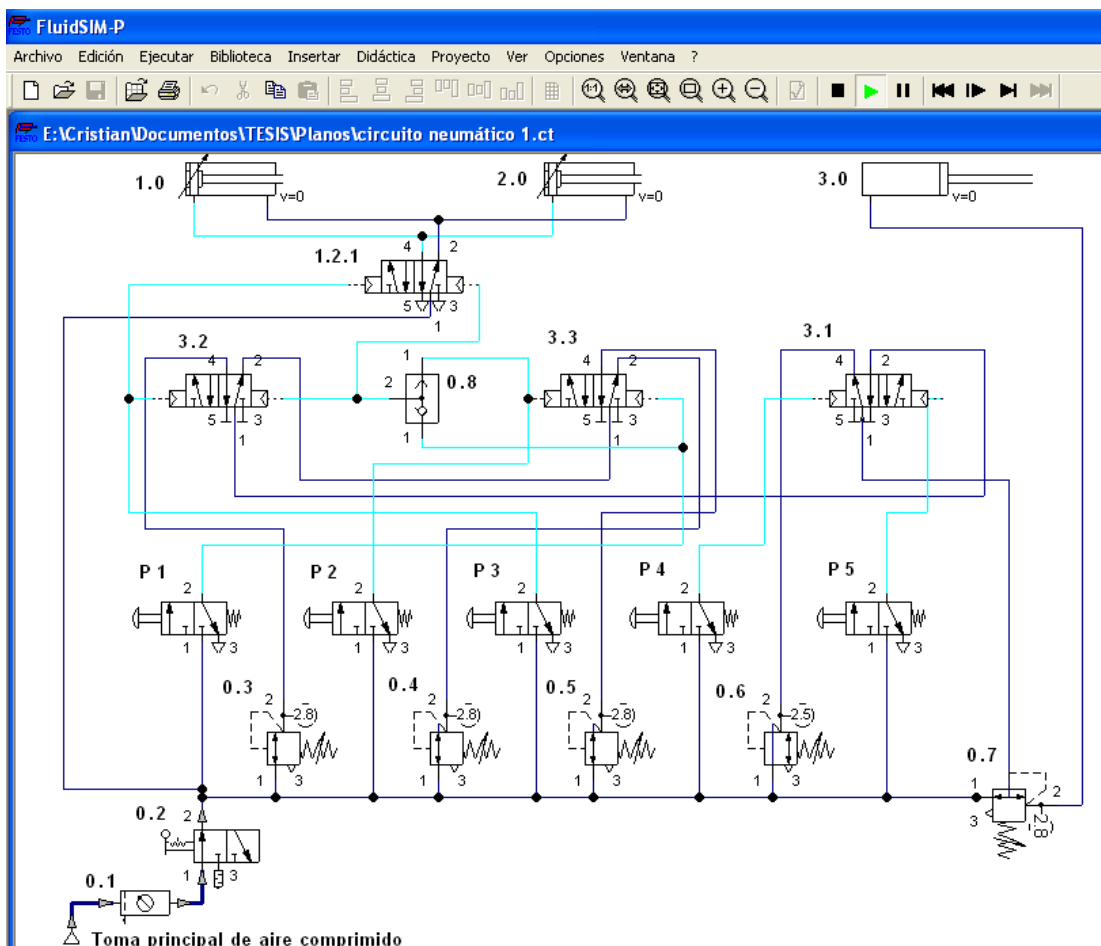


Figura 3.5 Simulación del funcionamiento del peso cero o muerto.

Fuente: Propia del autor a través del software Fluidsim (FESTO).

Existen cuatro tipos de camiones Hyundai, de los cuales dos comparten el mismo modelo de rueda, lo que daría tres modelos resultantes de donde el operador a través del circuito neumático del manipulador elije con cual trabajar. Para nuestro propósito de simulación elegimos el tercer modelo, ya que al tratarse de un modelo de rueda de Rin mayor en comparación con los otros modelos, es el que necesita de la activación de los cilindros neumáticos (1.0) y (2.0), con la finalidad de que la base del cuerpo mecánico del manipulador se ensanche para encajar perfectamente.

El proceso de selección de los otros dos modelos se da de forma similar, con la única diferencia de que para el primero y el segundo modelo, los cilindros neumáticos (1.0) y (2.0) no son activados, ya que son ruedas de un Rin menor, esto se consigue mediante el empleo de una válvula selectora (0.8), la cual es conectada en una configuración que garantice estabilidad de la posición inicial de la válvula de mando (1.2.1).

En la figura 3.6 notamos que al presionar el pulsador (P3), el aire comprimido circula hacia la válvula (3.2), haciendo que esta cambie de posición, de manera que la presión establecida en el regulador (0.3) para el tercer modelo de rueda circula por la válvula (3.2) y avanza hacia la válvula (3.1), en donde es retenida, ya que el escape de esta marcada con el número 3, esta taponado por un tapón de $\frac{1}{4}$ de pulgada.

Cabe recalcar que una válvula neumática al ser un interruptor de presión de aire comprimido, puede ser empleada para que el sentido de circulación de aire se dé en cualquier dirección, en las figuras de simulación para nuestro no es recomendable guiarse por las flechas que presentan los símbolos de las válvulas. Al mismo tiempo que el aire comprimido cambia de posición a la válvula (3.2) cuando se presiona el pulsador (P3), hace lo mismo con la válvula de mando 1.2.1, permitiendo que la presión de aire comprimido sea suministrada a los actuadores neumáticos, cilindros (1.0) y (2.0), provocando su accionamiento. El aire contenido en el lado opuesto de los cilindros es desfogado a la atmósfera por el escape marcado con el número 3 de la válvula 1.2.1.

En este paso el balancín neumático (3.0), continúa alimentado por la presión de peso cero o peso muerto suministrada por el regulador (0.6), esperando el cambio de posición de la válvula (3.1) para tomar la presión del regulador dependiendo del modelo que el operador haya elegido.

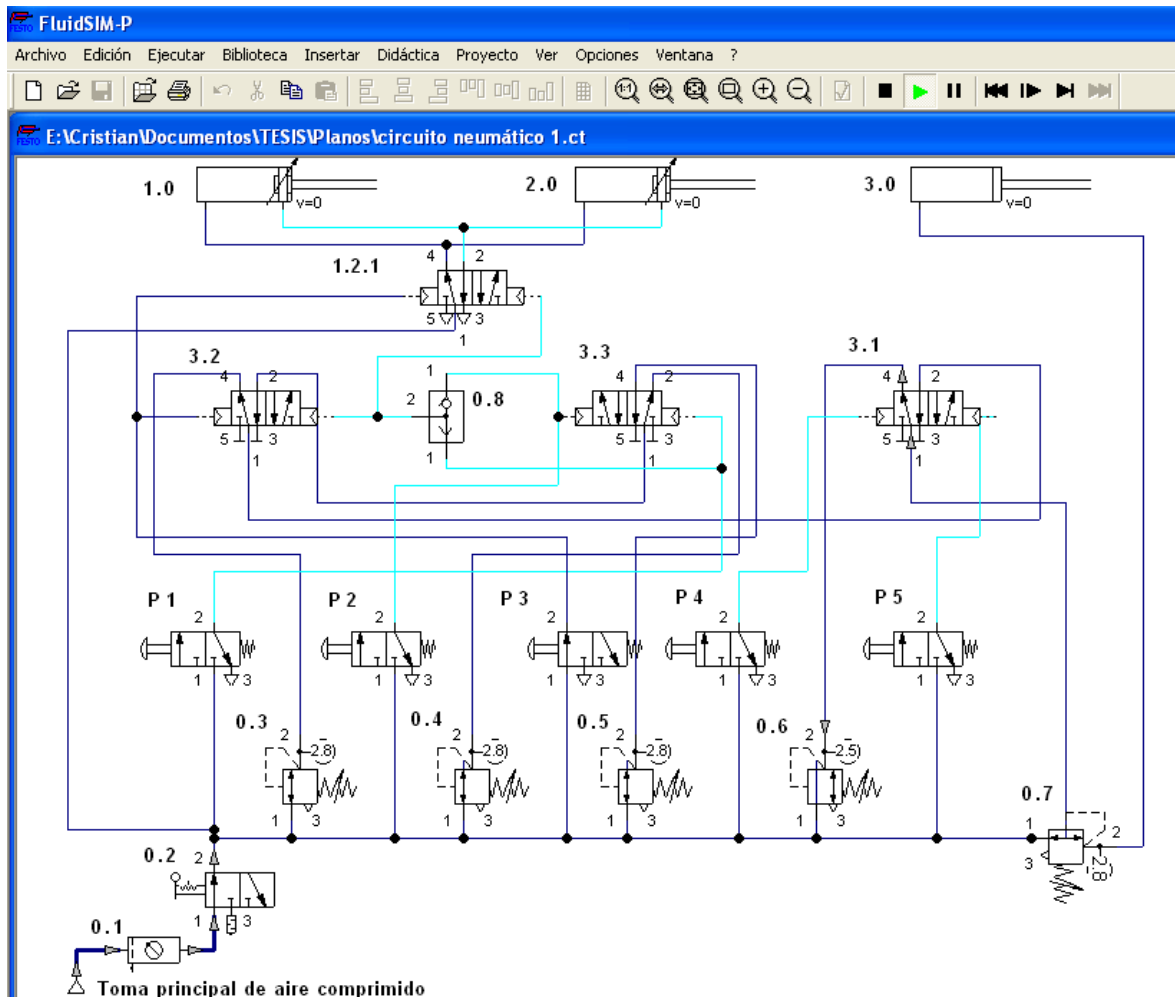


Figura 3.6 Simulación para la selección del tercer modelo de rueda.

Fuente: Propia del autor a través del software Fluidsim (FESTO).

3.1.1.2 Engravidación del modelo de rueda

Una vez seleccionado el modelo de rueda a ser montado, es momento de engravidar el manipulador de ruedas al peso seteado, para conseguir que este eleve la rueda y permita su manipulación y montaje. Al presionar el pulsador (P5) permitimos que el aire comprimido circule hacia el mando de la válvula (3.1), dando como resultado el cambio de posición de esta.

Cuando la válvula (3.1) ha cambiado de estado, la presión de aire comprimido establecida para el peso cero o peso muerto del manipulador es bloqueada, en lugar de esta, la presión para el tercer modelo de rueda que es suministrada por el regulador (0.3), avanza hacia el regulador multiplicador (0.7), con el objetivo de pilotarlo y que este sea el encargado de permitir el paso de mayor o menor presión de aire hacia el balancín neumático (3.0), tal como se puede apreciar en la figura 3.7. Con esto se consigue que el manipulador de ruedas consiga levantar el peso de la carga más el de su cuerpo mecánico.

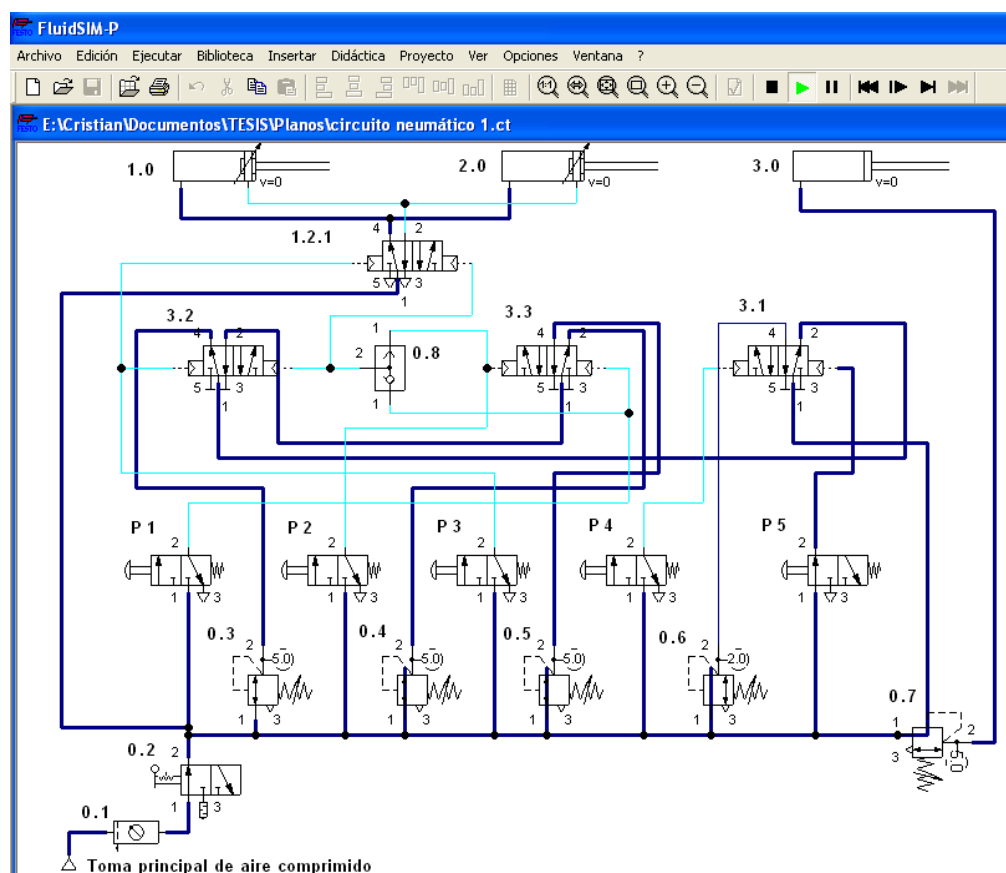


Figura 3.7 Simulación para la engravidación del modelo de rueda.

Fuente: Propia del autor a través del software Fluidsim (FESTO).

3.1.1.3 Liberación del modelo de rueda

Cuando el modelo de rueda seleccionado ha sido montado en el tambor del chasis de un camión, ubicado y asegurado, se procede a liberar la rueda, dejando al manipulador con la presión de peso cero o muerto, necesaria para sostener el peso de su cuerpo mecánico.

En la figura 3.8, al presionar el pulsador (P4) conseguimos que la válvula (3.1) regrese a su posición inicial, dando como resultado la interrupción del suministro de aire del regulador (0.3), y al mismo tiempo la alimentación del manipulador con la presión de peso muerto del regulador (0.6). Con esto el manipulador queda en posición inicial o de reposo, listo para tomar otra rueda y repetir el proceso si fuese el caso.

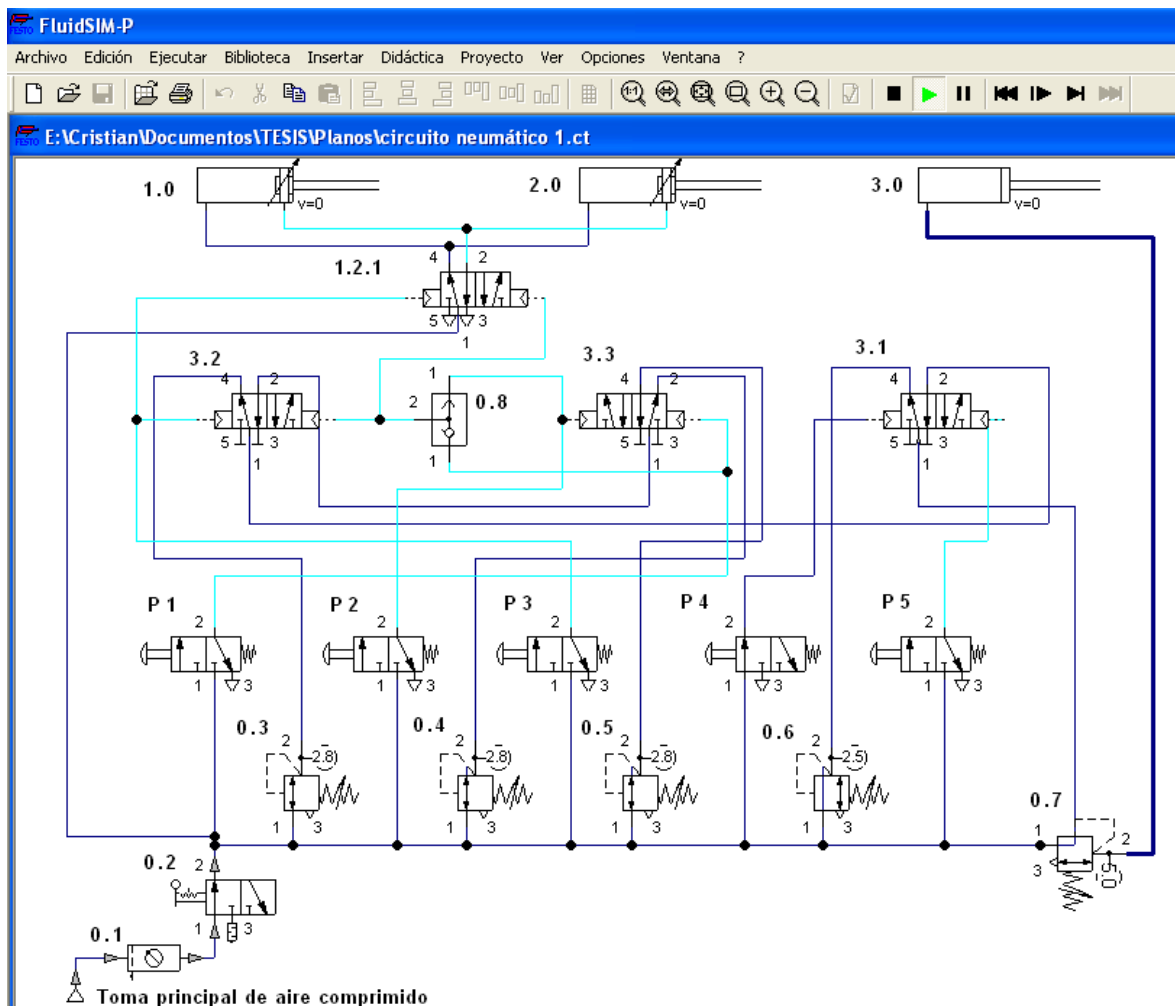


Figura 3.8 Simulación para la liberación del modelo de rueda.

Fuente: Propia del autor a través del software Fluidsim (FESTO).

El retorno de los actuadores (1.0) y (2.0) a su posición inicial, se dará cuando el operador del manipulador seleccione un modelo de rueda de Rin menor, a través de los pulsadores (P2) o (P3), ya que al tratarse de una rueda de menores dimensiones no necesitará que la base del cuerpo mecánico este ensanchada.

3.2 EQUIPOS COMERCIALES

3.2.1 DIMENSIONAMIENTO DEL ACTUADOR LINEAL

3.2.1.1 Cálculo del diámetro del tubo del cilindro neumático

Para determinar el diámetro del tubo del cilindro neumático a emplearse, se tiene en cuenta el peso de la carga que se busca desplazar horizontalmente, tanto en la extensión como en la contracción del cilindro. En el caso de nuestro manipulador neumático, se tienen como carga principal dos ejes de acero. El primer eje se considera como un eje macizo de acero de 30 mm de diámetro, equivalente a ejes de 1 ¼" de sección, cuya longitud es de 1 metro aproximadamente, ya que se considera dos veces la longitud de 35mm al emplearse 2 ejes (esta longitud se toma del plano mecánico presentado en el anexo No 7), el segundo es un eje de acero de 63 mm de diámetro equivalente a un eje de 2 ½" aproximadamente, y cuya longitud se estima bondadosamente como 1 metro, en base a la tabla 3.1 determinamos el peso de los ejes, los cuales serían 5.5 y 9 kilogramos respectivamente. Si sumamos las dos magnitudes tenemos un valor de 14.5 kilogramos, ahora redondeamos el valor a 15 kilogramos ya que se tiene presente el peso relativo de los topes cilíndricos y la platina de unión, que también son desplazados por el cilindro del manipulador.

Diámetro pulg.	Propiedades Estáticas			
	Peso kg/m	I cm ⁴	S cm ³	r cm
½"	4,30	22,2	17,39	745,0
¾"	4,50	26,7	20,99	1197,0
1"	5,50	36,9	28,97	2105,5
1 ¼"	5,50	41,3	32,41	2949,2
1 ½"	7,00	52,2	41,00	3684,6
1 ¾"	7,00	58,5	45,93	5180,2
2 "	9,00	74,7	58,61	6514,3
2 ½"	9,00	89,0	69,88	11040,0
3 "	11,00	108,1	84,87	13243,3

Tabla 3.1 Tabla de especificaciones para ejes macizos de acero.

Fuente: Catálogo aceros Bohler 2011.

Con el peso total de la carga (15 kilogramos), determinamos el diámetro del tubo del cilindro neumático empleando la figura 3.9, para ello se considera un factor de

carga de 0.2, dado que nuestro manipulador funcionara eventualmente, a una velocidad moderada, y su desplazamiento es horizontal sobre una guía. La presión de trabajo con la que se va a alimentar el cilindro es de 0.6 MPa.

En la figura 3.9 se determina entonces el diámetro del cilindro, partiendo de la presión de trabajo (1) hacia la línea del factor de carga (2), se traza una perpendicular que cruce con el peso de la carga (3), se busca entonces la intersección con el diámetro del cilindro (4), para nuestro caso es un cilindro de diámetro de tubo 50 mm.

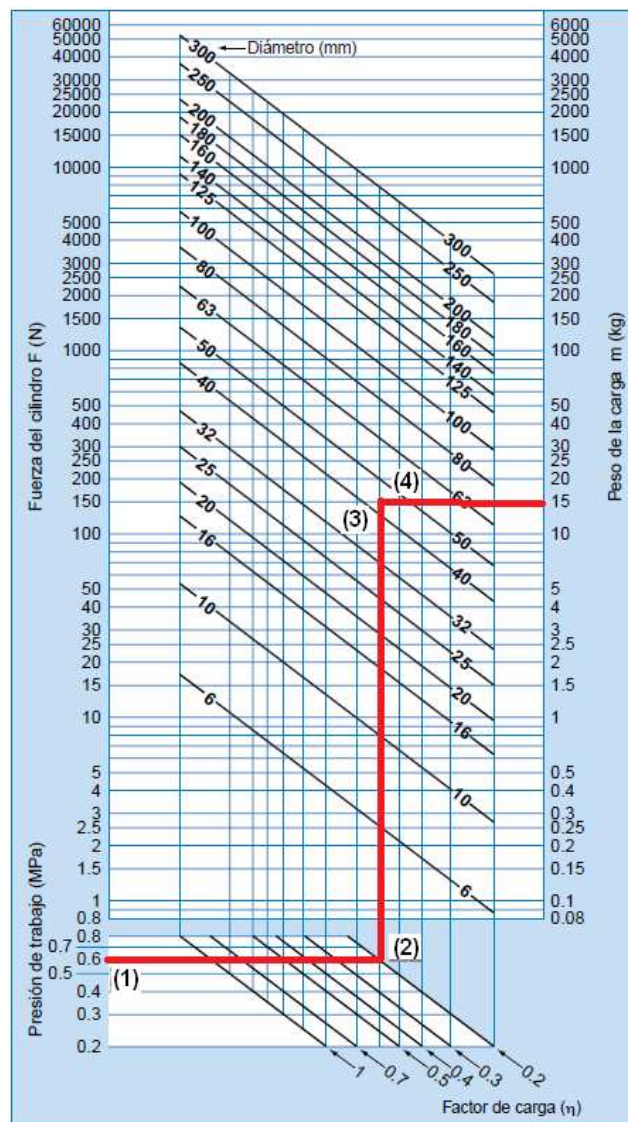


Figura 3.9 Diagrama para la obtención del diámetro del tubo del cilindro.

Fuente: Catálogo actuadores neumáticos SMC 2010.

Elegimos entonces un cilindro neumático SMC, de doble efecto, sin detección magnética de reducida longitud, que permite el ahorro de espacio, ayudando a que el equipamiento y el dispositivo de montaje sean más compactos. Su carrera es determinada por la aplicación, para nuestro caso 30mm ya que es la distancia que la base del soporte mecánico debe desplazarse.

Modelo: CQ2B50 – 30D (SMC)



Figura 3.10 Cilindro neumático compacto.

Fuente: Catálogo SMC, Series CQ2, España 2011.

3.2.1.2 Características del actuador lineal dimensionado

CRITERIO	CARACTERÍSTICA
Diámetro del cilindro	50 mm
Carrera del cilindro	30 mm
Presión de prueba	1.5 MPa.
Presión máxima de trabajo	1.0 MPa.
Conexionado	Conexión roscada PT de 1/4"
Montaje	Taladros pasantes
Velocidad de trabajo	5 a 250 mm/s

Tabla 3.2 Ficha técnica para el cilindro CQ2B50 – 30D (SMC)

Fuente: Catálogo Series CQ2 SMC España

3.2.1.3 Cálculo de la fuerza del cilindro neumático.

En base a lo tratado en el capítulo 2, en la sección de aire comprimido, la fuerza teórica del cilindro neumático se calcula así:

Cilindro de doble efecto (en el avance):

$$F_n = (A \times P) - F_r$$

Cilindro de doble efecto (en el retorno):

$$F_n = (A' \times P) - F_r$$

En donde se tiene que:

F_n : Fuerza efectiva o real del émbolo Newtons

A : Superficie útil del émbolo = $(\text{Diámetro}^2 \times \pi) / 4$ cm^2

A' : Superficie útil del anillo del émbolo = $(\text{Diámetro}^2 - \text{diámetro}^2) \times \pi / 4$ cm^2

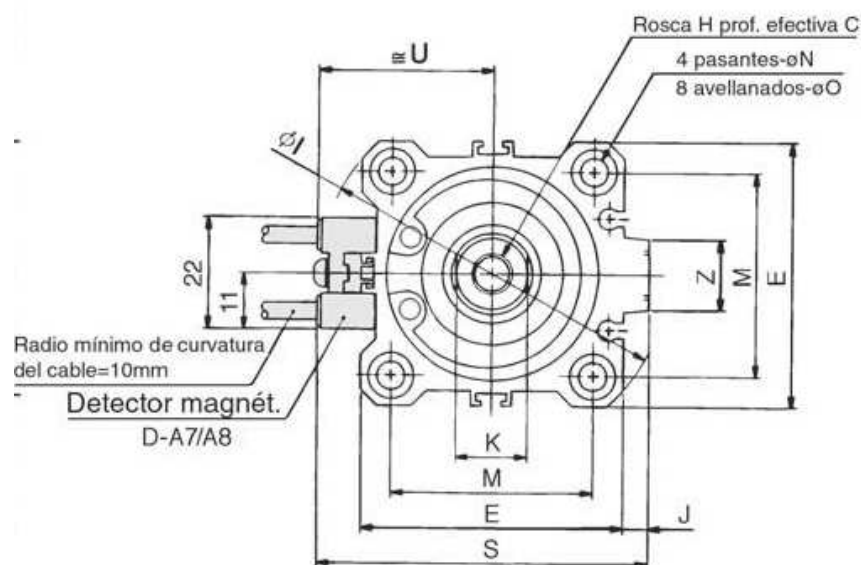
P : Presión de trabajo bar

F_r : Fuerza de rozamiento (3-20%). Newtons

Diámetro: Diámetro del émbolo mm

diámetro: Diámetro del vástago mm

Las dimensiones de los diámetros del cilindro dimensionado se tienen a continuación en la figura 3.11:



Dimensiones estándar		(mm)																		
ø cilindro (mm)	Rango carrera (mm)	Sin detector magnético					Con detector magnético					C	D	E	H	I	J	K	L	M
		A	B	F	P	Q	A	B	F	P	Q									
32	5	30	23	5.5	M5	11.5	40	33	7.5	1/8	10.5	13	16	45	M8	60	4.5	14	7	34
	10 a 50	40	33	7.5	1/8	10.5	40	33	7.5	1/8	10.5	13	16	45	M8	60	4.5	14	7	34
	75, 100	40	33	7.5	1/8	10.5	40	33	7.5	1/8	10.5	13	16	45	M8	60	4.5	14	7	34
40	5 a 50	36.5	29.5	8	1/8	11	46.5	39.5	8	1/8	11	13	16	52	M8	69	5	14	7	40
	75, 100	46.5	39.5	8	1/8	11	46.5	39.5	8	1/8	11	13	16	52	M8	69	5	14	7	40
	10 a 50	38.5	30.5	10.5	1/4	10.5	48.5	40.5	10.5	1/4	10.5	15	20	64	M10 X 1.5	86	7	17	8	50
50	75, 100	48.5	40.5	10.5	1/4	10.5	48.5	40.5	10.5	1/4	10.5	15	20	64	M10 X 1.5	86	7	17	8	50

Figura 3.11 Dimensiones del cilindro neumático CQ2B50 – 30D (SMC).

Fuente: Catálogo Series CQ2 SMC España

Se calcula entonces las áreas efectivas del cilindro, con los datos tomados de la figura 3.11.

$$A: \text{Superficie útil del émbolo} = ((5\text{cm})^2 \times 3.14) / 4 = 19.6 \text{ cm}^2$$

$$A': \text{Superficie útil del anillo del émbolo} = (((5\text{cm})^2 - (1.7\text{cm})^2) \times 3.14) / 4 = 17.36 \text{ cm}^2$$

Considerando una presión de trabajo de 600 KPa, y que la fuerza de rozamiento es un 20 % de la fuerza teórica calculada se tiene:

(En el avance):

$$\text{Fuerza teórica} = ((19.6 \times 10^{-4} \text{ m}^2) \times 6 \times 10^5 \text{ N/m}^2) = 1176 \text{ N}$$

$$\text{Fuerza de rozamiento} = 1176 \times 0.2 = 235.2 \text{ N}$$

$$\text{Fuerza real teórica del cilindro} = 1176 \text{ N} - 235.2 \text{ N} = 940.8 \text{ N}$$

(En el retorno):

$$\text{Fuerza teórica} = ((17.36 \times 10^{-4} \text{ m}^2) \times 6 \times 10^5 \text{ N/m}^2) = 1041.6 \text{ N}$$

$$\text{Fuerza de rozamiento} = 1041.6 \times 0.2 = 208.32 \text{ N}$$

$$\text{Fuerza real teórica del cilindro} = 1041.6 \text{ N} - 208.32 \text{ N} = 833.28 \text{ N}$$

3.2.1.4 Cálculo del consumo de aire del cilindro.

En equipos que utilizan cilindros, el consumo de aire es el volumen de aire consumido en el cilindro. El volumen de aire requerido es el volumen de aire necesario para hacer funcionar una carga a una velocidad determinada.

Mediante la figura 3.12 determinamos el consumo de aire del cilindro anteriormente dimensionado, partiendo de la línea diagonal que marca la presión de trabajo (1), en nuestro caso 0.6 MPa, buscamos el punto de intersección con la carrera del cilindro, para nuestro caso es una carrera relativamente pequeña de 30mm, una vez identificado trazamos una perpendicular hacia arriba, que corte la línea diagonal del diámetro del cilindro (2), hecho esto se mira hacia la izquierda o derecha para determinar el consumo de aire en litros.

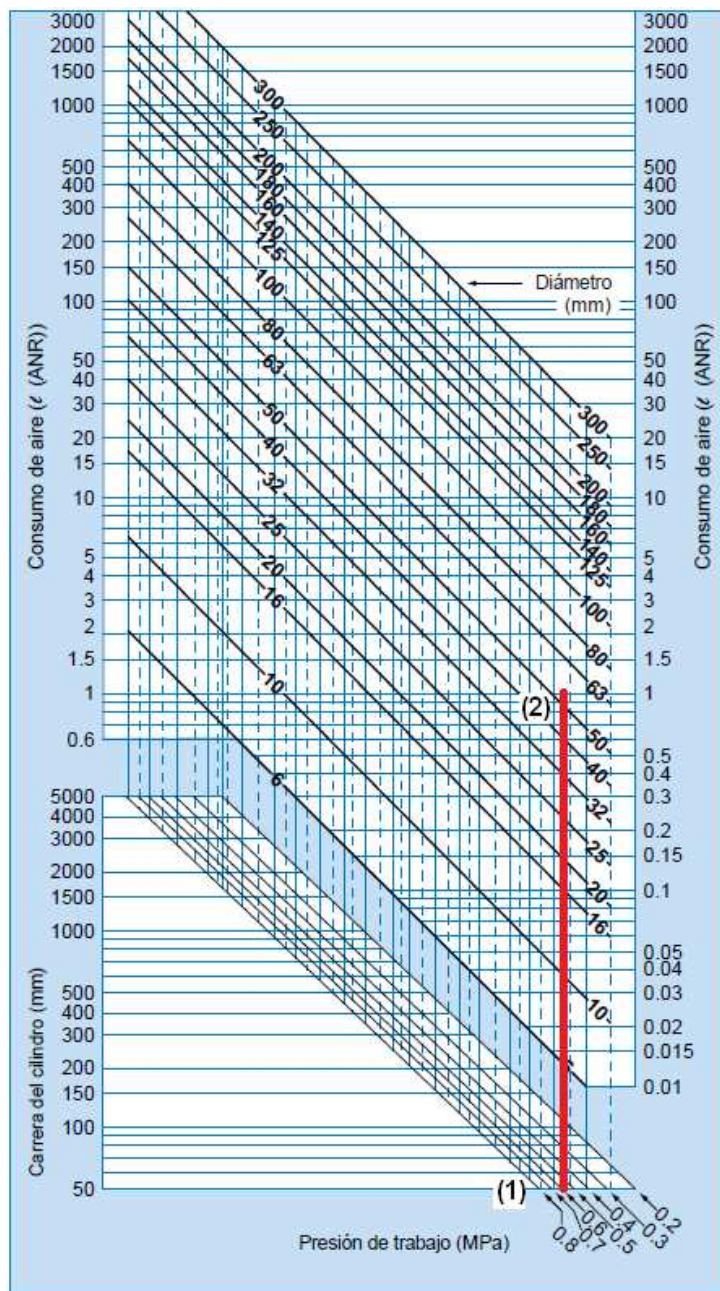


Figura 3.12 Diagrama para la obtención del consumo de aire de un cilindro.

Fuente: Catálogo actuadores neumáticos SMC 2010.

Se tiene entonces que para nuestro cilindro dimensionado, de diámetro 50 mm, carrera 30 mm, y presión de trabajo 0.6 MPa, el volumen de aire que consume en un ciclo de funcionamiento, es de 1 litro, de acuerdo al diagrama presentado en la figura 3.12. Con este dato podemos determinar el diámetro de la tubería que se va a emplear en el conexionado.

3.2.2 DIMENSIONAMIENTO DE LA TUBERÍA DE CONEXIONADO

Para determinar el diámetro de la tubería a emplear en el conexionado, utilizamos el diagrama de la figura 3.13, partiendo de la presión de trabajo de 0.6 MPa (1), trazamos una perpendicular que nos dé un punto de intersección con la horizontal del consumo de aire del cilindro, en nuestro caso 1 litro (2), a continuación buscamos la intersección con el diámetro de tubería en mm (3).

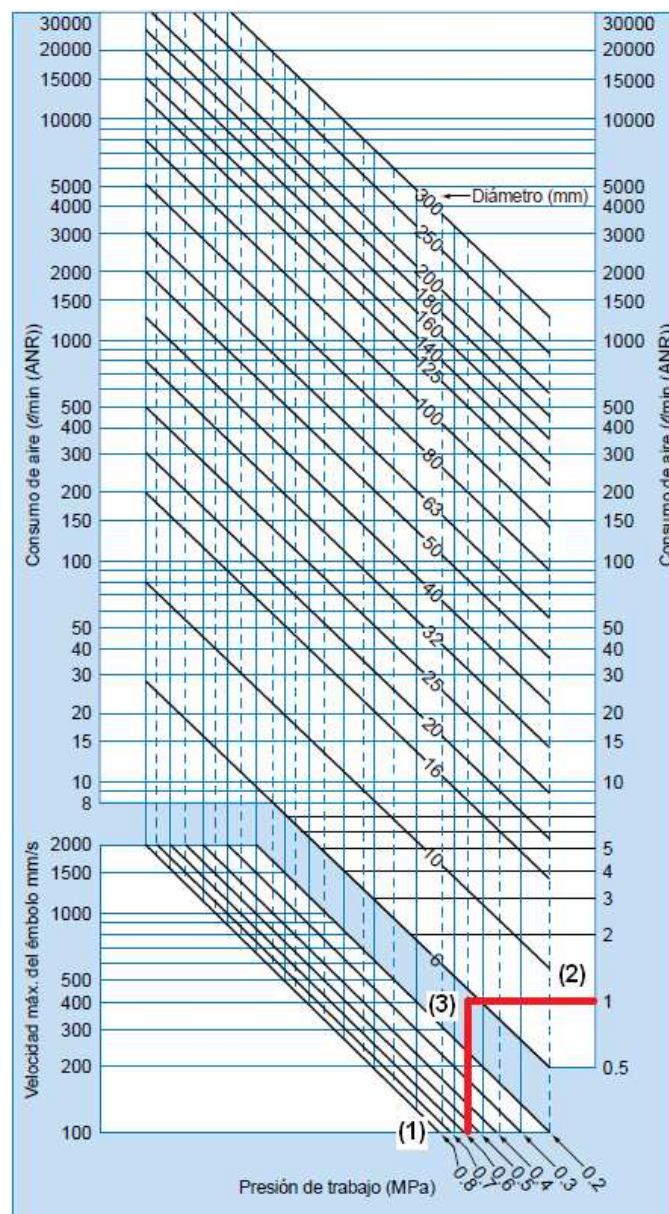


Figura 3.13 Diagrama para la obtención del diámetro de tubería para conexionado.

Fuente: Catálogo actuadores neumáticos SMC 2010.

Tenemos entonces que el diámetro de tubería a emplear en el conexionado es de 6 mm, seleccionamos consecutivamente una tubería de la series TU en la marca SMC, la cual representa un nuevo estándar de gran calidad en los tubos de poliuretano en sistema métrico. La serie TU, tubo de poliuretano duro, está disponible en modelo de presión estándar y alta presión.

Modelo: TU0604 BU – 100 (SMC)



Figura 3.14 Tubería de aire comprimido.

Fuente: Catálogo SMC, Series TU, España 2011.

3.2.2.1 Características de la tubería dimensionada.

CRITERIO	CARACTERÍSTICA
Fluido	Aire
Presión máxima de trabajo	0.8 MPa a 20° C
Radio mínimo de curvatura	15 mm
Temperatura de trabajo	- 20° C a 60° C.
Material	Poliuretano
Diámetro exterior	6 mm
Color	Azul

Tabla 3.3 Ficha técnica para la tubería TU0604 BU – 100 (SMC)

Fuente: Catálogo Series TU SMC España

3.2.3 SELECCIÓN DE LAS VÁLVULAS NEUMÁTICAS

3.2.3.1 Dimensionamiento del caudal que pasa por la válvula requerida por el cilindro neumático.

El caudal que pasa por una válvula, necesario para activar el cilindro neumático dimensionado previamente, se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_n = 40.89 \times \left(Q_r / \sqrt{(\Delta P (P_e - \Delta P))} \right)$$

Donde:

Q_n : Caudal nominal en (litros / minuto)

Q_r : Caudal requerido en (metros cúbicos / hora)

P_e : Presión absoluta en (bares) = Presión manométrica + 1.013

ΔP : Caída de presión en (bares) = 5 al 10 % de P_e

P : Presión manométrica en (bares)

Considerando que queremos dimensionar la válvula que necesita el cilindro de diámetro 50 mm, carrera 30 mm, que trabaja a un ciclo por minuto y a una presión de 6 bares, tendríamos entonces:

$$Q_r = 1.66 \text{ l/min} \times 3 \text{ cm} \times 1 \text{ c/min} = 4.98 \text{ l/min} = 0.3 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$P_e = 6 + 1.013 \text{ bar} = 7.013 \text{ bar}$$

$$\Delta P = 0.7 \text{ bar}$$

$$Q_n = 40.89 \times \left(0.3 / \sqrt{0.7 (7.013 - 0.7)} \right) = 5.84 \text{ l/min}$$

Se necesita entonces una válvula que permita pasar 5.84 litros de volumen de aire por minuto para accionar el cilindro neumático dimensionado anteriormente.

Seleccionamos entonces una válvula de marca SMC, de gran caudal en tamaño compacto, de accionamiento neumático de 4/5 vías, de 2 posiciones biestable, que permite controlar el paso de aire comprimido a través del circuito neumático.

Modelo: VFA3230 – 02N (SMC)



Figura 3.15 Válvula de accionamiento neumático.

Fuente: Catálogo SMC, Series VFA, España 2011.

3.2.3.2 Características de la válvula neumática para el mando del actuador lineal.

CRITERIO	CARACTERÍSTICA
Rango de presión de trabajo	0.1 a 0.9 MPa.
Rango de presión de pilotaje	0.1 a 0.9 MPa.
Temperatura máx. de fluido	60 ° C
Montaje	Libre
Conexionado	Conexión roscada PT de ¼ ”
Conexionado de pilotaje	Conexión roscada PT de 1/8 ”
Impacto	300 m/s ²

Tabla 3.4 Ficha técnica para la válvula neumática VFA3230 – 02N (SMC)

Fuente: Catálogo SMC, Series VFA, España 2011.

De acuerdo al diseño del circuito neumático del manipulador de ruedas, aparece la necesidad de emplear válvulas neumáticas especiales y de accionamiento mecánico para el control de los actuadores neumáticos, en configuraciones que se detallaron al inicio de este capítulo.

3.2.3.3 Selección de la válvula de accionamiento mecánico para los mandos manuales del manipulador de ruedas.

Para seleccionar esta válvula se tiene en cuenta el tipo de accionamiento mecánico que se desea, en el caso de nuestro manipulador son señales de presión que un operador enviará a través de un pulsador, seleccionamos entonces una válvula de asiento de 2/3 vías, de accionamiento mecánico y tamaño compacto, que sirve para interrumpir el flujo de aire en sistemas neumáticos. Dispone de conexiones laterales, y su accionamiento se da mediante un palpador rasante.

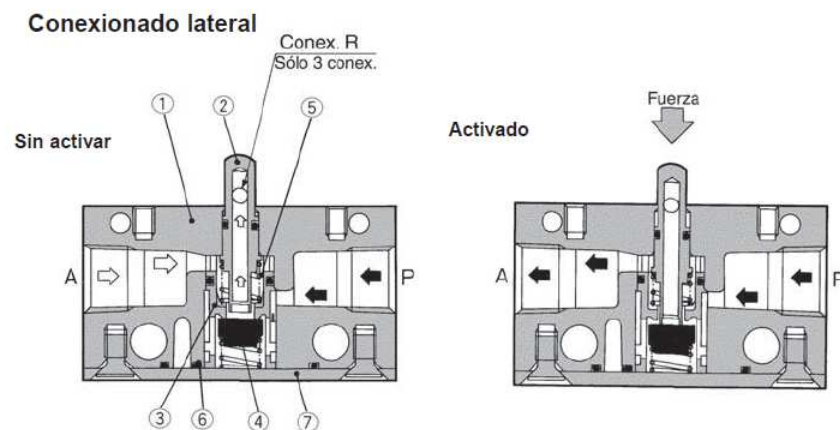
Modelo: VM130 – 0133 (SMC)



Figura 3.16 Válvula de accionamiento mecánico.

Fuente: Catálogo SMC, Series VM, España 2011.

Su funcionamiento es simple, cuando la válvula no se encuentra accionada por el palpador, la presión residual del circuito es direccionada en sentido contrario a través de la conexión A de la válvula, y desfoga a la atmósfera por la conexión R, tal como se muestra en la figura 3.17, por otro lado, en el momento en que el palpador es accionado, retrae el muelle hasta alcanzar el asiento de la válvula, de manera que permite que la presión de la conexión P circule hacia la salida por la conexión A.



- | | |
|------------------------|----------------------|
| 1.- Cuerpo | 5.- Muelle |
| 2.- Palpador | 6.- Junta de sellado |
| 3.- Asiento de válvula | 7.- Cubierta |
| 4.- Válvula | |

Figura 3.17 Funcionamiento de la válvula VM130 – 0133.

Fuente: Catálogo SMC, Series VM, España 2011.

3.2.3.4 Características de la válvula de accionamiento mecánico.

CRITERIO	CARACTERÍSTICA
Rango de presión de trabajo	-100 kPa a 1.0 MPa.
Lubricación	Aceite de turbina # 1 (ISO VG32)
Temperatura máx. de fluido	-5 a 60° C
Conexionado	Conexión roscada PT de 1/8"
Peso	95 g

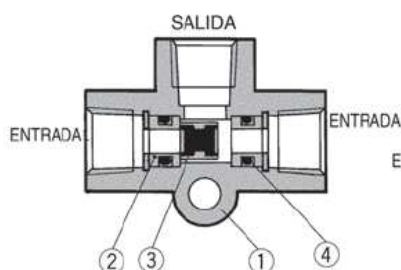
Tabla 3.5 Ficha técnica de la válvula VM130 – 0133 (SMC)

Fuente: Catálogo SMC, Series VM, España 2011.

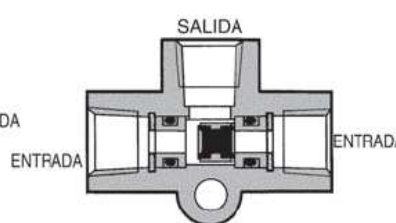
3.2.3.5 Selección de la válvula especial para el circuito neumático.

En vista de que el diseño del circuito neumático demanda de interrupciones del flujo de aire en configuraciones especiales, hemos seleccionado una válvula selectora “o”, que sirve como interruptor para controlar la presión de aire en un sistema, permitiendo que el aire sea evacuado siempre por la salida OUT, siempre y cuando se tenga presión en cualquiera de sus dos entradas IN. Si fuese el caso de que se dispone de presión en las dos entradas a la vez, la presión que se tendrá a la salida será la de mayor magnitud, tal como se indica en la figura 3.18 a continuación.

Cuando la conexión derecha tiene presión más alta



Cuando la conexión izquierda tiene presión más alta



Lista de componentes

Nº	Designación	Material	Observaciones	Nº	Designación	Material	Observaciones
①	Cuerpo	Aleación aluminio	Aleación metálica	③	Válvula	Latón, NBR	
②	Asiento de válvula	Latón		④	Junta tórica	NBR	

Figura 3.18 Funcionamiento de una válvula selectora “O” (SMC).

Fuente: Catálogo SMC, Series VR 1220, España 2011.

Modelo: VR1220 - 02 (SMC)

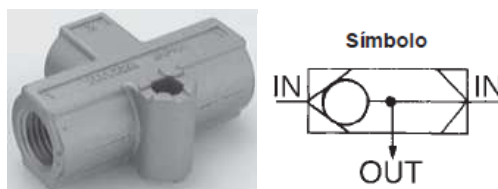


Figura 3.19 Válvula selectora “O” (SMC).

Fuente: Catálogo SMC, Series VR 1220, España 2011.

3.2.3.6 Características de la válvula especial.

CRITERIO	CARACTERÍSTICA
Presión máxima de trabajo	1.00 MPa.
Presión mínima de trabajo	0.05 MPa.
Temperatura máxima de fluido	60 ° C
Montaje	Libre
Conexionado	Conexión roscada PT de ¼ ”

Tabla 3.6 Ficha técnica de la válvula selectora “O” (SMC).

Fuente: Catalogo SMC, Series VR 1220, España 2011.

3.2.3.7 Selección de la válvula de corte para el circuito neumático.

Dado a que todo circuito neumático necesita de una válvula en particular que despresurice a todo el sistema cuando sea necesario, ya sea con razones de mantenimiento o de reemplazo de equipos, seleccionamos una válvula de mando manual de 3 vías de alivio de presión residual. Esta válvula de seguridad de conmutación manual previene accidentes que pueden ser causados por la presión residual durante el servicio de mantenimiento del sistema neumático. Previene las puestas en marcha accidentales de la máquina mediante un candado evitando que se active accidentalmente cuando el personal limpia o repara el equipo. Según la norma OSHA (Occupational Safety and Health Administration Department of Labor) para un mejor control, se establece que las fuentes de energía de ciertos equipos sean apagadas o desactivadas y que el aparato sea bloqueado o etiquetado con una etiqueta de advertencia.

Es una válvula compacta pero de gran capacidad.

Modelo: VHS4500 – 04 (SMC)

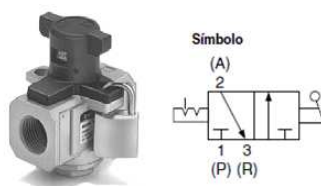


Figura 3.20 Válvula de alivio de presión residual (SMC).

Fuente: Catalogo SMC, Series VHS, España 2011.

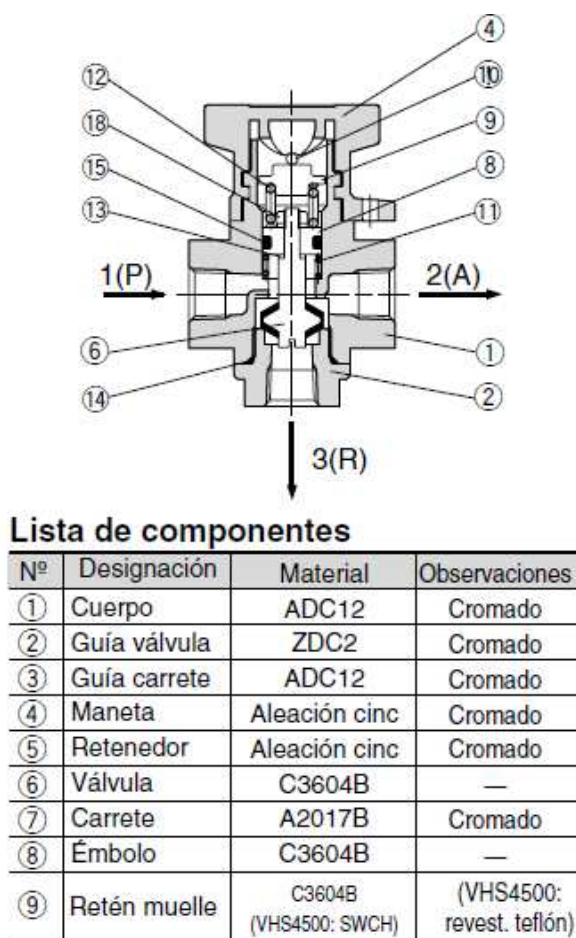


Figura 3.21 Partes de una válvula de alivio de presión residual (SMC).

Fuente: Catalogo SMC, Series VHS, España 2011.

3.2.3.8 Características de la válvula de corte.

CRITERIO	CARACTERÍSTICA
Rango de presión de trabajo	0.1 a 1.00 MPa.
Presión de prueba	1.5 MPa.
Temperatura de fluido	-5 a 60 ° C
Conexión	Conexión roscada PT de ½ ”
Peso	0.36 Kg
Desplazamiento de la maneta	90°

Tabla 3.7 Ficha técnica de la válvula VHS4500 – 04 (SMC).

Fuente: Catalogo SMC, Series VHS, España 2011.

3.2.4 SELECCIÓN DE LOS REGULADORES DE PRESIÓN

3.2.4.1 Selección de los reguladores de precisión.

Teniendo presente que cada modelo de camión presenta su respectivo tipo de rueda, y que para levantar su peso se requiere de una determinada presión en el balancín neumático, es necesario regular la presión de trabajo con la que se alimenta al manipulador, con la finalidad de obtener fuerzas resultantes diferentes, con este fin se emplean reguladores de presión de precisión para determinar la respectiva presión a la que trabajará el manipulador neumático dependiendo del tipo de rueda que se vaya a montar.

Seleccionamos entonces reguladores de presión, de precisión de la series IR de la marca SMC, por ser compactos y ligeros, con una salida máxima de presión de 0.8 MPa, que permiten tener un control muy fino de la presión de aire comprimido en un circuito neumático. La diferencia que radica entre los modelos mostrados a continuación, es el caudal de aire comprimido que pueden manejar, la serie de reguladores de precisión IR 3120 maneja caudales superiores en comparación con los reguladores de la serie 2010, cuyas magnitudes se aprecian en la figura 3.22. Por otra parte existe una diferencia física entre los dos modelos, que consiste en su tipo de pilotaje, para el modelo IR2010 – 02BG es netamente manual a diferencia del modelo IR 3120 – 03BG, que dispone de un pilotaje neumático, permitiéndolo ser comandado por presiones inferiores, en la figura 3.23 se aprecia su presentación.

Si la presión de alimentación contiene drenaje, suciedad, etc., el mecanismo interno de funcionamiento se puede obstruir y dar lugar a un funcionamiento defectuoso. Por ello, es recomendable utilizar un filtro de aire junto con un separador de neblina antes de alimentar al regulador, y si es necesaria la utilización de un lubricador, es recomendable que este vaya después del regulador para evitar daños en el equipo. En el manipulador de ruedas se emplea el regulador modelo IR 2010 de regulación manual para cada modelo de llanta, con la finalidad de establecer las presiones necesarias para levantar el peso de cada neumático, estas son establecidas manualmente.

En cambio el modelo IR 3120, al tratarse de un regulador de mayor caudal y de pilotaje neumático, es empleado como un regulador duplicador, ya que es pilotado por la presión determinada en los IR 2010, para de acuerdo a esto permitir que la presión de alimentación, eleve o reduzca su magnitud en el balancín neumático, variando con esto la capacidad de levantar el peso de las ruedas.

Modelo: IR 2010 – 02BG (SMC) Estándar

Modelo: IR 3120 – 03BG (SMC)

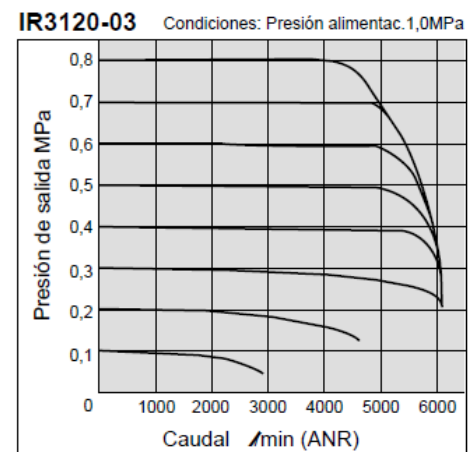
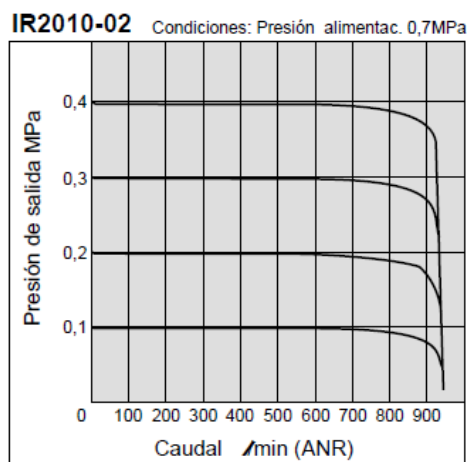


Figura 3.22 Características de caudal según pruebas de la normativa japonesa JISB8372.

Fuente: Catalogo SMC, Series IR2000 y 3000, España 2011.

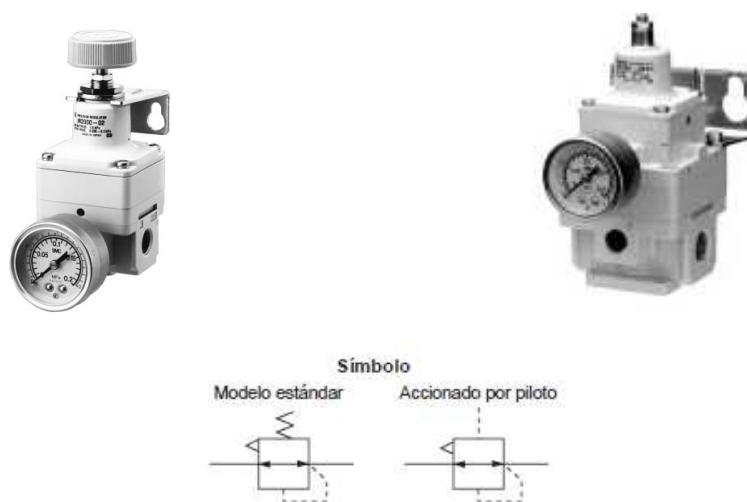


Figura 3.23 Reguladores de precisión (SMC).

Fuente: Catalogo SMC, Series IR2000 y 3000, España 2011.

3.2.4.2 Características de los reguladores de precisión

IR 2010 – 02BG

CRITERIO	CARACTERÍSTICA
Rango de presión de salida	0.005 a 0.4 MPa.
Temperatura máx. de fluido	60 ° C
Montaje	Escuadra
Conexionado	Conexión roscada PT de ¼ ”
Conexionado de manómetro	Conexión roscada PT de 1/8 ”

Tabla 3.8 Ficha técnica del regulador IR 2010 – 02BG (SMC).

Fuente: Catalogo SMC, Series IR2000, España 2011.

IR 3120 – 03BG

CRITERIO	CARACTERÍSTICA
Rango de presión de salida	0.01 a 0.8 MPa.
Temperatura máx. de fluido	60 ° C
Montaje	Escuadra
Conexionado	Conexión roscada PT de ½ ”
Conexionado de manómetro	Conexión roscada PT de 1/8 ”

Tabla 3.9 Ficha técnica del regulador IR 3120 – 04BG (SMC).

Fuente: Catalogo SMC, Series IR3000, España 2011.

3.2.5 SELECCIÓN DEL BALANCÍN NEUMÁTICO

Podemos decir que el motor del manipulador de ruedas es el balancín neumático, debido a que este es el encargado de elevar el peso de cada rueda y suspenderlo en gravedad cero, con la finalidad de permitir el libre desplazamiento vertical de cada llanta a ser montada en el tambor de un modelo de camión, a disposición del operario. Un balancín neumático no es otra cosa que un actuador neumático semejante a un cilindro de simple efecto, diseñado para simular el efecto de gravedad cero con una determinada carga mecánica, de igual manera se puede emplear como un elevador de carga siempre y cuando se respete la presión establecida para su funcionamiento.

Cabe notar en este punto que para determinar la capacidad del balancín neumático, es necesario el cálculo de la fuerza mecánica que ejerce la carga en este, dicha fuerza no es otra cosa más que el peso total del cuerpo del manipulador más el de las ruedas, y se calcula adicionándolos entre sí.

A continuación en la figura 3.24 se presenta una guía con datos del neumático 11R22.5 del fabricante MICHELIN, modelo de neumático recomendado por AYMESA para el modelo de camión HD72, y al cual nos regiremos para los cálculos al tratarse del camión más grande de toda la serie. Podemos notar claramente que el peso del neumático esta dado en libras en la última columna de la figura 3.24, y para el modelo de neumático anteriormente señalado corresponderían 126.8 libras como peso del neumático.



UNIDADES (InglÃ©s)
English | Métrico

Tamaño	Llantas aprobadas	Min. espaciado doble (pulgadas)	RPM	Profundidad de la banda de rodadura (32 nds)	Velocidad máxima (mph)	Carga máx. por neumático, único, lbs./psi	Carga máx. por neumático, doble, lbs./psi	Peso del neumático (libras)
265/70R19.5	7.50, 8.25, 6.75	11.6	605	20	75	5510/110	5205/110	86.2
285/70R19.5	7.50, 9.00, 8.25	12.2	587	21	75	6395/120	6005/120	95.9
11R22.5	7.50, 8.25	11.9	497	25	75	6940/120	6395/120	126.8
275/80R22.5	7.50, 8.25	12.5	509	28	75	7160/120	6610/120	129.7

Figura 3.24 Especificaciones de la carga a manipular.

Fuente: http://www.espanol.michelintruck.com/michelintruck/tireSelector.do?veh_type=11&position=D&size=285%2F70R19.5

Ahora para seleccionar el balancín neumático, se debe considerar que el peso de la carga no sobrepase el 70% de la capacidad del balancín neumático.

Fuerza mecánica (Peso de la carga) = Peso del soporte + Peso del
mecánico neumático

Para el manipulador de ruedas hemos considerado el peso neto de su cuerpo mecánico, dato proporcionado por su diseñador y que redondea las 100 libras.

Fuerza mecánica (Peso de la carga) = 100 libras + 126.8 libras = 226.8 libras

Capacidad del balancín = (Factor de seguridad x Fuerza mecánica) + (Fuerza mecánica)

Capacidad del balancín = (0.3 x 226.8 libras) + 226.8 libras = 294.84 libras

Con la capacidad calculada del balancín neumático, recurrimos a la tabla 3.10 y buscamos el balancín neumático que más se acerque a nuestro requerimiento.

Serie	Capacidad lbs [kg]	Elevación plg. [cm]	(A) plg. [cm]	(B) (min.) plg. [cm]	(C) plg. [cm]	(D) plg. [cm]	Peso del producto lbs [kg]
KBA100-028	100 [45]	28 [71]	8 1/2 [22]	14 1/2 [37]	6 1/2 [17]	9 3/8 [24]	35 [16]
KBA150-076	150 [68]	76 [193]	8 1/2 [22]	14 1/2 [37]	6 1/2 [17]	15 1/2 [39]	49 [22]
KBA225-073	225 [102]	73 [185]	8 1/2 [22]	16 3/4 [43]	8 3/4 [22]	16 3/4 [43]	61. [28]
KBA225-110	225 [102]	110 [279]	9 3/4 [25]	18 3/4 [48]	10 3/4 [27]	16 1/4 [43]	88 [40]
KBA350-073	350 [159]	73 [185]	9 3/4 [25]	18 3/4 [48]	10 3/4 [27]	16 1/4 [43]	76 [34]
KBA500-080	500 [227]	80 [203]	9 3/4 [25]	18 3/4 [48]	10 3/4 [27]	21 13/16 [55]	112 [51]
KBA700-054	700 [318]	54 [137]	9 3/4 [25]	18 3/4 [48]	10 3/4 [27]	21 13/16 [55]	91 [41]

Tabla 3.10 Parámetros para la selección de un balancín neumático.

Fuente: http://www.knight-ind.com/kba_series.htm

Modelo: KBA350 – 073 (KNIGHT)

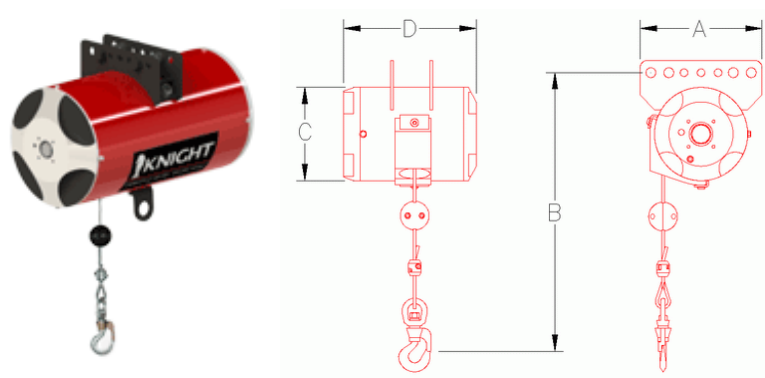


Figura 3.25 Balancín Neumático Knight.

Fuente: http://www.knight-ind.com/kba_series.htm

3.2.5.1 Características del balancín neumático Knight

CRITERIO	CARACTERÍSTICA
Máxima carga	350 lbs.
Máxima elevación	73 plgs.
Presión máxima de trabajo	100 psi
Tipo	De un cable de acero
Serie	B350007300000073

Tabla 3.11 Ficha técnica del balancín neumático KBA350 – 073 (KNIGHT).

Fuente: Catálogo KNIGHT, Series KBA, USA 2011.

3.2.6 SELECCION DE CONECTORES

3.2.6.1 Selección de racores

Para el diferente conexionado entre los elementos y equipos detallados anteriormente, se emplean racores que permitan la rápida y segura conexión con el tipo de manguera dimensionado. Se seleccionan entonces racores de la serie KQ2, los cuales están regidos por el sistema métrico, y su roscado es NPT. El empaquetado está especialmente diseñado para proporcionar un sellado positivo bajo presión sin el caudal común reducido con racores de compresión.

El extractor libera el casquillo y la cuña permitiendo la sencilla desconexión del tubo, como se puede observar en la figura 3.26.

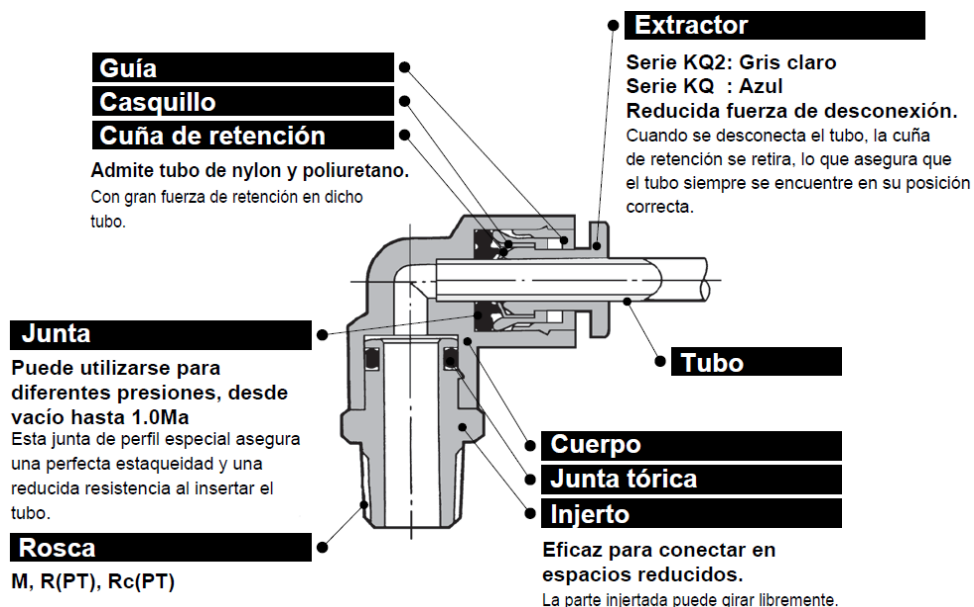


Figura 3.26 Disposición de las partes de un racor KQ2 (SMC).

Fuente: Catalogo SMC, Series KQ2, España 2011.

Dependiendo de su utilización y montaje, se selecciona el tamaño y el tipo de cuerpo de los racores, los cuales se muestran a continuación en la tabla 3.12.

Modelo Empleado (SMC)	Figura
<p>KQ2E 06 – 00</p> <p>Se utiliza para conectar dos tubos a través de una pared o un muro.</p>	
<p>KQ2H 06 – 02S</p> <p>Se utiliza para roscar en cualquier rosca hembra, roscándolo con llave.</p>	
<p>KQ2L 06 – 02S</p> <p>Con salida a 90° para roscar en cualquier rosca hembra.</p>	






<p style="text-align: center;">KQ2T 06 – 02S</p> <p>Se utiliza para realizar dos derivaciones a 90°.</p>	
<p style="text-align: center;">KQ2U 06 – 02S</p> <p>Se utiliza para realizar dos derivaciones en la misma dirección y mismo tubo.</p>	
<p style="text-align: center;">KQ2T 06 – 00</p> <p>Se utiliza para realizar derivaciones de tubo del mismo diámetro.</p>	
<p style="text-align: center;">KQ2L 06 – 00</p> <p>Se utiliza para conectar tubo con otro racor y tener un cambio de dirección de 90°.</p>	
<p style="text-align: center;">KQ2H 08 – 06</p> <p>Se utiliza para unir dos tubos de las mismas o distintas dimensiones.</p>	

Tabla 3.12 Racores empleados en el manipulador de ruedas (SMC).

Fuente: Catálogo SMC, Series KQ2, España 2011.

3.2.6.2 Características de los racores de la serie KQ2.

CRITERIO	CARACTERÍSTICA
Presión máxima de trabajo	1.0 MPa.
Presión de prueba	3.0 Mpa.
Montaje	Libre
Roscado	NPT
Sellante	Montado en la rosca

Tabla 3.13 Ficha técnica de los racores de la serie KQ2 (SMC).

Fuente: Catálogo SMC, Series KQ2, España 2011.

3.2.7 SELECCIÓN DE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO

3.2.7.1 Selección del filtro de aire

Para determinar qué tipo de filtro se va a emplear en la unidad de mantenimiento, seguimos el orden representado en la figura 3.27 a continuación.

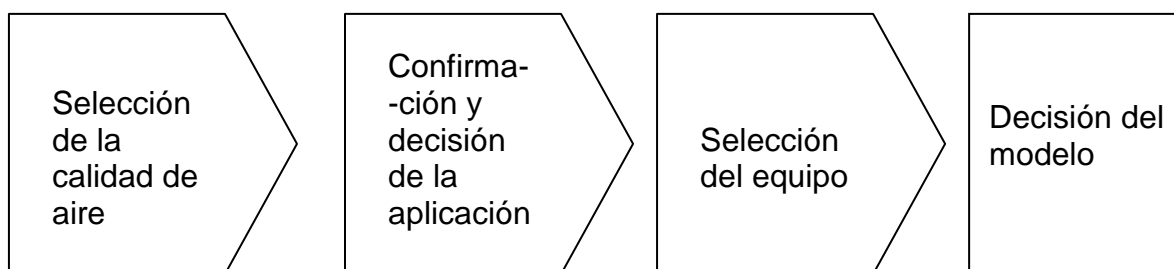


Figura 3.27 Guía de selección del filtro de aire.

Fuente: Propia del autor.

Para determinar la calidad de aire, que debe presentar el aire comprimido que se suministrará como alimentación al manipulador de ruedas, consideramos los equipos y elementos que conforman a este, de entre los cuales elegimos los que presenten mayor exigencia, como es el caso de los reguladores de presión de precisión. Dado a que son instrumentos neumáticos de control fino para presión, vinculados con manómetros de medida, exigen una extracción de impurezas sólidas en su aire comprimido de 0.01 micras, y que se garantice la eliminación casi en su totalidad de humedad y residuos de aceite.

Con estas especificaciones recurrimos a la figura 3.28, en donde seguimos la guía 1 para encontrar nuestro grado de filtración requerido, el cual es de 0.01 micras, y de acuerdo a este seleccionar en la guía 2 la aplicación más semejante a la nuestra, en este caso escogemos instrumentos de medida neumáticos, secado y limpieza, ya que es lo que necesitamos sea garantizado para nuestro manipulador de ruedas. Hecho esto, con la referencia obtenida en la guía 3, buscamos en la figura 3.28 el equipo o combinación más adecuada para nuestro fin. Para nuestro caso elegimos un separador de neblina micrónico, de la serie AMD. Por último, en base al caudal de aire comprimido requerido por el manipulador de ruedas y la serie del filtro a emplear, seleccionamos el modelo de filtro de la tabla 3.14.

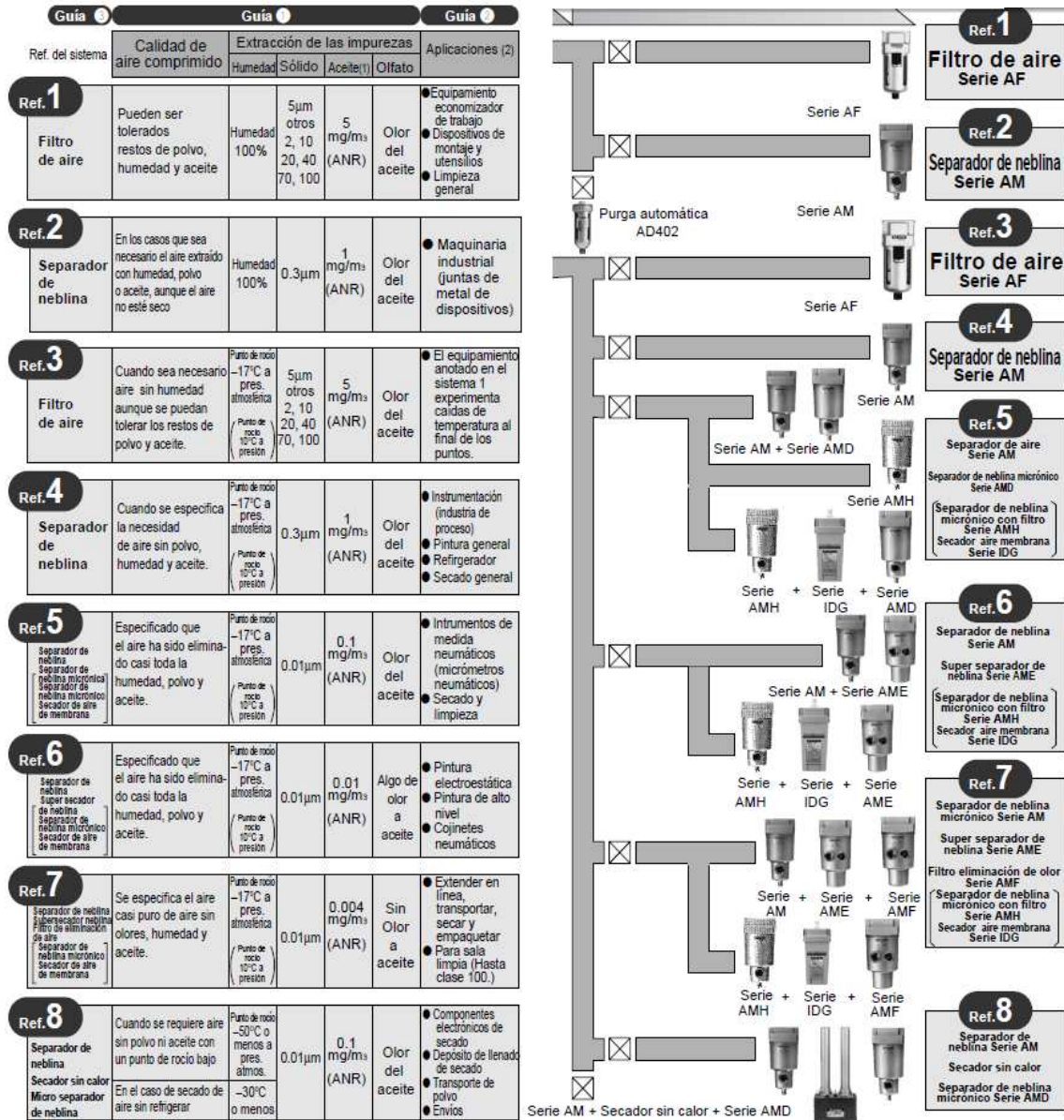


Figura 3.28 Guía para la selección del equipo de tratamiento de aire.

Fuente: Catálogo SMC, Equipamiento de preparación de aire, España 2011.

AYMESA cuenta con tres compresores rotativos para generar aire comprimido, de los cuales dos funcionan alternadamente en jornadas normales de trabajo, quedando el tercero para cuestiones de mantenimiento o por falla de otro compresor, estos presentan una capacidad de caudal de aproximadamente un metro cúbico por minuto, en base a lo cual se selecciona el modelo de filtro.

Para compresor rotativo

Compresor de aire		Refrigerador	Línea local					
Corriente kW	Capa. caudal m ³ /min (ANR)		Separador de neblina	Separador de neblina micrónico con filtro	Separador de neblina micrónico	Secador de aire de membrana	Super separador de neblina	Filtro eliminación de olor
1.5	0.2	HAW2-04	AM150-03	AMH150-03	AMD150-03	IDG20-03	AME150-03	AMF150-03
2.2	0.3	HAW2-04	AM150-03	AMH250-03	AMD250-03	IDG30-03	AME250-03	AMF250-03
3.7	0.5	HAW7-06	AM250-03	AMH250-03	AMD250-03	IDG50-03	AME250-03	AMF250-03
5.5	0.75	HAW7-06	AM250-04	AMH350-04	AMD350-04	—	AME350-04	AMF350-04
7.5	1.0	HAW7-06	AM350-04	AMH350-04	AMD350-04	—	AME350-04	AMF350-04
11	1.5	HAW22-14	AM350-06	AMH450-06	AMD450-06	—	AME450-06	AMF450-06
15	2.2	HAW22-14	AM450-10	AMH550-10	AMD550-10	—	AME550-10	AMF550-10
22	3.3	HAW22-14	AM550-10	AMH550-10	AMD550-10	—	AME550-10	AMF550-10
37	5.8	HAW37-14	AM650-14	AMH650-14	AMD650-14	—	AME650-14	AMF650-14
55	8.5	HAW55-20	AM850-20	AMH850-20	AMD850-20	—	AME850-20	AMF850-20
75	12.0	HAW75-20	AM850-20	AMH850-20	AMD850-20	—	AME850-20	AMF850-20
110	17.5	HAW110-30	—	—	—	—	—	—
150	27.5	—	—	—	—	—	—	—
220	40.0	—	—	—	—	—	—	—

Tabla 3.14 Guía para la selección del modelo del filtro de aire.

Fuente: Catálogo SMC, Equipamiento de preparación de aire, España 2011.

Terminamos entonces seleccionando como filtro a un separador de neblina micrónico modelo AMD350 – 04 teniendo en cuenta que en la línea principal de alimentación se tiene una presión de trabajo de 0.6 MPa, para ello se emplea la figura 3.29, en donde el punto A marca el modelo seleccionado.

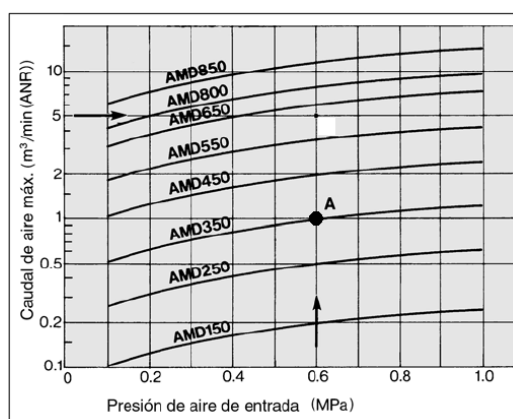


Figura 3.29 Diagrama para la selección de un filtro.

Fuente: Catálogo SMC, Series AMD, España 2011.

Un separador de neblina micrónico empleado como filtro, puede separar la neblina de aceite en estado de aerosol en el aire comprimido y elimina el polvo de más de 0.01 micras de tamaño, se emplea en instrumentos de precisión o para salas limpias.

Modelo: AMD 350C – 04D – T (SMC)



Figura 3.30 Separador de neblina (SMC).

Fuente: Catálogo SMC, Series AMD, España 2011.

A continuación en la figura 3.31 se indican las partes principales que componen a un separador de neblina.

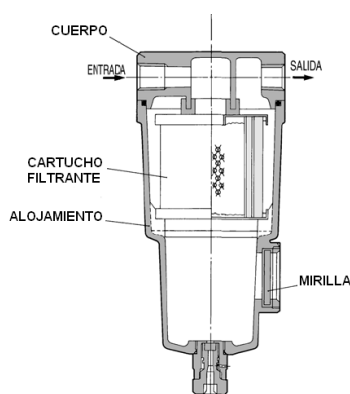


Figura 3.31 Partes de un separador de neblina (SMC).

Fuente: Catálogo SMC, Series AMD, España 2011.

3.2.7.2 Características del separador de neblina.

CRITERIO	CARACTERÍSTICA
Caudal nominal	1000 l/min.
Presión máxima de trabajo	1.0 MPa.
Presión mínima de trabajo	0.05 MPa
Presión de prueba	1.5 MPa
Temperatura de fluido	5 a 60°C
Filtración	0.01 μm (recolección de un 95%)
Porcentaje de eliminación de aceite	Máx 0.1 mg/m ³
Duración cartucho filtrante	2 años, o si la presión cae a 0.1MPa
Peso	0.9 Kg.

Tabla 3.15 Ficha técnica del filtro AMD 350C – 04D – T (SMC).

Fuente: Catálogo SMC, Series AMD, España 2011.

3.2.7.3 Selección del regulador.

Con la finalidad de limitar la presión de aire comprimido a un valor establecido, para el correcto funcionamiento de los instrumentos y equipos del manipulador de ruedas, hemos seleccionado un regulador de presión de la serie AR, por su costo y apariencia limpia, los reguladores de la serie AR ofrecen varios ajustes de rango de presión para adaptarse a la mayoría de las aplicaciones. El botón de ajuste de bloqueo evita que se produzcan cambios de configuración.

El diseño modular de la serie AR enlaza con otros equipos de tratamiento neumático de SMC perfectamente.

Modelo: AR40 – 04E (SMC)



Figura 3.32 Regulador de presión (SMC)

Fuente: Catálogo SMC, Series AR, España 2011.

Las partes del regulador de presión se muestran a continuación en la figura 3.33.

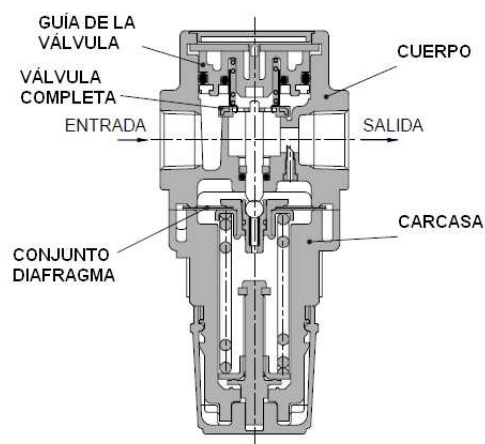


Figura 3.33 Partes de un regulador de presión (SMC)

Fuente: Catálogo SMC, Series AR, España 2011.

3.2.7.4 Características del regulador de presión.

A continuación en la figura 3.34 se muestra el comportamiento característico mediante una curva de caudal, que presenta el regulador cuando se encuentra funcionando en condiciones normales de trabajo. En la tabla 3.16 se presentan sus condiciones y características de funcionamiento.

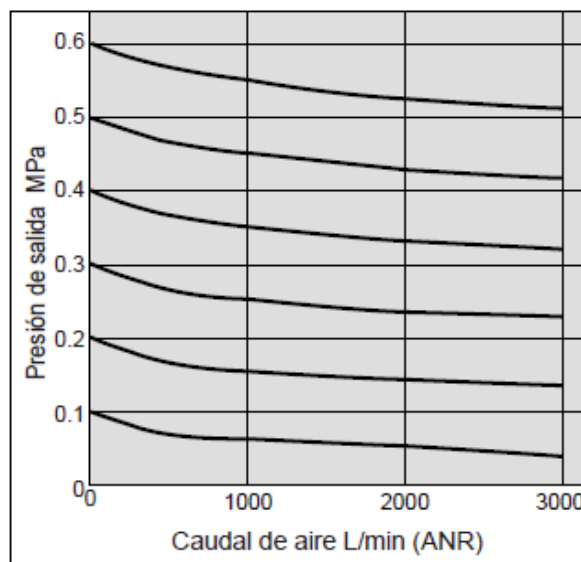


Figura 3.34 Curva de caudal para el regulador AR40 – 04E (SMC)

Fuente: Catálogo SMC, Series AR, España 2011.

CRITERIO	CARACTERÍSTICA
Rango de presión de regulación	0.5 a 0.85 MPa
Presión máxima de trabajo	1.0 MPa.
Presión de prueba	1.5 MPa
Temperatura de fluido	5 a 60°C
Tamaño de conexión	½ plg
Peso	0.44 Kg.

Tabla 3.16 Ficha técnica del regulador AR40 – 04E (SMC)

Fuente: Catálogo SMC, Series AR, España 2011.

Se deja en claro que los actuadores y equipos dimensionados para el manipulador de ruedas no necesitan lubricación, por lo cual se exenta el uso de un lubricador en la unidad de mantenimiento.

3.2.7.5 Selección del elemento de unión para la unidad de mantenimiento.

Una vez seleccionados el filtro como el regulador para formar la unidad de mantenimiento, se determina el elemento con el que van a ser acoplados, en este caso empleamos un espaciador de ½ pulgada, ya que los dos elementos presentan ese tamaño de conexión. El espaciador es de fácil instalación, y se asegura mediante un pasador Allen como se muestra en la figura 3.35.

Modelo: Y400 (SMC)



Figura 3.35 Espaciador (SMC)

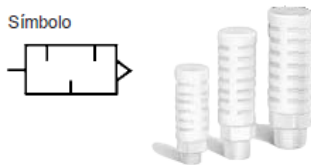
Fuente: Catálogo SMC, Series Y400, España 2011.

3.2.8 SELECCIÓN DE ACCESORIOS

3.2.8.1 Selección de los silenciadores

Teniendo presente que ciertos instrumentos y equipos del manipulador de ruedas funcionan desfogando aire a la atmósfera, y este desfogue genera ruido, el cual constituye una contaminación sonora en el ambiente de trabajo, se decide emplear silenciadores que reduzcan el ruido en un porcentaje aceptable para el oído humano. Se emplean entonces silenciadores para la válvula de alivio y para el regulador de presión de precisión pilotado. Para la válvula de alivio se emplea un modelo estándar AN200 que presenta una reducción de ruidos de hasta 30 decibeles con baja presión de retención, de fácil y compacto montaje. En cambio para el regulador de presión de precisión pilotado se emplea silenciadores de tipo vaso metálico 2506-004, que permiten la descarga en una sola dirección evitando la dispersión de neblina y ruidos.

Modelo: AN200- 02 (SMC)

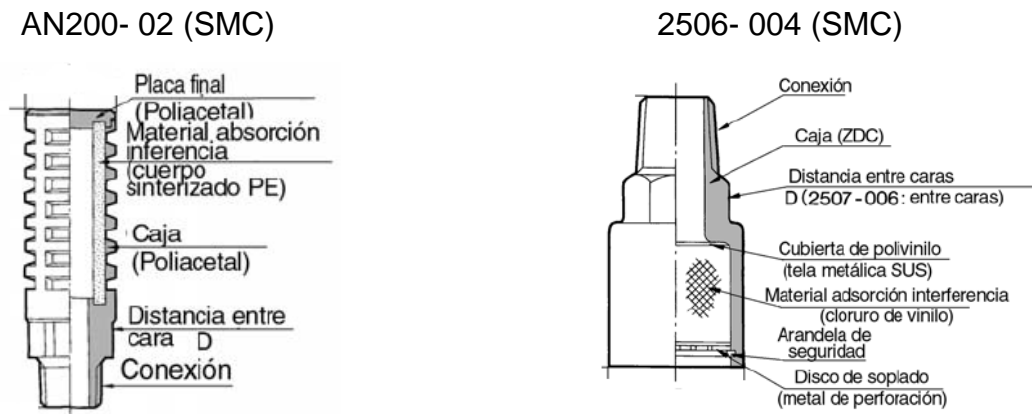


Modelo: 2506- 004 (SMC)

**Figura 3.36 Silenciadores (SMC)**

Fuente: Catálogo SMC, Series AN, España 2011.

En la figura 3.37 a continuación se detallan las partes que conforman los dos tipos de silenciadores empleados en el manipulador de ruedas.

**Figura 3.37 Partes de un silenciador (SMC)**

Fuente: Catálogo SMC, Series AN, España 2011.

3.2.8.2 Características de los silenciadores

AN200- 02

CRITERIO	CARACTERÍSTICA
Presión máxima de trabajo	1.0MPa.
Reducción de ruido	30dB o más
Temperatura de fluido	5 a 60° C
Conexionado	Conexión roscada NPT de ¼ ”

Tabla 3.17 Ficha técnica del silenciador AN200- 02 (SMC).

Fuente: Catalogo SMC, Series AN, España 2011.

2506- 004

CRITERIO	CARACTERÍSTICA
Presión máxima de trabajo	1.0MPa.
Reducción de ruido	19dB o más
Temperatura de fluido	5 a 60° C
Conexionado	Conexión roscada NPT de ½ ”

Tabla 3.18 Ficha técnica del silenciador 2506- 004 (SMC).

Fuente: Catalogo SMC, Series AN, España 2011.

3.3 ESTRUCTURAS COMERCIALES

3.3.1 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE RIELES KNIGHT

Con el objetivo de contar con un sistema que permita el libre desplazamiento del manipulador de ruedas en las direcciones horizontales, dentro de la celda destinada para este fin en AYMESA, se considera conveniente emplear un sistema de rieles Knight, el mismo que garantiza la menor fricción posible, al estar constituido por rieles de aluminio cerradas en combinación con ruedas de nylon y poliamida conocido como duralon, presentes en los accesorios de montaje como troles y carretillas.

El sistema Knight de rieles es utilizado para transferir las cargas en las direcciones X e Y de un plano horizontal, está diseñado para soportar la carga y ganchos de montaje de diversos accesorios los cuales pueden ser posicionados a lo largo del riel, y no requieren de soldadura, lo que facilita su libre desplazamiento. Peso del producto: 4.3 libras/pies [6,23 kg/m].

Para dimensionar la longitud de la carrilera a utilizar, se considera el peso neto de la carga que estas van a sostener, en el caso del manipulador de ruedas tomamos los datos de la sección dedicada al balancín neumático de este capítulo, que sirvieron para su dimensionamiento. Consideramos entonces el peso del cuerpo mecánico del manipulador junto con el peso de las ruedas, lo que nos da una cifra de 226.8 libras, a esto le sumamos el peso del balancín neumático que

es de 76 libras, dato que es tomado de la tabla 3.10, dándonos un total de carga de 302.8 libras aproximadamente.

Con este dato recurrimos a la tabla 3.19 que muestra las capacidades de las rieles de serie RAD4110, seguimos la columna L/350* (por cada 350 pulgadas de longitud de riel se presenta una deformación elástica de 1 pulgada en dirección de la carga), y buscamos el valor de carga que se aproxime a nuestra cifra dimensionada.

RAD4110 SERIES RAIL CAPACITIES							
Hanger Span		Deflection Criteria					
		L/350*		L/450*		Ultimate**	
ft	m	lbs	kg	lbs	kg	lbs	kg
5	1.524	1600	726	1425	646	7728	3605
6	1.829	1350	612	1250	567	6436	2919
7	2.133	1175	533	1100	499	5513	2501
8	2.438	1025	465	900	408	4820	2186
9	2.743	920	417	725	329	4280	1941
10	3.048	775	352	600	272	3848	1745
11	3.353	640	290	495	225	3495	1585
12	3.658	535	243	415	188	3199	1451
13	3.962	455	206	355	161	2949	1338
14	4.267	395	179	305	138	2734	1240
15	4.572	340	154	265	120	2538	1151
16	4.877	300	136	235	107	2385	1082
17	5.181	265	120	205	93	2240	1016
18	5.486	235	107	185	84	2112	958
19	5.791	215	97	165	75	1997	906
20	6.096	190	86	150	68	1893	859
21	6.401	175	79	135	61	1798	816
22	6.706	160	73	120	54	1713	777
23	7.010	145	66	110	50	1634	741
24	7.315	130	59	100	45	1562	708

Tabla 3.19 Capacidades de carga para rieles de la serie RAD4110 (KNIGHT).

Fuente: <http://www.knight-ind.com/rad4110.htm>.

Para el caso de las carrileras de nuestro sistema de rieles el peso que penderá de esta es de 302.8 libras, de manera que aproximamos este valor a las 300 libras, cifra más próxima que aparece en la tabla 3.19, dándonos como resultado un riel de 16 pies de longitud lo que es aproximadamente 4.877 metros de longitud, a la que emplearemos como carrilera en nuestro sistema de rieles Knight.

Para determinar la longitud del riel que sostendrá todo el sistema del manipulador incluida la carrilera previamente seleccionada, basta con adicionarle el peso calculado de la carrilera a la carga total del manipulador.

Peso de la carrilera = 4.3 libras x longitud en pies

Peso de la carrilera = 4.3 libras x 16 pies = 68.8 libras

Peso total que la riel debe sostener = 68.8 libras + 302.8 libras = 371.6 libras

Con el peso total estimado anteriormente, buscamos un valor aproximado en la columna L/350* de la tabla 3.19, en este caso el valor más próximo a 371.6 libras es 395 libras, de manera que seleccionamos una riel de 14 pies de longitud, o su equivalente en metros, 4.267 metros de longitud. La columna señalada como Ultimate**, muestra los valores de carga a los cuales las rieles sufren una deformación plástica con el riesgo de fractura del material.

Las dimensiones específicas de las rieles de la serie RAD4110, se muestran a continuación en la figura 3.38.

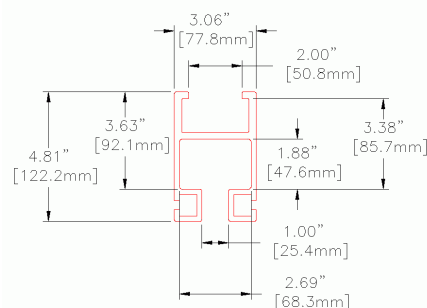


Figura 3.38 Dimensiones de una riel de la serie RAD4110 (KNIGHT)

Fuente: <http://www.knight-ind.com/rad4110.htm>.

CAPITULO 4

MONTAJE, OPERACION Y MANTENIMIENTO

4.1 INTRODUCCION

El presente capítulo tiene la finalidad de mostrar la secuencia con la que se lleva a cabo el ensamble del sistema de control neumático, las bases estructurales y el cuerpo del manipulador de ruedas, además de su sincronización y puesta en marcha. Al final del capítulo se detalla información para la operación y el mantenimiento del manipulador de ruedas, con el objetivo de asegurar su vida útil de trabajo.

4.2 ENSAMBLE DE BASES ESTRUCTURALES

4.2.1 UBICACION DEL MANIPULADOR NEUMATICO PARA RUEDAS

Para ubicar el manipulador neumático de ruedas correspondiente a cada lado, lateral izquierdo y lateral derecho del chasis de un camión Hyundai, AYMESA construyo una celda de 6 metros por 6 metros con vigas de acero estructural, en donde descansarán las rieles y carrileras Knight, que sirven de guías para el desplazamiento del manipulador neumático, tal como se muestra en la figura 4.1 Se colocan entonces dos manipuladores, uno al lado izquierdo y el otro en el derecho, de esta manera los manipuladores se moverán en un área de 6 metros de longitud y 3 metros de ancho con una altura máxima de 1.2 metros.

El manipulador trabajara en gravedad cero para tres tipos de ruedas, su sistema de control será totalmente neumático. El sistema de sujeción para las ruedas será a través de un cuerpo mecánico diseñado para la forma y el peso de cada rueda.

De esta manera el operador del manipulador neumático se encargara de tomar la rueda desde el rack en donde se encuentran depositadas las ruedas, accionando el manipulador por pulsadores y maniobrándolo de acuerdo a sus requerimientos de montaje.

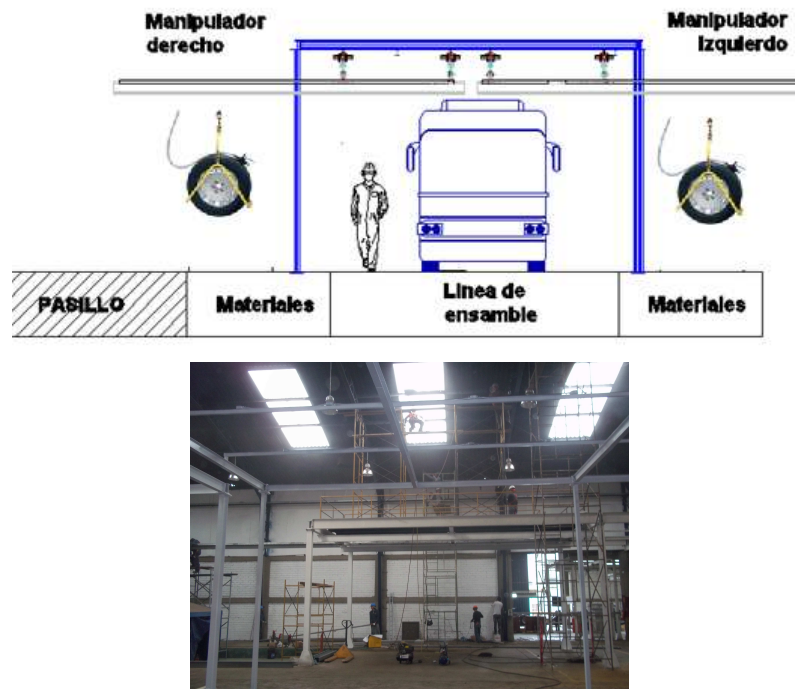


Figura 4.1 Disposición para la ubicación del manipulador neumático.

Fuente: Propia del autor

Las ruedas a ser montadas en el camión están depositadas en un rack, apiladas al lado derecho e izquierdo de la estación de trabajo, en un solo nivel tal como se muestra en la figura 4.2.

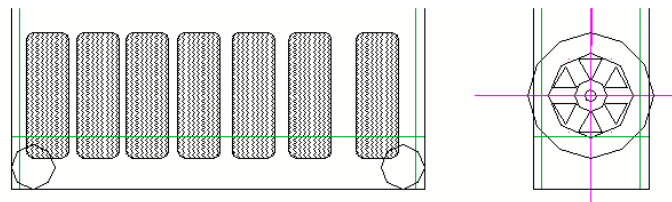


Figura 4.2 Disposición de las ruedas a ser montadas por el manipulador.

Fuente: Propia del autor

4.2.2 MONTAJE DE SUSPENSORES

Los suspensores vienen preensamblados de fábrica, de manera que su montaje es sencillo, en primer lugar consideramos la distancia que va a predominar entre rieles, teniendo en cuenta el espacio en el cual se va a desplazar el manipulador, para con ello determinar los puntos de los cuales va a descansar el riel sujetado a la viga.

La sujeción del riel a la viga se da por medio de un suspensor ajustable, el cual consta de dos grapas suspendidas a la abrazadera por pernos pasantes con tuercas, estas sirven de soporte para el riel ya que descansan sobre la viga y son aseguradas con el ajuste de los pernos. Además de esto, el suspensor cuenta con una cremallera que sirve de seguridad adicional para evitar el desplazamiento horizontal del riel una vez asegurado, en la figura 4.3 se puede apreciar su montaje.



Figura 4.3 Montaje de un suspensor en un Riel.

Fuente: Propia del autor

4.2.3 MONTAJE DE RIELES

Una vez que tres suspensores han sido sujetos a cada riel, dos en sus costados y uno en el centro, se procede a montar los rieles en las vigas de la celda de trabajo, respetando que se cumpla el mismo espaciado previamente determinado entre rieles, y cuidando de mantener la perpendicularidad con respecto al eje X. Se aseguran los rieles a las vigas mediante los pernos pasantes de cada suspensor, y se comprueba que las grapas estén aseguradas en la cremallera.



Figura 4.4 Montaje de rieles.

Fuente: Propia del autor

Considerando que son los suspensores los puntos de máximo esfuerzo mecánico, de donde va a pender todo el sistema de rieles y la estructura del manipulador de ruedas, por razones de seguridad se anclan estos a las vigas de acero estructural de la celda de trabajo mediante grilletes, guarda cables y cables de acero. Con esto garantizamos que si fuese el caso de que un suspensor se desprendiera de una viga, el cable de acero sostendría su carga sin problema alguno. En la figura 4.5 se aprecian estos elementos.



Figura 4.5 Elementos de seguridad.

Fuente: Propia del autor

A continuación en la figura 4.6, se muestra una serie de imágenes en donde se muestra la disposición para el montaje de los elementos de seguridad.



Figura 4.6 Montaje de los elementos de seguridad.

Fuente: <http://www.knight-ind.com>

4.2.4 MONTAJE DE CARRETILLAS

Cuando ya están montados y asegurados los rieles, se procede a colocar en los canales de estos las carretillas, que servirán como medios de desplazamiento para las carrileras. Su montaje es sencillo, basta con enrutar las ruedas de la carretilla en el canal del riel, y tapar el ingreso cuando se ha culminado con la ayuda de tapas, que se aseguran con pernos pasantes, tal como se aprecia en la figura 4.7.

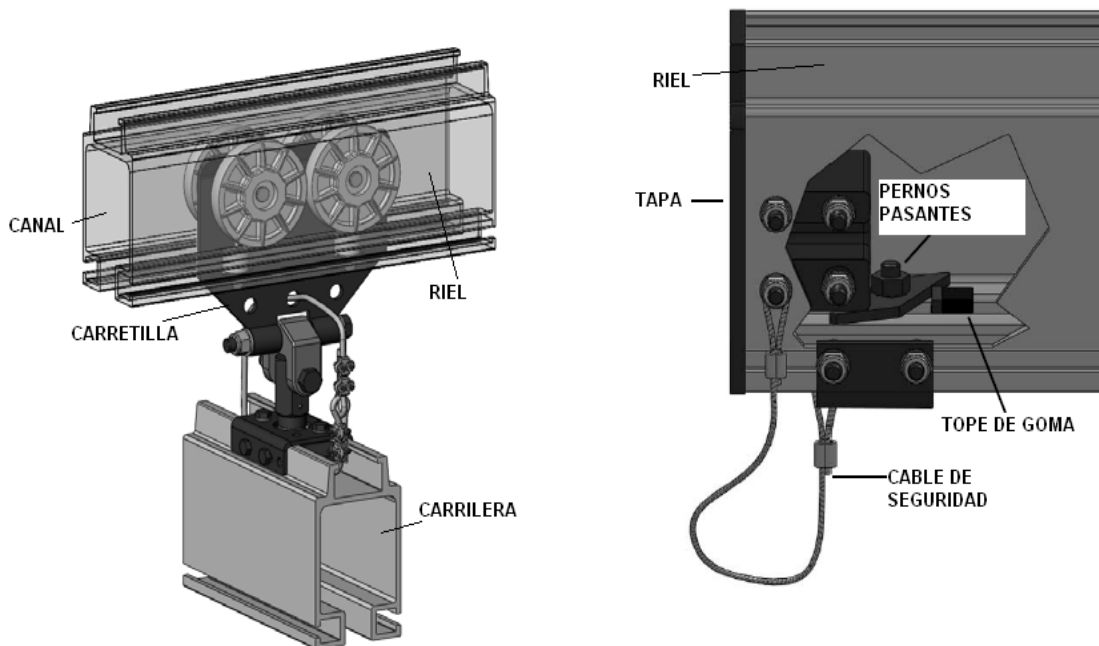


Figura 4.7 Montaje de carretillas y tapas.

Fuente: <http://www.knight-ind.com>

4.2.5 MONTAJE DE CARRILERAS

Después de haber colocado las carretillas en los canales de los rieles, y haber tapado sus ingresos, proseguimos a montar las carrileras en las carretillas, dos para cada carrilera. Señalamos entonces en las carrileras los puntos en los cuales se van a realizar las perforaciones con la finalidad de permitir el paso de los pernos pasantes de sujeción, una vez hecho esto se asegura que la pestaña de sujeción de la carretilla encaje perfectamente en el canal de la carrilera, y por último se ajustan definitivamente los pernos.



Figura 4.8 Montaje de una carrilera.

Fuente: Propia del autor

4.2.6 MONTAJE DE TROLES

Los troles son los elementos que van a sostener al balancín neumático junto con el gabinete de control, estos son montados en un solo conjunto en el canal de una carrilera, de forma similar al montaje de las carretillas, una vez que han sido montados, se emplean tapas para cerrar los ingresos.



Figura 4.9 Troles.

Fuente: Propia del autor

4.2.7 MONTAJE DE LA TUBERÍA DE AIRE DE ALIMENTACIÓN

Considerando que el gabinete de control que contiene el circuito neumático está en constante movimiento a lo largo de la longitud total de una carrilera, el suministro de aire comprimido se da a través de una tubería espiral de 10 mm, la cual tiene como guía a un cable de acero montado paralelamente a la carrilera. Con esto se garantiza la alimentación de presión al manipulador de ruedas en cualquiera de sus posiciones horizontales.



Figura 4.10 Montaje de la tubería de aire para alimentación.

Fuente: Propia del autor

4.3 ENSAMBLE DEL CUERPO MECANICO

4.3.1 ENSAMBLE DE SOPORTE PRINCIPAL, PELDAÑO Y MANIJA

En este paso se ha ensamblado el soporte principal con el peldaño a través de dos placas paralelas con cuatro perforaciones, para pernos pasantes de sujeción M8, tal como se aprecia en la figura 4.11. Además de esto ha sido acoplada la manija, la misma que cuenta con dos placas unidas a sus costados con suelda MIG, que tiene la finalidad de permitir su fijación al soporte principal con pernos allen M8.



Figura 4.11 Ensamble del soporte principal, peldaño y manija.

Fuente: Propia del autor

4.3.2 ENSAMBLE DE EJE PRINCIPAL Y RODILLO

Una vez que se tiene el eje macizo maquinado con las dimensiones especificadas en el plano mecánico del anexo No 7, procedemos a montar dos rodamientos que permitirán el movimiento de los rodillos del cuerpo mecánico del manipulador de ruedas, para ello se recalientan los rodamientos a un punto en que su cuerpo se dilate, y sus dimensiones se expandan en micras, facilitando su montaje en el eje. Cabe recalcar que el rodillo está en perfecto juego con el eje, gracias a los dos rodamientos montados.



Figura 4.12 Ensamble del eje principal y rodillo.

Fuente: Propia del autor

4.3.3 ENSAMBLE SOPORTE POSTERIOR, TOPE CILINDRICO Y MANUBRIO

El soporte posterior del cuerpo mecánico del manipulador presenta dos cilindros unidos a este por suelda MIG, en los cuales se tiene perforaciones roscadas para los ejes que hacen juego con los topes cilíndricos. El manubrio del cuerpo mecánico presenta una placa soldada a este por suelda MIG, que sirve como medio de empotramiento al soporte posterior, a través de pernos allen M8.



Figura 4.13 Ensamble del soporte posterior, tope cilíndrico y manubrio.

Fuente: Propia del autor

4.3.4 ENSAMBLE TAPAS

Las tapas del cuerpo mecánico son montadas sobre los finales del eje principal, y aseguradas a este por pernos allen M8, los mismos que van insertados en roscas hembras maquinadas con anterioridad en el eje principal. Los ejes pequeños de los topes cilíndricos se insertan en los roscados de las tapas, permitiendo que los topes hagan juego, lo cual es necesario en el momento en que se manipulan las ruedas para su correcta ubicación.

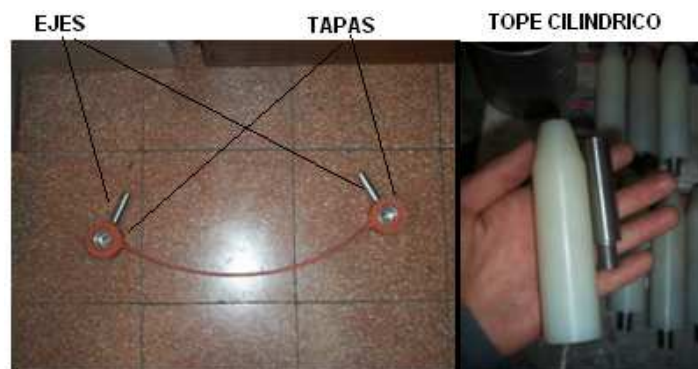


Figura 4.14 Ensamble tapas.

Fuente: Propia del autor

4.3.5 ENSAMBLE BOTONERA

La botonera presenta cinco perforaciones de diámetro 30 mm, en donde son empotrados los pulsadores (válvulas VM130 – 0133 (SMC)) con sus respectivos conectores, y a través de los cuales el operador del manipulador neumático comandará su funcionamiento. A la botonera se adhiere una placa de mica en donde se encuentran marcadas las funciones de cada pulsador.



Figura 4.15 Ensamble botonera.

Fuente: Propia del autor

La botonera es sujeta por su tapa posterior al soporte principal, mediante bases en L adheridas con pernos M10. Una vez sujeta la botonera, se procede a dejar realizadas las conexiones neumáticas de cada pulsador con tubería de 6 mm, las cuales tienen como ducto a una manguera anillada de $\frac{3}{4}$ de pulgada.



Figura 4.16 Montaje de botonera.

Fuente: Propia del autor

4.3.6 CUERPO MECÁNICO DEL MANIPULADOR DE RUEDAS

Una vez ensamblados todos los conjuntos del cuerpo del manipulador, procedemos a unir estos, la mayoría a través de placas paralelas con cuatro perforaciones y pernos pasantes de sujeción M8. Hecho esto se acopla los actuadores neumáticos (cilindros CQ2B50 – 30D (SMC)) al eje principal, por medio del roscado macho que presenta el vástago de cada cilindro, asegurándose de que estos estén correctamente alineados.

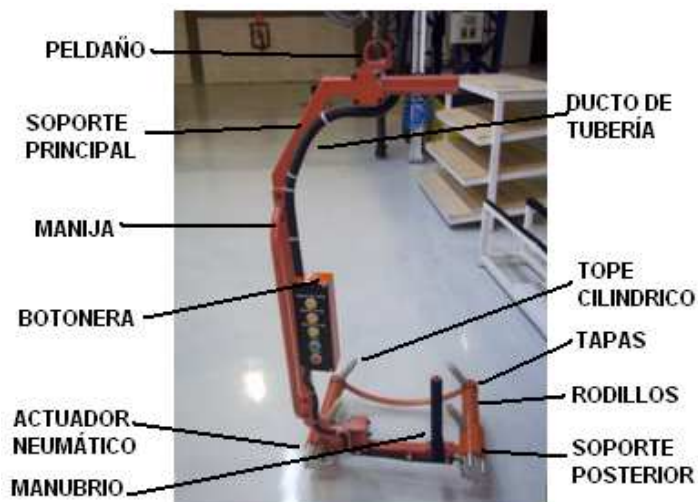


Figura 4.17 Partes del cuerpo mecánico del manipulador de ruedas.

Fuente: Propia del autor

4.4 ENSAMBLE DEL GABINETE DE CONTROL

4.4.1 TRAZADO DE LA PLACA BASE

Como gabinete de control se emplea una caja térmica de 50cm. x 40cm, de la cual se desprende la placa base de montaje, con la finalidad de realizar un trazado en esta y distribuir uniformemente todas las válvulas y reguladores que forman el circuito neumático.



Figura 4.18 Caja térmica empleada como gabinete

Fuente: Propia del autor

4.4.2 TALADRADO DE LA PLACA BASE

Una vez que se ha realizado el trazado en la placa base del gabinete metálico, realizamos las perforaciones necesarias para empotrar cada elemento que constituye el circuito neumático, considerando espacios para los racores y el conexionado.



Figura 4.19 Perforaciones en la placa base

Fuente: Propia del autor

4.4.3 MONTAJE DE RACORES Y ACCESORIOS EN EQUIPOS.

Antes de empezar a empotrar los reguladores y las válvulas en la placa base, se montan sobre estos los racores necesarios para su conexionado, y los accesorios adicionales que el circuito neumático demande, como es el caso de los tapones de ¼ de pulgada.

En el caso de los reguladores de presión de precisión, se machuela las cuatro perforaciones inferiores que estos presentan, con la finalidad de sujetarlos a la base con pernos M4.



Figura 4.20 Montaje de racores y accesorios

Fuente: Propia del autor

4.4.4 MONTAJE DE ELEMENTOS NEUMÁTICOS EN LA PLACA BASE.

Cuando ya se han colocado los racores y accesorios en cada regulador y válvula, se procede a empotrarlos a la placa base, haciendo uso de pernos M4, distribuyéndolos uniformemente de manera que facilite su conexionado.



Figura 4.21 Montaje de reguladores y válvulas a la placa base

Fuente: Propia del autor

4.4.5 MONTAJE DE ACCESORIOS EN EL GABINETE.

Considerando que los actuadores neumáticos del manipulador de ruedas se encuentran fuera del gabinete de control, es necesaria la instalación de accesorios que permitan la salida de las señales de presión desde el interior del gabinete hacia cualquiera que sea su destino, así como el ingreso de señales desde los elementos de mando, para ello se emplean pasamuros, los mismos que han sido enumerados con la finalidad de reconocerlos fácilmente, como se puede apreciar a continuación en la figura 4.22.



Figura 4.22 Montaje de accesorios en el gabinete

Fuente: Propia del autor

4.4.6 MONTAJE DE EQUIPOS EN EL GABINETE

Teniendo en cuenta que el balancín neumático es el actuador que mayor caudal de aire requiere en comparación con los cilindros de doble efecto, se emplea un regulador de presión de precisión de gran capacidad, pilotado neumáticamente, que permite multiplicar el valor de presión que el circuito neumático suministra y enviarlo hacia el balancín neumático asegurando una eficiente velocidad de respuesta. Este regulador se monta en un costado del gabinete empleando una escuadra de montaje en "L", y se lo asegura con pernos Allen M6.



Figura 4.23 Montaje de equipos en el gabinete

Fuente: Propia del autor

4.4.7 CONEXIONADO DEL CIRCUITO NEUMÁTICO

Una vez empotrados los elementos neumáticos en la placa base, y con los accesorios y equipos instalados en el gabinete, tomamos como referencia el esquema del circuito neumático (véase anexo No 1), y procedemos a realizar las conexiones requeridas entre reguladores, válvulas y accesorios, para ello empleamos tubería de poliuretano de 6 mm que ya ha sido dimensionada. En el momento en que se realizan todas las conexiones, se debe tener en cuenta el ruteado de todas las tuberías, con la finalidad de evitar estrangulamientos de tubería, facilitar la sustitución y el mantenimiento de elementos del circuito, y conservar la estética del gabinete de control.



Figura 4.24 Conexiones del circuito neumático

Fuente: Propia del autor

4.4.8 MONTAJE DEL CIRCUITO NEUMÁTICO EN EL GABINETE

Por último, después de instalar equipos y accesorios en el gabinete, tomamos la placa base con el circuito neumático en esta, y la montamos en el interior del gabinete, asegurándola con cuatro pernos en sus esquinas. Procedemos a conectar las salidas y entradas de presión a los 8 pasa –muros numerados, respetando este orden:

Pasa-muro 1: Pulsador 1: Modelo 1

Pasa-muro 2: Pulsador 2: Modelo 2

Pasa-muro 3: Pulsador 3: Modelo 3

Pasa-muro 4: Pulsador 4: Engravida

Pasa-muro 5: Pulsador 5: Libera

Pasa-muro 6: Toma A : Salida A para los cilindros neumáticos

Pasa-muro 7: Toma B : Salida B para los actuadores neumáticos

Pasa-muro 8: Presión : Toma de alimentación de aire comprimido

La salida de presión para el balancín neumático es conectada al pasa-muro en el costado del gabinete, que conduce al pilotaje del regulador de presión de precisión de gran caudal. En la figura 4.25 se aprecia el gabinete de control en su etapa final de ensamblado.

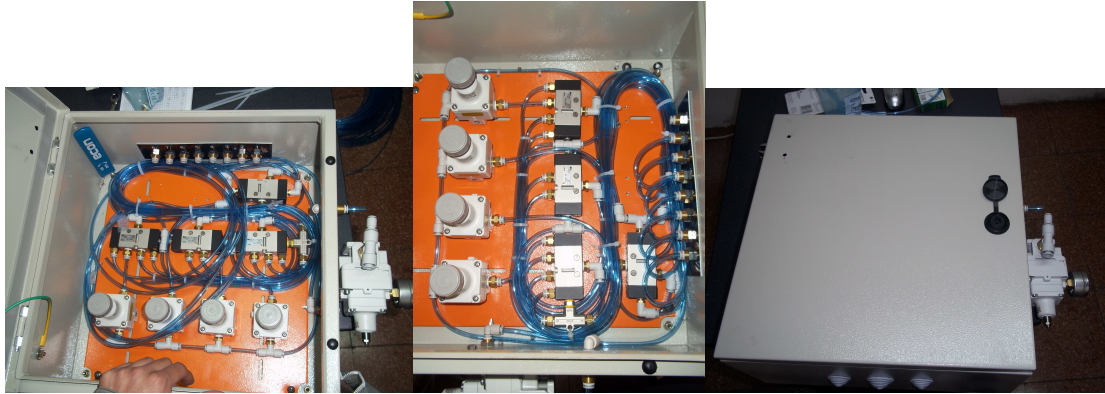


Figura 4.25 Gabinete de control neumático para engravidar pesos

Fuente: Propia del autor

4.5 ENSAMBLAJE DEL SISTEMA DE ENGRAVIDACIÓN

4.5.1 INSTALACIÓN DE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO

La empresa AYMESA cuenta con una presión de aire comprimido para trabajo de 7 bares, la cual es suministrada a todas las estaciones de trabajo en la línea de ensamblaje de camiones Hyundai por tuberías de acero galvanizado. De la tubería principal de aire comprimido se desvía una tubería secundaria hacia la celda destinada para el montaje de ruedas, de donde se toma el aire comprimido que servirá de alimentación para el manipulador de ruedas.

Para el aire comprimido que servirá de alimentación se instala una unidad de mantenimiento, la cual es derivada de la línea principal con una “T” de ½ pulgada y un neplo corrido de ½ pulgada. Los instrumentos y elementos que conforman la unidad de mantenimiento son acoplados mediante uniones rápidas, que se aseguran con pernos Allen. En el momento del montaje es recomendable percatarse del símbolo “”▶”, el que indica la correcta dirección del flujo de aire comprimido en los instrumentos y elementos de la unidad de mantenimiento.

No pueden ser instalados en dirección contraria, y tampoco en una posición vertical, diagonal o hacia arriba, ya que provocaría salpicaduras en el lado secundario debido de la purga separada por el elemento filtrante. En la figura 4.26 se muestra la correcta instalación de la unidad de mantenimiento.



Figura 4.26 Instalación de la unidad de mantenimiento

Fuente: Propia del autor

4.5.2 MONTAJE DEL SOPORTE SUPERIOR

Cuando se tiene ya ensamblado el gabinete de control neumático para el sistema de Engravidación del manipulador de ruedas, el balancín neumático y el gabinete son agrupados en un solo conjunto mediante el soporte superior y pernos pasantes, con la finalidad de conseguir un solo conjunto de carga para los troles de desplazamiento del sistema de rieles Knight.

Se aprovecha además el soporte superior para superponer una escuadra en “L” que sostiene elementos de conexión para la toma principal de aire comprimido que alimenta al manipulador de ruedas.



Figura 4.27 Montaje del soporte superior

Fuente: Propia del autor

4.5.3 SINCRONIZACIÓN DEL MANIPULADOR DE RUEDAS

Cuando se tienen ya ensamblados el cuerpo mecánico, el conjunto balancín y gabinete de control, y las bases estructurales del manipulador de ruedas, se procede a sincronizar todas sus partes, uniendo todos los ensambles. En primer lugar se montan en el canal de la carrilera los troles acoplados al soporte superior, de manera que el balancín y el gabinete neumático quedan pendiendo libremente de la carrilera con libre movimiento horizontal (1). Una vez que se ha hecho esto, se toma el cáncamo que presenta el balancín neumático junto con el cable de acero y se lo engancha al peldaño del cuerpo mecánico, de manera que este último quede pendiendo libremente, sin hacer contacto con el piso (2). De manera consecutiva se realizan las conexiones de alimentación de aire comprimido entre la unidad de mantenimiento y el sistema de Engravidación, además de las entradas y salidas que presenta el gabinete de control para sus actuadores neumáticos (3).

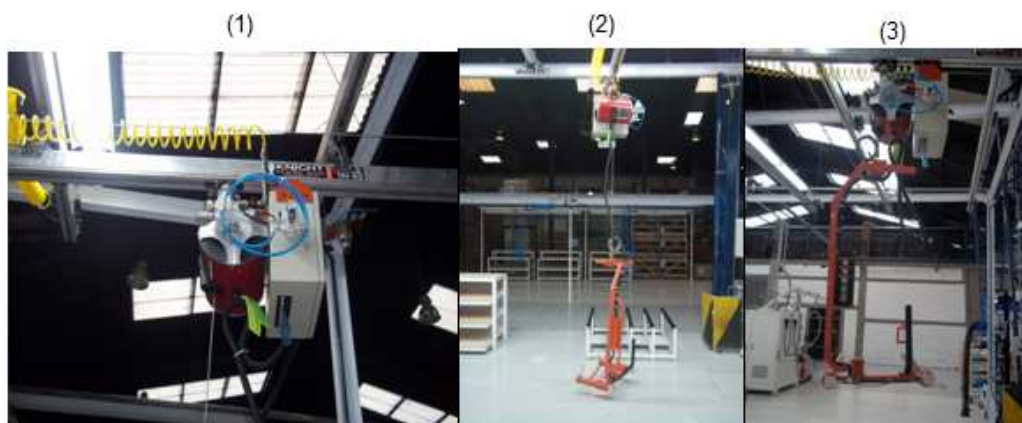


Figura 4.28 Montaje del manipulador de ruedas.

Fuente: Propia del autor

4.5.4 REGULACIÓN DE CARGAS Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Finalmente cuando ya se tiene presión de aire comprimido para alimentar el manipulador de ruedas, se calibra manualmente el aire comprimido de alimentación a la presión necesaria para engravidar cada modelo de rueda. El proceso de calibración se lo realiza en vacío y con carga, la carga variará para cada modelo de rueda a los cuales se les asigna un regulador respectivamente.

Los elementos a intervenir se encuentran en el interior del gabinete de control, se encuentran cuatro reguladores de presión de precisión (señales de control), a los cuales se les asigna un peso determinado dependiendo del o los modelos de rueda, mientras que en la parte exterior se encuentra un regulador multiplicador de presión, el mismo que se encargara de copiar la señal de control y multiplicarla, de manera que se consigue inyectar al balancín neumático una presión de control con mayor rapidez y mayor caudal.

4.5.4.1 Calibración en vacío

La calibración en vacío se da con el peso muerto del manipulador de ruedas, es decir con el peso del cuerpo mecánico solamente. Accionando el pulsador de suelta, nos percatamos que el manipulador se encuentre en peso muerto, y localizamos el regulador colocado en el interior del gabinete de control. El balancín neumático deberá mantener en equilibrio la carga o peso muerto, permitiendo al operador moverlo en sentido vertical de arriba hacia abajo o viceversa y trasladarlo de un punto a otro con un mínimo esfuerzo.

Si el peso muerto tiende a caerse solo o exige demasiado esfuerzo para elevarlo se debe ajustar al regulador aumentando la presión girado la maneta milimétricamente en sentido horario hasta conseguir que el mecanismo se encuentre en equilibrio. Si el peso muerto presenta resistencia o se eleva drásticamente, se deberá ajustar al regulador disminuyendo la presión girando la maneta milimétricamente en sentido antihorario hasta conseguir que el mecanismo se equilibre.

4.5.4.2 Calibración con carga

La calibración con carga se la realiza con el peso de cualquiera de los modelos de rueda a ser montados. Para calibrar el manipulador se monta el modelo de rueda seleccionado en el cuerpo mecánico, una vez montado presionamos el pulsador tomar, para de manera consecutiva ubicar en el gabinete de control el regulador de presión de precisión a ser manipulado.

Posteriormente procedemos a regular el instrumento localizado, si la carga tiende a caer o exige demasiado esfuerzo para elevarlo, se deberá ajustar al regulador aumentando la presión girando la maneta milimétricamente en sentido horario.

El balancín neumático deberá mantener en equilibrio la carga, permitiendo al operador trasladarlo de un punto a otro a lo largo de la celda de montaje. Si la carga presenta resistencia o se eleva drásticamente se deberá ajustar al regulador disminuyendo la presión girando la maneta milimétricamente en sentido antihorario.

Para calibrar otros modelos se debe realizar el anterior instructivo, con la única diferencia que los reguladores de presión de precisión ya no serán los mismos para cada modelo, por lo cual se debe tener cuidado de no manipular un regulador en el que ya se determinó su presión de trabajo. Hecho esto se realizan pruebas de funcionamiento, observando que no existan fugas de aire comprimido, verificando que todos los mandos cumplan su función y comprobando la respuesta de los actuadores neumáticos según las condiciones expuestas por el operador.



Figura 4.29 Calibración del manipulador de ruedas.

Fuente: Propia del autor

4.6 OPERACION DEL MANIPULADOR DE RUEDAS

Cualesquiera que sea el modelo de camión (HD78, HD72, HD65 ó HD45) que se esté ensamblando en la línea de producción de AYMESA, ingresa con su chasis y cabezal ensamblados casi en su totalidad a la celda destinada para el montaje de ruedas. En la figura 4.30 se muestra el tambor del chasis, delantero y posterior, destino final para las ruedas a ser manipuladas. A continuación se proporcionan las instrucciones de operación segura para que el operador esté al tanto de los peligros, para evitar posibles accidentes.



Figura 4.30 Destinos de las ruedas a ser manipuladas.

Fuente: Propia del autor

Una vez que el chasis y cabezal del camión han avanzado a la estación de montaje de ruedas, el operador del manipulador neumático realiza el proceso de montaje que se resume en tres pasos a continuación:

- 1) Selección y toma del modelo de rueda.
- 2) Engravidación y montaje del modelo de rueda.
- 3) Liberación del modelo de rueda.

4.6.1 SELECCION Y TOMA DEL MODELO DE RUEDA

Cuando se alimenta con aire comprimido el manipulador de ruedas este asume su posición de reposo, esto quiere decir que el manipulador trabajara con la presión establecida solamente para el peso de su estructura, en estas condiciones el operador del manipulador puede desplazar el cuerpo mecánico a cualquier posición. El operador elije el modelo de rueda a ser montado en el tambor del

chasis mediante uno de los pulsadores disponibles en la botonera, y de manera consecutiva acerca el cuerpo mecánico del manipulador al Rack que contiene las ruedas, en donde se monta una de estas haciéndola rodar.



Figura 4.31 Toma del modelo de rueda.

Fuente: Propia del autor

4.6.2 ENGRAVIDACION Y MONTAJE DEL MODELO DE RUEDA

Una vez que el modelo de rueda seleccionado se encuentra montado sobre el cuerpo mecánico del manipulador, el operador puede engravidar la carga presionando el pulsador “TOMA”, de esta manera conseguirá desplazar el peso de la rueda junto con el cuerpo del manipulador donde desee dentro de la celda, haciendo uso mínimo de su esfuerzo físico. Engravidado el peso de la carga el operador consigue montar la rueda en el tambor con total facilidad, teniendo libre movimiento en cualquier dirección, a la vez que ajusta las tuercas de sujeción de la rueda.



Figura 4.32 Engravidación y montaje del modelo de rueda.

Fuente: Propia del autor

4.6.3 LIBERACION DEL MODELO DE RUEDA

Después de haber montado la rueda seleccionada en el tambor del chasis, posicionarla y ajustar las tuercas, el operador la libera del cuerpo mecánico presionando el pulsador “SUELTA”, de manera que el manipulador regresa a su estado de reposo, es decir asume la presión necesaria para levantar el peso del cuerpo mecánico, entonces estará listo para repetir el proceso cuantas veces se requiera. En la figura 4.33 se aprecia las ruedas posterior y delantera montadas en el chasis de un camión HD72 una vez que han sido liberadas por el manipulador de ruedas.

Finalizado el proceso de montaje de ruedas, un juego de cuatro mesas de elevación hidráulicas acopladas por rieles, desciende el camión hacia el piso permitiendo que este se libere y sea transportado a otra celda de ensamblaje por sus propios medios.



Figura 4.33 Liberación del modelo de rueda.

Fuente: Propia del autor

4.7 MANTENIMIENTO DEL MANIPULADOR DE RUEDAS

4.7.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Para asegurar una larga vida útil del manipulador, se recomienda realizar un mantenimiento preventivo cada 4 meses.

4.7.1.1 Mantenimiento del filtro de aire comprimido

El mantenimiento del filtro de aire comprimido constituye un factor determinante para el correcto funcionamiento del dispositivo de balanceo, los cartuchos de los filtros se saturan y producen pérdidas de presión al sistema. Las pérdidas de presión ocasionara fallas en el sistema y representan costos. Los cartuchos filtrantes deben ser reemplazados cada año o cuando la presión diferencial llegue a 0.1 MPa., ó 14.5 Psi. El filtro consta de un indicador de diferencial de presión para indicar que el elemento se encuentra saturado.

Cada vez que se inspeccione el filtro de aire comprimido, es recomendable verificar que no se encuentre expuesto a un lugar donde se produzcan vibraciones. Si la diferencia de presión interna/externa excede 0.1 MPa, el cartucho filtrante podría romperse. Cuando llegue el momento de sustituir el cartucho filtrante por uno nuevo, se debe hacerlo inmediatamente, al igual que la junta tórica y la junta de sellado. Cuando se utiliza un producto equipado con una válvula de purga, una guía de purga o una válvula de bola, se descargan los condensados antes de que el fluido de purga alcance el centro de la mirilla. Si no se descarga adecuadamente, los condensados fluirán hacia el lado secundario.

Si no se retira el drenaje de los filtros de aire o de los separadores de neblina, puede fluir a la vía de salida y provocar un funcionamiento defectuoso del equipo neumático. En caso de que sea difícil retirar el drenaje, se recomienda la utilización de filtros con purga automática.

4.7.1.2 Mantenimiento del regulador de la unidad de mantenimiento.

Idealmente, los reguladores deberán hacerse trabajar en el tercio central de su gama, dado que en la zona inferior de la gama el muelle pierde cierta sensibilidad y en la zona superior pueden desviarse de la linealidad. Si fuese necesario el reemplazo de un regulador, después de su instalación se debe ajustar el regulador a la misma vez que se comprueban el valor visualizado en el manómetro con el requerido, ya que si se gira en exceso el mando puede producirse daños en las piezas internas.

Nunca se debe utilizar un lubricante en el lado de alimentación del regulador, porque puede llegar a obstruir la restricción fija y ocasionar un funcionamiento defectuoso.

4.7.1.3 Mantenimiento del cilindro neumático

Para reemplazar piezas y partes de los cilindros neumáticos se debe emplear las pinzas apropiadas (herramienta para la instalación de arandelas de seguridad del tipo C) para la instalación y sustitución. Antes de desmontar la carga, debemos asegurarnos de que la parte plana del vástago del lado de la carga esté sujeta firmemente para que no se gire. Se debe tener en cuenta que si no se asegura el vástago por el lado de la carga, la conexión con la carga (la parte atornillada) se puede soltar.

4.7.1.4 Mantenimiento del regulador de presión de precisión

Para la sustitución de cualquiera de los reguladores de precisión se debe tener en cuenta la compatibilidad del reemplazo con el sistema neumático, y se debe tener cuidado de no poner los equipos en marcha ni retirar componentes sin tomar las medidas de seguridad correspondientes. La inspección y mantenimiento del equipo no se ha de efectuar sin confirmar que todos los elementos de la instalación están en posiciones seguras.

A la hora de retirar el equipo, confirmar las especificaciones en el punto anterior. Cortar el suministro de aire al equipo, eliminando el aire residual del sistema. Antes de reiniciar la operación, tomar las medidas oportunas para evitar el disparo del vástago del cilindro. (Alimentar gradualmente con aire para crear una contrapresión). Normalmente el aire se descarga por el orificio de purga (en la parte central del cuerpo). Esto es un consumo de aire necesario basado en la construcción del regulador de presión y es absolutamente normal.

Como la presión de alimentación es relativamente alta (aprox. 0,5MPa o más) y la presión de salida es baja (aprox. 0,1MPa o menos), cuando se opera con el lado de salida abierto a la atmósfera, se pueden producir pulsaciones en la presión de salida. Ante esta situación, reduzca la presión de alimentación cuanto sea posible,

o incremente ligeramente la presión de salida y limite la línea de salida (añada y ajuste una válvula de retención, etc.).

4.7.1.5 Mantenimiento del conexionado neumático

Se debe realizar un control general de los diversos enlaces y tuberías del manipulador verificando que no hay pérdidas de aire o conexiones defectuosas.

Si se encuentran uniones o racores defectuosos deben ser reemplazados por un elemento nuevo que no haya sido usado.

4.7.1.6 Mantenimiento del balancín neumático

Es recomendable revisar visualmente el Balancín KNIGHT y asegurarse de que se encuentra trabajando adecuadamente. Repare o reemplace cualquier parte rota o dañada. Si durante la operación del sistema se escucha algún ruido anormal en el Balancín KNIGHT, inmediatamente se debe suspender la operación del mismo y realizar las operaciones de mantenimiento recomendadas por el fabricante, que se indican en el manual técnico que viene con el equipo.

Inspeccionar la forma en la que sale o ingresa el cable en el Balancín. Si se presentará algún tipo de trabamiento, se procede a limpiar o lubricar el cable según las recomendaciones del fabricante. De igual manera se debe inspeccionar visualmente el cable para detectar la presencia de torceduras, daños, corrosión o cortaduras. No se debe operar el sistema hasta que se hayan tomado las medidas correctivas.

4.7.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

A continuación se presentan las falencias más probables que el manipulador de ruedas puede presentar junto con las soluciones más aceptables.

4.7.2.1 El balancín no permite que se retraiga el cable.

- Verificar la presión de aire.
- El manipulador sufrió una pérdida de aire o fue mal operado, oprimir el pulsador de suelta, retirar la carga si la hubiera y dar un tirón del cable de acero para soltar el seguro interno que tiene el balancín neumático.

- Revisar el regulador de presión ubicado cerca del balancín neumático, y probar si está trabajando, desconectar el tubo plástico que sale por la conexión 2 y medir la presión con respecto al manómetro.

4.7.2.2 El manipulador no equilibra en vacío.

- La presión de alimentación es inferior a la necesaria.
- Verificar la presión de alimentación.
- Verificar las conexiones y tubos que no presenten fisuras o estén desconectados.
- Revisar el cartucho del filtro separador de aceite y reemplazarlo.
- Revisar si los pulsadores se encuentran en buenas condiciones

4.7.2.3 El manipulador no toma la carga

- Verificar los pulsadores si accionan las válvulas neumáticas que controlan el pilotaje del regulador de presión multiplicador.
- Verificar en tuberías y conexiones que no existan fugas.
- Verificar la presión de la línea.

4.7.2.4 El manipulador no balancea la carga

- Verificar la presión de entrada.
- Verificar el pulsador neumático "TOMA" para elevar la carga.
- Verificar si conmuta la válvula de mando para el balancín neumático.
- Verificar si está funcionando el regulador de carga.
- Verificar la conexión del pilotaje al regulador multiplicador.
- Verificar si no están dobladas las mangueras.

Como norma general se debe considerar el no utilizar el manipulador si presenta defectos o irregularidades en sus dispositivos de seguridad o en su funcionamiento.

4.7.3 CONDICIONES DE SEGURIDAD

- No utilice el balancín si el gancho esta alterado físicamente o está roto.
- Asegúrese de que el gancho de suspensión esta ajustado adecuadamente antes de operar el manipulador.
- Antes de cada turno o antes de su uso inspeccionar el manipulador de ruedas de acuerdo con los procedimientos definidos en la sección de mantenimiento de esta reseña.
- Nunca coloque la mano o los dedos en la cavidad de retracción del balancín neumático.
- Nunca utilice el cable como una honda.
- Nunca utilice el balancín neumático si el cable de acero está trenzado, retorcido o dañado.
- Utilice el balancín solamente cuando el cable está centrado sobre el gancho.
- No fuerce el gancho en su lugar a golpes.
- Asegúrese de que la carga está colocada correctamente en el cuerpo mecánico del manipulador de ruedas antes de proceder a trasladarla.
- Nunca haga funcionar el cable sobre un borde afilado.
- Preste atención a la carga en todo momento cuando se opera el manipulador de ruedas.
- Asegúrese de que no haya personal en el camino de la carga mientras se está utilizando el manipulador.
- No levantar la carga sobre el personal en todo momento.
- Asegúrese de que el cable esté bien lubricado antes del funcionamiento del manipulador neumático.
- No quitar los elementos de carga o manipulación hasta que la tensión se libere en el cable de acero del balancín.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El manipulador neumático es un sistema de engravidación de accionamiento manual, que permite mantener una carga en equilibrio y trasladarla de manera rápida y con poco esfuerzo de una posición a otra, realizando movimientos en cualquier dirección dentro de un espacio con límites definidos en el proyecto, facilitando al operador trabajar sin el riesgo de sufrir enfermedades laborales por malas posturas o fatigas, y en condiciones de máxima seguridad.
- El manipulador de ruedas está particularmente diseñado para trasladar cuatro modelos de rueda, que son montados en su cuerpo mecánico, engravidados y trasladados al punto de montaje en un camión, por lo cual no debe ser empleado para otros usos con el fin de evitar su mal funcionamiento o el daño permanente del sistema.
- El sistema de engravidación del manipulador de ruedas consta de un balancín neumático pilotado por un gabinete de control, acoplado a vigas ergonómicas móviles, permitiendo el movimiento vertical, longitudinal y transversal de la carga.
- El balancín neumático equilibra la carga y adopta su acción de ascenso y descenso alimentándolo con aire comprimido pilotado por un circuito neumático oportunamente predispuesto y previamente regulado, de manera que al aplicar un pequeño esfuerzo físico permite desplazar la carga de un punto a otro.
- La capacidad del manipulador está dada por el balancín neumático, colocado en la carrilera móvil, el equipo colocado soporta una capacidad de 350 lbs. a 100 Psi de presión esto es aproximadamente 6.85 bares, no se debe sobrepasar dicha capacidad ya que esto puede ocasionar daños permanentes en el interior del equipo.

- El manipulador de ruedas está diseñado para trabajar en lugares protegidos a temperatura ambiente, si fuese un caso particular, se desenvuelve normalmente en ambientes que presenten una temperatura de 0 a 45 grados centígrados como máximo y con aire comprimido limpio que presente una humedad relativa máxima del 95%.
- El sistema neumático del manipulador de ruedas necesita de una unidad de mantenimiento para tratar el aire comprimido que es suministrado, esta unidad de mantenimiento contiene una válvula de corte y alivio 3/2, un filtro coalescente submicrónico, el cual entrega un aire limpio, seco y no lubricado, y por último un regulador de presión el cual se regula a 6 bares como presión máxima de trabajo.
- La cantidad de vapor de agua que puede existir en un determinado volumen de aire comprimido es directamente proporcional a la temperatura del aire e inversamente proporcional a la presión, es decir, la cantidad de agua será mayor en cuanto menor sea la temperatura y mayor sea la presión, siendo pues en estas condiciones cuando la eliminación de agua en el aire será más eficaz.
- Los reguladores de precisión (o controladores) se utilizan normalmente para aplicaciones de instrumentación en las que son necesarias una presión de salida exacta durante un tiempo determinado, su capacidad para alcanzar el nivel ideal en cuanto a características de caudal y presión se refleja en su tamaño y su precio.
- Para el montaje de tuberías es necesario emplear el par apropiado recomendado mientras se sostiene el lado con roscas hembras, si el par de apriete es insuficiente, el sellado se puede soltar o ser defectuoso, mientras que si es excesivo se puede dañar la rosca, además si no se sujeta el lado con roscas hembras durante el apriete, una fuerza excesiva actuará directamente en las escuadras de las tuberías, etc. causando daños u otros problemas.
- Las impurezas en forma de partículas de suciedad u óxido, residuos de aceite lubricante y humedad dan origen muchas veces a averías en las

instalaciones neumáticas y a la destrucción de los elementos neumáticos, por lo cual es de vital importancia emplear una unidad de mantenimiento.

- Los sistemas neumáticos de mando consumen aire comprimido, que debe estar disponible en el caudal suficiente y con una presión determinada según el rendimiento de trabajo.

5.2 RECOMENDACIONES

- La sustitución del cartucho filtrante se debe realizar cuando la presión cae a 0.1MPa o 2 años después de su puesta en funcionamiento, lo primero que tenga lugar, así se evitara el mal funcionamiento de los equipos (aceite dentro del sistema, el cual causa daños a los equipos provocando su reemplazo por elementos idénticos).
- Si existirá algún racor defectuoso, vasos rotos de los filtros, silenciadores rotos sustituirlos inmediatamente por un reemplazo.
- Eliminar cualquier tipo de fuga de aire comprimido en las instalaciones del sistema, ya que produce pérdidas de aire y causa el mal funcionamiento del manipulador de ruedas.
- No especificar Puntos de Rocío extremadamente bajos si el proceso no los justifica.
- No se debe habilitar una filtración más fina de la estrictamente necesaria, dado que cuanto más fina sea la filtración, mayor será la cantidad de suciedad atrapada por el elemento de filtraje, con lo cual éste se bloqueará más rápidamente.
- Es recomendable cuando se elije un filtro para la limpieza de aire comprimido, asegurarse de que se ha seleccionado el tipo correcto de filtro y el elemento filtrante para la eliminación de partículas, esto se comprueba verificando visualmente la eficiencia en la eliminación de vapor de agua, aceite y partículas.
- En la manipulación del regulador es recomendable asegurarse de desbloquear el mando antes de regular la presión, y de bloquearlo una vez regulada.

- En la instalación de los cilindros neumáticos se deben tomar las precauciones necesarias, ya que puede darse el caso de que la arandela que sostiene el conjunto del émbolo y el vástago del cilindro, salga despedida y ocasione daños al personal o al equipo cercano. Después de la instalación y antes de proceder a la alimentación de aire, compruebe que la arandela de seguridad se encuentra colocada correctamente dentro de la ranura del cilindro.
- Antes del conexionado de tuberías previamente a la instalación, hay que soplar las tuberías, o bien, limpiarlas con agua para retirar virutas de metal, aceite de corte o cualquier otra partícula que se encuentre dentro de las mismas.
- Al montar tuberías y otros accesorios, se debe evitar la entrada de virutas de metal procedentes de roscas o de material de sellado en el interior de las válvulas.
- Cuando se utilice la cinta de teflón para rematar conexiones, es recomendable dejar de 1,5 a 2 filetes de rosca sin cubrir en el extremo final de las tuberías y accesorios.
- Para el empleo de los equipos detallados en los capítulos anteriores, se debe evitar los lugares donde existan gases corrosivos, productos químicos, agua salada, agua dulce o vapor, o donde se entre en contacto con los mismos. Lugares donde puedan producirse vibraciones o impactos.
- Es necesario proteger los lugares expuestos directamente a la luz solar, eliminar cualquier fuente de calor cercana y adoptar las medidas de protección apropiadas para evitar el contacto con salpicaduras de agua, aceite, soldadura, etc., con cualquiera de los elementos neumáticos empleados en el manipulador de ruedas.
- Es recomendable no utilizar aire comprimido que contenga productos químicos, aceites sintéticos con disolventes orgánicos, sal, gases corrosivos, etc., ya que puede ocasionar daños o un funcionamiento defectuoso en los elementos e instrumentación neumática.
- En la manipulación de elementos neumáticos manuales, como válvulas, no se debe mover el accionamiento mecánico más allá de la posición límite de

funcionamiento, ya que se podría dañar la propia válvula mecánica, causando fallos de funcionamiento del equipo.

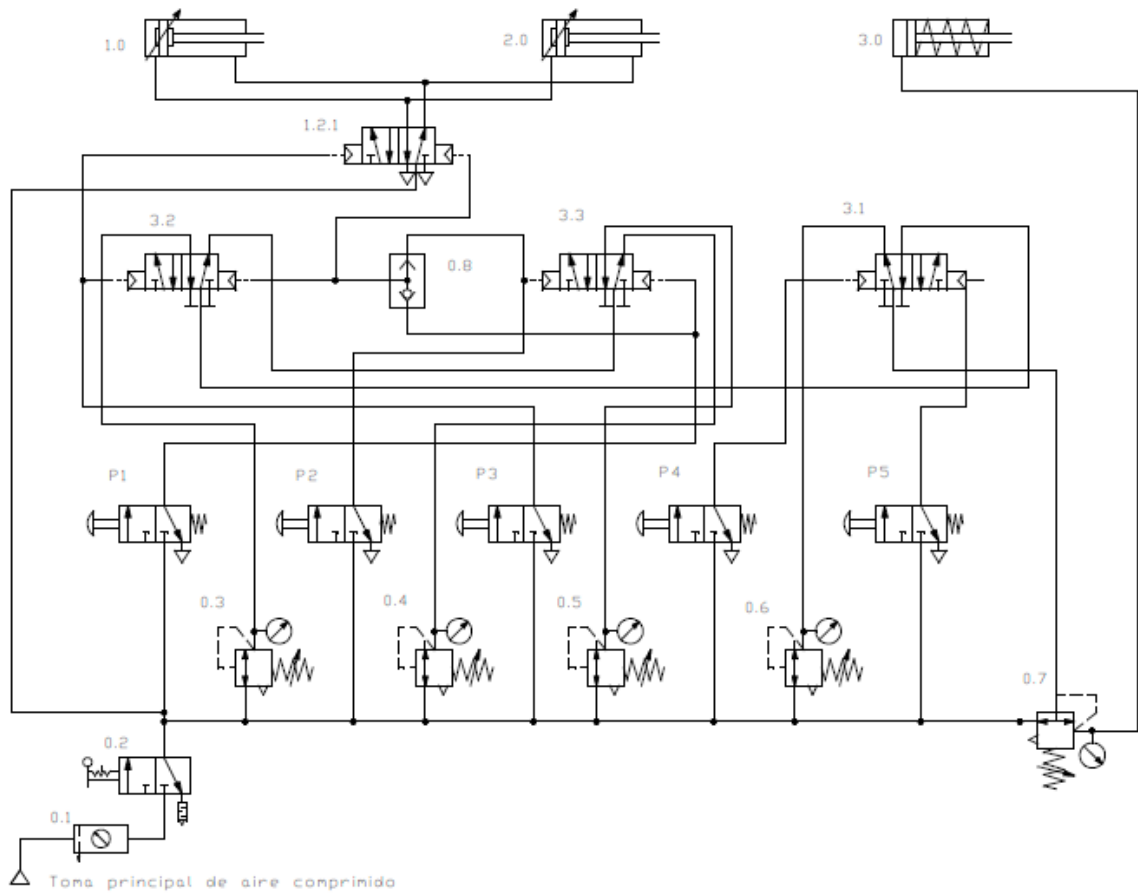
- En el tendido de las tuberías debe cuidarse, sobre todo, de que la tubería tenga un descenso en el sentido de la corriente, del 1 al 2%. Así se evita que el agua condensada que posiblemente encuentre en la tubería principal llegue a través de las tomas. Para recoger y vaciar el agua condensada se disponen tuberías especiales en la parte inferior de la principal con purgas automáticas.
- Debe examinarse periódicamente el nivel de agua condensada en el filtro de aire, porque no debe sobrepasar la altura indicada en la mirilla de control. De lo contrario, el agua podría ser arrastrada hasta la tubería por el aire comprimido. Para purgar el agua condensada hay que abrir el tornillo existente en la mirilla.

BIBLIOGRAFÍA

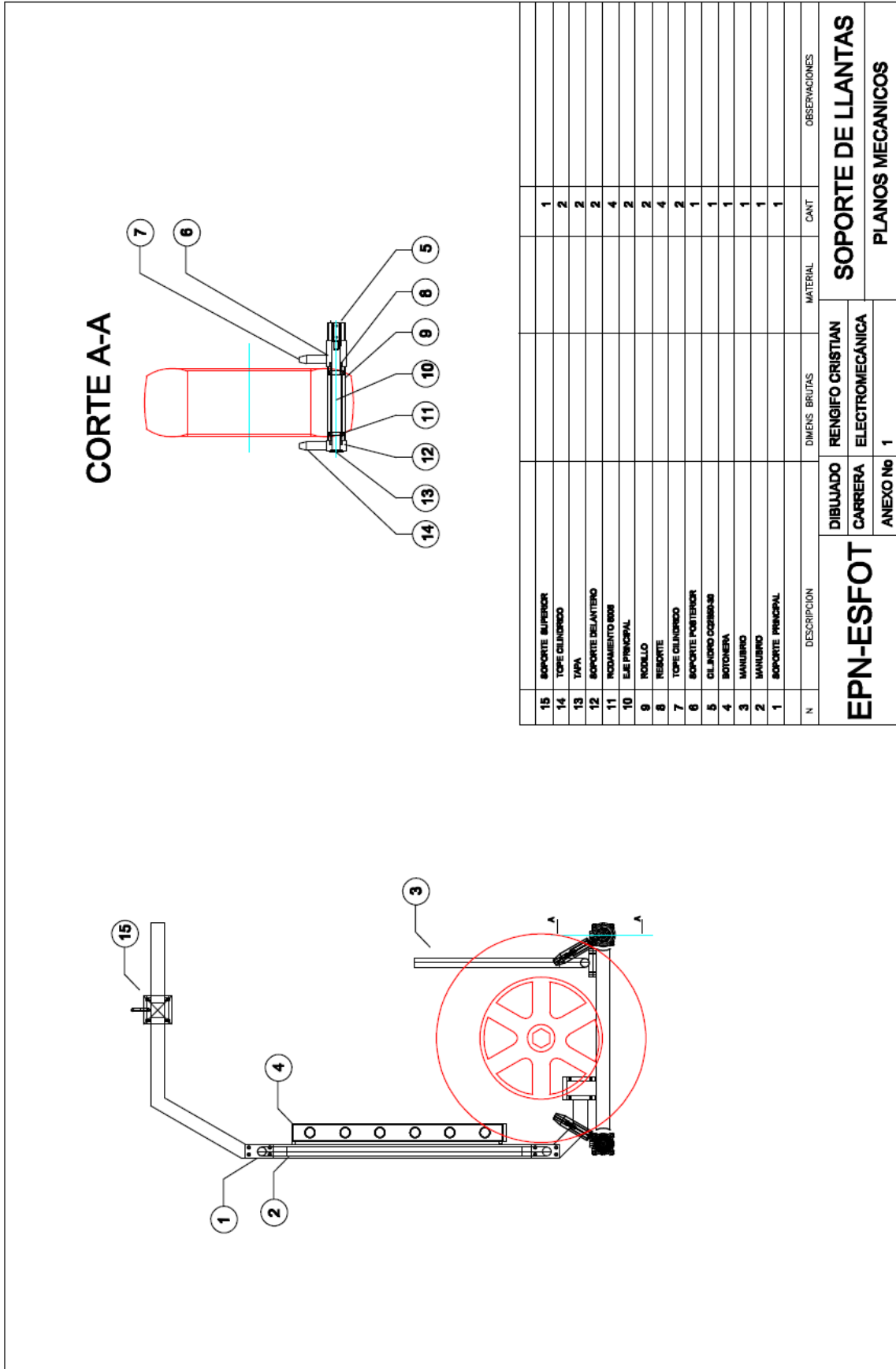
- KOBLER R., “Introducción a la Neumática”, FESTO Didactic, 1980.
- FESTO DIDACTIC, “Fundamentos de Neumática, P. Croser, 2000.
- WALLER D., WERNER H., “Neumática”, Festo Pneumatics, 1997.
- HORACIO C., QUIROZ E. “Redes de Aire Comprimido”, Compendio de información para asignatura de Mantenimiento I. Universidad Eafit, 2003.
- DICKSON T., “Introducción a la Química”; Primera Edición, México, 1982, Publicaciones Culturales.
- RODRIGUEZ A., “Tecnología Neumática”, SMC Corporation, Chile, 2010.
- MILLAN S., “Automatización Neumática y Electroneumática”, Editorial Marcombo, Barcelona España, 1995.
- POKORNY F., “Manual de Neumática de FMA”
- SMC “Catálogos completos # 2, 5, 6 y 7”, Madrid España, 2010.
- DEPPERT W., STOLL K. “Dispositivos neumáticos”, Editorial Marcombo, Barcelona España, 1999.
- BOHLER, “Catálogo aceros estructurales” 2011.
- INA “Catálogo Ejes” 2012.
- <http://www.guimun.com/ecuador/catalogo/2578/3087/duralon>
- <http://www.knight-ind.com>
- <http://www.sapiensman.com/neumática>
- http://www.smc.eu/portal/WebContent/main/index.jsp?is_main=yes&lang=es&ctry=ES
- http://www.smcetech.com/CC_host/pages/custom/templates/smc_v2/search_2.cfm?cc_nvl=&CFID=2669685&CFTOKEN=22249729&jsessionid=2a30552ba6a60d48a033123763368244e793

ANEXOS

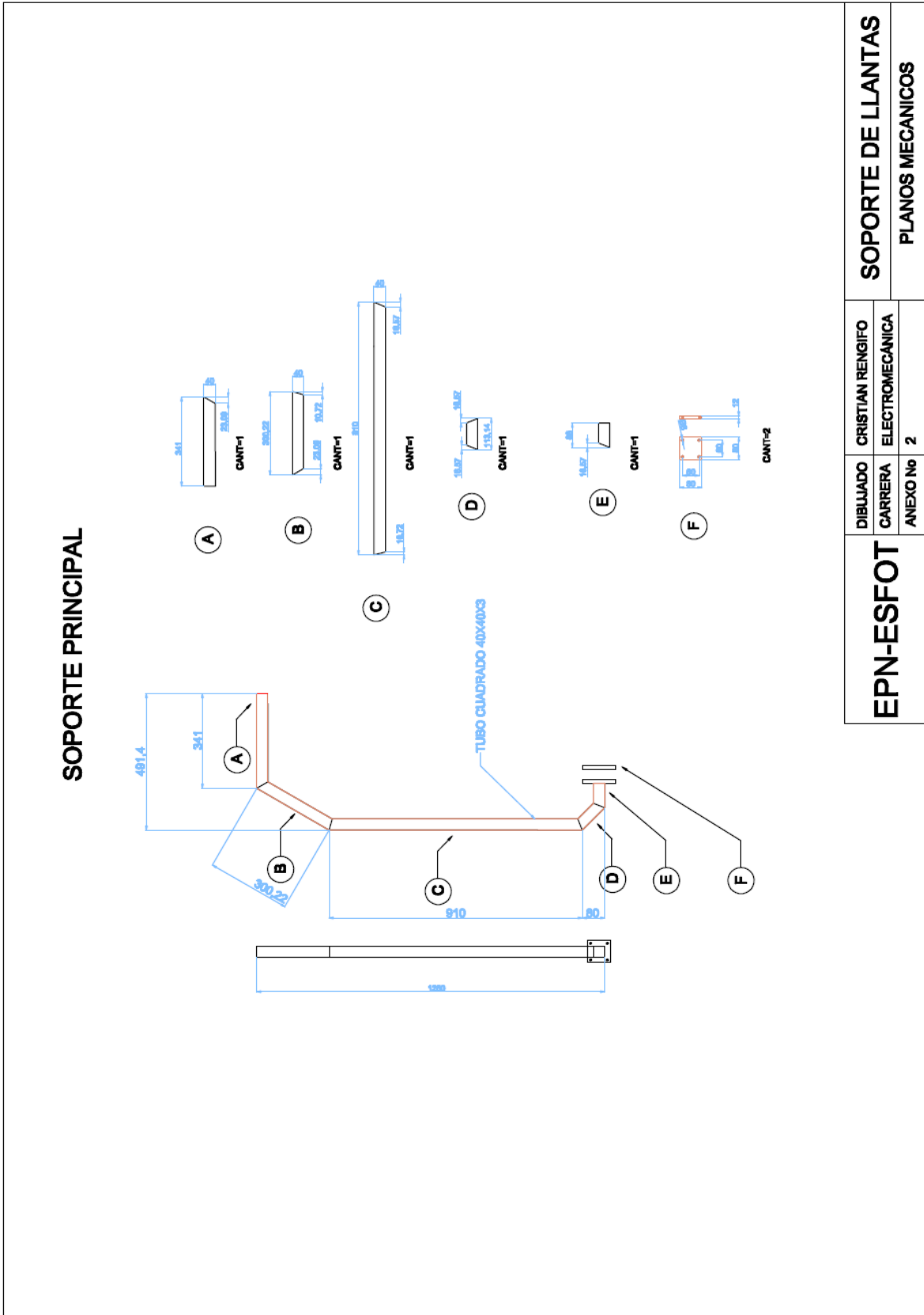
Anexo No 1: Diagrama del circuito de control neumático del manipulador.



Anexo No 2: Planos del manipulador de ruedas.

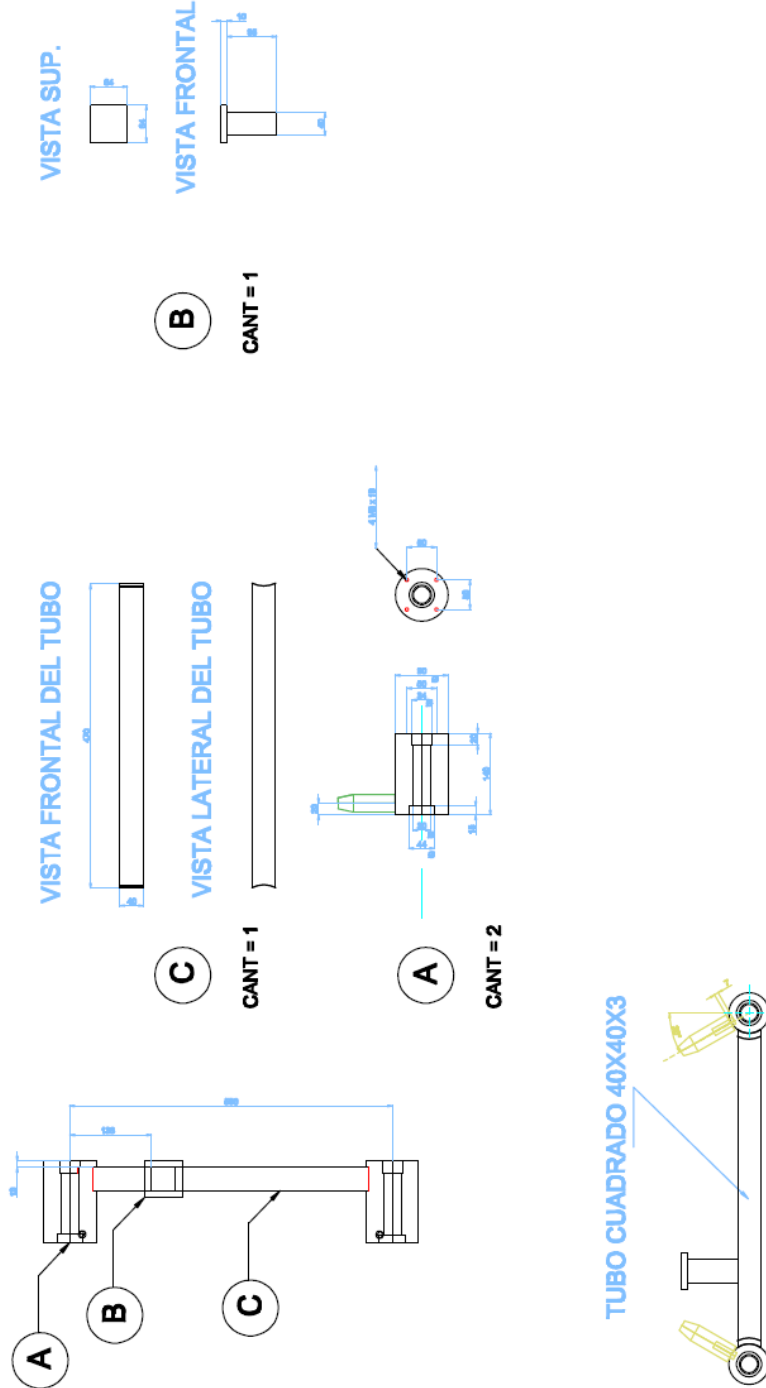


Anexo No 3: Planos del manipulador de ruedas.



Anexo No 4: Planos del manipulador de ruedas.

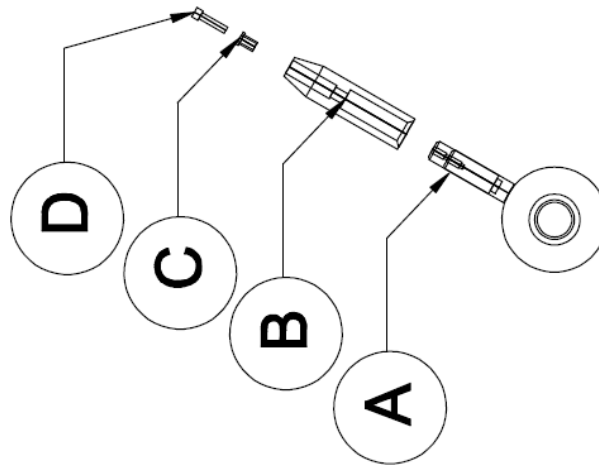
SOPORTE POSTERIOR



EPN-ESFOT	DIBUJADO	CRISTIAN RENGIFO	SOPORTE DE LLANTAS	
	CARRERA	ELECTROMECÁNICA	PLANOS MECANICOS	
	ANEXO No	3		

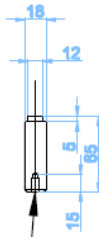
Anexo No 5: Planos del manipulador de ruedas.

TOPE CILINDRICO



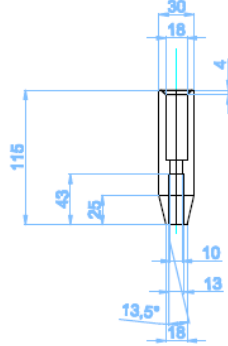
A

CANT = 2



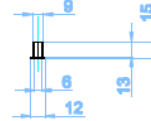
B

CANT = 2



C

CANT = 2



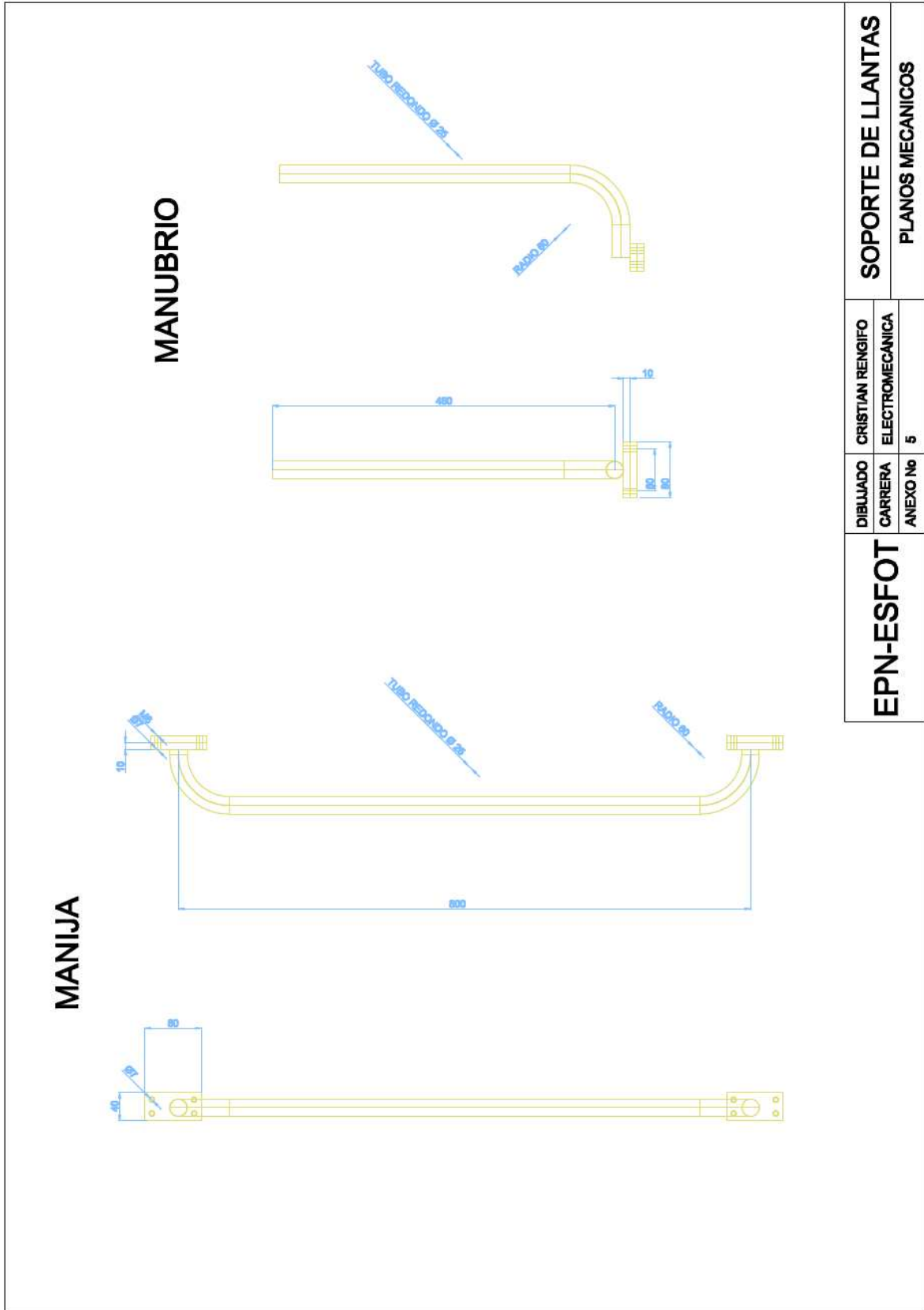
D

CANT = 2



EPN-ESFOT	DIBUJADO	CRISTIAN RENGIFO	SOPORTE DE LLANTAS
	CARRERA	ELECTROMECÁNICA	
	ANEXO No	4	

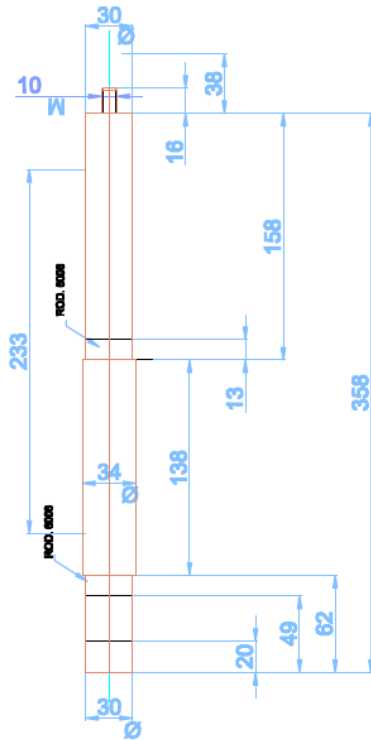
Anexo No 6: Planos del manipulador de ruedas.



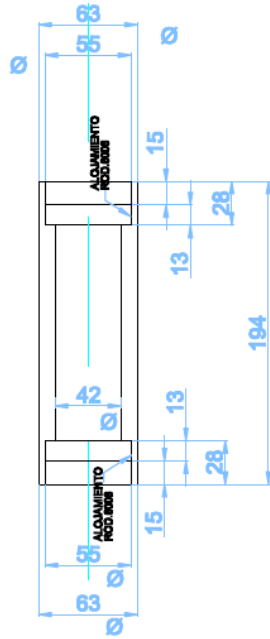
EPN-ESFOT		SOPORTE DE LLANTAS	
DIBUJADO	CRISTIAN RENGIFO	PLANOS MECANICOS	
CARRERA	ELECTROMECÁNICA		
ANEXO No	5		

Anexo No 7: Planos del manipulador de ruedas.

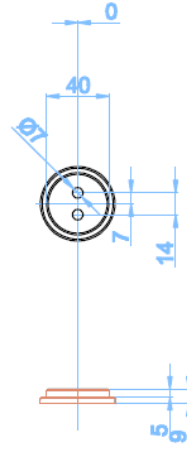
EJE PRINCIPAL



RODILLO



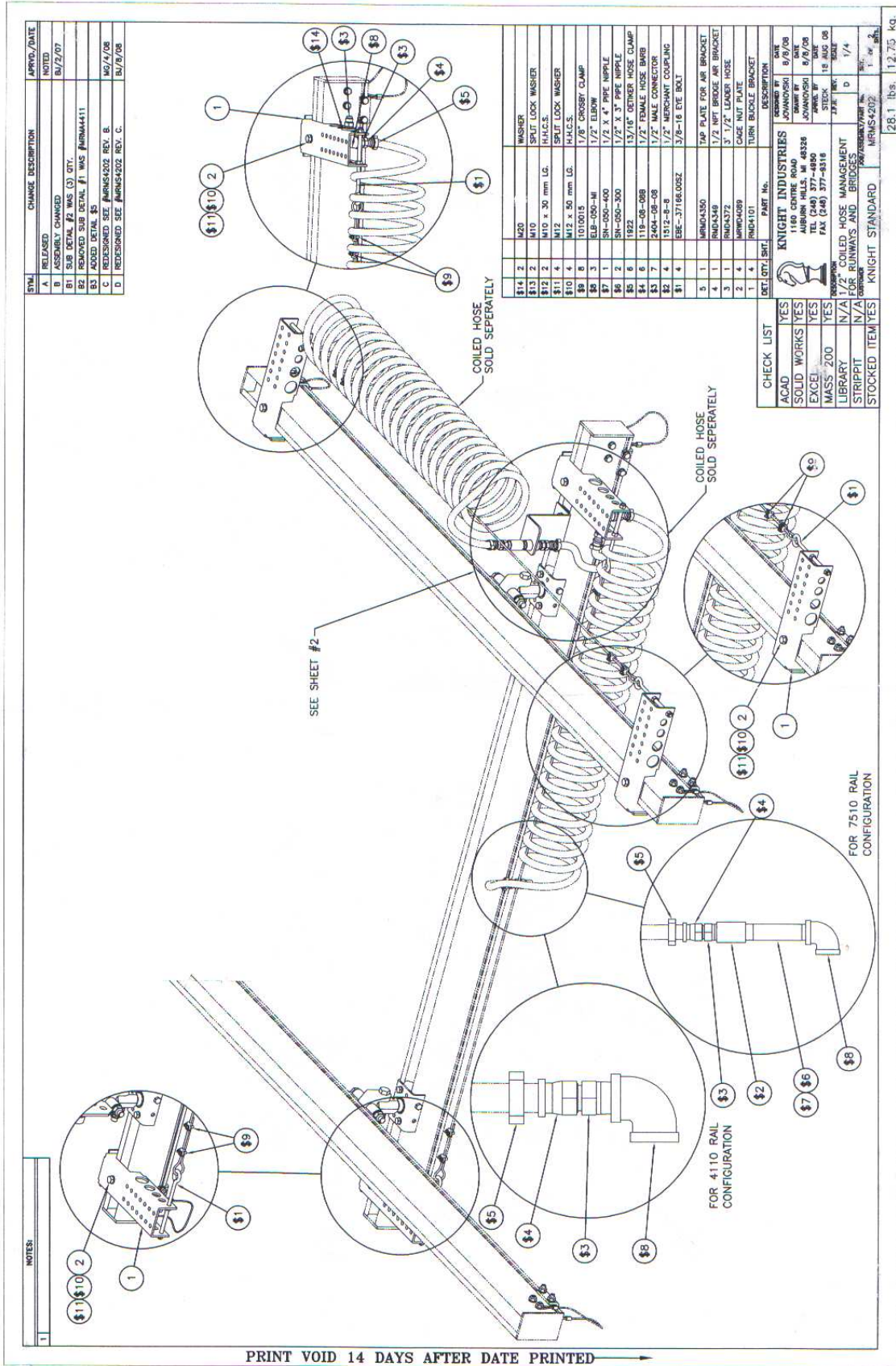
TAPA



CANT = 2

EPN-ESFOT	DIBUJADO	CRISTIAN RENGIFO	SOPORTE DE LLANTAS
	CARRERA	ELECTROMECÁNICA	
	ANEXO No	6	

Anexo No 8: Planos del sistema de rieles Knight.



28.1 lbs. 12.70 kg

Anexo No 9: Planos del balancín neumático.

NOTES:

1

APPROV./DATE

SYM.	RELEASED	CHANGE DESCRIPTION	NOTED
A	RELEASED		
B	DETAIL CHANGED		11/23/05
BT	ASSEMBLY REMAIN AND UPDATED		
C	ASSEMBLY CHANGED		8/2/07
CT	#13 WAS 5/16-18 X 1"		
CS	#10 WAS 1/4-20 X 1" LG.		
CA	#4 WAS 1/4-20 X 3/4 SELF TAPPING SCREW		10/2/08
D	ASSEMBLY CHANGE		
DT	5/18 DOWEL PINS 1 1/8" LG.		
DE	1/4-20 X 1/2 WAS 1 1/8" LG.		
E	ASSEMBLY CHANGED		8/18/08
E1	ADDED (2) M18 X 120 mm H.H.C.S.		
E2	ADDED (2) M18 NYLOCK NUTS		
E3	ADDED (4) M18 WASHERS		
E4	ADDED (10) M18 BALANCER SPACERS		

* DENOTES SPARE PARTS

#8	1	2-375-NR74-70	10" O-RING
#7	1	221ANR7470	BALL SCREW O-RING
#6	1	1/4-20 X 3/4	SELF TAPPING SCREW
#5	2	5/8-11 X 1 1/2	H.H.C.S.
#4	1	5/8-11	NYLOCK NUT
#3	2	LED31C-05M	RETRACT SPRING
#2	2	3/8-16 X 1 1/2	H.H.C.S.
#1	1	5/16 X 1	DOWEL PIN
		3/4-16 X 2"	H.H.C.S.
30	1	BP02033	0.010 SHIM
29	1	BP02040	0.020 SHIM
28	1	RND4348	AR BRACKET
27	2	BP02404	BUSHING
26	2	BP02405	WASHER
25	4	RND4324	SPACER
24	1	BP02406	HOOK BRACKET
23	1	BP02386	7/2 BRGS W/ PIN HOLES
22	1	BP02409	CABLE CLAMP
21	1	BP02408	CABLE ASSEMBLY
20	1	BP02003	TRAVEL LIMIT INDICATOR
19	1	BP02030	CABLE
18	1	BP02105	CABLE GUIDE
17	1	BP02036	CABLE GUIDE CLAMP
16	1	BP02106	CAN BRACKET F/ 10" BAL.
15	1	BP02104	10" VALVE CAP
14	1	BP02102	PISTON F/ 10" BALANCER
13	1	BP02071	BALL SCREW COVER
12	3	BP02041	0.040 SHIM
11	1	BP02026	SM. THRUST BEARING RETAINER
10	1	BP02025	SM. THRUST BEARING
9	1	BP02101	10" CAN HOUSING 13.5" LONG
8	1	BP02069	8" STD. SPOOL F/ CABLE
7	1	BP02068	BALL SCREW WASHER
6	1	BP02070	BALL SCREW ASSEMBLY
5	1	BP01026	SM. BOTTOM RETRACT PLATE
4	1	BP01025	SM. BRAKE DOG
3	1	BP01023	SM. TOP RETRACT PLATE
2	1	BP02072	SM. LINER FOR 13.5" CAN
1	1	BP02095	STD. 10" RETRACT CAP

QTY	SYMBOL	DESCRIPTION	PART No.
23	4	WASHER	M16
22	2	NYLOCK NUT	M16 x 120 mm LG.
21	1	H.H.C.S.	1/4-20 X 1/2 LG.
20	1	S.H.C.S.	1/4-20 X 1/2 LG.
19	1	CASTLE NUT	1/2
18	1	ROLL PIN	1/8 X 1"
17	1	FLAT WASHER	1/2
16	2	HIGH COLLAR LOCK WASHER	1/4
15	2	S.H.C.S.	1/4-20 X 3/4 LG.
14	1	SS THIMBLE	1/4-20-06
13	1	BOOT COVER	187-24-R00
12	1	SHOES	5/16-18 X 3/8
11	1	BOGIES	1/4-18 X 3/2
10	1	H.H.C.S.	3/4-18 X 3/2

ACAD	CHECK LIST
YES	18
YES	17
YES	16
YES	15
YES	14
YES	13
YES	12
YES	11
YES	10
YES	9
YES	8
YES	7
YES	6
YES	5
YES	4
YES	3
YES	2
YES	1

KNIGHT INDUSTRIES
1160 CENTRE ROAD
AUBURN HILLS, MI 48328
TEL (248) 377-4950
FAX (248) 377-4950

350 lbs. CABLE BALANCER
WITH 75 STRONGARM® PART No. KBA350-073

KNIGHT STANDARD

76.0 lbs. 34.47 kg.

Anexo No 10: Vista final del manipulador sin carga.



Anexo No 11: Vista final del manipulador con carga.



Anexo No 12: Glosario neumático de términos empleados.

Accionar: Hacer que actúe una fuerza, con preferencia para la inversión de una válvula, pudiendo ser esta acción mecánica, eléctrica, neumática o hidráulica.

Agua de condensación: Humedad contenida en el aire, que precipita por disminución de la temperatura o por la acción de centrifugado.

Aire de alimentación (de entrada): Aire comprimido que es conducido al cilindro para la transformación de energía.

Aire de escape: Aire comprimido que fluye a la atmósfera procedente de cilindros y sistemas de mando una vez que ha cedido su energía.

Automatización: Planificación y construcción de aparatos, equipos y sistemas de organización para el desarrollo automático de procesos de trabajo determinados en una secuencia establecida sin la intervención del hombre.

Bar: Unidad de presión. Equivale a una presión de 75,007 cm de mercurio (a 0 °C y a latitud de 45°). 1 atm normal = 1,01325 bar = 1013,25 mbar; en los mandos neumáticos: sobrepresión 1 atm = 1 kp/cm² - 0,980665 bar = 10⁵ dinas/cm² = 10⁵ N/m² (Newton/m²).

Carrera: Trayecto recorrido por el émbolo entre dos posiciones.

Caudal: Volumen del gas o líquido que circula por una sección determinada en una unidad de tiempo.

Caudal de aire: Volumen de aire en litros o m³ en estado de aspiración. También se emplea para el volumen de aire en circulación por unidad de tiempo en Nl/min (Nm³/h).

Consumo de aire: Indicado en Nl/min de trabajo para un cilindro o para una instalación completa. Representa la cantidad de aire en estado de aspiración.

Consumo de aire (en servicio): Volumen de aire referido al estado de aspiración, que es consumido en la unidad de tiempo por la instalación en su totalidad, expresada en Nl/min.

Diafragma: Contracción o estrangulación en una tubería.

Esquema: Representación simbólica de la estructura y enlace de los distintos elementos de un equipo neumático.

Estrangulación: Contracción constante o variable en una tubería.

Fuerza útil: Fuerza efectiva de un cilindro o la presión nominal medida en estado de reposo del sistema. En los cilindros con muelle recuperador se mide al principio y al final de la carrera.

Impulso: Señal instantánea para la producción de una fase de trabajo.

Línea de mando: Línea para la transmisión de la energía de mando.

Mando de seguridad: Disposición de mando para evitar el accionamiento involuntario o para la protección contra sobrecargas.

Manómetro: Aparato para la medida e indicación de la presión del aire.

Membrana: Pieza fina de goma o metal, sujetada fijamente y que se deforma bajo la acción de la presión del aire.

Niebla de aceite: Niebla producida en el engrasador por el aire comprimido en circulación y con la cual son engrasadas las partes deslizantes en un mando neumático.

Pérdida de presión: Diferencia de presión entre dos puntos de medida de un aparato o una línea.

Posición de reposo: Posición de maniobra que adoptan las partes móviles de válvulas o cilindros incluidas en un equipo tras establecer la presión de la red. Posición que adoptan las partes móviles en ausencia de accionamiento, por ejemplo, por fuerza de muelle o de presión (según DIN 24300).

Preparación del aire comprimido: Consiste en filtrar el aire, regular su presión y agregarle aceite con una unidad de mantenimiento.

Presión de trabajo: Presión a la que trabaja una instalación o aparato neumático.

Presión nominal: Presión del aire a la que se refiere los valores indicados por el fabricante.

Purga: Escape al exterior del aire comprimido de los elementos neumáticos. El aire comprimido queda sin presión y asimilado a la presión atmosférica.

Red: Denominación dada a las tuberías de alimentación del aire comprimido.

Silenciador: Aparato para disminuir el ruido producido por el escape exterior del aire comprimido.

Válvula: Elemento de mando para ejercer influencia sobre medios en circulación, por ejemplo gases y líquidos.

Velocidad de avance: Velocidad en m/seg o m/min de los cilindros.

Volumen aspirado: Cantidad de aire aspirado en NI (Nm³).