

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE
TRANSPORTACIÓN Y CLASIFICACIÓN POR COLOR Y TIPO DE
MATERIAL**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGA ELECTROECÁNICA**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGA
ELECTROMECHANICA**

PAULINA ALEXANDRA MANJARRÉS DÍAZ

paula777_tqm@hotmail.com

DIRECTOR: ING. CARLOS ROMO

cromo36@hotmail.com

Quito, 10 de Diciembre del 2009

DECLARACIÓN

Yo, **PAULINA ALEXANDRA MANJARRÉS DÍAZ** declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito, es de mi total autoría que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional y que ha sido desarrollado en base a 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 por la normativa institucional vigente.

Paulina Manjarrés

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la señorita **PAULINA ALEXANDRA MANJARRÉS DÍAZ**, bajo mi supervisión.

Ing. **CARLOS ROMO**
DIRECTOR DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco aquel Ser Supremo que me ha permitido vivir y me ha dado fuerzas para lograr uno de mis primeros objetivos.

Tengo tantas personas a las que debo agradecer infinitamente, empezaré por aquel hombre que me dio la vida, me enseñó a luchar y lo más importante a conseguir mis ideales y que su pérdida ha dejado en mí un vacío irreparable pero me ha motivado a luchar día a día. Aquel Ser Supremo que me permitió vivir, decidió llevarse a mi fuerza, a mi soporte un 15 de junio del 2005 y hoy después de cuatro años logro cumplir lo que le había prometido, sé que El estará orgulloso de mí en donde quiera que esté. Gracias papito por haberme guiado, aquí está lo prometido.

Cómo olvidarme del esfuerzo incansable y la lucha constante de mi madre, aquella mujer que me ha guiado, me ha consolado, me ha respaldado, quién ha sido mi gran amiga. Gracia madrecita por su apoyo incondicional.

Tengo que agradecer a mis únicos y verdaderos amigos, quienes han estado conmigo incondicionalmente en todo momento. Ellos han sido quienes me permitieron hacer llevable la vida politécnica. Gracias Dieguito y Liliana, por brindarme su gran amistad.

Gracias Santiago por tu apoyo, compañía, paciencia en aquellos momentos que estaba por decaer, tus palabras fueron mi máxima motivación y debo reconocer que fuiste factor esencial en el desarrollo de mi proyecto, gracias por el tiempo que duro.

Mi entero agradecimiento para quien que con su paciencia y enseñanza me ha guiado. Gracias Omar.

En aquellos momentos que mas necesitaba tener el consejo de mi padre, estuvo ahí, mi gran y querido amigo José Medina, gracia por ayudarme a sobre llevar las dificultades de la vida.

Gracia ESFOT, Electromecánica y Profesores por brindarme la oportunidad de superarme y crecer profesionalmente.

ING. Carlos Romo, muchas gracias por su apoyo y dirección acertada, ya que mediante usted logro cumplir uno de mis objetivos más anhelados.

Paulina Manjarrés

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado a quienes de forma directa o indirecta me han apoyado, especialmente a mi padre Jorge H. Manjarrés, mi madre Laura Díaz, mi hermano Gustavo Manjarrés y mi gran amigo Diego Rodríguez..

Ellos han sido el principal factor en mi vida, razón por la cual hoy alcanzo mi tecnología.

Paulina Manjarrés

INDICE
CAPITULO I
GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCION	1
1.2 AIRE COMPRIMIDO	3
1.2.1 INTRODUCCION	3
1.2.2 PROPIEDADES DEL AIRE COMPRIMIDO	4
1.2.3 RENTABILIDAD DE LOS EQUIPOS NEUMATICOS	6
1.2.4 FUNDAMENTOS FISICOS	8
1.2.5 PRODUCCION DEL AIRE COMPRIMIDO	10
1.2.6 TIPOS DE COMPRESORES	11
1.2.7 ELECCION DE COMPRESOR	15
1.2.8 PREPARACION DEL AIRE COMPRIMIDO	20
1.3 TUBERIAS	22
1.3.1 DISTRIBUCION DE AIRE COMPRIMIDO	22
1.3.2 DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS	22
1.3.3 TENDIDO DE LA RED	25
1.4 MATERIAL PARA TUBERIAS	27
1.4.1 TUBERIAS PRINCIPALES	27
1.4.2 DERIVACIONES HACIA LOS RECEPTORES	28
1.4.3 UNIONES	28
1.5 ELEMENTOS NEUMATICOS	31
1.5.1 CONSTITUCION DE CILINDROS	32
1.5.2 CALCULO DE LOS CILINDROS	34
1.5.3 ELEMENTOS NEUMATICOS DE TRABAJO	36

1.5.3.1 Cilindros de simple efecto	37
1.5.3.2 Cilindro de doble efecto	39
1.5.3.3 Ejecuciones especiales de cilindros	41
1.6 VALVULAS	42
1.6.1 GENERALIDADES	42
1.6.2 TIPOS DE VALVULAS	42
1.6.3 VALVULAS DISTRIBUIDORAS	49
1.6.4 ELECTROVALVULAS	54
1.6.4.1 Válvulas Electromagnéticas	54
1.6.5 ACCIONAMIENTO DE VALVULAS	56
1.7 ELEMENTOS ELECTRONICOS	59
1.7.1 FOTO-RESISTENCIAS	59
1.7.2 SENSORES FOTOELECTRICOS	61
1.7.3 SENSORES DE INDUCCION	64
1.8 PLC	64
1.8.1 DEFINICION DE PLC	64
1.8.2 HISTORIA Y LENGUAJES PROGRAMACION DE PLC	67
1.8.2.1Historia del PLC	67
1.8.2.2Tipos de Programación del PLC	68
1.8.2.3La estructura básica de Super Relay	69
1.9 MECANICA INDUSTRIAL	70
1.9.1 GENERALIDADES	70
1.9.2 TIPOS DE SOLDADURA	72
1.9.3 PROCESO PARA SOLDAR CON SUELDA POR ARCO	73

1.10 MANTENIMIENTO	76
1.10.1 MANTENIMIENTO DE LOS ELEMENTOS	76
1.10.1.1 Sistemas Neumáticos	76
1.10.1.2 Compresor	83
1.10.1.3 Electroválvulas	85
1.10.1.4 Elementos Electrónicos	85
1.10.1.5 Plc	86

CAPITULO II

DESCRIPCION DEL PROCESO DEL SISTEMA DE TRANSPORTACION Y CLASIFICACION

2.1 DESARROLLO DEL PROCESO	87
2.1.1 ANALISIS PLANTEADO PARA LA SOLUCION DEL PROCESO	88
2.2 COMPONENTES IMPRESCIDIBLES DEL MODULO	90
2.3 ESTRUCTURA METALICA Y SOLDADURA	91
2.4 GENERACION Y ALIMENTACION DE AIRE COMPRIMIDO	92
2.5 PRESION EN EL PROCESO DE CLASIFICACION	94
2.6 SELECCION DEL PLC	95
2.6.1 CARACTERÍSTICAS DE SUPER RELAY	95
2.6.2 APLICACIONES DE SUPER RELAY	95
2.6.3 INSTALACIÓN Y CABLEADO DE SUPER RELAY	96
2.7 ELEMENTOS ELECTRONICOS Y SENSORES	98

CAPITULO III

CONSTRUCCION DEL MODULO DIDACTICO

3.1 GENERALIDADES DEL SISTEMA EN CONSTRUCCION	100
3.2 DIMENSIONAMIENTO DE LAS TUBERIAS	104
3.3 DIMENSIONAMIENTO DE CILINDROS NEUMATICOS	105
3.3.1 LONGITUD DE CARRERA	105
3.3.2 VELOCIDAD DEL EMBOLO	110
3.3.3 CONSUMO DE AIRE DEL SISTEMA DE TRANSPORTE Y CLASIFICACION POR COLOR Y TIPO DE MATERIAL	111
3.4 CAPACIDAD REQUERIDA DE LOS COMPRESORES	113
3.5 FRL, FILTRO REGULADOR Y LUBRICADOR	115
3.6 SELECCIONAMIENTO DEL PLC	116
3.7 PROGRAMACION DEL SUPER RELAY	116
3.7.1 MANDO AUTOMATICO	119
3.7.2 MANDO MANUAL	121
3.7.3 SISTEMA DE CLASIFICACION POR COLOR	122

3.7.4 SISTEMA DE CLASIFICACION POR TIPO DE MATERIAL	123
3.7.5 SISTEMA QUE DETERMINA LA PRESENCIA DEL CUBO	124
3.7.6 PARO DE EMERGENCIA	124
3.8 ELEMENTOS ELECTRONICOS Y SENSORES	125
3.9 RESUMEN DEL DISEÑO	128
3.10 USO DEL MODULO	129
3.11 PRECAUCIONES	131
3.12 RIESGOS	133

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES PRELIMINARES	134
4.2 RECOMENDACIONES PARA EL MÓDULO DIDACTICO	140
BIBLIOGRAFIA	143
ANEXOS	144

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ejemplo de aplicación de aire comprimido.....	7
Figura 2	Presión atmosférica.....	10
Figura 3	Compresor de émbolo oscilante.....	12
Figura 4	Compresor de Membrana.....	14
Figura 5	Diagrama (tamaño del acumulador).....	19
Figura 6	Nomograma (diámetro de tubería).....	24
Figura 7	Red abierta.....	25
Figura 8	Red cerrada.....	26
Figura 9	Red cerrada con interconexiones.....	26
Figura 10	Racor de anillo cortante.....	28
Figura 11	Racor de sujeción para tubos de acero y cobre.....	29
Figura 12	Racor con borde recalado	29
Figura 13	Racor especial con reborde.....	29
Figura 14	Base de enchufe rápido – Racor de enchufe rápido.....	30
Figura 15	Boquilla con tuerca de racor – Boquilla.....	30
Figura 16	Racores rápidos para tubos flexibles de plástico	31
Figura 17	Racor CS.....	31
Figura 18	Cilindro neumático	33
Figura 19	Corte completo de un cilindro neumático	34
Figura 20	Cilindro de Simple Efecto	38
Figura 21	Cilindro de émbolo (estanqueidad).....	38
Figura 22	Cilindro de Doble Efecto	40
Figura 23	Regulador de presión sin orificio de escape	44
Figura 24	Regulador de presión con orificio de escape	45
Figura 25	Válvula de secuencia (no está normalizada).....	46
Figura 26	Válvula de estrangulación.....	47
Figura 27	Grifo de cierre	49
Figura 28	Válvula distribuidora 3/2 (de mando electromagnético).....	54
Figura 29	Válvula electromagnética 4/2 (de mando indirecto).....	55

Figura 30	Válvula electromagnética 3/2.....	58
Figura 31	Válvula electromagnética 4/2.....	59
Figura 32	Foto-resistencia	60
Figura 33	Sensor Fotoeléctrico.....	62
Figura 34	Sensor Inductivo	64
Figura 35	Diagrama del PLC	65
Figura 36	PLC moderno instalado dentro del tablero eléctrico.....	65
Figura 37	Entradas y salidas del Super Relay.....	70
Figura 38	Soldadura de arco de metal.....	75
Figura 39	Plano de construcción.....	88
Figura 40	Montaje del Super Relay.....	98
Figura 41	Elementos Metal/Mecánicos.....	102
Figura 42	Fotoresistencia, Sensor Fotoeléctrico e Inducción.....	103
Figura 43	Elementos Neumáticos.....	104
Figura 44	Diagrama de Pasos figura a	109
Figura 45	Diagrama de Pasos figura b	109
Figura 46	Diagrama Neumático figura c	110
Figura 47	Ciclo de trabajo de un compresor.....	114
Figura 48	Sistema de Transportación y Clasificación por color y tipo de material (Mando Automático).....	121
Figura 49	Sistema de transportación y Clasificación por color y tipo de material (Mando Manual).....	122
Figura 50	Sistema de clasificación por Color (Figura a-Figura b).....	123
Figura 51	Sistema de clasificación por Material.....	124
Figura 52	Sistema de Presencia.....	124
Figura 53	Sistema Mando Manual.....	125
Figura 54	Circuitería interna Sensores Fotoeléctrico, Inducción y Fotoresistencia...	125
Figura 55	Circuito Electrónico de la Fotoresistencia.....	126
Figura 56	Módulo Didáctico de Transportación Clasificación por color y tipo de Material.....	131
Figura 57	Conexión de los Pulsadores 1, 2, 3.....	139

Figura 58 Entradas y Salidas del Super Relay.....	140
--	-----

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Magnitudes Básicas.....	8
Cuadro 2. Unidades Derivadas.....	9
Cuadro 3. Mapa Conceptual “Tipos de Compresores.....	12
Cuadro 4. Sistemas de Regulación.....	17
Cuadro 5. Cilindros con Ejecuciones Especiales.....	41
Cuadro 6. Válvulas estranguladoras de caudal, de estrangulación constante.....	48
Cuadro 7. Representación esquemática (válvulas distribuidoras).....	50
Cuadro 8. Válvulas Distribuidoras.....	52
Cuadro 9. Accionamiento muscular.....	56
Cuadro 10. Accionamientos mecánicos.....	56
Cuadro 11. Accionamiento eléctrico.....	57
Cuadro 12. Accionamientos directos.....	57
Cuadro 13. Accionamiento indirectos (servopilotaje).....	58
Cuadro 14. Accionamiento combinado.....	58
Cuadro 15. Tabla de selección de Sensores Fotoeléctricos.....	63
Cuadro 16. Mantenimiento Preventivo de los cilindros.....	76
Cuadro 17. Mantenimiento para Válvulas direccionales.....	79
Cuadro 18. Mantenimiento preventivo para la unidad LFR.....	82
Cuadro 19. Mantenimiento del compresor.....	84
Cuadro 20. Mantenimiento de las electroválvulas.....	85
Cuadro 21. Mantenimiento Foto-resistencia.....	85
Cuadro 22. Mantenimiento del PLC.....	86
Cuadro 23. Calidad del aire.....	93
Cuadro 24. Características de los Cilindros.....	106
Cuadro 25. Calculo de Áreas de los Cilindros.....	107
Cuadro 26. Calculo del Volumen de los Cilindros.....	112
Cuadro 27. Calculo del Caudal.....	113

Cuadro 28. Programación de Entradas de Super Relay.....	117
Cuadro 29. Programación de Salidas de Super Relay.....	118
Cuadro 30. Tiempo de trabajo Motor.....	119
Cuadro 31. Tabla de Valores de Sistema de Programación.....	120
Cuadro 32. Tabla de Valores del Mando Manual.....	122
Cuadro 33. Características técnicas de los Cilindros.....	129
Cuadro 34. Accionamiento de las Salidas de Super Relay.....	138
Cuadro 35. Tiempos de Motor reprogramadas.....	139
Cuadro 36. Identificación de INPUTS/OUTPUTS del PLC.....	141

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Plano inicial de Construcción.....	144
Anexo 2 Diagrama Electro Neumático.....	145
Anexo 3 Diagrama de Control del PLC.....	146
Anexo 4 Programación del PLC.....	147
Anexo 5 Especificaciones de los Cilindros y Electroválvulas.....	148
Anexo 6 Funciones del Software SuperCAD 2005.....	149
Anexo 7 Nomograma (Diámetro de la Tubería).....	150
Anexo 8 Foto-resistencia.....	151

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCION

¹ La electricidad y la neumática, son una de las más flexibles y versátiles formas de energía disponible en la actualidad. Es muy familiar en muchas aplicaciones en el hogar y la industria, para calentadores, iluminación, accionamiento de máquinas, transportación de paquetes, marcado de piezas, clasificación de productos, etc.

Dentro de esta amplia gama de aplicaciones, los sistemas: eléctrico, neumático y la automatización resultan ser vitales para el funcionamiento y protección de la gran mayoría de los equipos eléctricos existentes; y fundamentalmente vienen a constituir un eslabón muy importante de todo proceso industrial.

La automatización tiene como fin aumentar la competitividad de la industria por lo que requiere la utilización de nuevos sistemas; por ésta, razón cada vez es más necesaria que toda persona relacionada con la producción industrial tenga conocimiento de los sistemas mencionados anteriormente.

La aplicación de la automatización se ha logrado utilizando técnicas relacionadas con la neumática y el control industrial, en cuanto al campo de la neumática esta se basa en la utilización del aire comprimido, y es empleada en la mayor parte de las máquinas modernas. La automatización industrial, a través de componentes neumáticos, es una de las soluciones más sencillas, rentables y con mayor futuro de aplicación en la industria.

¹CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmBH&Co.; Layout

Dentro del campo de la producción industrial, la neumática tiene una aplicación creciente en las más variadas funciones, no sólo entra a formar parte en construcción de máquinas, sino que va desde el uso doméstico hasta la utilización en la técnica de investigación nuclear, pasando por la producción industrial, incluso la industria artesanal se ve obligada a desarrollar métodos de producción racionales que excluyan el trabajo manual y no dependen de la habilidad humana. La fuerza muscular y la habilidad deben sustituirse por la fuerza y precisión mecánica.

La fuerza neumática puede realizar muchas funciones de mejor forma y más rápidamente; de forma más regular y sobre todo durante más tiempo sin sufrir los efectos de la fatiga.

Comparando el trabajo humano con el de un elemento neumático, se comprueba la inferioridad del primero en lo referente a la capacidad de trabajo. Si a esto añadimos que los costos de trabajo están en la proporción aproximada 1:50 (neumática - hombre) quedan justificados los continuos esfuerzos de la industria por reemplazar total o parcialmente al hombre por la máquina en lo que a actividades manuales se refiere.

El progreso experimentado con materias y métodos de montaje y fabricación ha tenido como consecuencia una mejora de la calidad y diversidad de elementos neumáticos, contribuyendo a una mayor difusión de la neumática en el sector de la automatización.

Los cilindros neumáticos son utilizados con frecuencia como elementos de accionamiento lineal, porque, entre otras razones, se trata de unidades de precio relativamente bajo, de fácil instalación simple y robusta, además, están disponibles en los tamaños más diversos.

1.2 AIRE COMPRIMIDO

1.2.1 INTRODUCCION

La evolución en la técnica del aire comprimido

² El aire comprimido es una de las formas más antiguas de almacenar energía que conoce el hombre y aprovecha para reforzar sus recursos físicos.

El aire es el primero del que sepamos con seguridad que se ocupó de la neumática, es decir de la utilización del aire comprimido como elemento de trabajo, fue el griego KTESIBIOS. Hace más de dos mil años, construyó una catapulta del aire comprimido. Uno de los primeros libros acerca del empleo del aire comprimido como energía procede del siglo I de nuestra era, y describe mecanismos accionados por medio del aire caliente.

De los antiguos griegos procede la expresión Pneuma que designa la respiración, el viento y, en filosofía, también el alma.

Como derivación de la palabra Pneuma se obtuvo entre otras cosas 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 el siglo pasado cuando empezaron a investigarse sistemáticamente su comportamiento y sus reglas. Solo desde aproximadamente 1950 podemos hablar de una verdadera aplicación industrial de la neumática en los procesos de fabricación.

Es cierto que con anterioridad ya existían algunas aplicaciones y ramos de

² CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmBH&Co.; Layout

explotación como por ejemplo en la minería, en la industria de la construcción y en los ferrocarriles (frenos de aire comprimido).

La irrupción verdadera y generalizada de la neumática en la industria no se inició, sin embargo, hasta que llegó a hacerse más acuciante la exigencia de una automatización y racionalización en los procesos de trabajo.

A pesar de que esta técnica fue rechazada en un inicio, debido en la mayoría de los casos a falta de conocimiento y de formación, fueron ampliándose los diferentes sectores de aplicación.

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.

1.2.2 PROPIEDADES DEL AIRE COMPRIMIDO

Causará asombro el hecho de que la neumática se haya podido expandir en tan corto tiempo y con tanta rapidez. Esto se debe, entre otras cosas, a que en la solución de algunos problemas de automatización no puede disponerse de otro medio que sea más simple y más económico.

Abundante: Está disponible para su comprensión prácticamente en todo el mundo en cantidades ilimitadas.

Transporte: El aire comprimido puede ser fácilmente transportado por tuberías, incluso a grandes distancias. No es necesario disponer de tuberías de retorno.

Almacenable: No es preciso que un compresor permanezca continuamente en servicio. El aire comprimido puede almacenarse en depósitos y tomarse de éstos, además se puede transportar en recipientes (botellas).

Temperatura: El aire comprimido es insensible a las variaciones de la

temperatura; garantiza un trabajo seguro incluso a temperaturas extremas.

Antideflagrante: No existe riesgo de explosión ni incendio; por lo tanto, no es necesario disponer instalaciones antideflagrantes, que son caras.

Limpio: El aire comprimido es limpio y en caso de faltas de estanqueidad en tuberías o en elementos, no produce ningún ensuciamiento. Esto es muy importante, por ejemplo, en las industrias alimenticias, de la madera, textiles y de cuero.

Constitución de los elementos: La concepción de los elementos de trabajo es simple, y por tanto, de precio económico.

Velocidad: Es un medio de trabajo muy rápido y, por eso, permite tener velocidades de trabajo muy elevadas. (La velocidad de trabajo de cilindros neumáticos puede regularse sin escalones).

A prueba de sobrecargas: Las herramientas y elementos de trabajo neumáticos pueden utilizarse hasta su parada completa sin riesgo alguno de sobrecargas. Para determinar el campo de utilización de la neumática es preciso conocer también las propiedades adversas.

Preparación: El aire comprimido debe ser preparado, antes de la utilización. Es preciso eliminar impurezas y humedad (al objeto de evitar un desgaste prematuro de los componentes).

Comprensible: Con aire comprimido no es posible obtener para los émbolos velocidades uniformes y constantes.

Fuerza: El aire comprimido es económico solo hasta una cierta fuerza. Condicionado por la presión de servicio normalmente usual de 700 kPa (7 bar), el límite, también en función de la carrera y la velocidad, es de 20.000 a 30.000N/m² (2000 a 3000kp).

Escape: El escape de aire produce ruido. No obstante, este problema ya se ha resuelto en gran parte, gracias al desarrollo de materias isonorizantes.

Costos: El aire comprimido es una fuente de energía relativamente cara, este elevado coste se compensa en su mayor parte por los elementos de precio económico y el buen rendimiento.

1.2.3 RENTABILIDAD DE LOS EQUIPOS NEUMATICOS

Como consecuencia de la automatización, la fuerza de trabajo manual ha sido reemplazada por otras formas de energía; una de éstas es muchas veces el aire comprimido.

Ejemplo: Traslado de paquetes, accionamiento de palancas, transporte de piezas. etc.

El aire comprimido es una fuente cara de energía, pero sin duda ofrece indudables ventajas. La producción y acumulación del aire comprimido, así como su distribución a las máquinas y dispositivos suponen gastos elevados. Pudiera pensarse que el uso de aparatos neumáticos está relacionado con costos especialmente elevados. Esto no es exacto, pues en el cálculo de rentabilidad es necesario tener en cuenta, no sólo el coste de energía, sino los costos que se producen en total. En un análisis detallado, resulta que el costo energético es despreciable en relación a los salarios, costos de adquisición y costos de mantenimiento.

¿Qué trabajo puede realizarse con un m³ de aire?

Por medio de un ejemplo se conoce la cantidad de aire comprimido.

Ejemplo:

Un cilindro de 35mm de diámetro eleva paquetes de 200N (20kp) de peso, y, otro cilindro, también de 35mm de diámetro, los empuja hacia una cinta de transporte.

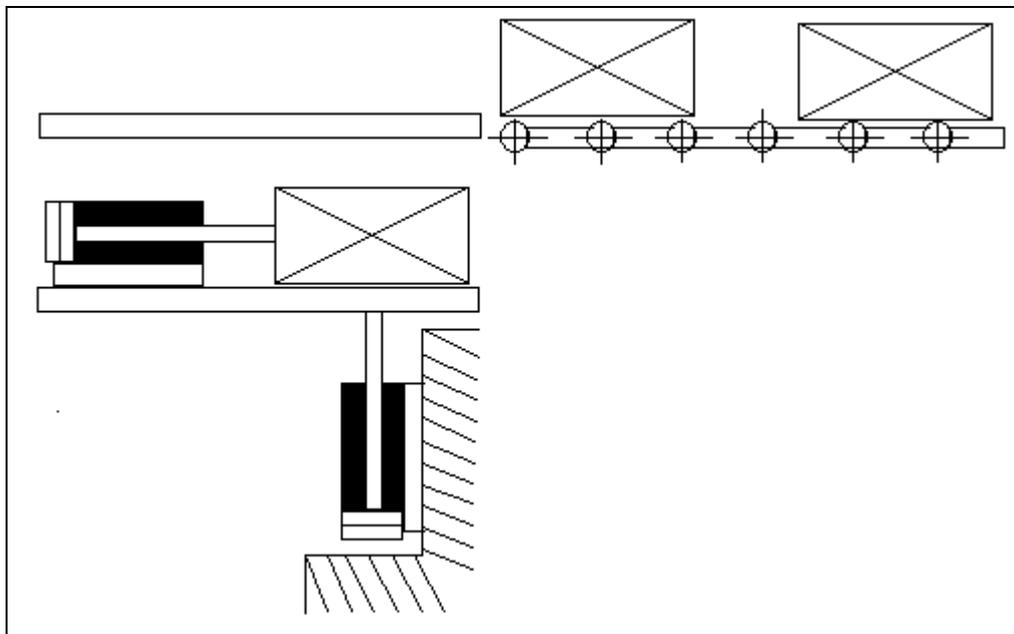


Figura 1: Ejemplo de aplicación de aire comprimido^{3 3}

A 600 kPa (6 bar), la fuerza de empuje es de 250 N (kp).

Recorrido del cilindro 1 = 400mm

Recorrido del cilindro 2 = 200mm

Con 1 m³ se pueden levantar, por tanto, 125 paquetes y trasladarlos a la cinta de transporte.

Este ejemplo muestra que el aire comprimido permite, en todos los campos de la industria, ahorrar la carga de energía humana. Además, asume los trabajos penosos y monótonos.

Los costos del aire comprimido pueden aumentar considerablemente si no se

³ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmBH&Co.; Layout

vigila atentamente la estanqueidad de la red. Pequeñas faltas de estanqueidad pueden elevar los costos.

FUNDAMENTOS FISICOS

El globo terrestre está rodeada de una envoltura aérea compuesta de:

Nitrógeno aprox. 78 % en volumen

Oxígeno aprox. 21% en volumen

Además contiene trazas de bióxido de carbono, argón, hidrógeno, neón, helio, criptón y xenón.

Para una mejor comprensión de las leyes y comportamiento del aire se indican en primer lugar las magnitudes físicas y su correspondencia dentro del sistema de medidas.

Magnitudes básicas

MAGNITUD	ABREVIATURA	SISTEMA TECNICO	SISTEMA S.I.
Longitud	l	Metro (m)	El metro (m)
Masa	m	Kp.s ² /m	El kilogramo (kg)
Tiempo	t	Segundo (s)	El segundo (s)
Temperatura	T	Grado centígrado (°C) (grado Celsio)	El Kelvin (k)
Intensidad de corriente	I	Amperio (A)	El amperio (A)
Intensidad luminosa	I		La candela (cd)
Volumen molecular	r		El mol (mol)

Cuadro 1. “Magnitudes Básicas”⁴**Unidades derivadas**

MAGNITUD	ABREVIATURA	SISTEMA TECNICO	SISTEMA S.I.
Fuerza	F	Kilopondio (kp) o kilogramo fuerza (kgf)	Newton (N) $1\text{N}=1\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$
Superficie	A	Metro cuadrado (m^2)	Metro cuadrado (m^2)
Volumen	V	Metro cúbico (m^3)	Metro cúbico (m^3)
Caudal	V (Q)	(m^3/s)	(m^3/s)
Presión	P	Atmósfera (at) (kp/cm^2)	Pascal (Pa) $1\text{ Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$ Bar (bar) $1\text{ bar} = 10^5\text{ Pa} = 100\text{ kPa}$ (10^2kPa)

Cuadro 2. “Unidades Derivadas”⁵

⁴ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmBH&Co.; Layout

⁵ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmBH&Co.; Layout

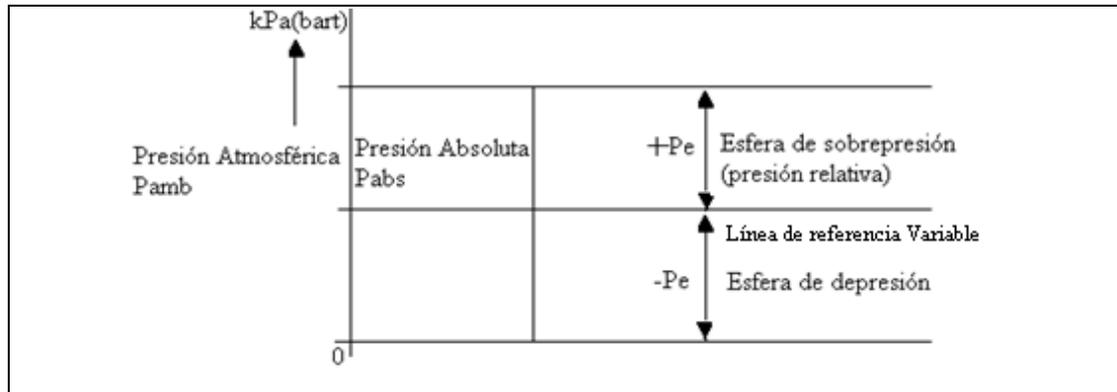


Figura 2: Presión atmosférica⁶

La presión de aire no siempre es la misma. Cambia según la situación geográfica y el tiempo. La zona desde la línea del cero absoluto hasta la línea de referencia variable se llama esfera de depresión ($-P_e$); la superior se llama esfera de sobrepresión ($+P_e$).

La presión absoluta P_{abs} consiste en la suma de las presiones $-P_e$ y $+P_e$. En la práctica se utilizan manómetros que solo indican la sobrepresión $+P_e$. Si se indica la presión P_{abs} , el valor es unos 100kPa (1 bar) más alto.

1.2.4 PRODUCCION DEL AIRE COMPRIMIDO

Para producir aire comprimido se utilizan compresores que elevan la presión del aire al valor de trabajo deseado. Los mecanismos y mandos neumáticos se alimentan desde una estación central. Entonces no es necesario calcular ni proyectar la transformación de la energía para cada uno de los consumidores. El

⁶ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmBH&Co.; Layout

aire comprimido viene de la estación compresora y llega a las instalaciones a través de tuberías.

Los compresores móviles se utilizan en el ramo de la construcción o en máquinas que se desplazan frecuentemente.

En el momento de la planificación, es necesario prever un tamaño superior de la red, con el fin de poder alimentar aparatos neumáticos nuevos que se adquieran en el futuro. Por ello es necesario sobredimensionar la instalación, al objeto de que el compresor no resulte más tarde insuficiente, puesto que toda aplicación ulterior en el equipo generador supone gastos muy considerables.

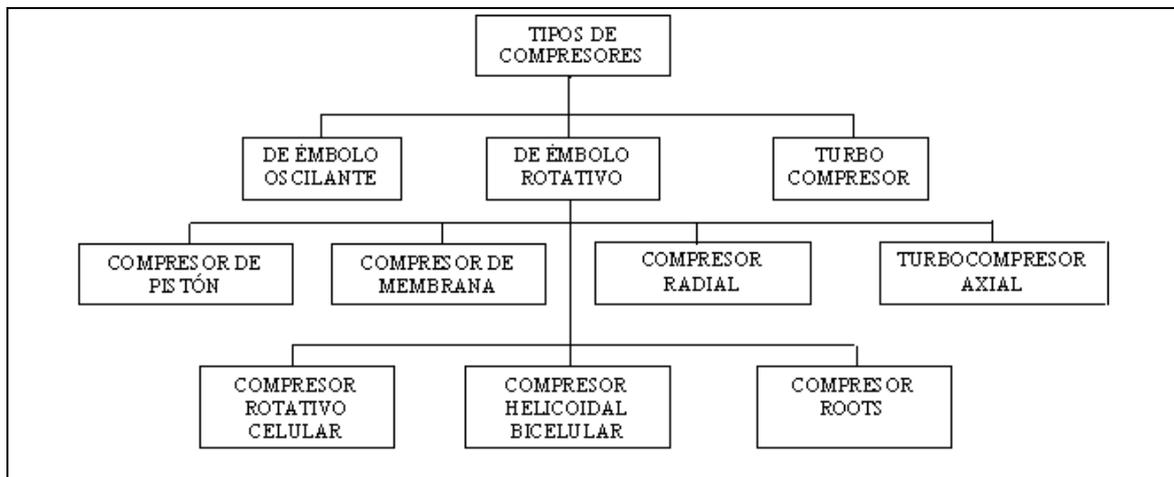
Es muy importante que el aire sea puro. Si es puro el generador de aire comprimido tendrá una larga duración. También debería tenerse en cuenta la aplicación correcta de los diversos tipos de compresores.

TIPOS DE COMPRESORES

⁷ Según las exigencias referentes a la presión de trabajo y al caudal de suministro, se pueden emplear diversos tipos de construcción. Se distinguen dos tipos básicos de compresores:

1. El primero trabaja según el principio de desplazamiento. La comprensión se obtiene por la admisión del aire en un recinto hermético, donde se reduce luego el volumen. Se utiliza en el compresor del émbolo (oscilante o rotativo).
2. El otro trabaja según el principio de dinámica de los fluidos. El aire es aspirado por un lado y comprimido como consecuencia de la aceleración de la masa (turbina).

⁷ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmBH&Co.; Layout



Cuadro 3. Mapa Conceptual Tipos de Compresores⁸

Compresores de Émbolo

Compresores de Émbolo Oscilante

Este es el tipo de compresor más difundido actualmente.

Es apropiado para comprimir a baja, media o alta presión. Su campo de trabajo se extiende desde unos 100kPa (1 bar) a varios miles de kPa (bar).

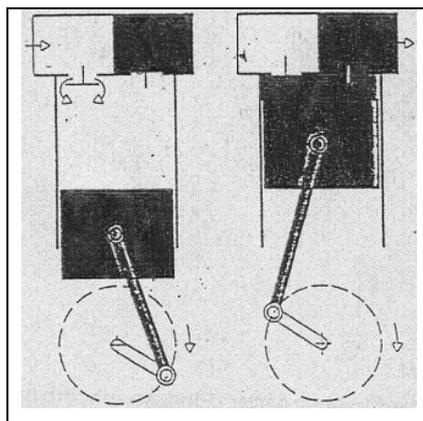


Figura 3: Compresor de émbolo oscilante⁹

⁸ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmBH&Co.; Layout

⁹ I.b.

Para obtener el aire a presiones elevadas, es necesario disponer varias etapas compresoras. El aire aspirado se somete a una compresión previa por el primer émbolo, seguidamente se refrigera, para luego ser comprimido por el siguiente émbolo. El volumen de la segunda cámara de compresión es, en conformidad con la relación, más pequeño. Durante el trabajo de compresión se forma una cantidad de calor, que tiene que ser evacuada por el sistema de refrigeración.

Los componentes se émbolo oscilante pueden refrigerarse por aire o por agua, y según las prescripciones de trabajo las etapas que precisan son:

Hasta 400 kPa (4 bar), 1 etapa

Hasta 1.500 kPa (15 bar), 2 etapas

Hasta 1.500 kPa (15 bar). 3 etapas o más

No resulta siempre económico, pero también pueden utilizarse compresores

De 1 etapa, hasta 1.200 kPa (12 bar)

De 2 etapas, hasta 3.000 kPa (30 bar)

De 3 etapas, hasta 22.000 kPa (220 bar)

Compresor de membrana

Este tipo forma parte del grupo de compresores de émbolo. Una membrana separa el émbolo de la cámara de trabajo; el aire no entra en contacto con las piezas móviles. Por tanto, en todo caso, el aire comprimido estará exento de aceite. Estos compresores se emplean con preferencia en las industrias alimenticias, farmacéuticas y químicas.

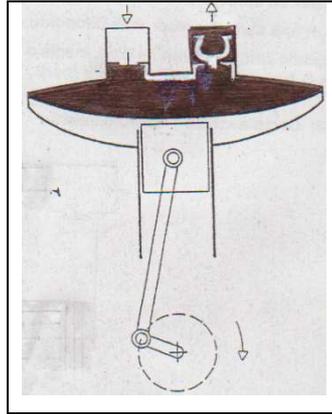


Figura 4: Compresor de Membrana ¹⁰

Compresor de Émbolo Rotativo

Consiste en un émbolo que está animado de un movimiento rotatorio. El aire es comprimido por la continua reducción del volumen en un recinto hermético.

Compresor Rotativo Multicelular

Un rotor excéntrico gira en el interior de un cárter cilíndrico provisto de ranuras de entrada y de salida.

Las ventajas de este compresor residen en sus dimensiones reducidas, su funcionamiento silencioso y su caudal prácticamente uniforme y sin sacudidas.

El rotor está provisto de un cierto número de aletas que se deslizan en el interior de las ranuras y forman las células con la pared del cárter. Cuando el rotor gira, las aletas son oprimidas por la fuerza centrífuga contra la pared del cárter, y debido a la excentricidad el volumen de las células varía constantemente.

1.2.5 ELECCION DEL COMPRESOR

Caudal

Por caudal se entiende la cantidad de aire que suministra el compresor. Existen dos conceptos:

- 1.El Caudal Teórico
- 2.El Caudal Efectivo o Real

En el compresor de émbolo oscilante, el **caudal teórico** es igual al producto de

$$\text{Cilindrada} \times \text{Velocidad} - \text{Rotación}$$

El **caudal efectivo** depende de la construcción del compresor y de la presión. En este caso, el rendimiento volumétrico es muy importante.

Es interesante conocer el caudal efectivo del compresor. Solo este es el que acciona y regula los equipos neumáticos.

Los valores indicados según las normas representan valores efectivos (Ejemplo: DIN 1945).El caudal se expresa en m^3/min ó m^3/h .

No obstante, son numerosos los fabricantes que solamente indican el caudal teórico.

Presión.

También se distinguen dos conceptos:

La **presión de servicio** es la suministrada por el compresor o acumulador y existe en las tuberías que alimentan a los consumidores.

La **presión de trabajo** es la necesaria en el puesto de trabajo considerado. En la mayoría de los casos, es de 600kPa (6 bar).

Por eso, los datos de servicio de los elementos se refieren a esta presión.

Importante:

Para garantizar un funcionamiento fiable y preciso es necesario que la presión tenga un valor constante. De ésta dependen:

- La velocidad
- Las fuerzas
- El desarrollo secuencial de las fases de los elementos de trabajo

Accionamiento

Los compresores se accionan, según las exigencias, por medio de un motor eléctrico o de explosión interna. En la industria, en la mayoría de los casos los compresores se arrastran de un motor eléctrico.

Si se trata de un compresor móvil, éste en la mayoría de los casos se acciona por medio de un motor de combustión (gasolina, Diesel).

Regulación

Al objeto de adaptar el caudal suministrado por el compresor al consumo que fluctúa, se debe proceder a ciertas regulaciones del compresor. Existen diferentes tipos de regulaciones.

El caudal varía entre dos valores límites ajustados (presiones: máxima y mínima).

Se conocen diferentes sistemas de regulación

REGULACION DE MARCHA EN VACÍO	REGULACION DE CARGA PARCIAL	REGULACION POR INTERMITENCIAS
Regulación por escape a la atmósfera.	Regulación de velocidad de rotación.	
Regulación por aislamiento de la respiración.	Regulación por estrangulación de la aspiración.	
Regulación por apertura de la aspiración.		

Cuadro 4. “Sistemas de Regulación”¹¹

Refrigeración

Por efecto de la compresión del aire se desarrollara calor que debe evacuarse. De acuerdo con la cantidad de calor que se desarrolle, se adoptará la refrigeración más apropiada.

En compresores pequeños, las aletas de refrigeración se encargan de irradiar el calor. Los compresores mayores van dotados de un ventilador adicional, que evacúa el calor.

Cuando se trata de una estación de compresión de más de 30 kW de potencia no basta la refrigeración por aire. Entonces los compresores van equipados de un sistema de refrigeración por circulación de agua en circuito cerrado o abierto. A menudo se temen los gastos de una instalación mayor con torre de refrigeración.

No obstante, una buena refrigeración prolonga la duración del compresor y proporciona aire más frío y en mejores condiciones.

Folleto de seminario de neumática aplicada a la industrial. Pág. 26

¹¹ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmBH&Co.; Layout

En ciertas circunstancias incluso permite ahorrar un enfriamiento posterior del aire u operar con menor potencia.

Lugar de Emplazamiento

La estación de compresión debe situarse en un local cerrado e insonorizado. El recinto debe estar bien ventilado y el aire aspirado debe ser lo más fresco, limpio de polvo y seco en lo posible.

Acumulador de Aire Comprimido

El acumulador sirve para estabilizar el suministro de aire comprimido. Compensa las oscilaciones de presión en la red de tuberías a medida que se consume aire comprimido.

Gracias a la gran superficie del acumulador, el aire se refrigera adicionalmente. Por este motivo, en el acumulador se desprende directamente una parte de la humedad del aire en forma de agua.

El tamaño de un acumulador de aire comprimido depende:

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

Determinación del acumulador cuando el compresor funciona intermitentemente

El tamaño del acumulador puede determinarse según el siguiente diagrama

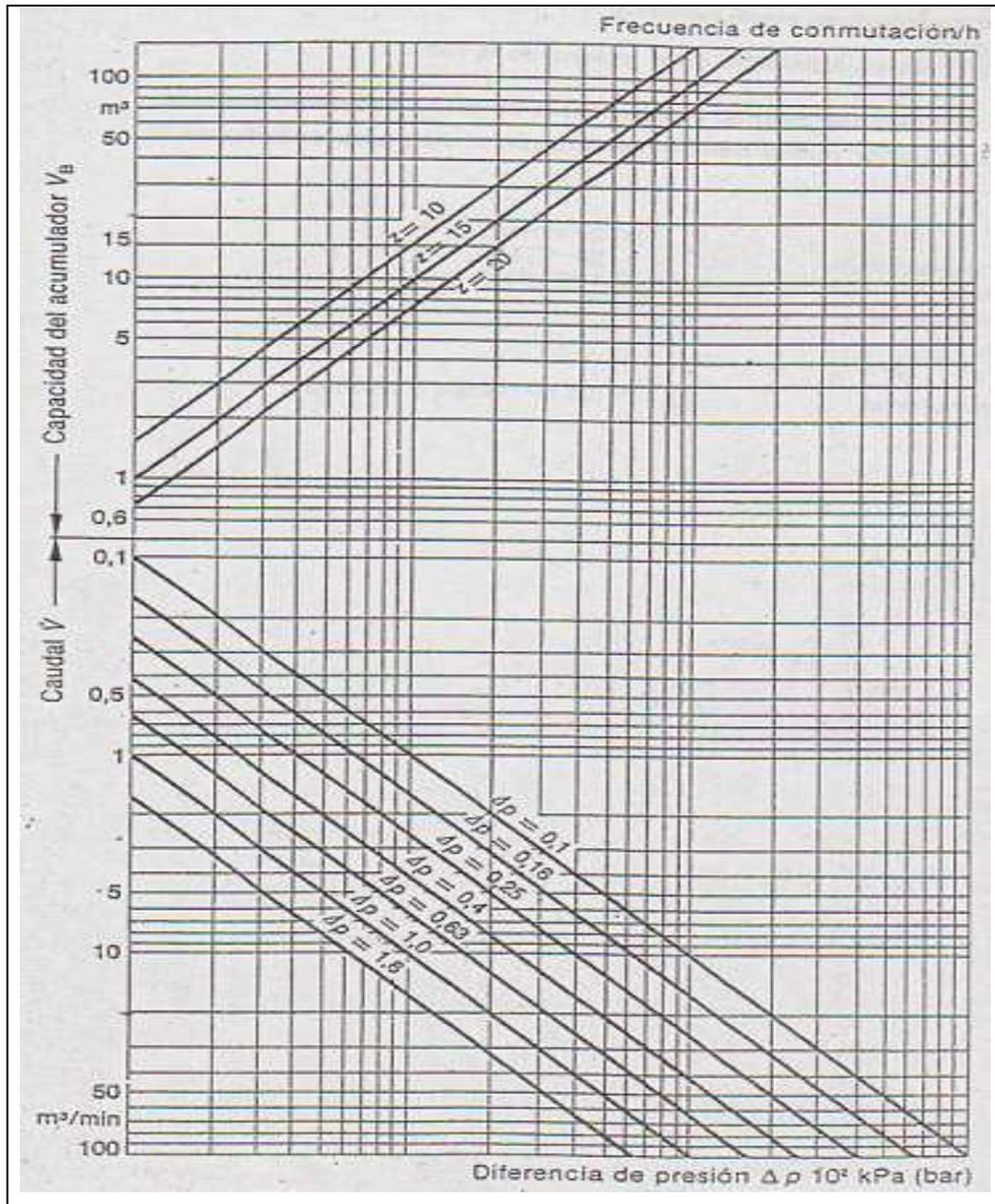


Figura 5: Diagrama (tamaño del acumulador) ¹²

¹² CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmbH & Co.; Layout

Ejemplo:

Caudal	$V' = 20 \text{ m}^3/\text{min}$
Frecuencia de conmutación / h	$z = 20$
Diferencia de presión	$\Delta p = 100 \text{ kPa (1 bar)}$

Resultado:

Capacidad	$V_B = 15 \text{ m}^3$
-----------	------------------------

1.2.6 PREPARACION DEL AIRE COMPRIMIDO**Impurezas**

¹³¹³ En la práctica se presentan muy a menudo los casos en que la calidad del aire comprimido desempeña un papel primordial.

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.

Mientras que la mayor separación del agua de condensación tiene lugar en el separador, después de la refrigeración, la separación fina, el filtrado y otros tratamientos del aire comprimido se efectúan en el puesto de aplicación.

Hay que dedicar especial atención a la humedad que contiene el aire comprimido.

El agua (humedad) llega al interior de la red con el aire que aspira el compresor. La cantidad de humedad depende en primer lugar de la humedad relativa del aire, que a su vez depende de la temperatura del aire y de las condiciones climatológicas.

¹³ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmbH&Co.; Layout

La humedad absoluta es la cantidad de agua contenida en un m³ de aire.

El grado de saturación es la cantidad de agua que un m³ de aire puede absorber, como máximo, a la temperatura considerada. La humedad es entonces el 100%, como máximo (temperatura del punto del rocío).

$$\text{Humedad Relativa} = \frac{\text{Humedad - Absoluta}}{\text{Humedad - de - Saturación}} * 100\%$$

Existen varios procedimientos:

- Secado por absorción.
- Secado por adsorción.
- Secado por enfriamiento.

Secado por absorción: es un procedimiento puramente químico. El aire comprimido pasa a través de un lecho de sustancias secantes. En cuanto el agua o vapor de agua entra en contacto con dicha sustancia se combina químicamente con ésta y se desprende como mezcla de agua y sustancia secante.

Secado por adsorción: este principio se basa en un proceso físico. (Adsorber: depositación de sustancias sobre las superficies de cuerpos sólidos).

El material de secado es granuloso con cantos vivos o en forma de perlas. En general se le da el nombre de gel.

Secado por enfriamiento: se basa en el principio de una reducción de la temperatura del punto de rocío.

Se entiende por temperatura del punto de rocío aquella a la que hay que enfriar un gas, al objeto de que se condense el vapor de agua contenido. El aire

comprimido a secar entra en el secador pasando primero por el llamado intercambiador de calor aire – aire.

El aire caliente que entra en el secador se enfría mediante aire seco y frío proveniente del intercambiador de calor (vaporizador).

1.3 TUBERIAS

1.3.1 DISTRIBUCION DE AIRE COMPRIMIDO

Como resultado de la racionalización y automatización de los procesos industriales, las empresas precisan continuamente una mayor cantidad de aire. Cada máquina y mecanismo necesita una determinada cantidad de aire, siendo abastecido por un compresor, a través de una red de 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 sobrepasa 10 kPa (0,1 bar). Si la caída de presión excede de este valor, la rentabilidad del sistema estará amenazada y el rendimiento disminuirá considerablemente. En la planificación de instalaciones nuevas debe preverse una futura ampliación de la demanda de aire.

1.3.2 DIMENSIONAMIENTO DE TUBERIAS

El diámetro de las tuberías para insdustrias, se elige en conformidad con:

- El caudal
- La longitud de las tuberías
- La presión de servicio
- La cantidad de estrangulamiento de la red

Cálculo de una tubería:

El consumo de aire en una industria es de $4 \text{ m}^3/\text{min}$ ($240 \text{ m}^3/\text{h}$). En 3 años aumentara un 300%, lo que representa $12 \text{ m}^3/\text{min}$ ($720 \text{ m}^3/\text{h}$).

El consumo global asciende a $16 \text{ m}^3/\text{min}$ ($240 \text{ m}^3/\text{h}$). La red tiene una longitud de 280 m; comprende 6 piezas en T, 5 Codos normales, 1 Válvula de cierre. La perdida admisible de presión es de $\Delta p=10 \text{ kPa}$ (0,1 bar). La presión de servicio es de 800 kPa (8 bar).

Se busca: el diámetro de la tubería

El nomograma del diámetro de tubería, con los datos dados, permite determinar el diámetro provisional de las tuberías.

Solución:

En el nomograma, unir la línea A (longitud del tubo) con la B (cantidad de aire aspirado) y prolongar el trazo hasta C (eje 1). Unir la línea E (presión). En la línea F (eje 2) se obtiene una intersección. Unir los puntos de intersección de los ejes 1 y 2. Esta línea corta la D (diámetro nominal de la tubería) en un punto que proporciona el diámetro deseado. En este caso, se obtiene para el diámetro un valor de 90mm.

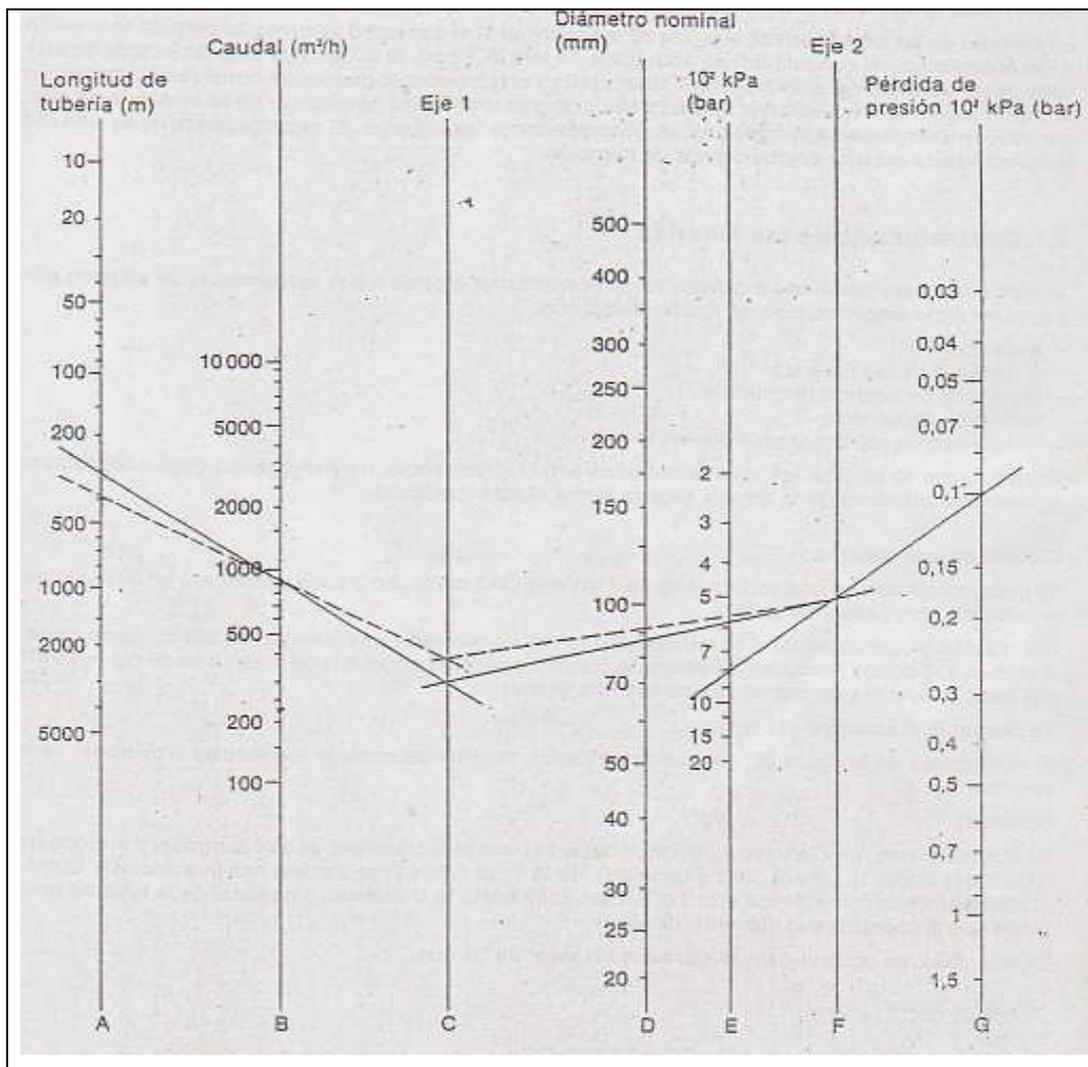


Figura 6: Nomograma (diámetro de tubería)¹⁴

¹⁴ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmbH&Co.; Layout

1.3.3 TENDIDO DE LA RED

No solamente importa el dimensionado correcto de las tuberías, sino también el tendido de las mismas.

Las tuberías requieren un mantenimiento y vigilancia regulares, por cuyo motivo no deben instalarse dentro de obras ni en emplazamientos demasiados estrechos.

En estos casos, la detección de posibles fugas se hace difícil. Pequeñas faltas de estanqueidad ocasionan considerables pérdida de presión.

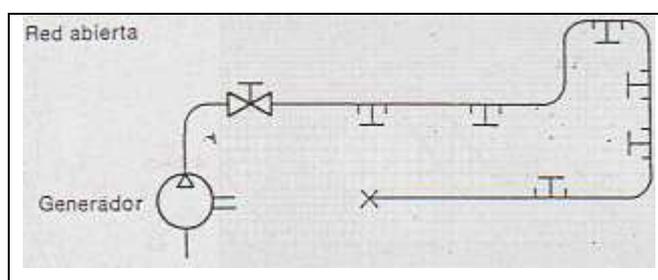


Figura 7: Red abierta¹⁵

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%.

En consideración a la presencia de condensado las derivaciones para las tomas de aire, en caso de que las tuberías estén tendidas horizontalmente, se dispondrán siempre le parte superior del tubo.

Así se evita que el agua condensada que posiblemente se encuentra 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.

Folleto de seminario de neumática aplicada a la industria. Pág. 35

¹⁵ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmbH&Co.; Layout

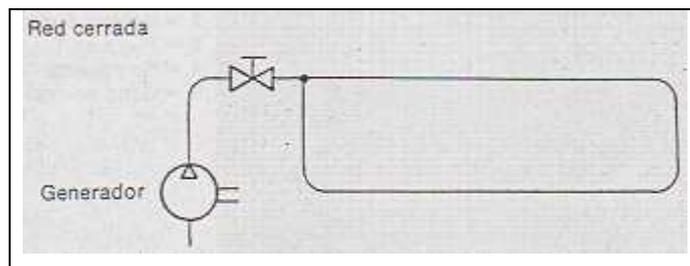


Figura 8: Red Cerrada¹⁶

En la mayoría de los casos, la red principal se monta en un circuito cerrado. Desde la tubería principal se instalan las uniones de derivación.

Con este tipo de montaje de la red de aire comprimido se obtiene una alimentación uniforme cuando el consumo de aire es alto. El aire puede pasar en dos direcciones.

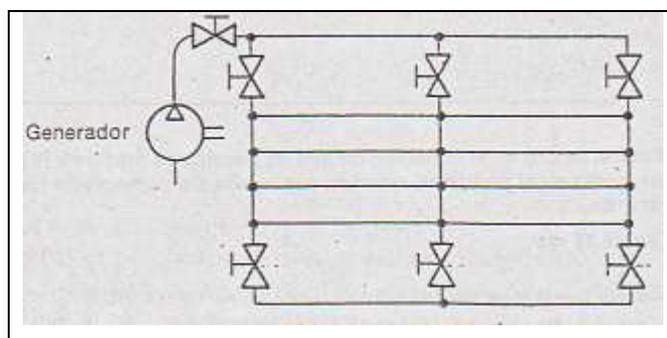


Figura 9: Red cerrada con interconexiones¹⁷¹⁷

En la red cerrada con interconexiones hay un circuito cerrado que permite trabajar en cualquier sitio con aire, mediante las conexiones longitudinales y transversales de la tubería de aire comprimido.

Ciertas tuberías de aire comprimido pueden ser bloqueadas mediante válvulas de cierre (correderas) si no se necesitan o si hay que separarlas para efectuar

¹⁶ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmBH&Co.; Layout

¹⁷ Ib.

reparaciones y trabajos de mantenimiento.

También existe la posibilidad de comprobar faltas de estanqueidad.

1.4 MATERIAL DE TUBERIAS

1.4.1 TUBERIAS PRINCIPALES

Para la elección de los materiales brutos, tenemos diversas posibilidades:

Cobre	Tubo de acero negro
Latón	Tubo de acero galvanizado
Acero Fino	Plástico

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.

Estas tuberías así unidas son estancadas y, además de precio económico. El inconveniente de estas uniones consiste en que al soldar se producen cascarillas que deben retirarse de las tuberías. De la costura de soldadura se desprenden también fragmentos de oxidación; por eso, conviene y es necesario incorporar una unidad de mantenimiento.

En las tuberías de acero galvanizado, los empalmes de rosca no siempre son totalmente herméticos. La resistencia a la corrosión de estas tuberías de acero no es mucho mejor que la del tubo negro. Los lugares desnudos (roscas) también se oxidan, por lo que también en este caso es importante emplear unidades de mantenimiento. Para casos especiales se montan tuberías de cobre y plástico

1.4.2 DERIVACIONES HACIA LOS RECEPTORES

Los tubos flexibles de goma solamente han de emplearse en aquellos casos en que se exija una flexibilidad en la tubería y no sea posible instalar tuberías de plástico por los esfuerzos mecánicos existentes. Son más caros y no son tan manipulables como las tuberías de plástico.

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.

1.4.3 UNIONES

Racores para tubos

Aplicables sobre todo para tubos de acero y de cobre

- *Racores de anillo cortante*: el empalme puede soltarse y unirse varias veces.

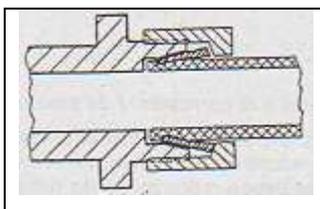


Figura 10: Racor de anillo cortante¹⁸¹⁸

Fuente: Folleto de seminario de neumática aplicada a la industria. Pág. 37

¹⁸ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmBH&Co.; Layout

- *Racor con anillo de sujeción para tubos de acero y cobre:* con anillo interior especial (bicono) también para tubos de plástico.

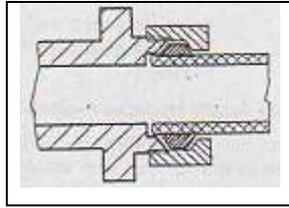


Figura 11: Racor de sujeción para tubos de acero y cobre¹⁹

- *Racor con borde recalcado*

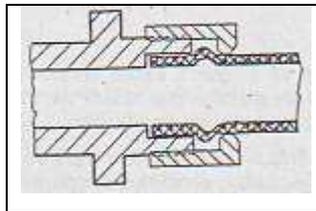


Figura 12: Racor con borde recalcado²⁰

- *Racor especial con reborde:* para tubo de cobre con collarín

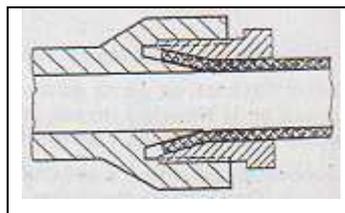


Figura 13: Racor especial con reborde²¹

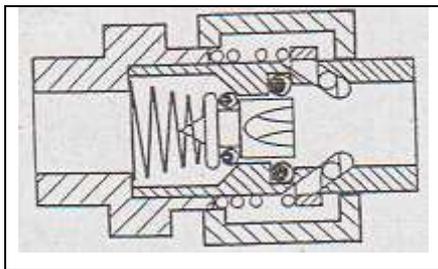
Acoplamientos

¹⁹ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmbH & Co.; Layout

²⁰ Ib.

²¹ Ib.

- *Base de enchufe rápido*



- *Racor de enchufe rápido*

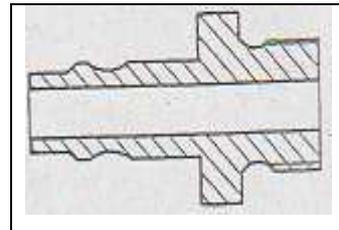
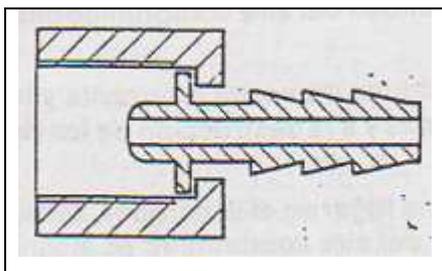


Figura 14: Base de enchufe rápido – Racor de enchufe rápido²²

Racores para tubos flexibles

- *Boquilla con tuerca de racor*



- *Boquilla*

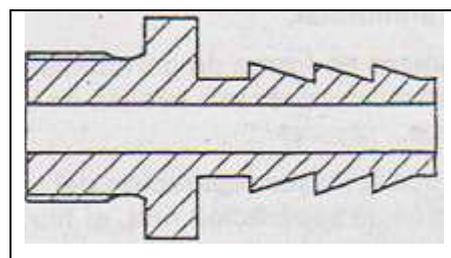


Figura 15: Boquilla con tuerca de racor – Boquilla²³

²² CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmbH & Co.; Layout

²³ Ib.

- *Racores rápidos para tubos flexibles de plásticos*

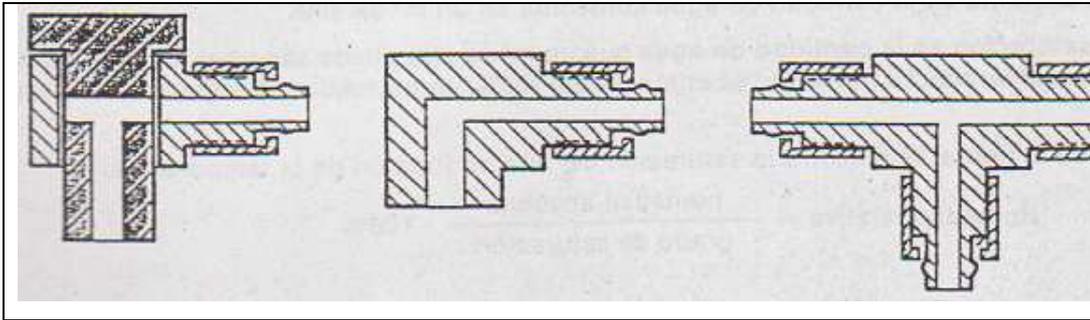


Figura 16: Racores rápidos para tubos flexibles de plástico²⁴

- *Racor CS*

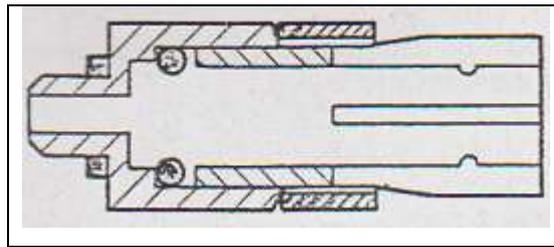


Figura 17: Racor CS²⁵

1.5 ELEMENTOS NEUMATICOS

La energía del aire comprimido se transforma por medio de cilindros en un movimiento lineal de vaivén, y mediante motores neumáticos, en movimiento de giro.

²⁴ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmbH&Co.; Layout

²⁵ Ib.

1.5.1 CONSTITUCION DE LOS CILINDROS

²⁶ El cilindro de émbolo se compone de: tubo, tapa posterior (fondo) y tapa anterior con cojinete (manguito doble de copa), vástago, casquillo de cojinete y aro roscador; además, de piezas de unión y juntas.

El tubo cilíndrico, ver Figura 18, (1) se fabrica en la mayoría de los casos de tubo de acero embutido sin costura. Para prolongar la duración de las juntas, la superficie interior del tubo debe someterse a un mecanismo de precisión (bruñido).

Para las aplicaciones especiales, el tubo se constituye de aluminio, latón o de tubo de acero con superficie de rodadura cromada. Estas ejecuciones especiales se emplean cuando los cilindros no se accionan con frecuencia o para protegerlos de influencias corrosivas.

Para las tapas posterior fondo (2) y anterior (3) se emplea perfectamente material de fundición (de aluminio o maleable). La fijación de ambas tapas en el tubo puede realizarse mediante tirantes, roscas o bridas.

El vástago (4) se fabrica preferentemente de acero bonificado. Este acero contiene un determinado porcentaje de cromo que le protege de la corrosión. Si es necesario, el émbolo se somete a un tratamiento de temple. Su superficie se comprime en un proceso de rodado entre discos planos. La profundidad de asperezas del vástago es de 1µm. En general, las roscas se laminan al objeto de prevenir el riesgo de roturas.

En cilindros hidráulicos debe emplearse un vástago cromado (con cromo duro) o templado.

Para hermetizar el vástago se monta en la tapa anterior un collarín obturador (5). De la guía del vástago se hace cargo un casquillo de cojinete (6), que puede ser

²⁶ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmBH&Co.; Layout

de bronce sinterizado o un casquillo metálico con revestimiento de plástico.

Delante del casquillo de cojinete se encuentra un aro rascador (7). Este impide que entren partículas de polvo y suciedad en el interior del cilindro. Por eso, no se necesita emplear un fuelle.

El manguito doble de copa (8) hermetiza la cámara del cilindro.

Material:

Perbunano para temperaturas entre -20°C y $+80^{\circ}\text{C}$

Vitón para temperaturas entre -20°C y $+190^{\circ}\text{C}$

Teflón para temperaturas entre -80°C y $+200^{\circ}$

Las juntas tórcas o anillos toroidales (9) se emplean para la obturación estática, porque deben presentarse, y esto causa pérdidas elevadas por fricción en aplicaciones dinámicas.

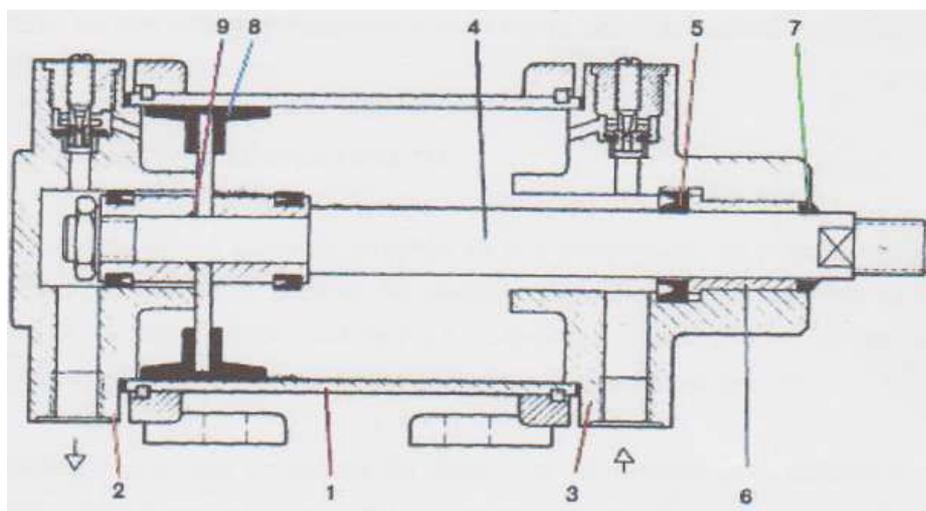


Figura 18: Cilindro neumática²⁷

²⁷ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmbH&Co.; Layout

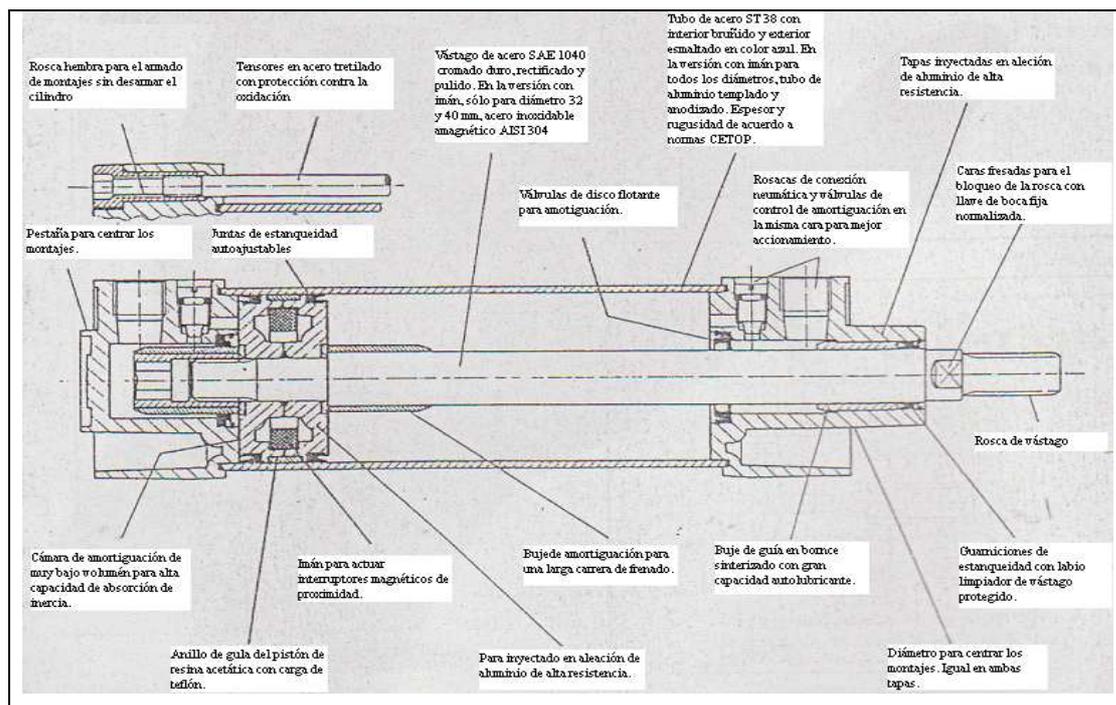


Figura 19: Corte completo de un cilindro neumático²⁸

1.5.2 CALCULO DE LOS CILINDROS

Fuerza del émbolo

²⁹La fuerza ejercida por un elemento de trabajo depende de la presión del aire, del diámetro del cilindro del rozamiento de las juntas.

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

$$F_{TEÓR} = A \times p$$

$$F_{TEÓR} = \text{Fuerza Teórica del émbolo} \quad (\text{N})$$

$$A = \text{Superficie útil del émbolo} \quad (\text{cm}^2)$$

$$P = \text{Presión de trabajo} \quad (\text{kPa, bar})$$

²⁸ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmbH&Co.; Layout

²⁹ Ib.

Neumática, Manual de estudio (SEMINARIO DE NEUMÁTICA) pág. 63-64

En la práctica es necesario conocer la fuerza real. Para determinarla hay que tener en cuenta los rozamientos. En condiciones normales de servicio (presiones de 400 a 800kPa/4 a 8 bar) se puede suponer que las fuerzas de rozamiento representan de 3 a un 20% de la fuerza calculada.

Cilindro de simple efecto

$$F_n = A \times p - (F_R + F_F)$$

Cilindro de doble efecto (en el avance)
el retorno)

$$F_n = A \times p - F_R$$

F_n = Fuerza Relativa o Real del émbolo

A = Superficie útil del émbolo

$$= \left(\frac{D^2 \times \pi}{4} \right)$$

A' = Superficie útil del anillo del émbolo

$$= \left(D^2 \times d^2 \right) \frac{\pi}{4}$$

p = Presión de Trabajo

F_R = Fuerza de Rozamiento (3-20%)

F_F = Fuerza de muelle de Recuperación

D = Diámetro del émbolo

d = Diámetro del vástago

Cilindro de Doble Efecto (en

$$F_n = A' \times p - F_R$$

(N)

(cm²)

(cm²)

(kPa, bar)

(N)

(N)

(mm)

(mm)

Longitud de carrera

La longitud de carrera en cilindros neumáticos no debe exceder de 2000mm. Con émbolos de gran tamaño y carrera larga, el sistema neumático no resulta económico por el elevado consumo de aire.

Cuando la carrera es muy larga, el esfuerzo mecánico del vástago y de los cojinetes de guía es demasiado grande. Para evitar el riesgo de pandeo, si las carreras son grandes deben adoptarse vástagos de diámetro superior a lo normal.

Además, al prolongar la carrera la distancia entre cojinetes aumenta y, con ello, mejora guía del vástago.

Velocidad del émbolo

La velocidad del émbolo en cilindros neumáticos depende de la fuerza antagónica de la presión del aire, de la longitud de la tubería, de la sección entre los elementos de mando y trabajo y del caudal que circula por el elemento de mando.

Además, influye en la velocidad de amortiguación de final de carrera.

Cuando el émbolo abandona la zona de amortiguación, el aire entra por una válvula antirretorno y de estrangulación y produce una reducción de velocidad.

La velocidad media del émbolo, en cilindros estándar, está comprendida entre 0.1 y 1,5 m/s. con cilindros especiales (cilindros de impacto) se alcanzan velocidades de hasta 10 m/s.

La velocidad del émbolo puede regularse con válvulas especiales. Las válvulas de estrangulación, las anti-retorno y las de escape rápido proporcionan velocidades mayores o menores.

1.5.3 ELEMENTOS NEUMATICOS DE TRABAJO

A menudo la generación de movimiento rectilíneo con elementos mecánicos combinados con accionamientos eléctricos supone un gasto considerable.

1.5.3.1 Cilindro de simple efecto

Estos cilindros tienen una sola conexión de aire comprimido. No pueden realizar trabajos más que en un sentido. Se necesita aire para un solo movimiento de traslación. El vástago retorna por el efecto de un muelle incorporado o de una fuerza externa.

El resorte incorporado se calcula de modo que se haga regresar el émbolo a su posición inicial a una velocidad suficientemente grande.

En los cilindros de simple efecto con muelle incorporado, la longitud de éste limita la carrera. Por eso, estos cilindros no sobrepasan una carrera de unos 100mm.

Se utilizan principalmente para sujetar, expulsar, apretar, levantar, alimentar, etc.

Estos sólo pueden realizar trabajo o esfuerzo en una sola dirección del movimiento, lográndose su carrera de retorno por fuerza externa o por la incorporación de un resorte antagonista dentro del cilindro.

Su aplicación se limita a trabajos simples, tales como:

- Sujeción
- Expulsión
- Alimentación, etc.

Sólo consumen la mitad de aire comprimido que un cilindro de doble efecto de iguales dimensiones.

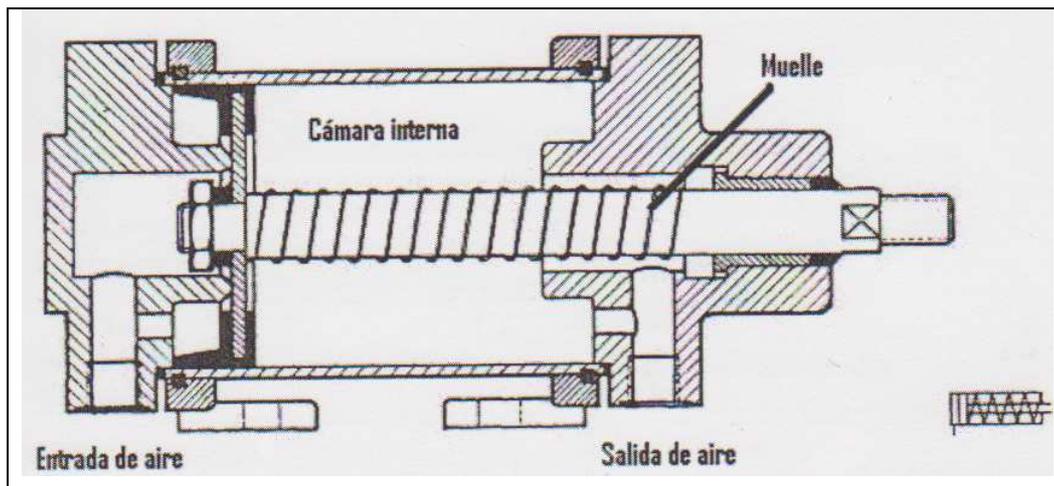


Figura 20: Cilindro de Simple Efecto³⁰

Cilindro de émbolo

La estanqueidad se logra con un material flexible (perbuan), que recubre el pistón metálico o de material plástico. Durante el movimiento del émbolo, los labios de junta se deslizan sobre la pared interna del cilindro.

En la segunda ejecución que se indica en los gráficos abajo mostrados, el muelle realiza la carrera de trabajo; aire comprimido hace retornar el vástago a su posición inicial. **Aplicación:** frenos de camiones y trenes.

Ventajas: frenado instantáneo en cuanto falla la energía.

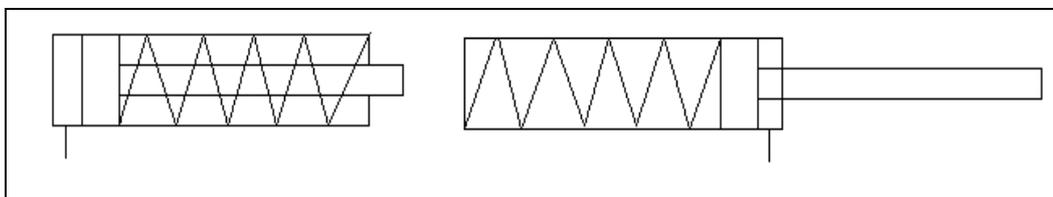


Figura 21: Cilindro de émbolo (estanqueidad)³¹

³⁰ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmbH&Co.; Layout

³¹ Ib.

1.5.3.2 Cilindro de doble efecto

³²La fuerza ejercida por el aire comprimido anima al émbolo, en cilindros de doble efecto, a realizar un movimiento de traslación en los dos sentidos. Se dispone de una fuerza útil tanto en la ida como en el retorno.

Los cilindros de doble efecto se emplean especialmente en los casos en que el émbolo tiene que realizar una misión también al retornar a su posición inicial. En principio, la carrera de los cilindros no está limitada, pero hay que tener en cuenta el pandeo y el doblado que puede sufrir el vástago salido.

También en este caso, sirven de empaquetadura los labios de las membranas.

Pueden producir trabajo en los dos sentidos del movimiento, para lo cual poseen dos entradas para aire comprimido situados en ambos extremos del cilindro, es decir, se obtiene fuerza útil en ambos recorridos.

Las fuerzas obtenibles en ambas carreras no son iguales, puesto que no lo son tampoco las áreas efectivas a ambos lados del pistón.

³² CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmbH&Co.; Layout

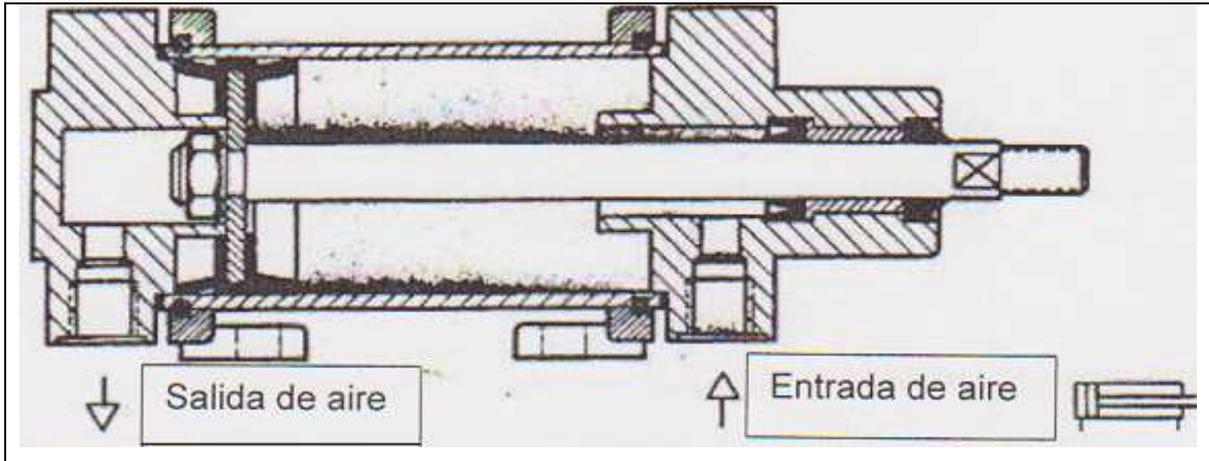


Figura 22: Cilindro de Doble Efecto³³

Consumo de aire

Para disponer de aire y conocer el gasto de energía, es importante conocer el consumo de la instalación.

Para una presión de trabajo, un diámetro y una carrera de émbolo determinado, el consumo de aire se calcula como sigue:

$$\frac{101,3 + \text{Presión de trabajo en } kPa}{101,3}$$

Referida al nivel del mar

Formulas para calcular el consumo de aire:

Cilindro de simple efecto

$$V' = s \times n \times \frac{d^2 \times \pi}{4} \times \text{relación de compresión (l/min)}$$

³³ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmbH & Co.; Layout

Cilindro de doble efecto

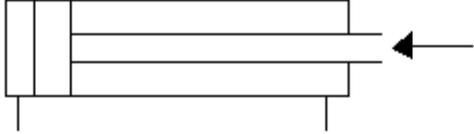
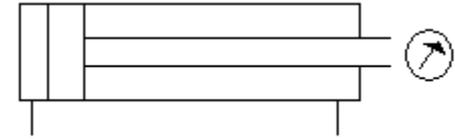
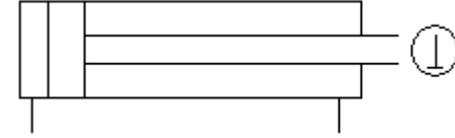
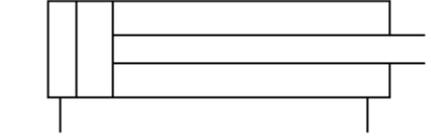
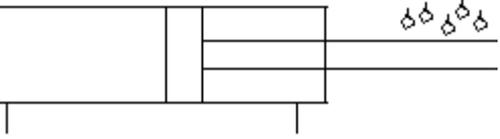
$$V' = \left[s \times \frac{D^2 \times \pi}{4} + s \times \frac{(D^2 - d^2) \times \pi}{4} \right] \times n \times \text{relación de compresión (l/min)}$$

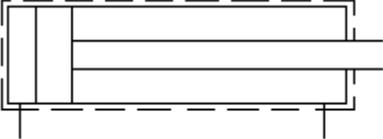
V' = Cantidad de aire (l/min)

s = Longitud de carrera (cm)

n = Ciclos por minuto

1.5.3.3 Ejecuciones especiales de los cilindros

Cilindro de vástago reforzado	
Juntas de émbolo, para presiones elevadas	
Cilindros de juntas resistentes a altas temperaturas	
Camisa del cilindro, de latón	
Superficies de deslizamiento, de cromo	
Vástago de acero anticorrosivo	

Cuerpo recubierto de plástico y vástago de acero anticorrosivo	
--	--

Cuadro 5. “Cilindros con Ejecuciones Especiales”³⁴

1.6 VALVULAS

1.6.1 GENERALIDADES

Los mandos neumáticos están constituidos por elementos de señalización, elementos de mando y una parte de trabajo. Los elementos de señalización y mando modulan las fases de trabajo de los elementos se denominan válvulas.

Las válvulas son elementos que comanda o regulan la puesta en marcha, el paro y la dirección así como la presión o el caudal del fluido enviado por una bomba hidráulica o almacenado en un depósito. En lenguaje internacional, el término “válvula” o “distribuidor” es el término general de todos los tipos, tales como válvulas de corredera, de bola, de asiento, grifos, etc.

Esta es la definición de la Norma DIN/ISO 1219 conforme a una recomendación del CETOP (Comité Européen des Transmissions Oléohydrauliques et Pneumatiues).

1.6.2 TIPOS DE VALVULAS

Según su función las válvulas se dividen en cinco grupos:

- Válvulas de vías o distribuidoras
- Válvulas de bloqueo

³⁴ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmbH&Co.; Layout

- Válvulas de presión
- Válvulas de caudal
- Válvulas de cierre

1. Válvulas Distribuidoras

Son aquellas que en un circuito neumático, distribuyen o direccionan el aire comprimido hacia los elementos de trabajo, constituyéndose en los órganos de mando.

También son utilizadas en sus tamaños más pequeños, como captores de señales neumáticas para el gobierno de las válvulas principales del circuito.

Para identificar una válvula, independientemente del tipo de ando o reacción que posea, se utilizan dos números separados por una barra.

Ejemplo: 4/2

- El primer dígito representa el número de vías (bocas) de interconexión de la misma, que conectan a la presión de alimentación, las utilidades y los escapes.
- El segundo dígito establece la cantidad de posiciones del distribuidor, sean éstas estables o no.

2. Válvulas de Bloqueo

Son elementos que bloquean el paso del caudal preferentemente en un sentido y lo permiten únicamente en el otro sentido. La presión del lado de salida actúa sobre la pieza obturadora y apoya el efecto de cierre hermético de la válvula.

3. Válvulas de Presión

Estas válvulas influyen principalmente sobre la presión, o están acondicionadas al valor que tome la presión. Se distinguen

3.1 Válvulas reguladoras de presión

Tiene la misión de mantener constante la presión, es decir, de transmitir la presión ajustada en el manómetro sin variación a los elementos de trabajo o servoelementos, aunque se produzcan fluctuaciones en la presión de la red. La presión de entrada mínima debe ser siempre superior a la de salida.

Regulador de presión con orificio de escape

No tiene el segundo asiento de válvula en el centro de la membrana y por tanto, el aire no puede escapar cuando la presión secundaria es mayor.

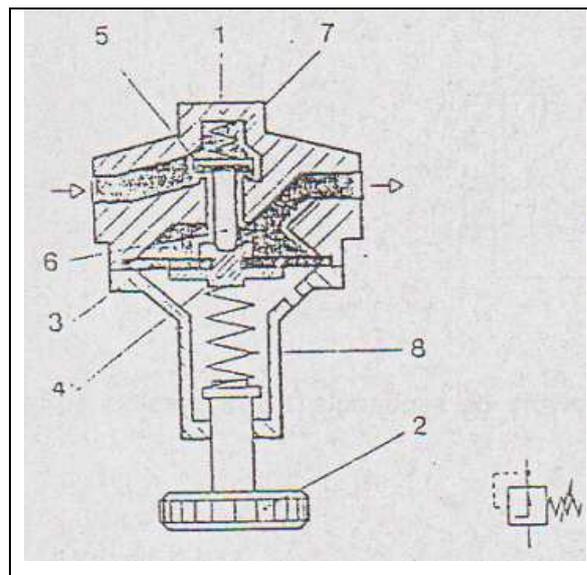


Figura 23: Regulador de presión sin orificio de escape³⁵

³⁵ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmbH&Co.; Layout

Regulador de presión con orificio de escape

Al contrario de lo que sucede en la precedente, es posible compensar una sobrepresión secundaria. El exceso de presión en el lado secundario con respecto a la presión ajustada se elimina a través del orificio de escape.

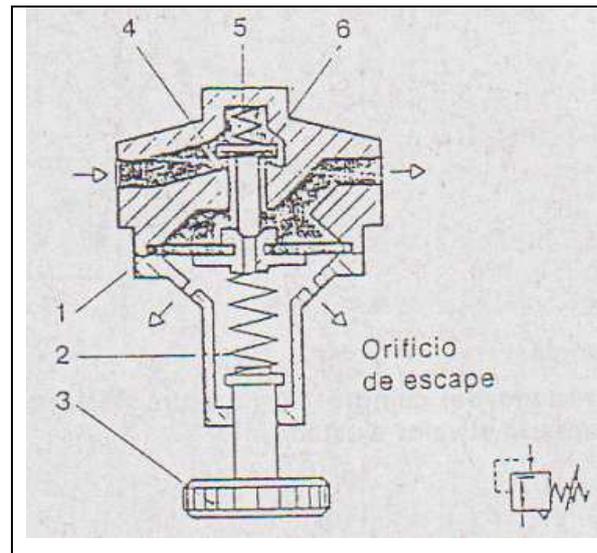


Figura 24: Regulador de presión con orificio de escape³⁶

3.2 Válvulas limitadora de presión

Estas válvulas, se utilizan sobre todo, como válvulas de seguridad (válvulas de sobrepresión). No admiten que la presión en el sistema sobrepase un valor máximo admisible. Al alcanzar en la entrada de la válvula el valor máximo de presión, se abre la salida y el aire sale a la atmósfera. La válvula permanece abierta, hasta que el muelle incorporado, una vez alcanzada la presión ajustada en función de la característica del muelle, cierra el paso.

³⁶ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmbH & Co.; Layout

3.3 Válvula de secuencia

Su funcionamiento es muy similar a la válvula limitadora de presión. Abre el paso cuando se alcanza una presión superior a la ajustada mediante el muelle.

El aire circula de P hacia la salida A. esta no se abre, hasta que el conducto de mando Z no se ha formado una presión ajustada. Un émbolo de mando abre el paso de P hacia A.

Estas válvulas se montan en mandos neumáticos que actúan cuando se precisa una presión fija para un fenómeno de conmutación (mando en función a la presión) la señal solo se transmite después de haber alcanzado la presión de sujeción.

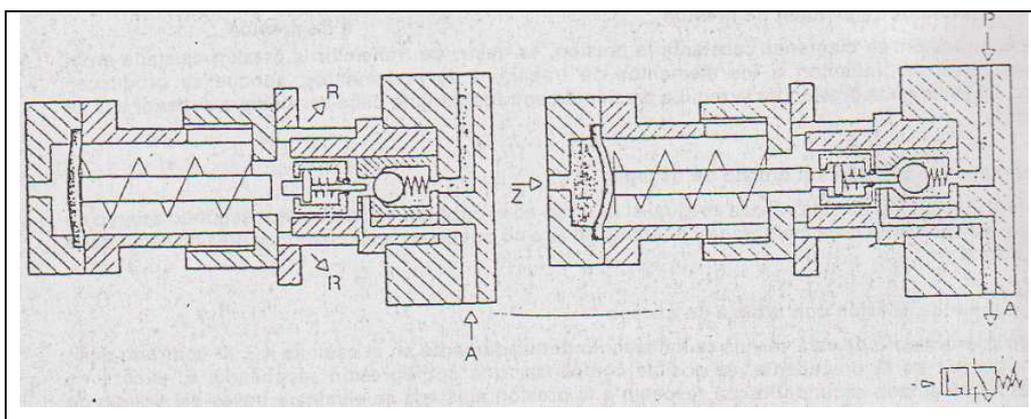


Figura 25: Válvula de secuencia (no está normalizada)³⁷

³⁷ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmbH&Co.; Layout

4. Válvulas de caudal

Estas válvulas influyen sobre la cantidad de circulación de aire comprimido; el caudal se regula en ambos sentidos de flujo.

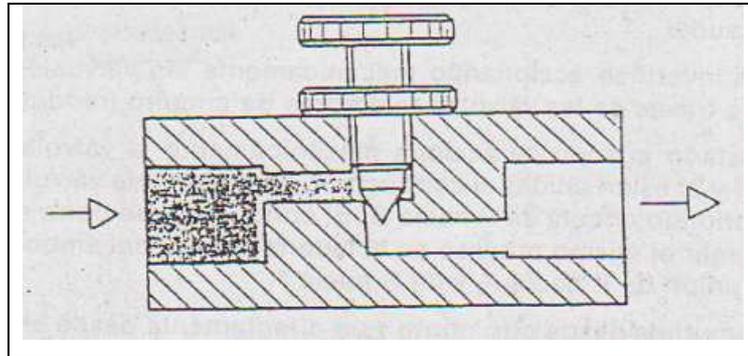
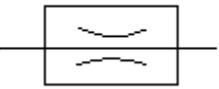
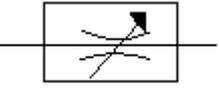
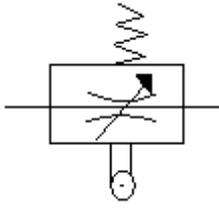


Figura 26: Válvula de estrangulación³⁸

³⁸ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmbH & Co.; Layout

5. Válvulas estranguladoras de caudal, de estrangulación constante:

<p>Válvula de estrangulación en esta válvula, la longitud del tramo de estrangulación es de tamaño superior al diámetro</p>	
<p>Válvula de restricción de tubería En esta válvula de longitud del tramo de estrangulación es de tamaño inferior al diámetro.</p>	
<p>Válvulas reguladoras de caudal, de estrangulación variable Válvula de estrangulación regulable</p>	
<p>Válvula de estrangulación de accionamiento mecánico, actuando contra la fuerza de un muelle Resulta más conveniente incorporar las válvulas de estrangulación al cilindro.</p>	

Cuadro 6. “Válvulas estranguladoras de caudal, de estrangulación constante”³⁹

³⁹ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmbH&Co.; Layout

1. Válvulas de cierre

Son elementos que abren o cierran el paso del caudal, sin escalones.

Utilización sencilla: grifo de cierre.

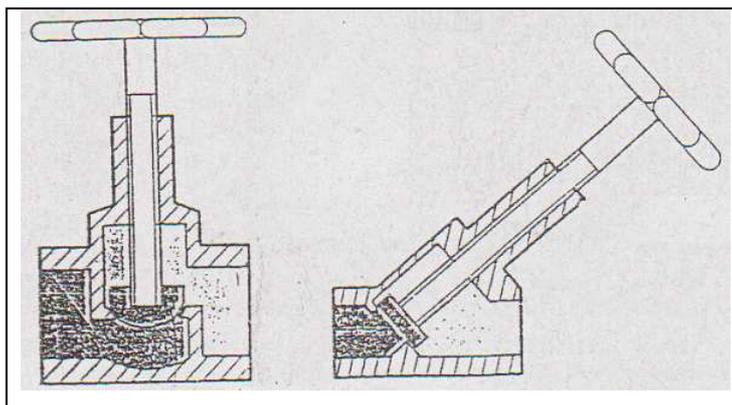


Figura 27: Grifo de cierre ⁴⁰

1.6.3 VALVULA DISTRIBUIDORA

Válvulas de vías o distribuidoras Estas válvulas son las componentes que determinan el camino que ha de tomar la corriente de aire, a saber, principalmente puesta en marcha y paro (start – stop)

Características de construcción de las válvulas distribuidoras

Las características de construcción de las válvulas determinan su duración, fuerza de accionamiento, recordaje y tamaño.

Según la construcción se distinguen los siguientes tipos:

Válvulas de asiento: Esférico

Disco plano

⁴⁰ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmbH&Co.; Layout

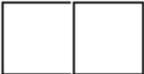
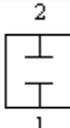
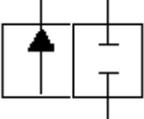
Válvulas de corredera: Émbolo

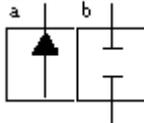
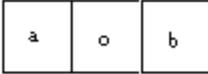
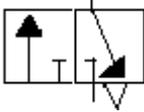
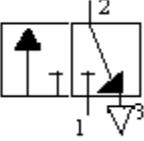
Émbolo y cursor

Disco giratorio

Representación esquemática

Para representar las válvulas distribuidoras en los esquemas de circuito se utilizan símbolos; éstos no dan ninguna orientación sobre el método constructivo de la válvula; solo indican su función.

Las posiciones de las válvulas se representan por medio de cuadros.	
La cantidad de cuadros yuxtapuestos indica la cantidad de posiciones de la válvula distribuidora.	
El funcionamiento se representa esquemáticamente en el interior de las casillas (cuadros).	
Las líneas representan tuberías o conductos. Las flechas, el sentido de circulación del fluido.	
Las posiciones dentro de las casillas se representan mediante líneas transversales.	
La unión de conductos o tuberías se representan mediante un punto.	
(*)Las conexiones (entradas y salidas) se representan por medio de trazos unidos a la casilla que esquematiza la posición de reposo o inicial.	
(*)La otra posición se obtiene desplazando lateralmente los cuadros, hasta que las conexiones coincidan.	

<p>(*)Las posiciones pueden distinguirse por medio de letras minúsculas a, b, c,... y 0.</p>	
<p>Válvula de tres posiciones. Posición intermedia=Posición de reposo</p>	
<p>Conductos de escape con empalme de tubo (aire evacuado a la atmósfera). Triángulo directamente junto al símbolo.</p>	
<p>Conductos de escape con empalme de tubo (aire evacuado a un punto de reunión). Triángulo ligeramente separado del símbolo.</p>	

Cuadro 7. “Representación esquemática (válvulas distribuidoras)”⁴¹

NOTA:

- (*)Por posición de reposo se entiende en el caso de las válvulas con dispositivo o reposición.

Ejemplo: un muelle, aquella posición en que las piezas móviles ocupan la válvula no está conectada

- (*)La posición inicial es la que tiene las piezas móviles de la válvula después de montaje de ésta, establecimiento de la presión y, en caso dado conexión de la tensión eléctrica. En la posición por medio de la cual comienza el programa pre establecido.

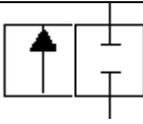
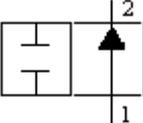
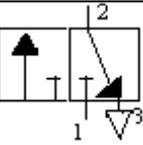
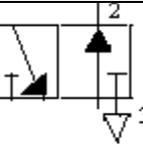
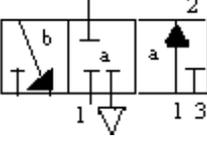
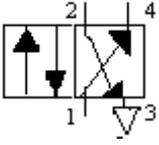
- Para evitar errores durante el montaje, los empalmes se identifican por medio de letras mayúsculas y números impares

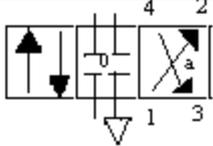
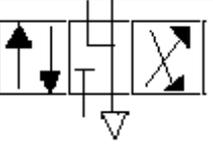
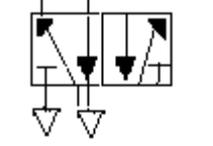
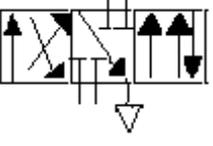
Rige lo siguiente:

⁴¹ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmBH&Co.; Layout

Tuberías o conductos de trabajo	A, B, C,...	Números pares: 2, 4, 6,...
Empalme de energía	P	Número impar: 1
Salida de escape	R, S, T	Número impar: 3, 5, 7
Tuberías o conductos de pilotaje	Z, Y, X	

Resumen de las Válvulas Distribuidoras

DESIGNACIÓN	POSICIÓN DE REPOSO	SÍMBOLO
Válvula distribuidora 2/2	cerrada	
Válvula distribuidora 2/2	abierta	
Válvula distribuidora 3/2	cerrada	
Válvula distribuidora 3/2	abierta	
Válvula distribuidora 3/3	cerrada	
Válvula distribuidora 4/2	1 conducto bajo presión 1 conducto de escape	

Válvula distribuidora 4/3	posición 0 cerrada	
Válvula distribuidora 4/3	a y b en escape posición de ajuste	
Válvula distribuidora 5/2	2 escapes	
Válvula distribuidora 6/3	3 posiciones de paso	

Cuadro 8. “Válvulas Distribuidoras”⁴²

Nota:

- La designación de una válvula distribuidora depende de la cantidad de orificios activos y de las posiciones de trabajo. La primera cifra indica la cantidad de orificios activos la segunda, la cantidad de posiciones.

Ejemplo:

Válvula distribuidora 3/2

3 orificios activos, 2 posiciones (2 cuadrados)

Válvula distribuidora 4/3

4 orificios activos, 3 posiciones (3 cuadrados)

⁴² CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmbH&Co.; Layout

1.6.4 ELECTROVALVULAS

1.6.4.1 Válvulas electromagnéticas

Estas válvulas se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, presostatos o mandos electrónicos. En general, se elige el accionamiento eléctrico para mandos con distancias extremadamente largas y cortos tiempos de conexión.

Las electroválvulas o válvulas electromagnéticas se dividen en:

- Válvulas de mando directo
- Válvulas de mando indirecto.

Las **válvulas de mando directo** solamente se utilizan para un diámetro de luz pequeño, puesto que para diámetros mayores los electroimanes necesarios resultarían demasiado grandes.

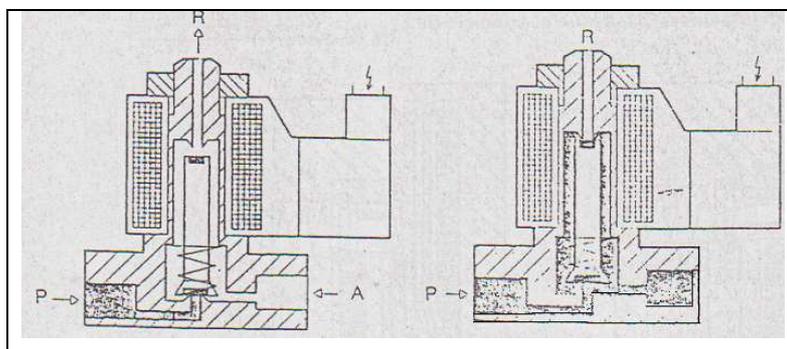


Figura 28: Válvula distribuidora 3/2 (de mando electromagnético)⁴³

Al conectar el imán, el núcleo (inducido) es atraído hacia arriba venciendo la resistencia del muelle. Se unen los empalmes P y A. El núcleo obtura, con su parte trasera, la salida R. al desconectar el electroimán, el muelle empuja al núcleo hasta su asiento inferior y cierra el paso de P hacia A. El aire de la tubería de trabajo A puede escapar entonces hacia R, esta válvula tiene solapo; el tiempo de conexión es muy corto.

⁴³ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmBH&Co.; Layout

Para reducir al mínimo el tamaño de los electroimanés, se utilizan:

Las **válvulas de mando indirecto**, que se componen de dos válvulas: una válvula electromagnética de servopilotaje (3/2, diámetro nominal pequeño) y una válvula principal, de mando automático.

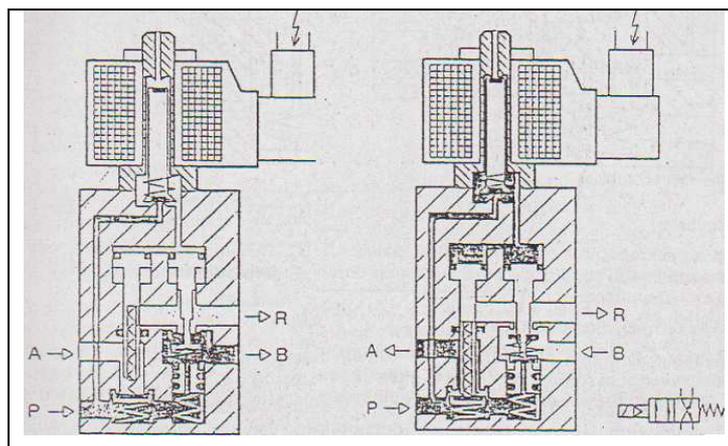


Figura 29: Válvula electromagnética 4/2 (de mando indirecto)⁴⁴

Funcionamiento:

El conducto de alimentación P de la válvula principal tiene una derivación interna hacia el asiento de la válvula de mando indirecto. Un muelle empuja el núcleo contra el asiento de esta válvula. Al excitar el electroimán el núcleo es atraído, y el aire fluye hacia el émbolo de mando de la válvula principal, empujándolo hacia abajo y levantando los discos de válvula de su asiento. Primeramente se cierra la unión entre P y R (la válvula no tiene solapo). Entonces, el aire puede fluir de P hacia A y escapar de B hacia R.

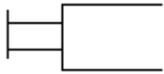
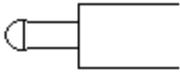
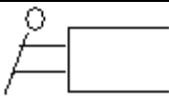
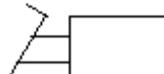
Al desconectar el electroimán, el muelle empuja el núcleo hasta su asiento y corta el paso del aire de mando. Los émbolos de mando en la válvula principal son empujados a su posición inicial por los muelles.

⁴⁴ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmbH&Co.; Layout

1.6.5 ACCIONAMIENTO DE VALVULAS

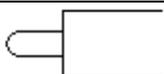
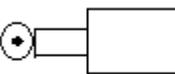
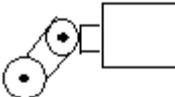
Según su utilización, las válvulas distribuidoras pueden accionarse de diferentes modos. Los símbolos de los elementos de accionamiento a continuación:

Accionamiento muscular

General	
Pulsador	
Palanca	
Pedal	

Cuadro 9. “Accionamiento muscular”⁴⁵

1. Accionamientos mecánicos

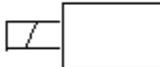
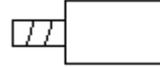
Leva	
Muelle	
Rodillo	
Rodillo escamoteable	

Cuadro 10. “Accionamientos mecánicos”⁴⁶

⁴⁵ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmbH&Co.; Layout

⁴⁶ Ib.

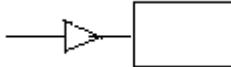
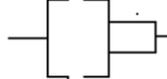
2. Accionamiento eléctricos

Electroimán con un solo arrollamiento	
Electroimán con dos arrollamientos de acción en un mismo sentido	
Con dos arrollamientos de acción recíproca	

Cuadro 11. “Accionamiento eléctrico”⁴⁷

3. Accionamiento neumático

3.1 Accionamientos directos

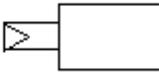
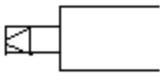
Por presión	
Por depresión	
Por presión diferencial	

Cuadro 12. “Accionamientos directos”⁴⁸

⁴⁷ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmbH & Co.; Layout

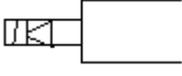
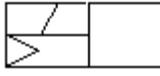
⁴⁸ Ib.

3.2 Accionamientos indirectos (servopilotaje)

Por presión en la válvula de mando principal, a través de la válvula de servopilotaje	
Por depresión en la válvula de mando principal, a través de la válvula de servopilotaje	

Cuadro 13. “Accionamiento indirectos (servopilotaje)”⁴⁹

4. Accionamiento combinado

Electroimán y servopilotaje neumático	
Electroimán o neumático (válvula de servopilotaje)	

Cuadro 14. “Accionamiento combinado”⁵⁰

Ejemplo 1:

Válvula distribuidora 3/2, mandada por un pulsador; el reposicionamiento tiene lugar mediante un muelle.

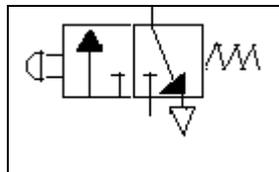


Figura 30: Válvula electromagnética 3/2 ⁵¹

⁴⁹ CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmBH&Co.; Layout

⁵⁰ Ib.

⁵¹ Ib.

Ejemplo 2:

Válvula distribuidora 4/2, comandada directamente por presión neumática; el reposicionamiento tiene lugar mediante un muelle.

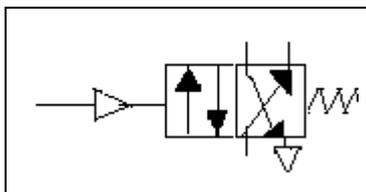


Figura 31: Válvula electromagnética 4/2 ⁵²

Según el tiempo de accionamiento se distingue entre:

Accionamiento permanente, señal continua

La válvula es accionada manualmente o por medios mecánicos, neumáticos o eléctricos durante todo el tiempo hasta que tiene lugar el reposicionamiento. Este es manual o mecánico por medio de un muelle.

Accionamiento momentáneo, impulso

La válvula es invertida por una señal breve (impulso) y permanece en esa posición, hasta que otra señal la coloca en su posición anterior.

1.7 ELEMENTOS ELECTRONICOS**1.7.1 Foto-resistencias**

Una fotorresistencia es un **componente electrónico** cuya **resistencia** disminuye con el aumento de intensidad de **luz** incidente.

⁵² CROSER, P.; THOMSON, J.; EBEL, F.; 02/2000; Festo Didactic GmbH & Co.; Layout

Puede también ser llamado fotoresistor, fotoconductor, célula fotoeléctrica o resistor dependiente de la luz, cuyas siglas, LDR, se originan de su nombre en inglés light-dependent resistor. Su cuerpo está formado por una célula o celda y dos patillas.

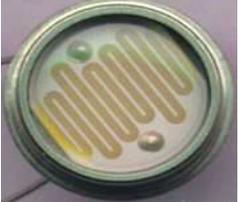
SIMBOLO	LDR	FOTOCELDA
		

Figura 32: Fotoresistencia⁵³

El valor de resistencia eléctrica de un LDR es bajo cuando hay luz incidiendo en él (puede descender hasta 50 ohms) y muy alto cuando está a oscuras (varios mega ohms).

Características

Un foto-resistor está hecho de un **semiconductor** de alta resistencia como el **sulfuro de cadmio**, CdS. Si la luz que incide en el dispositivo es de alta **frecuencia**, los **fotones** son absorbidos por la elasticidad del **semiconductor** dando a los **electrones** la suficiente energía para saltar la **banda de conducción**. El electrón libre que resulta, y su hueco asociado, conducen la electricidad, de tal modo que disminuye la **resistencia**. Los valores típicos varían entre 1 MΩ, o más, en la oscuridad y 100 Ω con luz brillante.

⁵³ www.electronicatecnobita.com

Las células de sulfuro del cadmio se basan en la capacidad del **cadmio** de variar su resistencia según la cantidad de luz que incide la célula. Cuanta más luz incide, más baja es la resistencia. Las células son también capaces de reaccionar a una amplia gama de frecuencias, incluyendo **infrarrojo** (IR), **luz** visible, y **ultravioleta** (UV).

La variación del valor de la resistencia tiene cierto retardo, diferente si se pasa de oscuro a iluminado o de iluminado a oscuro. Esto limita a no usar los LDR en aplicaciones en las que la señal luminosa varía con rapidez. El tiempo de respuesta típico de un LDR está en el orden de una décima de segundo. Esta lentitud da ventaja en algunas aplicaciones, ya que se filtran variaciones rápidas de iluminación que podrían hacer inestable un sensor (ej. tubo fluorescente alimentado por corriente alterna). En otras aplicaciones (saber si es de día o es de noche) la lentitud de la detección no es importante.

Se fabrican en diversos tipos y pueden encontrarse en muchos artículos de consumo. **Ejemplo:** **cámaras**, medidores de luz, relojes con radio, alarmas de seguridad o sistemas de encendido y apagado del alumbrado de calles.

También se fabrican fotoconductores de **Ge : Cu** que funcionan dentro de la gama más baja "**radiación infrarroja**".

1.7.2 Sensor fotoeléctrico

Un sensor fotoeléctrico es un dispositivo electrónico que responde al cambio en la intensidad de la **luz**. Estos **sensores** requieren de un componente emisor que genera la luz, y un componente receptor que "ve" la luz generada por el emisor. Todos los diferentes modos de sensado se basan en este principio de funcionamiento. Están diseñados especialmente para la detección, clasificación y posicionado de objetos; la detección de formas, colores y diferencias de superficie, incluso bajo condiciones ambientales extremas.

Los sensores de luz se usan para detectar el nivel de luz y producir una señal de salida representativa respecto a la cantidad de luz detectada. Un sensor de luz incluye un **transductor** fotoeléctrico para convertir la luz a una señal eléctrica y

puede incluir electrónica para condicionamiento de la señal, compensación para sensibilidades cruzadas como la temperatura y formateo de la señal de salida.



⁵⁴ **Figura 33:** Sensor Fotoeléctrico

Características:

- Emisor y receptor en una única carcasa.
- Fibra óptica trabajando como barrera unidireccional o palpador.
- Amplia variedad en conductores de fibra óptica para distintas aplicaciones.
- Especialmente indicado para aquellos casos en los que el espacio de instalación es reducido y para su uso en ambientes hostiles.

Tabla de selección

Grupo de producto	Alcance exploración*	Luz	Tensión de alimentación	Conexión
Sensores fotoeléctricos pequeños				
‣ WLL 160 (T)	1000 / 100	roja	CC	cable/conector
‣ WLL 170 (T)	580 / 100	roja/verde	CC	cable/conector
‣ WLL 190 T	1300 / 300	roja/verde	CC	cable/conector
‣ WLL 12	620 / 280	roja/ infrarroja/ verde	CC	conector
Sensores fotoeléctricos estándar				
‣ WLL 24Exi	440 / 50	roja	CC	conector/ terminal
‣ WLL 260	700 / 90	roja	CC	conector/ terminal
Sensores fotoeléctricos cilíndricos				

‡ VLL 18 T	200 / 50	roja	CC	cable/conector
------------	----------	------	----	----------------

* Sistemas
unidireccionales

Cuadro 15. “Tabla de selección de Sensores Fotoeléctricos”⁵⁵

⁵⁵ www.electaelectro.com

1.7.3 SENSOR DE INDUCCION



⁵⁶ **Figura 34:** Sensor Inductivo

Cuando la tensión se convierte en información, a menudo, la inducción pasa a ser importante. Los sensores inductivos detectan objetos metálicos en áreas de exploración generalmente muy pequeñas. El diámetro del sensor es el factor decisivo para la distancia de conmutación, que con frecuencia es de sólo unos cuantos milímetros. Por otra parte, los sensores inductivos son rápidos, precisos y extremadamente resistentes.

1.8 PLC

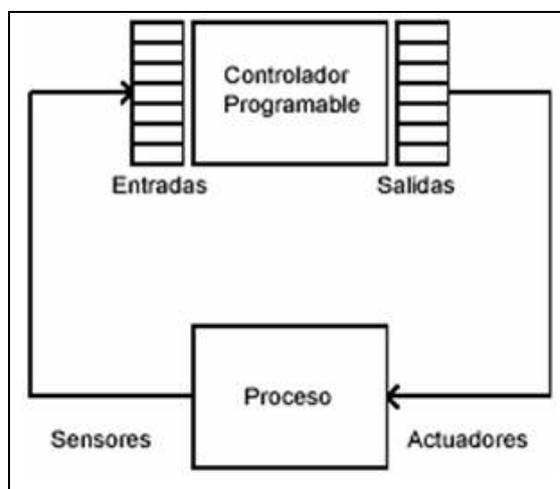
1.8.1 DEFINICION DE PLC

Las siglas PLC (Programmable Logic Controller en sus [siglas en inglés](#)), Control Lógico programable, autómata industrial o en castellano A.P.I. son dispositivos [electrónicos](#) muy usados en [Automatización Industrial](#).

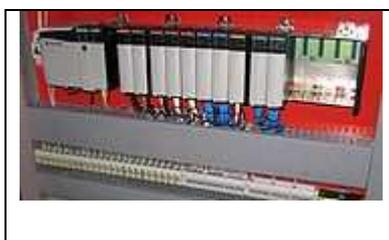
PLC, es un hardware industrial, que se utiliza para la obtención de datos. Una vez obtenidos, los pasa a través de bus (por ejemplo por ethernet) en un servidor.

Control Lógico programable. Autómata industrial o en castellano A.P.I.

⁵⁶ www.electraelectro.com



⁵⁷ **Figura 35:** Diagrama del PLC



⁵⁸ **Figura 36:** PLC moderno instalado dentro del tablero eléctrico

El controlador mediante su programación interna tendrá la capacidad de reemplazar elementos del sistema tales como electroválvulas, sensores y más elementos que por sus elevados costos y paros de mantenimiento han sido

reemplazados poco a poco por algún tipo de controlador como puede ser el **Super Relay** que por sus variados modelos y fácil programación han ido ganando espacio dentro de la rama de control en las industrias.

⁵⁷ www.electronicatecnobita.com

⁵⁸ www.electronicatecnobita.com

Super Relay es el módulo lógico universal, que lleva integrados elementos y parámetros de:

- Control
- Unidad de manejo e indicación con iluminación de fondo
- Fuente de alimentación
- Interfaz para módulos de ampliación
- Interfaz para módulos de programación (Card) y cable para PC
- Funciones básicas muy utilizadas preprogramadas. **Ejemplo:** Conexión retardadas, relés de corriente, interruptor de software
- Temporizador
- Marcas digitales y analógicas
- Entradas y salidas en función del modelo

Con **Super Relay** se resuelven tareas enmarcadas en la técnica de instalación.

Ámbito doméstico.

Ejemplo:

- Alumbrado de escaleras
- Luz exterior
- Toldos
- Persianas

- Alumbradas de escaparates, etc.

Construcción de armarios de distribución, de máquinas y de aparatos:

Ejemplo:

- Controles de puertas
- Instalaciones de ventilación
- Bombas de agua no potable, etc.

Controles especiales

Ejemplo:

- Invernaderos
- Jardines de invierno

Para el procesamiento previo de señales en controles y, mediante la conexión de un módulo de comunicaciones

Ejemplo:

- Control descentralizado
- “In situ” de máquinas y procesos

Para las aplicaciones en serie en la construcción de máquinas pequeñas, aparatos y armarios de distribución. Así como en el sector de instalaciones, existen variantes especiales sin unidad de operación y de visualización.

1.8.2 HISTORIA Y LENGUAJES DE PROGRAMACION DE PLC

1.8.2.1 Historia del PLC

Los PLC fueron inventados en respuesta a las necesidades de la automatización de la industria automotriz norteamericana por el ingeniero Estadounidense Dick

Morley. Antes de los PLC, el control, la secuencia, y la lógica par AEG y más tarde por Schneider Electric, el actual dueño.

Uno de los primeros modelos 084 que se construyeron se encuentra mostrado en la sede de Modicon en el Norte de Andover, Masachusets. Fue regalado a Modicon por GM, cuando la unidad fue retirada tras casi veinte años de servicio ininterrumpido.

La industria automotriz es todavía una de las más grandes usuarias de PLC, y Modicon todavía numera algunos de sus modelos de controladores con la terminación ochenta y cuatro. Los PLC son utilizados en muchas diferentes industrias y máquinas tales como máquinas de empaquetado y de semiconductores.

1.8.2.2 Tipos de Programación del PLC

Los primeros PLC, en la primera mitad de los 80, eran programados usando sistemas de programación propietarios o terminales de programación especializados, que a menudo tenían teclas de funciones dedicadas que representaban los elementos lógicos de los programas de PLC. Los programas eran guardados en cintas. Más recientemente, los programas PLC son escritos en aplicaciones especiales en un ordenador, y luego son descargados directamente mediante un cable o una red al PLC. Los PLC viejos usan una memoria no volátil (magnetic core memory) pero ahora los programas son guardados en una RAM con batería propia o en otros sistemas de memoria no volátil como las memorias flash.

Los primeros PLC fueron diseñados para ser usados por electricistas que podían aprender a programar los PLC en el trabajo. Estos PLC eran programados con "lógica de escalera"("ladder logic"). Los PLC modernos pueden ser programados de muchas formas, desde la lógica de escalera hasta lenguajes de programación tradicionales como el BASIC o C. Otro método es usar la Lógica de Estados (State Logic), un lenguaje de programación de alto nivel diseñado para programas PLC basándose en los diagramas de transición de estados.

Existen varios lenguajes de programación, tradicionalmente los más utilizados son el diagrama de escalera ([Lenguaje Ladder](#)), lista de instrucciones y programación por estados, aunque se han incorporado lenguajes más intuitivos que permiten implementar algoritmos complejos mediante simples diagramas de flujo más fáciles de interpretar y mantener. Un lenguaje más reciente, preferido por los informáticos y electrónicos, es el [FBD](#) (en inglés Function Block Diagram) que emplea [compuertas lógicas](#) y bloques con distintas funciones conectados entre sí.

En la programación se pueden incluir diferentes tipos de operandos, desde los más simples como lógica booleana, contadores, temporizadores, contactos, bobinas y operadores matemáticos, hasta operaciones más complejas como manejo de tablas (recetas), apuntadores, algoritmos PID y funciones de comunicación multiprotocolos que le permitirían interconectarse con otros dispositivos.

Recientemente, el estándar internacional IEC 61131-3 se está volviendo muy popular. IEC 61131-3 define cinco lenguajes de programación para los sistemas de control programables: FBD (Function block diagram), [LD \(Ladder diagram\)](#), ST (Structured text, similar al [Lenguaje de programación Pascal](#)), IL (Instruction list) y SFC (Sequential function chart).

Mientras que los conceptos fundamentales de la programación del PLC son comunes a todos los fabricantes, las diferencias en el direccionamiento E/S, la organización de la memoria y el conjunto de instrucciones hace que los programas de los PLC nunca se puedan usar entre diversos fabricantes. Incluso dentro de la misma línea de productos de un solo fabricante, diversos modelos pueden no ser directamente compatibles.

1.8.2.3 La estructura básica de Super Relay:

Fuente de alimentación: convierte la tensión de la red, 110 ó 220V ac a baja tensión de cc (24V por ejemplo) que es la que se utiliza como tensión de trabajo en los circuitos electrónicos que forma el autómeta.

CPU: la Unidad Central de Procesos es el auténtico cerebro del sistema. Es el encargado de recibir órdenes del operario a través de la consola de programación y el módulo de entradas. Después las procesa para enviar respuestas al módulo de salidas.

Módulo de entradas: aquí se unen eléctricamente los captadores (interruptores, finales de carrera). La información que recibe la envía al CPU para ser procesada según la programación. Hay 2 tipos de captadores conectables al módulo de entradas: los pasivos y los activos.

Módulo de salida: es el encargado de activar y desactivar los actuadores (bobinas de contactores, motores pequeños). La información enviada por las entradas al CPU, cuando está procesada se envía al módulo de salidas para que estas sean activadas también los actuadores que están conectados a ellas. Hay 3 módulos de salidas según el proceso a controlar por el autómata: relés, triac y transistores.

Terminal de programación: la terminal o consola de programación es el que permite comunicar al operario con el sistema. Sus funciones son la transferencia y modificación de programas, la verificación de la programación y la información del funcionamiento de los procesos.

Periféricos: ellos no intervienen directamente en el funcionamiento del autómata pero sí que facilitan la labor del operario.



⁵⁹ **Figura 37:** Entradas y salidas del Super Relay

1.9 MECANICA INDUSTRIAL

1.9.1 GENERALIDADES

La soldadura es un [proceso de fabricación](#) en donde se realiza la unión de dos

⁵⁹ www.eletaelectro.com

materiales, (generalmente metales o termoplásticos), usualmente logrado a través de la [coalescencia \(fusión\)](#), en la cual las piezas son soldadas [fundiendo](#) ambas y agregando un material de relleno fundido (metal o plástico), el cual tiene un punto de [fusión](#) menor al de la pieza a soldar, para conseguir un baño de material fundido (el baño de soldadura) que, al enfriarse, se convierte en una unión fuerte.

A veces la presión es usada conjuntamente con el calor, o por sí misma, para producir la soldadura. Esto está en contraste con la soldadura blanda (en inglés soldering) y la [soldadura fuerte](#) (en inglés brazing), que implican el derretimiento de un material de bajo punto de fusión entre piezas de trabajo para formar un enlace entre ellos, sin fundir las piezas de trabajo.

Muchas [fuentes de energía](#) diferentes pueden ser usadas para la soldadura, incluyendo una llama de [gas](#), un [arco eléctrico](#), un [láser](#), un rayo de [electrones](#), procesos de [fricción](#) o [ultrasonido](#). La energía necesaria para formar la unión entre dos piezas de metal generalmente proviene de un [arco eléctrico](#). La energía para soldaduras de fusión o termoplásticos generalmente proviene del contacto directo con una herramienta o un gas caliente.

Mientras que con frecuencia es un proceso industrial, la soldadura puede ser hecha en muchos ambientes diferentes, incluyendo al aire libre, debajo del agua y

en el [espacio](#). Sin importar la localización, sin embargo, la soldadura sigue siendo peligrosa, y se deben tomar precauciones para evitar quemaduras, [descarga eléctrica](#), humos venenosos, y la sobreexposición a la [luz ultravioleta](#).

Hasta el final del siglo XIX, el único proceso de soldadura era la [soldadura de fragua](#), que los herreros han usado por siglos para juntar metales calentándolos y golpeándolos. La [soldadura por arco](#) y la [soldadura a gas](#) estaban entre los primeros procesos en desarrollarse tardíamente en el siglo, siguiendo poco después la [soldadura por resistencia](#). La tecnología de la soldadura avanzó rápidamente durante el principio del siglo XX mientras que la [Primera Guerra Mundial](#) y la [Segunda Guerra Mundial](#) condujeron la demanda de métodos de juntura confiables y baratos. Después de las guerras, fueron desarrolladas varias técnicas modernas de soldadura, incluyendo métodos manuales como la [soldadura manual de metal por arco](#), ahora uno de los más populares métodos de soldadura, así como procesos semiautomáticos y automáticos tales como [Soldadura GMAW](#), [soldadura de arco sumergido](#), [soldadura de arco con núcleo de fundente](#) y [soldadura por electro escoria](#). Los progresos continuaron con la invención de la [soldadura por rayo láser](#) y la [soldadura con rayo de electrones](#) a mediados del siglo XX. Hoy en día, la ciencia continúa avanzando. La [soldadura robotizada](#) está llegando a ser más corriente en las instalaciones industriales, y los investigadores continúan desarrollando nuevos métodos de soldadura y ganando mayor comprensión de la calidad y las propiedades de la soldadura.

Se dice que es un sistema porque intervienen los elementos propios de este, es decir, las **5 M**: mano de obra, materiales, máquinas, medio ambiente y medios escritos (procedimientos). La unión satisfactoria implica que debe pasar las pruebas mecánicas (tensión y dobléz). Las técnicas son los diferentes procesos (SMAW, SAW, GTAW, etc.) utilizados para la situación más conveniente y favorable, lo que hace que sea lo más económico, sin dejar de lado la seguridad.

1.9.2 TIPOS DE SOLDADURA

- [Soldadura TIG](#)
- [Soldadura MAG](#)

- Soldadura MIG
- **Soldadura por arco**
- Soldadura en frío
- Soldadura explosiva
- Soldadura por fricción
- Soldadura por fusión
- Soldadura a gas
- Soldadura por inducción
- Soldadura mixta
- Soldadura por plasma
- Soldadura por puntos
- Soldadura de choque
- Soldadura con rayo de electrones
- Soldadura por rayo láser
- Soldadura ultrasónica
- Soldadura aluminotérmica
- Soldadura GMAW
- Soldadura sin plomo
- Soldadura oxiacetilénica
- Soldadura blanda

1.9.3 PROCESO PARA SOLDAR CON SUELDA POR ARCO

Soldadura por arco

Estos procesos usan una fuente de alimentación para soldadura para crear y mantener un arco eléctrico entre un electrodo y el material base para derretir los metales en el punto de la soldadura. Pueden usar tanto corriente **continua** (DC) como **alterna** (AC), y electrodos consumibles o no consumibles. A veces, la región de la soldadura es protegida por un cierto tipo de **gas inerte** o semi inerte, conocido como **gas de protección**, y el material de relleno a veces es usado también.

Fuentes de energía

Para proveer la energía eléctrica necesaria para los procesos de la soldadura de arco, pueden ser usadas un número diferentes de fuentes de alimentación. La clasificación más común son las fuentes de alimentación de **corriente** constante y las fuentes de alimentación de **voltaje** constante. En la soldadura de arco, la longitud del arco está directamente relacionada con el voltaje, y la cantidad de entrada de calor está relacionada con la corriente. Las fuentes de alimentación de corriente constante son usadas con más frecuencia para los procesos manuales de soldadura tales como la soldadura de arco de gas tungsteno y soldadura de arco metálico blindado, porque ellas mantienen una corriente constante incluso mientras el voltaje varía. Esto es importante en la soldadura manual, ya que puede ser difícil sostener el electrodo perfectamente estable, y como resultado, la longitud del arco y el voltaje tienden a fluctuar. Las fuentes de alimentación de voltaje constante mantienen el voltaje constante y varían la corriente, y como resultado, son usadas más a menudo para los procesos de soldadura automatizados tales como la soldadura de arco metálico con gas, soldadura por arco de núcleo fundente, y la soldadura de arco sumergido. En estos procesos, la longitud del arco es mantenida constante, puesto que cualquier fluctuación en la distancia entre material base es rápidamente rectificado por un cambio grande en la corriente. **Ejemplo:** si el alambre y el material base se acercan demasiado, la corriente aumentará rápidamente, lo que a su vez causa que aumente el calor y la extremidad del alambre se funde, volviéndolo a su distancia de separación original. El tipo de corriente usado en la soldadura de arco también juega un papel importante. Los electrodos de proceso consumibles como los de la soldadura de arco de metal blindado y la soldadura de arco metálico con gas generalmente usan corriente directa, pero el electrodo puede ser cargado positiva o negativamente. En la soldadura, el ánodo cargado positivamente tendrá una concentración mayor de calor, y como resultado, cambiar la polaridad del electrodo tiene un impacto en las propiedades de la soldadura. Si el electrodo es cargado positivamente, el metal base estará más caliente, incrementando la penetración y la velocidad de la soldadura. Alternativamente, un electrodo negativamente cargado resulta en soldaduras más superficiales. Los procesos de

electrodo no consumibles, tales como la soldadura de arco de gas tungsteno, pueden usar cualquier tipo de corriente directa, así como también corriente alterna. Sin embargo, con la corriente directa, debido a que el electrodo solo crea el arco y no proporciona el material de relleno, un electrodo positivamente cargado causa soldaduras superficiales, mientras que un electrodo negativamente cargado hace soldaduras más profundas. La corriente alterna se mueve rápidamente entre estos dos, dando por resultado las soldaduras de mediana penetración. Una desventaja de la CA, el hecho de que el arco debe ser reencendido después de cada paso por cero, se ha tratado con la invención de unidades de energía especiales que producen un patrón cuadrado de onda en vez del patrón normal de la onda de seno, haciendo posibles pasos a cero rápidos y minimizando los efectos del problema.



⁶⁰ **Figura 38:** Soldadura de arco de metal

Uno de los tipos más comunes de soldadura de arco es la [soldadura manual con electrodo revestido](#) (SMAW, Shielded Metal Arc Welding), que también es conocida como soldadura manual de arco metálico (MMA) o soldadura de electrodo. La corriente eléctrica se usa para crear un arco entre el material base y la varilla de electrodo consumible, que es de acero y está cubierto con un fundente que protege el área de la soldadura contra la [oxidación](#) y la contaminación por medio de la producción del gas CO_2 durante el proceso de la soldadura. El núcleo en sí mismo del electrodo actúa como material de relleno, haciendo innecesario un material de relleno adicional.

El proceso es versátil y puede realizarse con un equipo relativamente barato, haciéndolo adecuado para trabajos de taller y trabajo de campo. Un operador

puede hacerse razonablemente competente con una modesta cantidad de entrenamiento y puede alcanzar la maestría con experiencia. Los tiempos de soldadura son algo lentos, puesto que los electrodos consumibles deben ser sustituidos con frecuencia y porque la escoria, el residuo del fundente, debe ser retirada después de soldar. Además, el proceso es generalmente limitado a materiales de soldadura ferrosos, aunque electrodos especializados han hecho posible la soldadura del [hierro fundido](#), [níquel](#), [aluminio](#), [cobre](#), y de otros metales.

⁶⁰ [Soldadura español online training](#)

1.10 MANTENIMIENTO

1.10.1 MANTENIMIENTO DE LOS ELEMENTOS

1.10.1.1 Sistemas neumáticos

Plan de mantenimiento preventivo de los cilindros

⁶¹ Los períodos indicados en el siguiente programa de mantenimiento son aplicables a cilindros neumáticos correctamente montados y con suministro de aire limpio, seco y lubricado. El montaje inadecuado a la mala calidad del aire puede reducir notablemente la vida de los cilindros y en consecuencia reducir los períodos de mantenimiento requeridos.

FRECUENCIA	TAREA	NOTAS
Semanalmente	Control general de: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fugas en el propio cilindro y su conexionado. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eliminar por ajuste todas las posibles fugas. ▪ En caso de

	<ul style="list-style-type: none">▪ Ajuste y alineación del montaje.▪ Regulación de amortiguaciones.	<p>persistir, programar el reemplazo de la guarnición correspondiente a la brevedad posible.</p> <ul style="list-style-type: none">▪ El montaje defectuoso y/o a la inadecuada regulación de las amortiguaciones pueden conducir a un deterioro prematuro del actuador.▪ Asegurar que los movimientos puedan realizarse libremente sin ocasionar esfuerzos secundarios sobre el mismo.▪ Es preferible sobre amortiguar ligeramente cualquier movimiento.
--	---	--

<p>Cada 500 kilómetros recorridos por el vástago</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarme parcial, limpieza y control de desgaste. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarmar hasta separar las partes esenciales (tensores, tapas, tubo y pistón del vástago). No es necesario desarmar el conjunto vástago-pistón. ▪ Lavar las partes. ▪ Controlar el desgaste en: pistones de amortiguado, vástago y guarniciones. ▪ Consulta la guía de detención de fallas cuando los desgastes sean irregulares y localizados. ▪ Efectuar las correcciones del caso a fin de eliminar las causas de irregular desgastes (básicamente, lubricación o montaje defectuoso).
---	--	--

<p>Cada 3000 kilómetros recorridos por el vástago</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarme total, limpieza y recambio preventivo de partes. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recambiar partes en caso sea necesario. <p>Lubricar, armar y probar funcionamiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Deben reemplazarse preventivamente las siguientes partes: <p>Guarniciones del pistón. Guarniciones de amortiguación Guarniciones cierre vástago. Guarniciones de cierre tubo-tapa. Guarniciones de tornillo de registro de amortiguación. Anillo de fricción. Pistones de amortiguación.</p>
--	--	---

⁶² **Cuadro 16.** “Mantenimiento Preventivo de los cilindros”

Plan de mantenimiento para las válvulas direccionales

La vida de las válvulas direccionales queda determinada por los ciclos de conmutación realizados.

La frecuencia indicada en el siguiente plan es aplicable a válvulas correctamente montadas y con suministro de aire limpio, seco y lubricado.

El montaje inadecuado o la mala calidad de aire pueden reducir notablemente la vida de las válvulas; como consecuencia requerirán una mayor carga de mantenimiento.

FRECUCENCIA	TAREA	NOTAS
Semanalmente	Control general de: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fugas por la válvula y sus conexiones. ▪ Fugas en los mandos de vibración y calentamiento de selenoides. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eliminar por ajuste todas las posibles fugas. ▪ En caso de persistir, programar el reemplazo de las guarniciones correspondientes a la brevedad posible. ▪ En caso de vibración, ruido o calentamiento anormal del selenoide reparar de inmediato el desperfecto (consultar guía de detención y solución de fallas).
Cada ocho millones de ciclos de conmutación ó un año	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarme, limpieza y control de partes. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarme de la válvula y sus mandos. ▪ Retirar las guarniciones de sus alojamientos. ▪ Limpiar a fondo todas sus partes.

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Controlar estado de: Bujes de cuerpo. Guarniciones en general. ▪ Reemplazar partes en caso de ser necesario. ▪ Lubricar, armar y probar funcionamiento.
Cada 24 millones de ciclo conmutación o 3 años.	Desarme, limpieza y recambio preventivo de partes.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reemplazar preventivamente todas las guarniciones de la válvula. ▪ Adicionalmente en mandos electroneumáticos reemplazar tubo-guía, resorte y todas las guarniciones de mando. ▪ Recambiar otras partes en caso de ser necesario. ▪ Lubricar, armar y probar el funcionamiento.

⁶³ **Cuadro 17.** “Mantenimiento para Válvulas direccionales”

Plan de mantenimiento preventivo de la unidad LFR (Filtro, Regulador y Lubricador)

Se debe enfocar en controlar los siguientes aspectos con frecuencia:

- Controlar el filtro
- Evacuar agua condensada
- Rellenar el depósito de aceite si se trabaja con lubricación
- Controlar el desgaste y suciedad en unidades emisoras de señales

Los siguientes trabajos de mantenimiento se deben realizar en intervalos más prolongados:

- Controlar la estanqueidad de las conexiones
- Controlar el desgaste de las tuberías en las zonas móviles
- Controlar el apoyo del vástago en los cilindros
- Limpiar y sustituir filtros

⁶¹ Programa Básico Festo Didactic

⁶² Programa Básico Festo Didactic Edición 01/03.

⁶³ Programa Básico Festo Didactic Edición 01/03.

- Controlar el funcionamiento en las válvulas de seguridad
- Controlar las sujeciones
- En los climas húmedos o en instalaciones sin tratamiento y redes con poca capacidad de separación, pueden requerirse frecuencias de drenados considerablemente superiores.
- Las frecuencias pueden reducirse cuando la instalación cuente con tratamientos previos del aire comprimido.
- La frecuencia debe aumentarse en el caso de instalaciones de generación y distribución viejas y con escaso mantenimiento. También en climas secos y ventosos o en industrias con alta contaminación ambiental como molinos, canteras, fundiciones, etc.

La aplicación del siguiente plan de mantenimiento garantiza un eficiente servicio

de la unidad y una larga vida a los componentes abastecidos.

FRECUCENCIA	TAREA	NOTAS
Cada 8 horas de servicio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Drenar condensados. ▪ Controlar el nivel de lubricadores. ▪ Controlar regulación de presión. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar con equipo en servicio, preferentemente al iniciar la actividad diaria o en cada turno. ▪ Reponer lubricante solamente cuando se haya agotado.
Cada 40 horas de servicio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reponer aceite en lubricadores 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar con equipo de servicio. ▪ Completar la carga independientemente del nivel observado.
Cada 200 horas de servicio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Limpiar elementos filtrantes de 5 micrones. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interrumpir el servicio de despresurizar la unidad.
Cada 600 horas de servicio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Limpiar elementos filtrantes de 50 micrones. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lavar completamente vasos y deflectoras plásticas. ▪ Cambiar partes deterioradas o rotas. ▪ Reemplazar elemento filtrante cuando presente excesiva obstrucción no expulsadas por

		limpieza.
cada 2 años ó 5000 horas de servicio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desarme, limpieza general, recambio preventivo de guarniciones elemento filtrante. ▪ Lubricación. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interrumpir el servicio de despresurizar la unidad. ▪ Retirar la unidad para desarmar y hacer los respectivos cambios de filtros y lubricadores lo que diga el fabricante.

⁶⁴ **Nota: Cuadro 18.** “Mantenimiento preventivo para la unidad LFR”

1.10.1.2 Compresor

Las operaciones de mantenimiento a efectuar sobre compresores incluirán:

⁶⁴ Programa Básico Festo Didactic Edición 01/03

Mantenimiento por año:

- Limpieza interior de aceites y carbonillas.
- **Válvulas de seguridad:** comprobación de su status como dispositivo de control apto para este tipo de funciones. En caso de que sea necesaria su sustitución sólo se empleará válvulas nuevas que llevarán bien grabado o bien en una placa los siguientes datos: fabricante, diámetro nominal, presión nominal, presión de tarado y caudal nominal. Las válvulas sustituidas serán precintadas a la presión de tarado.
- **Manómetros:** se comprobará su buen estado y funcionamiento. Si un manómetro necesita ser sustituido, sólo lo será por otro nuevo. Una vez sustituido se comprobará su correcto funcionamiento.

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dispositivos de inspección y limpieza: se comprobará la accesibilidad a los orificios y registros de limpieza. En el caso de los purgadores, se comprobará su operatividad. Así mismo se comprobará el funcionamiento de los dispositivos de refrigeración y captación de aceite del aire alimentado. ▪ Engrase: el aceite que se emplee estará libre de materias resinificables. Se utilizará aceite de propiedades antioxidantes con punto de inflamación superior a 125°C. Cuando la presión de trabajo sobrepase los 20 Kg/cm², sólo deberán utilizarse aceites con punto de inflamación superior a 220°C.
Mantenimiento por década:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Inspección visual exterior. ▪ Inspección visual interior. ▪ Prueba de presión: se efectuará una prueba a 1.5 veces la presión de diseño.

⁶⁵ **Nota: Cuadro 19. “Mantenimiento del compresor”**

⁶⁴ www.sapiesman.com

1.10.1.3 Electroválvulas

ELEMENTO	TAREA	CONSECUENCIA
Electroválvula	<ul style="list-style-type: none"> • Montaje robusto • Mantener la superficie de montaje limpia. • Uso correcto de cables de alimentación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inestabilidad en el sistema. • Mal funcionamiento del sistema

	<ul style="list-style-type: none"> • Observar placa de datos nominales. 	
--	--	--

⁶⁶ **Cuadro 20.** “Mantenimiento de las electroválvulas”

1.10.1.4 Elementos electrónicos

ELEMENTO	TAREA	CONSECUENCIA
Fotoresistencia	<ul style="list-style-type: none"> • Montaje robusto, en la estructura a instalarse. • Mantener la superficie de montaje libre de impurezas y ambientes de polvo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inestabilidad en el sistema. • Mal funcionamiento del sistema.

⁶⁷ **Cuadro 21.** “Mantenimiento Fotoresistencia”

⁶⁵ www.sapiesman.com

⁶⁶ Apuntes Electrónica General

1.10.1.5 PLC

Mantenimiento en el cableado del PLC

Para efectuar el mantenimiento del cableado del PLC

FRECUENCIA	TAREA	CONSECUENCIAS
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reajuste de los terminales eléctricos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Si no están debidamente

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Para el ajuste utilice destornilladores con un ancho de hoja de 3mm. ▪ Para los bornes no se requiere casquillos terminales. ▪ Se puede utilizar conductores de secciones: 1 x 2,4 mm² 1 x 1,5 mm² 	<p>ajustados provocarán. Aumento en la temperatura de los terminales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Recalentamiento sobre los conductores. ▪ Fallas eléctricas como cortocircuitos.
--	--	--

⁶⁸ **Cuadro 22.** “Mantenimiento del PLC”

⁶⁸ Manual Super Relay

CAPITULO II

DESCRIPCION DEL PROCESO DEL SISTEMA DE TRANSPORTACION Y CLASIFICACION

2.1 DESARROLLO DEL PROCESO

El sistema de transportación y clasificación por color y tipo de material, es un proyecto que posibilita crear en el estudiante conocimiento, seguridad, operatividad al vincularse con sistemas neumáticos, de control y soldadura.

Se fundamenta en combinar conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera como: neumática, control, taller mecánico y soldadura industrial con el propósito de que los estudiantes estén en condición de dar una respuesta oportuna a las necesidades de los sectores productivos, fomentando así el campo tecnológico.

Razón por la cual se pondrá a disposición del estudiante información práctica, científica y didáctica, lo cual es acertado ya que se expone una recopilación teórica de los elementos empleados, uso, funcionamiento, mantenimiento, recomendaciones, conclusiones y anexos, que facilitaran el entendimiento de los diferentes procesos considerados.

El proceso a realizarse en la elaboración del sistema de transportación y clasificación por color (blanco-negro) y tipo material (madera-metal), está constituida por un tablero de alimentación, un selector de mandos (manual-automático), éste permite que trabaje en mando automático desempeñándose sincronizadamente, en mando manual permitiendo que cada elemento componente, (pistones-motor) actúen independientemente y un paro de emergencia que paralizará el sistema por completo, dependiendo de la necesidad del operario.

2.1.1 ANALISIS PLANTEADO PARA LA REALIZACION DEL PROCESO

El sistema de transportación y clasificación, que se ha planteado presenta métodos múltiples para su solución. Usualmente las soluciones aparecen posteriormente a la determinación del problema, para lo cual se toma en consideración las características positivas y negativas las que se encuentran implícitas con los elementos constitutivos, como son los ordenadores y los actuadores.

El sistema que desarrollará, trabajara en combinación, con ciencias, como: neumáticas, control, taller mecánico y soldadura industrial. Para iniciar el proceso de diseño y construcción, se recopilará información científica.

Posteriormente es indispensable elaborar un plano de construcción inicial, como se indica en la figura el mismo que contendrá evidentemente las ubicaciones de los elementos constitutivos, el proceso a desarrollar y controlar, el mismo que será empleado para la construcción del módulo didáctico.

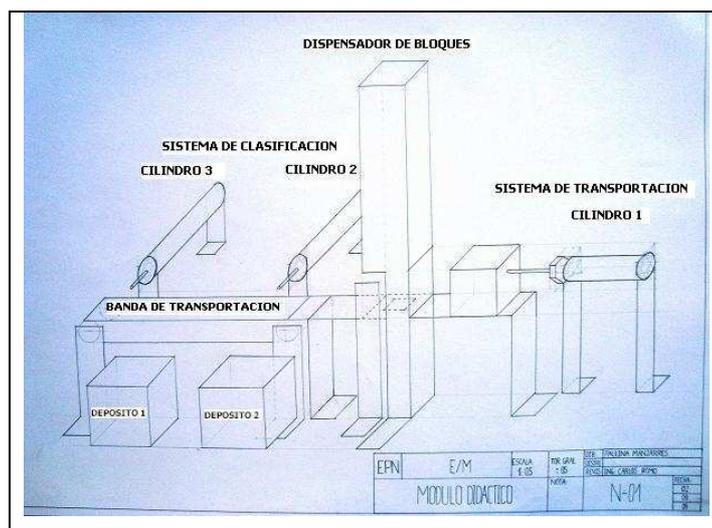


Figura 39: Plano de construcción

El sistema de transportación y clasificación, será automatizado utilizando como elemento principal el aire comprimido para dar movimiento a los actuadores (cilindro de doble efecto), cada pistón está sometido a producir un determinado recorrido en un tiempo específico, estos describirán el recorrido que está fijado en el diagrama de pasos, que se presenta en el capítulo III (Dimensionamiento de cilindros neumáticos).

Breve explicación del funcionamiento del módulo existente.

El módulo didáctico existente es un prototipo de marcado de piezas en serie, fue dimensionado considerando posibles modificaciones, correcciones o implementaciones de otros elementos de acuerdo a las necesidades y alcances que se estimen.

Por lo que por razones didácticas se implementará un sistema de transportación y clasificación, ampliando los campos de neumática y control.

Es así que se desarrollará el diseño de un sistema de transportación y clasificación por color y tipo de material; que trabajará en mando automático o manual según la necesidad del operario, el cual estará sujeto a protecciones que evitarán el desgaste mecánico de los elementos que constituyen el módulo, así también las pérdidas energéticas y económicas; las que son ocasionadas por el trabajo innecesario que efectúan los cilindros.

El sistema estará dotado de tres cilindros que permitirán transportar y clasificar a los cubos que previamente se dividieron en 2 grupos de acuerdo a la codificación de colores establecida, (cubos de color blanco - cubos de color negro) y por el tipo de material (madera / metal); para ello se necesita acondicionar un circuito electrónico que permita acoplar las señales de los sensores a un PLC el mismo que será dimensionado en el desarrollo de la tesis según las necesidades que se estimen.

El cilindro #1 se encargará de la transportación, el mismo que se activará en el momento de que una foto-resistencia envíe una señal al PLC, en el instante que

esta foto-resistencia haya detectado la presencia de un cubo y dependiendo únicamente de la presencia del mismo se dará inicio tanto al sistema de transportación como al sistema de clasificación, también se debe considerar, las señales que emitan los sensores de: inducción y fotoeléctrico, el primero está encargado de determinar el material del cubo es decir si es de madera o metal; mientras que el sensor fotoeléctrico, emite una nueva señal al PLC, este sensor verifica el color del cubo que va a ser transportado, se activará el cilindro #2 en caso de que el cubo sea de madera y de color blanco, el motor y la banda de transportación se detendrán hasta que éste cubo sea expulsado del sistema a la cesta #2, en el caso de que el cubo sea de madera y de color negro, éste seguirá con su transportación, hasta que el PLC exponga la señal que detendrá al motor, la banda de transportación y activará el cilindro #3 que expulsará al cubo de color negro a la cesta #2 ó en caso de ser un cubo de metal este será transportado hasta el final del sistema de transportación, expulsándolo hacia una cesta #3; el sistema se detendrá cuando el dispensador de cubos se encuentre vacío.

Los sistemas de control y neumática utilizados, evidentemente proporcionan al estudiante mejor comprensión de los procesos descritos.

2.2 COMPONENTES IMPRESCINDIBLES DEL MODULO

La construcción del sistema de transportación y clasificación, se obtendrá mediante la utilización de los siguientes aspectos constructivos:

- Mecánica industrial y soldadura
- Generación y alimentación del aire comprimido
- Presión del aire que se utilizara para producir un recorrido en los actuadores
- Programación del ordenador PLC
- Elementos electrónicos y Sensores

2.3 ESTRUCTURA METALICA Y SOLDADURA

Los cubos a utilizarse en las demostraciones serán de madera y metal, para lo que emplearemos una lámina de tool, en la que daremos forma a un cubo de metal.

La estructura de soporte estará constituida por material metálico y de madera la que estará construida con la finalidad de que soporte los elementos que forman parte del sistema, como son: panel de control, cilindros, electroválvulas, tubería, cables, elementos electrónicos, sensores y otros los que dan origen al sistema de transportación y clasificación por color y tipo de material, también presentará facilidad de montaje y desmontaje del sistema.

El sistema de transportación estará conformado por una banda de transportación plástica de 40cm de largo \times 5cm de ancho, la que tendrá un grado de fricción mínima para evitar posibles dificultades en el deslizamiento de los cubos tanto de madera como de metal.

La banda de transportación estará acoplada a un motor de 110 ~130V; 1.5/2W; 50/60Hz y 5/6 RPM. el que permitirá transportar tanto a los cubos de madera como de metal, según sea el caso. La banda de transportación se detallará en el capítulo III (construcción y uso del módulo didáctico).

El tipo de sujeción que deberá tener los cilindros y el acoplamiento del vástago tienen que elegirse cuidadosamente, puesto que éstos únicamente se pueden someter a un esfuerzo axial.

En el instante que el aire comprimido alimenta al sistema, los cilindros son sometidos a esfuerzos, y si los acoples, ajustes del vástago son incorrectos producirá esfuerzos indebidos en la camisa y émbolo del cilindro generando así consecuencias como:

- Excesivas presiones laterales

- Desgaste precoz
- Esfuerzos elevados y desiguales en los vástagos de los cilindros.
- Disminución considerable de la vida útil de los cilindros.

2.4 GENERACION Y ALIMENTACION DE AIRE COMPRIMIDO

El aire comprimido generado por el compresor, es impulsado por el mismo hacia los componentes neumáticos del sistema, dichos componentes son activados por medio de las electroválvulas de acuerdo a las instrucciones del software programado.

Para garantizar la fiabilidad del mando neumático en el proceso es necesario que el aire que alimenta al sistema tenga un nivel de calidad suficiente. Ello implica que para que el aire atmosférico se transforme en fuente de energía es decir “aire comprimido”, es necesario conseguir que el aire reduzca su volumen considerablemente, la compresión del aire implica determinados problemas, ya que contiene: polvo, hollín suciedades, gérmenes y vapor de agua. A estas impurezas se suman las partículas que provienen del compresor.

Existen clases de calidad recomendadas para cada aplicación neumática, esta clase corresponde a la calidad del aire que como mínimo, necesita la unidad consumidora correspondiente.

En el gráfico siguiente, se puede observar los parámetros indispensables para generar un aire de calidad en el área de neumática, la misma que involucra cilindros y válvulas neumáticas.

“Calidad de aire Recomendadas”, indica la calidad de aire comprimido en función de los tipos de impurezas.

1µm = 0.001mm				
Aplicaciones	Cuerpos sólidos (µm)	Punto de condensación del agua (0°C)	Contenido máximo de aceite (mg/m³)	Clase de filtración recomendada a
Minería	40	-	25	40µm
Lavandería	40	+10	5	40µm
Máquinas soldadoras	40	+10	25	40µm
Máquinas herramienta	40	+3	25	40µm
Cilindros neumáticos	40	+3	25	40µm
Válvulas neumáticas	40	+3	25	40 ò 50µm
Máquinas de embalaje	40	+3	1	5µm - 1 µm
Reguladores finos de presión	5	+3	1	5µm - 1 µm
Aire de medición	1	+3	1	5µm - 1 µm
Aire de almacén	1	-20	1	5µm - 1 µm
Aire para aplicación de pintura	1	+3	0.1	5µm - 1 µm
Técnica de detectores	1	-20 ó -40	0.1	5µm - 1 µm
Aire puro para respirar	0.01	-	-	-0.01 µm

⁶⁹ **Cuadro 23:** “Calidad de aire Recomendada”

2.5 PRESION EN EL PROCESO DE CLASIFICACION

Los niveles de presión dentro del proceso se calibran mediante los valores nominales de funcionamiento de los elementos del sistema, puesto que ello repercutiría en el tiempo de vida útil de los elementos y al mismo tiempo de la eficiencia del proceso.

La presión que actúa dentro del sistema se puede visualizar en la unidad de mantenimiento (FR) la misma que consta de un manómetro de presión que permite revisar continuamente los niveles de presión a la cual trabaja el sistema.

⁷⁰ Por ello los elementos neumáticos son concebidos, por lo general, para resistir una presión máxima de 10 bar. No obstante, para que el sistema funcione económicamente, será suficiente aplicar una presión de hasta 6 bar. Dadas las resistencias que se oponen al flujo del aire en los diversos elementos, como pueden ser las zonas de estrangulación y en las tuberías. En consecuencia el compresor debería generar una presión de 6.5 hasta 7 bar con el fin de mantener una presión de servicio de 6 bar, esto debido a las pérdidas que pueden generarse en la línea.

La presión de trabajo dentro del proceso se equilibra debido a que dentro del compresor se instala un acumulador con el fin de estabilizar la presión de aire. El acumulador tiene como finalidad compensar las oscilaciones de la presión que se produce cuando se retira aire a presión del sistema. Si la presión en el acumulador desciende por debajo de un valor determinado, el compresor lo vuelve a llenar hasta que la presión llega hasta su nivel máximo que se haya ajustado. Gracias a esta configuración se evitará que el compresor tenga que funcionar ininterrumpidamente.

⁷⁰ Aire Comprimido, Fuente de Energía (FESTO)

2.6 SELECCION DEL PLC

Un PLC es un dispositivo digital electrónico con memoria programable para almacenar instrucciones que implementen funciones específicas.

Para la aplicación del sistema de transportación y clasificación utilizaré el Multi-Relay por su fácil programación y su capacidad de expansión.

2.6.1 CARACTERÍSTICAS DE SUPER RELAY

- Display HMI, para visualizar y modificar contadores timers, y además mostrar mensajes de alarma ya definidos por el usuario.
- Ampliable, posee módulos de entrada/salida ampliables
- Software gratuito, que permite el monitoreo en línea del programa, posee 127 temporizadores 127 contadores y 127 relé internos.
- Modulo de voz opcional (SR-VPA AC110-220V, SR VPD DC12-24V)
- Reproduce manejos de acuerdo a programa pudiendo además a través de una conexión a una línea telefónica llamar a celulares automáticamente.
- Incorpora reloj de tiempo real y código de acceso, montaje en riel din.
- Relés de salidas independientes de 10 amperios.

2.6.2 APLICACIONES DE SUPER RELAY

- Automatización industrial para pequeños sistemas
- Automatización para pequeñas máquinas
- Automatización para edificios
- Automatización para uso de agricultura
- Automatización para usos caseros (sistema rociador)
- Automatización para sistemas de alarma y vigilancia

2.6.3 INSTALACION Y CABLEADO DE SUPER RELAY

Normas Generales

Revisar las siguientes notas para la instalación y cableado

Precauciones en el cableado del Super Relay

- Los módulos sólo pueden cablearse, montarse y desmontarse desconectados de la tensión.
- Utilice conductores con la sección adecuada para la respectiva intensidad de corriente.
- No apriete excesivamente los bornes de conexión. par máximo de giro (torque): 0,5 Nm.
- Los conductores tienden a ser siempre lo más cortos posibles. Si se requieren conductores más largos, debiera ser un cable apantallado. Los cables deberían tenderse por pares: un cable neutro con un cable de fase o un cable de señal.
- Desconecte
 - El cable de corriente alterna
 - El cableado de corriente continua de alta tensión con secuencia rápida de operación de los contactos.
 - El cable de señal de baja tensión.
 - La conexión del cable de bus EIB también puede ser paralela a otros cables de señal.
- Cerciórese de que los conductores poseen el alivio de tracción necesario.
- Proteja los cables con peligro de fulminación con una protección adecuada

contra sobre tensión.

- No conecte una fuente de alimentación externa a una carga de salida en paralelo a una salida c.c. En la salida podría surgir una corriente inversa si no se prevé en la estructura un diodo o un bloque similar.

- Riesgos
 - En todas aquellas aplicaciones en las que los posibles fallos de la instalación pueden poner en peligro a personas o materiales, deben aplicarse medidas especiales para la seguridad de la instalación. Para estas aplicaciones existen normas especiales específicas de cada instalación, que deben tenerse en cuenta a la hora de configurar el controlador.

 - Para los controladores electrónicos con responsabilidad de seguridad, las medidas a tomar están destinadas a evitar o dominar los fallos en función del riesgo derivado de la instalación.

 - En este caso, las medidas básicas citadas anteriormente no son suficientes a partir de un determinado potencial de riesgo. Por esa razón deben tomarse y certificarse medidas adicionales para el controlador.

INSTALACION DEL PLC SUPER RELAY

Para la instalación de un PLC, Super Relay se debe leer y comprender el manual del mismo antes de la instalación, operación o mantenimiento del equipo.

El PLC Super Relay se debe instalar en el panel de control como se indica en la figura 41a, el montaje del PLC debe ser en un riel din el cual debe estar sujeto previamente en el panel con autoperforantes.

El módulo de aplicación dispone de sendas 8 entradas (INPUTS) y 4 salidas (OUTPUTS), como se muestra en la figura 41b.

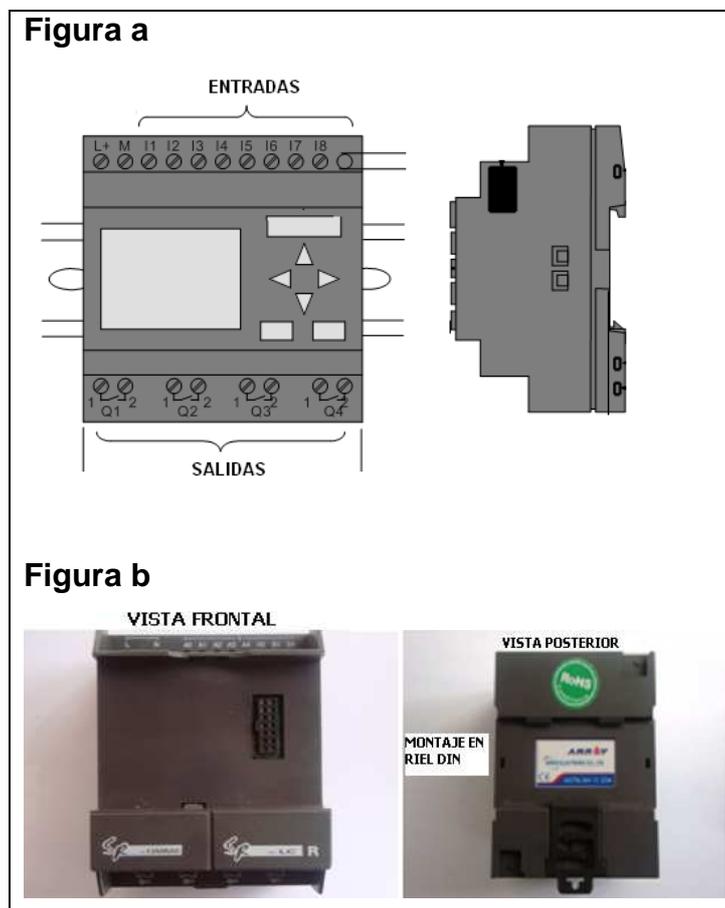


Figura 40: Montaje Super Relay

2.7 ELEMENTOS ELECTRONICOS Y SENSORES

Los elementos electrónicos que utilizaré son:

- **Diodo 1N4007**; el mismo que se encargará de cortocircuitar a la bobina de el relé existente con la finalidad de eliminar totalmente la energía almacenada, este diodo se colocará con polarización inversa a la de la fuente de alimentación C.C.

- **Relé JQC-3F-1C-12V DC**; el uso de este elemento electrónico sirve para adaptar a los elementos, como los sensores a las entradas del Super Relay ya que este PLC tiene sus entradas en A.C. y los sensores son activados por C.C.
- **Adaptador Switching Input: 90-240VAC, Output: 3-12V DC, Corriente: 500mA max**; este adaptador se encargará de alimentar a los elementos que son activados por una fuente de continua, considerando la potencia promedio en el dominio del tiempo.
- **Foto-resistencia**; es un elemento electrónico de gran importancia en el desarrollo del sistema de transportación y clasificación, ya que en el momento que ésta detecta la presencia del cubo, el proceso se inicia de lo contrario no se desarrollará ningún proceso; es decir la foto-resistencia detecta la presencia de un cuerpo ya que ésta se activa únicamente cuando hay ausencia de luz.
- **Sensor Fotoeléctrico**; este sensor tiene la tarea de emitir pulsaciones al PLC cuando éste detecte el color de los cubos ya sea este de color blanco o negro.
- **Sensor de Inducción**; el sensor de inducción se utilizará con la finalidad de que identifique a los cubos de metal, mediante la detección de estos cubos se envía pulsos al PLC lo que permitirá que el software programado se active.

CAPITULO III

CONSTRUCCION DEL MODULO DIDACTICO

3.1 GENERALIDADES DEL SISTEMA EN CONSTRUCCION

En la construcción del sistema de transportación y clasificación por color y tipo de material, se considera el plano de construcción inicial del sistema, que se expuso en el capítulo II, (Análisis planteado para la solución del proceso). Este plano contiene la ubicación de los elementos que van a constituir el sistema de transportación y clasificación por color y tipo de material, considerando a los de mayor importancia y dimensionamiento tenemos:

- Cubos de madera y metal 5,2×5,2cm 0,07kg
- Distribuidor de cubos, en el cual se acoplará elementos electrónicos como
 - Fotorresistencia
 - Sensor Fotoeléctrico
 - Sensor de Inducción
- Cilindros: 1 (16×100mm); 2 (16×80mm)
- Electroválvulas 5/2
- Motor AC 110V, 60Hz, 6R.P.M.
- Rodamientos
- Dispensador de cubos D=60mm ×60mm; E= 015mm
- Tubería (Tubo poliuretano 0,6cm)
- Cable # 18AWG
- Panel de Control H=300mm; W= 300mm; D=150mm

Estos se ubicarán de acuerdo a las posiciones determinadas en el plano de construcción inicial, existiendo la posibilidad de que posteriormente exista alguna innovación en el sistema de transportación y clasificación, este será totalmente desmontable por razones didácticas.

La estructura que soportará a los elementos mencionados anteriormente estará constituida por:

ESTRUCTURA DE SOPORTE METALICO:

- Triplex 113,5cm × 63cm
- Tubo cuadrado D= 60mm ×60mm ; E= 15mm
- 4 Regatones
- Corre "G" H= 5cm; W=20 cm; E=0,2 mm
- Estructura mesa: Tubo cuadrado D= 2,5mm ×1,5mm
- Tool: Cubos; 0,50mm / Cestas;0,70mm
- Angulo 20mm×3mm
- Platina 25mm×4mm
- Tubo redondo 25mm
- Tornillos 1/4×1/2

Considerando el plano inicial, procedemos a dimensionar los elementos que constituyen el sistema de transportación y clasificación por color y tipo de material.

A continuación observaremos las siguientes ilustraciones del proceso que se llevó a cabo en la construcción del módulo didáctico:

- **Sistema Metal/Mecánico**





Figura 41: Elementos Metal/Mecánicos

- **Sistema Electrónico**





Figura 42: Foto-resistencia, Sensor Fotoeléctrico e Inducción

- **Sistema Neumático**

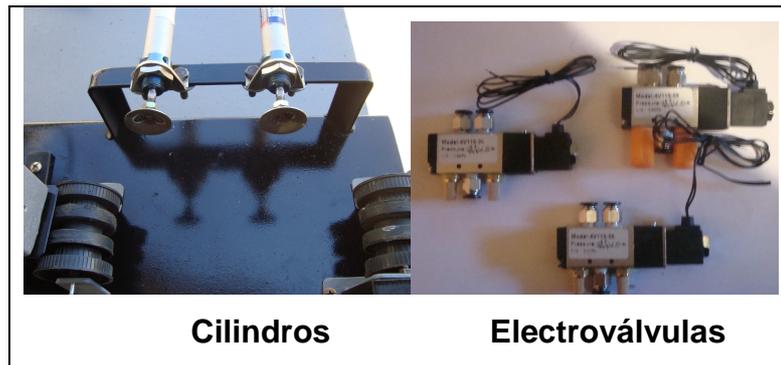


Figura 43: Elementos Neumáticos

3.2 DIMENSIONAMIENTO DE LAS TUBERIAS

El diámetro de las tuberías se debe elegir de acuerdo a los aspectos considerados en el (capítulo I), en el subtema Dimensionamiento de las tuberías.

El nomograma utilizado a continuación nos permite determinar y conocer el diámetro de la tubería que corresponde al diseño de transportación y clasificación por color y tipo de material, el cual será útil para distribuir el aire comprimido a los diferentes elementos neumáticos. Los parámetros utilizados para la obtención del diámetro de las tuberías se dictarán a continuación:

- Caída o pérdida de presión en bares **0.1 bar**
- Presión de trabajo **6 bar**
- Caudal de trabajo **0.137m³/h**
- Longitud de la tubería **8 m**

Los datos obtenidos previamente en el capítulo II y los datos calculados posteriormente son necesarios para calcular el diámetro de la tubería, mientras que los valores utilizados para el diseño del sistema de transportación y clasificación por color y tipo de material, son sumamente menores a los valores dados en el nomograma de longitud de tubería, razón por la cual se utilizará el diámetro 6mm × 4mm, normalmente usados en módulos didácticos con sistemas neumáticos que trabajan con una Presión aproximada de 6 bar.

3.3 DIMENSIONAMIENTO DE CILINDROS NEUMATICOS

3.3.1 LONGITUD DE CARRERA

La longitud de carrera en los cilindros neumáticos no debe exceder de los 2000mm. Con émbolos de gran tamaño y carrera larga, el sistema neumático no resulta económico por el elevado consumo de aire.

Cuando la carrera es muy larga, el esfuerzo mecánico del vástago y de los cojinetes de guía es demasiado grande. Para evitar el riesgo de pandeo, si las carreras son grandes deben adoptarse vástagos de diámetro superior a lo normal. Además al prolongar la carrera la distancia entre cojinetes aumenta y, con ello, mejora la guía del vástago.

Para el dimensionamiento de los cilindros neumáticos se debe considerar parámetros como: la fuerza ejercida por el elemento de trabajo, que depende de la presión del aire y el diámetro del cilindro. La fuerza teórica del émbolo se calcula de la siguiente manera:

$$F_{teórica} = P \times A \quad \text{Ecuación (1)}$$

$$A = \left(\frac{\Pi \times D^2}{4} \right) \quad \text{Ecuación (2)}$$

Donde:

F _{teórica} = Fuerza teórica del émbolo **(N)**

A = Superficie útil del émbolo **(cm²)**

P = Presión de trabajo **(kPa, 10⁵ N/m², Bar)**

D = Diámetro del émbolo **(mm)**

Calculo 1:

$$F_{teórica} = 6 \times 10^5 \frac{N}{m^2} \times 0.00020106 m^2 = 120.6 N$$

Una vez definido el material (madera-metal (tool)), siendo los dos materiales ligeros y fácil de transportar) y las dimensiones de las piezas (cuadrados de 5,2cm×5,2cm y de 0,07kg), se determina la fuerza mínima que deberían tener los cilindros para poder desplazar y clasificar según el color (blanco-negro) y el tipo de material (madera-metal).

Para la elaboración del sistema se dispone de dos cilindros de las siguientes características:

ELEMENTO	CARACTERÍSTICAS
Cilindro #1	16mm de diámetro de émbolo y 100mm de recorrido
Cilindro #2	16mm de diámetro de émbolo y 80mm de recorrido
Cilindro #3	16mm de diámetro de émbolo y 80mm de recorrido

Cuadro 24 “Características de los Cilindros”

Los mismos que de acuerdo a sus características se determinará si son aptos para formar parte de la construcción del sistema de transportación y clasificación por el color y tipo de material.

De acuerdo a los datos técnicos presentados en los catálogos, un diámetro de émbolo de 16mm y 80mm de carrera, alcanzan una fuerza de avance de 121N, con una presión de trabajo de 6 bar (presión que será utilizada por economía), la cual daría como resultado una fuerza de avance suficiente para desplazar hacia la etapa de clasificación al cubo de madera o de metal (proveniente del dispensador de cubos), en el instante que el PLC (**Super Relay**) active a los émbolos de los cilindros #2 y #3.

Se procede a calcular el área de los cilindros #2 y #3, para obtener el volumen total de cada uno de ellos.

La **ecuación (2)**, nos permite calcular el área:

$$A = \frac{\Pi \times D^2}{4} \quad \text{(Ecuación 3)}$$

Datos:

ELEMENTO	CARACTERÍSTICAS	ÁREA
Cilindro #1	$D_e = 16mm; C = 100mm$	$0.00020106m^2$
Cilindro #2	$D_e = 16mm; C = 80mm$	$0.00020106m^2$
Cilindro #3	$D_e = 16mm; C = 80mm$	$0.00020106m^2$

Cuadro 25 “Calculo de Áreas de los Cilindros”

D_e = Diámetro de émbolo

C = Carrera

A_c = Área del cilindro

Calculo 2:

$$A_c = \frac{\Pi \times 0.016^2}{4} = 0.00020106m^2$$

Nota: los cilindros 1, 2, 3 presentan el mismo diámetro de émbolo, razón por la cual el área de los tres cilindros es igual.

En la industria es indispensable conocer la Fuerza Real. Para determinarla hay que tener en consideración los parámetros tales como el rozamiento en condiciones normales de servicio (4 a 8bar), se puede suponer que las fuerzas de

rozamiento se encuentran en un rango de (3% a 20%) de la Fuerza Teórica (fuerza calculada).

La **ecuación (4)** y **(5)**, nos permite encontrar la Fuerza Real del émbolo tomando en consideración el rozamiento, dependiendo de las características de los cilindros que utilizemos, en este caso trabajaré con tres cilindros de doble efecto.

- **Cilindro Doble Efecto**

$$\text{Avance: } F_n A = (A \times P) - F_r \quad \text{Ecuación (4)}$$

$$\text{Retroseso: } F_n R = \left[(D^2 - d^2) \frac{\Pi}{4} \times P \right] - F_r \quad \text{Ecuación (5)}$$

Donde:

F_n = Fuerza Real del émbolo

F_r = Fuerza de Rozamiento (3-20%)

D = Diámetro del émbolo

d = Diámetro del vástago

Calculo 3:

$$F_n A = (0.00020106 m^2 \times 6 \times 10^5 \frac{N}{m^2}) - 95.88 N = 24.75 N$$

Nota: los cilindros presentan igual área por lo que los tres cilindros presentan igual Fuerza Real de émbolo.

En la figuras **a** y **b** podemos apreciar el **Diagrama de Pasos** y en la figura **c** el **Diagrama Neumático**, de cada uno de los cilindros donde se indica la secuencia que van a describir los cilindros #1, #2 y #3 y los elementos neumáticos que complementarán el funcionamiento en el proceso.

Se puede observar en el siguiente Diagrama de pasos, el recorrido que realiza el Pistón #1 con relación al Pistón #2.

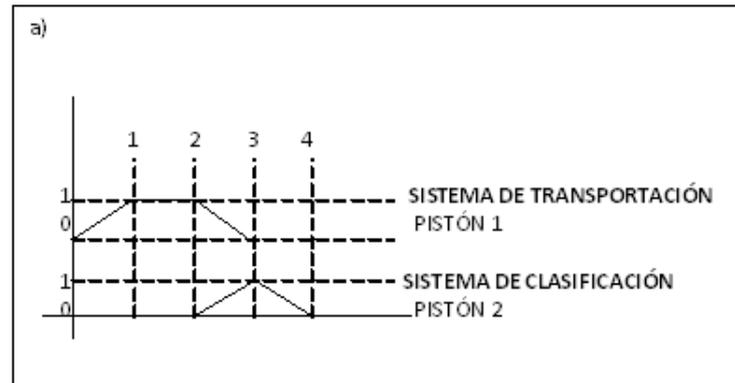


Figura 44: Diagrama de Pasos **figura a**

A continuación se observará el recorrido del Pistón #1 con relación al Pistón #3

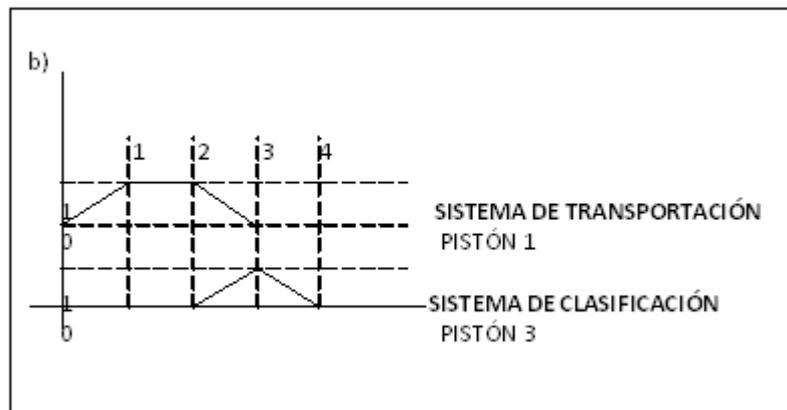


Figura 45: Diagrama de Pasos **figura b**

En el siguiente Diagrama Neumático, se puede apreciar que cada pistón posee reguladores de presión, tanto en la salida como en el retorno y su respectiva electroválvula 5/2; la misma que se encarga de describir los procesos vistos anteriormente en el Diagramas de Pasos.

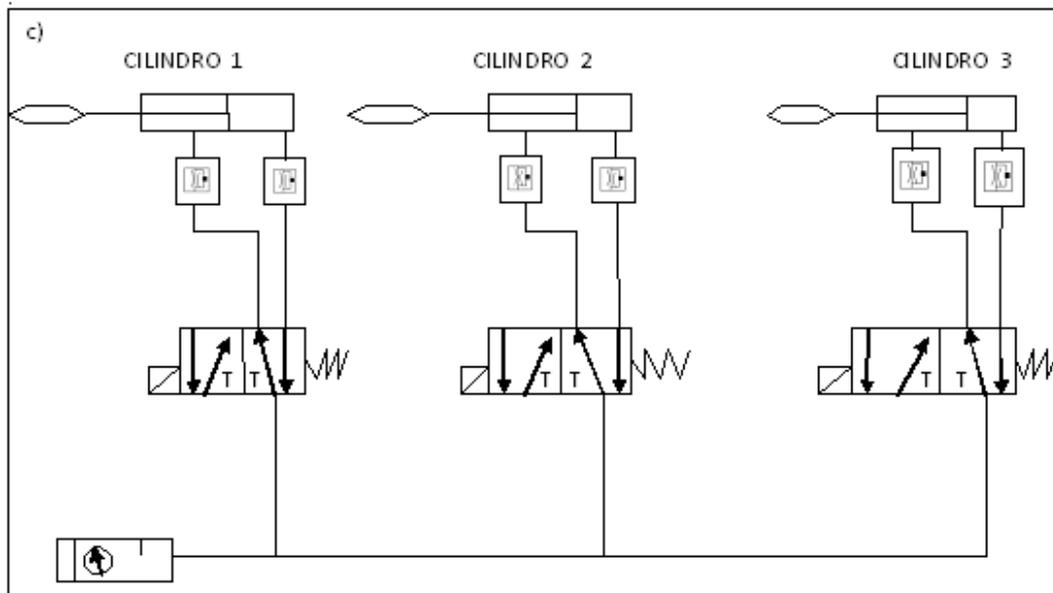


Figura 46: Diagrama Neumático figura c

En el **Diagrama Neumático** se puede observar las siguientes características:

- La **posición (0)**: representa el estado inicial de un cilindro, de acuerdo a las condiciones del proyecto representa al cilindro con su vástago introducido dentro de la cámara interna del cilindro, es decir sin salir de dicha cámara.
- La **posición (1)**: indica el estado final del vástago del cilindro el cual está fuera de la cámara interna del cilindro.

3.3.2 VELOCIDAD DEL EMBOLO

La velocidad del émbolo en los cilindros neumáticos depende de los siguientes factores:

- La fuerza de la presión del aire
- La longitud de la tubería
- La sección entre los elementos de mando y trabajo
- El caudal que circula por el elemento de mando.
- La velocidad la amortiguación final de carrera.

Cuando el émbolo abandona la zona de amortiguación, el aire entra por una válvula anti-retorno y de estrangulación que produce una reducción de la velocidad.

La velocidad media del émbolo, en cilindros estándar, está comprendida entre (0.1-1.5 m/s), con cilindros especiales también llamados cilindros de impacto alcanzan velocidades de hasta (10 m/s).

La velocidad del émbolo puede regularse con válvulas especiales. Las válvulas especiales de estrangulación, anti-retorno, y las de escape rápido controlan la velocidad incrementándola o disminuyéndola.

3.3.3 CONSUMO DE AIRE DEL SISTEMA DE TRANSPORTE Y CLASIFICACION POR COLOR Y TIPO DE MATERIAL.

Para disponer del aire y conocer el gasto de energía de los cilindros en el sistema, es indispensable conocer:

- El consumo de la instalación,
- El consumo del aire el cual es determinado por:
 - Volumen del cilindro
 - Presión del aire

La **ecuación (6)**, según Boyle y Mariotte nos indica que las presiones y volúmenes se igualan como se observa a continuación:

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 \quad \text{Ecuación (6)}$$

Donde:

P₁= Presión

V₁= Volumen

P₂= Presión

V_2 = Volumen

La **ecuación (7)**, nos permite calcular el volumen de los cilindros

$$V = A \times L \quad \text{Ecuación (7)}$$

Donde:

A= Diámetro el émbolo (m^2)

L= Longitud del cilindro (**m**)

Cálculo del volumen de cada uno de los cilindros seleccionados anteriormente con la finalidad de aplicar estos resultados en la obtención de la cantidad del caudal que se utilizará en el sistema de transportación y clasificación por color y tipo de material.

Datos:

ELEMENTO	CARACTERÍSTICAS	ÁREA	VOLUMEN
Cilindro #1	$D_e = 16mm; C = 100mm$	$0.00020106m^2$	$2.01E^{-5} m^3$
Cilindro #2	$D_e = 16mm; C = 80mm$	$0.00020106m^2$	$1.60E^{-5} m^3$
Cilindro #3	$D_e = 16mm; C = 80mm$	$0.00020106m^2$	$1.60E^{-5} m^3$

Cuadro 26 "Calculo del Volumen de los Cilindros"

Calculo 4:

$$V_{C1} = 0.00020106m^2 \times 0.1m = 2.01E^{-5}m^3$$

$$V_C = 0.00020106m^2 \times 0.08m = 1.60E^{-5}m^3$$

Nota: los cilindros 2, 3 tienen la misma carrera, por lo que el volumen es igual entre ellos.

La **ecuación (8)**, nos permite encontrar el Caudal (Q) el cual se expresa en unidades de volumen divididas para la unidad de tiempo. Esto se produce cuando fluye el aire comprimido a través de un tubo en un intervalo de tiempo.

$$Q = \frac{V}{t} \quad \text{Ecuación (8)}$$

Donde:

V= Volumen (m³)

t = Tiempo (minutos)

Calculo 5:

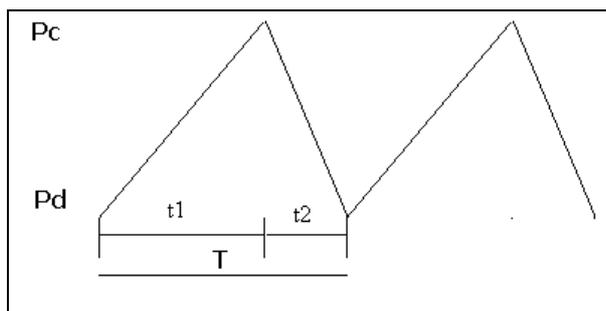
ELEMENTO	CICLO	Q [m ³ /min]
Cilindro 1	1	2.59E ⁻⁵
	30	7.77E ⁻⁴
Cilindro 2	1	2.53E ⁻⁵
	30	7.59E-4
Cilindro 3	1	2.53E ⁻⁵
	30	7.59E-4
CAUDAL TOTAL		2.295 ⁻³
		0.137 m ³ /h

Cuadro 27 "Calculo del caudal"

3.4 CAPACIDAD REQUERIDA DE LOS COMPRESORES

Se debe asegurar que la capacidad del compresor Q_c, sea mayor a la capacidad de consumo Q_d. Durante el período de carga (t₁), el compresor suministra al sistema la cantidad Q_c por unidad de tiempo, mientras que el consumo será Q_d. Es decir que esta diferencia acumulada durante el tiempo de carga Δt, será almacenada en el sistema y consumida durante la descarga.

Ciclo normal de trabajo de un compresor a continuación.



⁷¹ **Figura 47:** Ciclo de trabajo de un compresor

Fuente: Análisis de aire comprimido

Donde:

Pd = Presión de descarga

Pc = Presión de carga

T = Ciclo de trabajo

t1 = Período de carga

t2 = Período de descarga

⁷¹ De acuerdo a los principales fabricantes de compresores, debe procurarse que el ciclo de trabajo no sea demasiado corto ya que esto provoca el desgaste de algunos componentes del compresor y de su equipo eléctrico. Para evitar estos inconvenientes se debe verificar que el ciclo de trabajo T sea mayor a 30 segundos, o lo que es lo mismo, que la frecuencia máxima sea menor a 1/30 ciclos por segundo.

$$\Delta V = (Q_c - Q_d) t_1 \quad \text{Ecuación (9)}$$

$$\Delta V = Q_d \times t_2 \quad \text{Ecuación (10)}$$

$$Q_c = \frac{f_{\max} \Delta V}{0.25} \quad \text{Ecuación (11)}$$

⁷¹ Análisis de aire comprimido en INSETEC

Mediante la **Ecuación (11)** se puede calcular la capacidad del compresor. La capacidad de acumulación del sistema debe ser igual a la suma del volumen del tanque acumulador y la capacidad de acumulación de la tubería la que debe ser mayor a la recomendada por la siguiente ecuación.

Ecuación (12), nos indica la capacidad de acumulación de la tubería.

$$V = \frac{0.25 \times Q_c \times P_1 \times T_o}{f_{\max} \times \Delta p \times T_1} \quad \text{Ecuación (12)}$$

Donde:

P₁ = Presión barométrica del sitio de instalación (bar)

Δp = Diferencia entre la presión de carga y descarga (ajuste del presostato)

T₁ = Temperatura de entrada (K)

T_o = Temperatura del tanque acumulador

F_{max} = Frecuencia máxima de trabajo = 1/30 ciclos por segundo

3.5 FRL, FILTRO REGULADOR Y LUBRICADOR

La inspección de los FRL (Filtro Regulador y Lubricador) conocidos también como Unidades de Mantenimiento, proporciona información útil sobre la calidad del aire que distribuye el sistema y permite conocer el grado de mantenimiento que se brinda a tales unidades, también sirve para verificar si la unidad de mantenimiento es apropiada para entregar el tipo de aire comprimido que se requiere para cada aplicación neumática.

- En la inspección de la unidad de mantenimiento se debe atender los siguientes aspectos:
 - **FRL** Filtro Regulador Lubricador
 - **FR** Filtro Regulador (utilizado en la construcción del módulo didáctico)
 - **R** Regulador
- Evaluar el estado de los componentes

- **Bueno**, la unidad se encuentra en perfecto estado funcional
- **Regulador**, la unidad requiere mantenimiento inmediato
- **Malo**, se recomienda su reemplazo inmediato
- Observar los niveles de condensado en el filtro y aceite en el lubricador.
- Realizar purga manual de la unidad para detectar exceso de agua en la línea.

3.6 SELECCIONAMIENTO DEL PLC

Para poder garantizar el correcto funcionamiento sincronizado del sistema de transporte y clasificación por color y tipo de material, se define parámetros indispensables para el seleccionamiento de un determinado tipo de PLC.

Para la elaboración del módulo didáctico mencionado anteriormente, se seleccionó **Super Relay**, basándonos en las siguientes especificaciones:

- Número de entradas
- Número de salidas
- Alimentación del módulo
- Valores nominales de corriente

3.7 PROGRAMACION DEL SUPER RELAY

El sistema de transporte y clasificación por color y tipo de material, se programará considerando que se requiere de 8 entradas y 4 salidas, las mismas que se encuentran clasificadas de la siguiente manera:

ENTRADAS DE SUPER RELAY

Elemento	Identificación / Entrada	Características	Especificación
Foto-resistencia	I A0	Determina presencia	1= Presencia 0= Ausencia
Sensor Fotoeléctrico	I A1	Determina color del cubo	1= Blanco 0= Negro
Sensor de Inducción	I A2	Determina material del cubo	1= Metal 0= Madera
Paro de Emergencia	I A3	Paraliza el proceso	
Selector dos posiciones	I A4	Elige el tipo de mando del sistema	1= Automático 0= Manual
Pulsador 1	I A5	Mando manual del cilindro 1	
Pulsador 2		Mando manual del cilindro 3	
Pulsador 3	I B4	Mando manual del cilindro 2	
Pulsador 4	I B5	Mando manual del motor	

Cuadro 28. “Programación de entradas de **Super Relay**”

SALIDAS SUPER RELAY

Elemento	Identificación / Salida	Características	Especificación
Motor	QA0	Moviliza banda de transportación	
Bobina 1 (Electroválvula) Transportación	QA1	Recorrido automático del vástago del cilindro, el cual	1= Fuera cámara 0= Dentro cámara
Bobina 2 (Electroválvula) Clasificación	QA2	estará dentro o fuera de la cámara	1= Fuera cámara 0= Dentro cámara
Bobina 3 (Electroválvula) Clasificación	QA3		1= Fuera cámara 0= Dentro cámara

Cuadro 29. “Programación de salidas de Super Relay”

PROGRAMACION DEL PLC SUPER RELAY

El sistema de transportación y clasificación por color y tipo de material, será activado mediante un primer selector de dos posiciones que describe la función:

- ON = Sistema Encendido
- OFF= Sistema Apagado

Posteriormente el PLC Super Relay, entrará a funcionamiento si un segundo selector de dos posiciones determina el mando a activarse; es decir si escogemos:

- Posición 1 = Mando Automático
- Posición 0 = Mando Manual

3.7.1 MANDO AUTOMATICO

Procedemos a habilitar la entrada I A0, la misma que está encargada de transmitir señales al Super Relay, mediante una Fotorresistencia, que al determinar la ausencia de luz, indica la presencia de un cuerpo, en este caso la presencia de un cubo, este parámetro es importante dentro del sistema de transportación y clasificación por color y tipo de material, ya que es el único que permite iniciar y desarrollar el proceso, por consiguiente se activará el motor el que se desempeñará en tres periodos de tiempo determinados; dando como resultado la activación de la salida QA1, que representa al pistón 1 el cual se encarga de la Transportación.

ELEMENTO	TIEMPO	CARACTERÍSTICA
Motor	Actúa: t= 3 seg	Motor: detenido Pistón: 2 (QA2) Cubo: madera blanco expulsado
Motor	Actúa: t= 6 seg	Motor: detenido Pistón: 3 (QA3) Cubo: madera negro expulsado
Motor	Actúa: t= 9 seg	Motor: detenido Cubo: cubo metal expulsado

Cuadro 30. “Tiempo de trabajo del motor”

Nota: el motor trabajará bajo tres determinados tiempos, los que se calibrarán en futuras simulaciones del proceso.

Mientras que, si no hay la detección de un cuerpo, el sistema no se activará ya que está acondicionado para que éste no realice trabajo innecesario que produzca desgaste mecánico o pérdida de energía.

Posteriormente de haber determinado que existe la presencia de un cubo, el PLC activará la entrada I A1 (sensor Fotoeléctrico) ó I A2 (Sensor de Inducción) las cuales están destinadas a clasificar a los cubos por color (blanco- negro) y tipo de material (madera –metal). Estas entradas permitirán accionar las salidas QA2 que representa P2 (expulsa bloque de madera color blanco de la banda de transportación) y QA3 que representa P3 (expulsa bloque de madera color negro de la banda de transportación).

En caso de que exista algún impedimento en el desarrollo del proceso la entrada I A3 se encargara de paralizar inmediatamente el sistema, ya que ésta actúa como un Paro de Emergencia.

La entrada I A4 se activa únicamente si el segundo selector de dos posiciones está operando en Mando Automático, como lo indica en este caso.

A continuación se observará la tabla de valores que se utilizó en el desarrollo del software Super CAD 2005.

S1	S2	S3	M	P ₁	P ₂	P ₃
1	0	0	\wedge_2	\wedge_1	0	\wedge_3
1	0	1	\wedge_2	\wedge_1	\wedge_3	0
1	1	0	\wedge_2	\wedge_1	0	0
1	1	1	\wedge_2	\wedge_1	0	0

Cuadro 31. “Tabla de valores del Sistema de Programación”

Donde:

S₁ = Fotorresistencia

S₂ = Sensor de Inducción

S₃ = Sensor Fotoeléctrico

P₁ = Pulsador 1

P₂ = Pulsador 2

P₃ = Pulsador 3

M = Motor

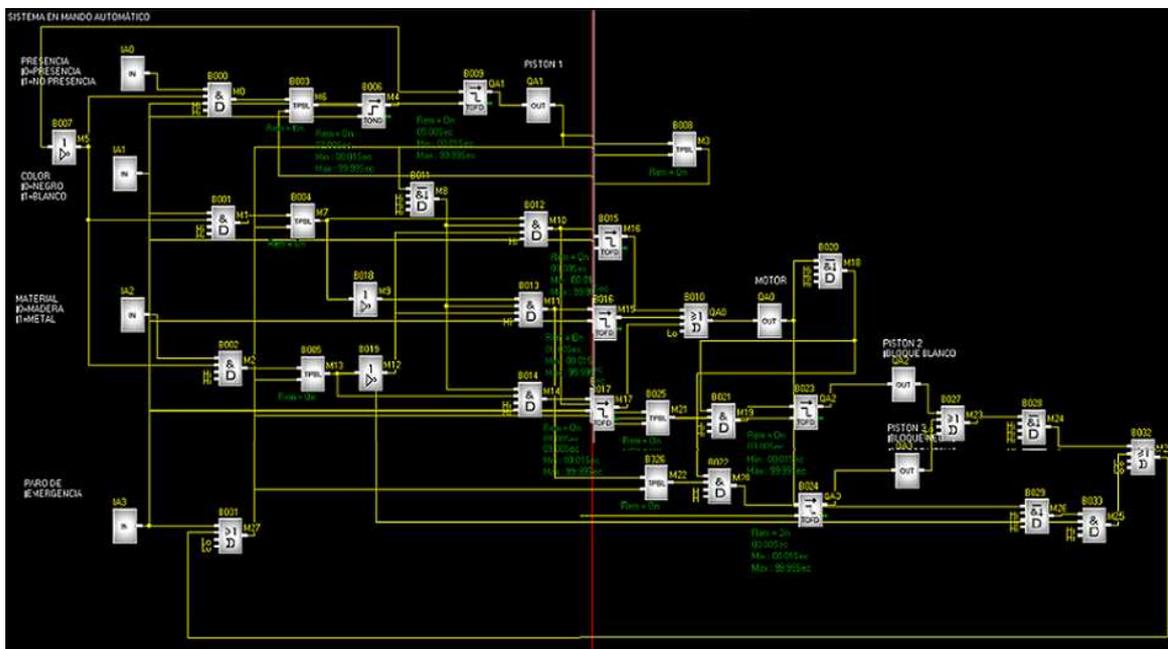


Figura 48: Sistema de Transportación y Clasificación por color y tipo de material (Mando Automático)

En el caso que mediante el selector se escoja la posición 0, el sistema se dispone a trabajar en:

3.7.2 MANDO MANUAL

Las entradas I A5, I B4 e I B5 están destinadas a actuar en el mando manual.

I A5 e I B4 activarán a los pulsadores 1, 2 y 3 los que accionarán independientemente a los cilindros. I B5 manejará al motor según sea conveniente.

Se observara mediante una tabla de verdad, de qué manera se accionarán los tres cilindros únicamente con la intervención de dos entradas (I A5-I B4).

ENTRADAS	ESTADOS	ACCIONAMIENTO
I A5	1	PISTÓN 1
I B4	0	
I A5	0	PISTÓN 2
I B4	1	
I A5	1	PISTÓN 3
I B4	1	

Cuadro 32. “Tabla de valores del Mando Manual”

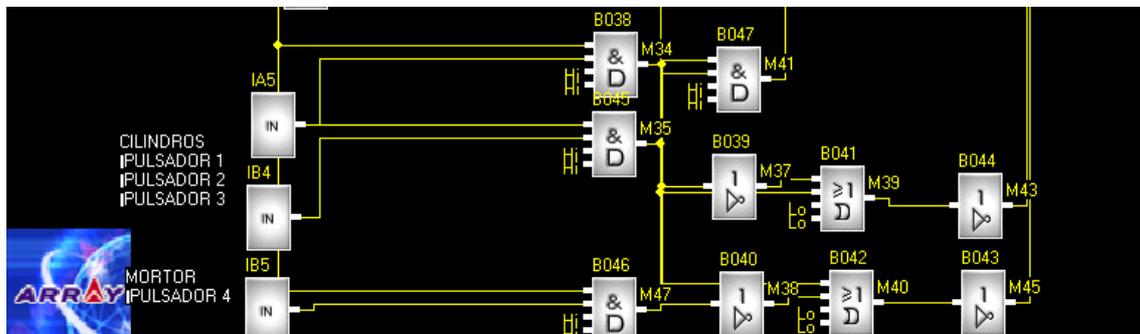


Figura 49: Sistema de transportación y Clasificación por color y tipo de material (Mando Manual)

3.7.3 SISTEMA DE CLASIFICACION POR COLOR (BLANCO/NEGRO)

La entrada I A1 está vinculada con el funcionamiento del Sensor Fotoeléctrico, ya que este a una distancia de 5mm recepta el color blanco y no recepta el color negro, razón por la cual se consigue uno de los objetivos del módulo didáctico clasificar por color.

Figura a:

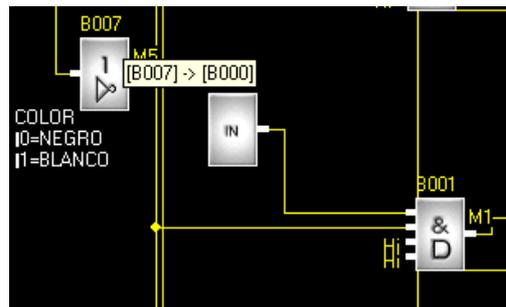


Figura b:

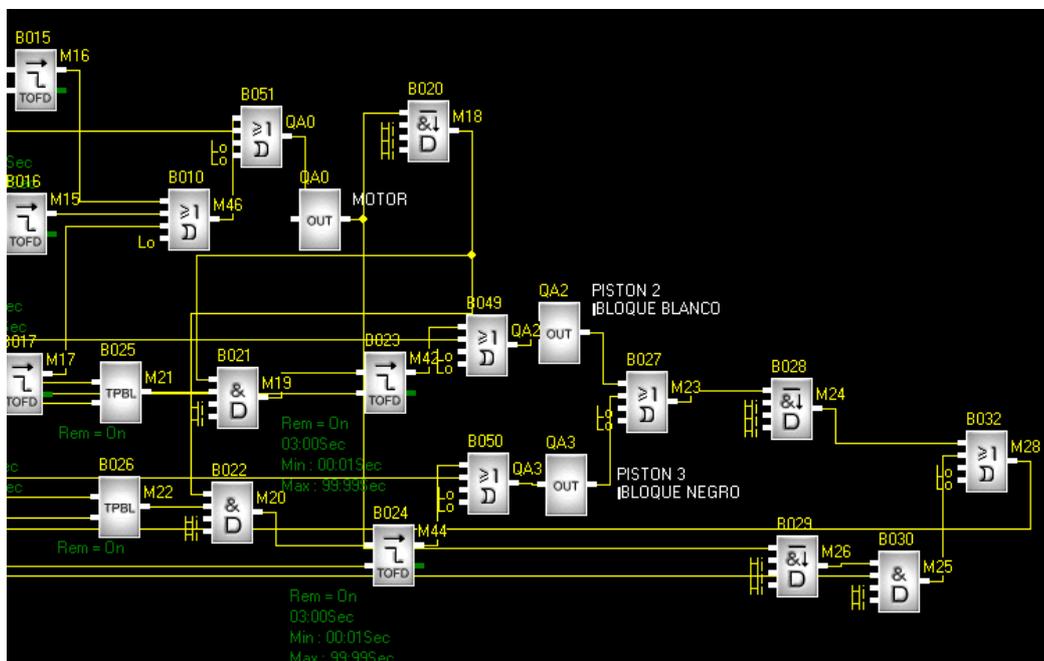


Figura 50: Sistema de clasificación por Color (Figura a-Figura b)

3.7.4 SISTEMA DE CLASIFICACION POR TIPO DE MATERIAL (MADERA/METAL)

Las entrada I A2, representan al sensor de Inducción.

Este se encargará de clasificar únicamente a los cubos por su tipo de material, ya sean de madera o de metal, este resultado se obtiene con la intervención del

Sensor de Inducción el cual detecta a los cuerpos metálicos mas no a los de madera logrando clasificar así por tipo de material.

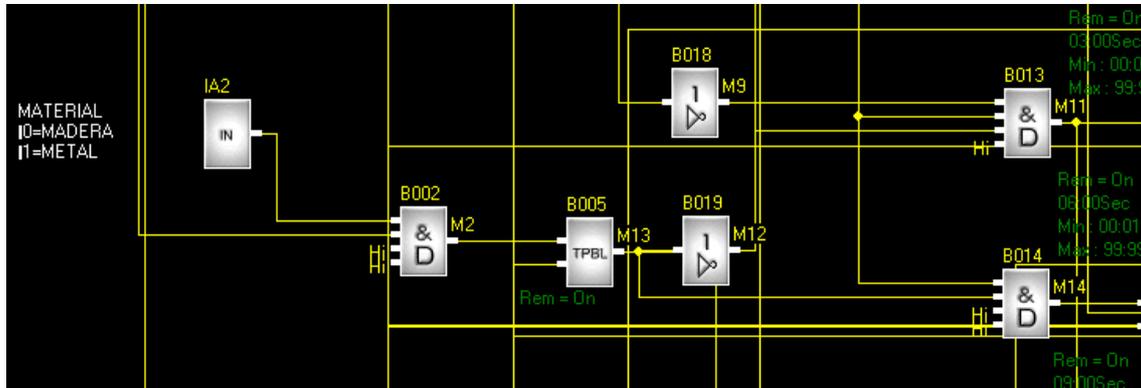


Figura 51: Sistema de clasificación por Material

3.7.5 SISTEMA QUE DETERMINA LA PRESENCIA DEL CUBO

La entrada I A0, representa a la Fotorresistencia; ésta entrada es considerada imprescindible en el sistema, ya que esta permite que el mando automático se inicie y desarrolle, como se lo manifestó anteriormente.

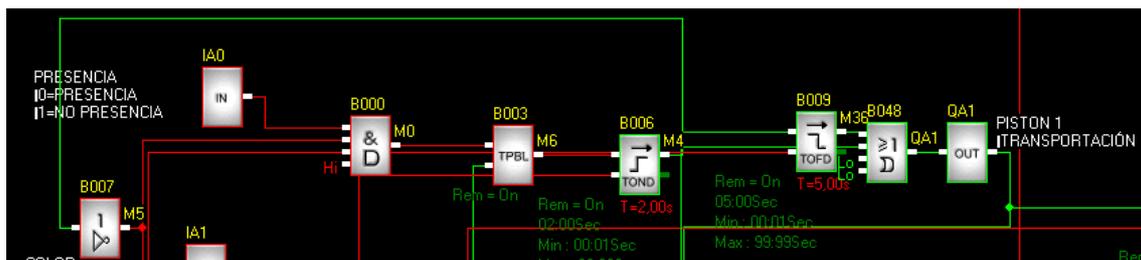


Figura 52: Sistema de Presencia

3.7.6 PARO DE EMERGENCIA

La entrada I A4, paraliza el funcionamiento del sistema inmediatamente, mediante un pulsador tipo hongo con enclavamiento por cualquier eventualidad, con la finalidad de prestar seguridad al sistema de transportación y clasificación por color y tipo de material.

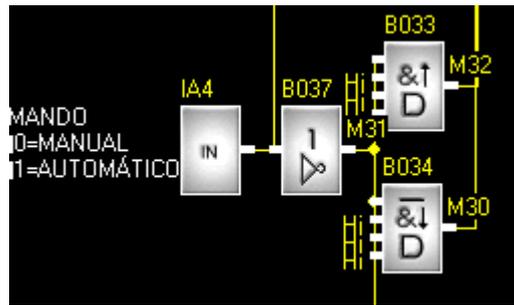


Figura 53: Sistema Mando Manual

3.8 ELEMENTOS ELECTRONICOS Y SENSORES

El circuito elaborado a continuación, es alimentado por una fuente de C.C. la que se encarga de alimentar a tres elementos que actúan en el sistema ya que transporta, clasifica (color y tipo de material) y detecta presencia.

Tanto la foto-resistencia como los sensores, se activan con un voltaje continuo (12 VDC) emitido por una fuente Conmutada la que se destaca por mantener el voltaje constante, pero hay que considerar que las entradas del PLC trabajan únicamente en VAC por lo que es necesario acoplar un relé para cada elemento constitutivo.

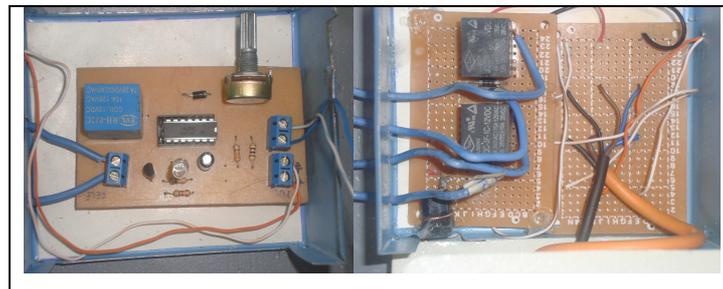


Figura 54: Circuitería interna de Sensores Fotoeléctrico, Inducción y Fotorresistencia

Con el circuito de la Foto-resistencia ensamblado se obtiene la activación o desactivación de un relé lo que dependerá de la cantidad de luz que exista en el medio, en este caso al cantidad de luz que proporciona el foco que se encuentra en posición opuesta a la foto-resistencia ensamblados en la dispensadora de cubos.

La presencia del cubo puede ser registrado por medio de este elemento electrónico (foto-resistencia), con la finalidad de realizar operaciones de control.

El proyecto a realizarse deberá diferenciar entre una mayor o menor intensidad de luz.

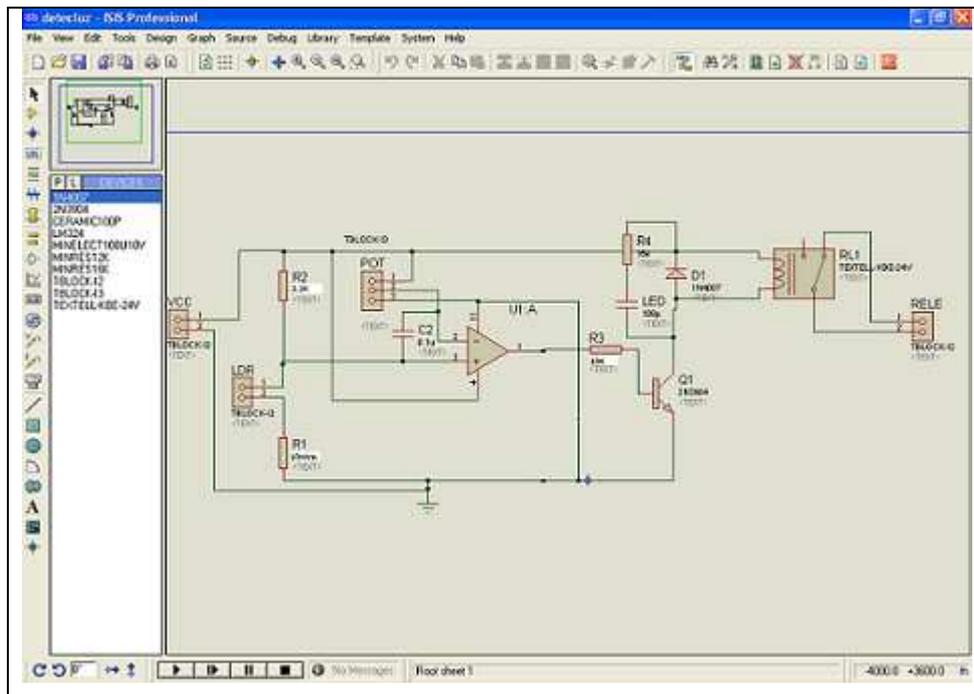


Figura 55: Circuito Electrónico de la Fotoresistencia

El diagrama esquemático expuesto arriba posee dos componentes muy importantes la foto-resistencia y el amplificador LM358, el último se ha configurado como un comparador de voltaje. Mientras que el relé de la salida se activa cada vez que el nivel de luz incidente sobre la foto-resistencia es bajo, para fijar dicho umbral o nivel de disparo se utiliza el potenciómetro. Este circuito se

alimenta al igual que los circuitos anteriores con una fuente de 12 VDC.

En la foto-resistencia, la resistencia media entre sus terminales varía de acuerdo a la cantidad de luz que incide sobre su área fotosensible, razón por la que es fácil obtener una señal de corriente o voltaje a través suyo.

El amplificador LM358, configurado como comparador de voltaje, se conectará con la entrada no inversora (pin 3) a la foto-resistencia y en la entrada inversora (pin 2) estará conectado con el pin central del potenciómetro.

La foto-resistencia recibirá una cantidad de luz suficiente, el voltaje que entra al pin3 del amplificador operacional será bajo comparado con el que entra al pin 2. En estas condiciones, la salida del operacional (pin 1) permanecerá en un nivel bajo. Cuando la luz disminuye, hace que el voltaje de la foto-resistencia aumente, llegando a ser comparable o mayor al que se presenta en el pin 2 del amplificador, en cuyo caso la salida del mismo pasa a un nivel alto que hace que se active el relé de salida. De esta forma, el potenciómetro es quien permite ajustar el nivel o umbral de disparo en el cual se activa el relé.

La salida del amplificador operacional se conecta a la base del transistor Q1 (NPN) a través de la resistencia R3. Cuando este recibe una señal alta en su base, pone un nivel bajo en su colector, de tal forma que la bobina del relé se polariza en forma correcta y sus contactos COM (común) y NO (normalmente abierto) se unen permaneciendo así hasta que la salida del operacional caiga nuevamente a un nivel bajo, en este caso se vuelven a unir los contactos COM (común) y NC (normalmente cerrado).

Este circuito aunque sencillo está encargado de desencadenar el proceso en el mando automático del módulo didáctico de trasportación y clasificación por color y tipo de material.

3.9 RESUMEN DEL DISEÑO

El dimensionamiento del “SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN Y CLASIFICACIÓN POR COLOR (blanco/negro) Y TIPO DE MATERIAL (madera / metal)”, inicia considerando de manera imprescindible el peso de los cubos de madera y metal los cuales tienen 0,07kg y 5,2cm de arista, se considera un margen de tolerancia mínimo, que se encuentran dentro de un rango de (0,058 – 0,062) kg. Pero el peso del cubo de madera de 0,07kg es considerado esencial para determinar la fuerza que debe tener cada pistón, los que serán empleados para transportar y clasificar.

El proceso de transportación y clasificación se efectuará mediante la ayuda de un PLC **Super Relay**, que estará acondicionado por elementos electrónicos como:

- Fotoresistencia
- Sensor fotoeléctrico
- Sensor de inducción

Los que interactuarán en el proceso del sistema determinando la presencia del cubo y la clasificación (por color / tipo de material).

Considerando que es indispensable en el mando automático la presencia del cubo para poder iniciar el sistema ya que si no existe la presencia de un cubo el sistema no funcionará.

Consecutivamente se determina el consumo de aire de cada cilindro para establecer el consumo total de aire comprimido del sistema.

El consumo de aire comprimido del sistema es $0,137\text{m}^3/\text{h}$ y la longitud aproximada de la tubería es de 8 (m), estos parámetros definen una recta dentro del nomograma expuesto en el capítulo I, figura 6: Nomograma (diámetro de tubería), el cual da lugar al diámetro nominal de la tubería del sistema, la misma que es leída en (mm). El diámetro obtenido es extremadamente pequeño, por lo que resolví tomar un diámetro de tubería que se encuentra comúnmente en el

mercado y se lo utiliza para aplicaciones didácticas, el cual es de 6 (mm).

Características de los cilindros

Nota: se utilizó en el sistema dos cilindros de doble efecto de 16x80SM, los cuales se encargan de clasificar.

Tipo de cilindro	Características	Longitud [mm]	Diámetro [mm]
Cilindro: doble efecto	Delgado 16x80 SM	80	16
Cilindro: doble efecto	Pen 16x100mm	100	16

Cuadro 33. “Características técnicas de los Cilindros”

La unidad de mantenimiento que se escogió es (FR), se baso en los siguientes datos técnicos:

- Presión Máxima = 150 (PSI)
- Temperatura Máxima =60°C

3.10 USO DEL MODULO

El uso del módulo corresponde al montaje de los elementos anteriormente calculados, los cuales después de haber sido instalados se pondrán a prueba, con la finalidad de ajustar los tres tiempos bajos los que trabaja el motor y que se encuentran vinculados con la programación del **Super Relay**.

El sistema de transportación y clasificación por color y tipo de material, inicia el proceso en el instante que se energiza las diferentes fuentes como son: compresor (actuadores/cilindros) y tablero de control (controlador, elementos

electrónicos, luces piloto),

En el Tablero de Control encontraremos un Paro de Emergencia, el que por cualquier eventualidad detendrá el proceso.

El selector de dos posiciones, permitirá que el sistema trabaje tanto en mando manual como automático dependiendo el giro que se le dé al selector.

El trabajo que describe el selector en la posición 1, mando automático es el siguiente: el cilindro #1 transporta al cubo de madera o metal hasta la banda de transportación, si el cubo es de madera éste será clasificado por el cilindro #2 o #3 según el color que posea, es decir si este es blanco será expulsado por el cilindro #2 a la cesta #1 o si el cubo es negro será expulsado hacia la cesta #2 por el cilindro #3, en caso de que el cubo que ha ingresado a la banda de transportación es de metal este será transportado hasta el final de la banda de transportación expulsándolo hacia la cesta #3, sin accionar los cilindros que está a cargo de la clasificación, cilindros #2 y #3, ya que estos fueron diseñados para expulsar y transportar a un cubo de madera de 0,07 (kg).

Si el selector se encuentra en la posición 0, el módulo didáctico actúa en mando manual, este permite operar manualmente a cada cilindro, esta opción generalmente sirve para corregir posibles fallas que se ocasionan en el recorrido que describen los vástagos de los cilindros.

El sistema de transportación y clasificación únicamente iniciará su proceso si existe la presencia de un cubo en cuanto al mando automático, caso contrario no cumplirá con el proceso descrito anteriormente, por lo que si el proceso se detiene el usuario tendrá que revisar que la dispensadora de bloques esté abastecida.

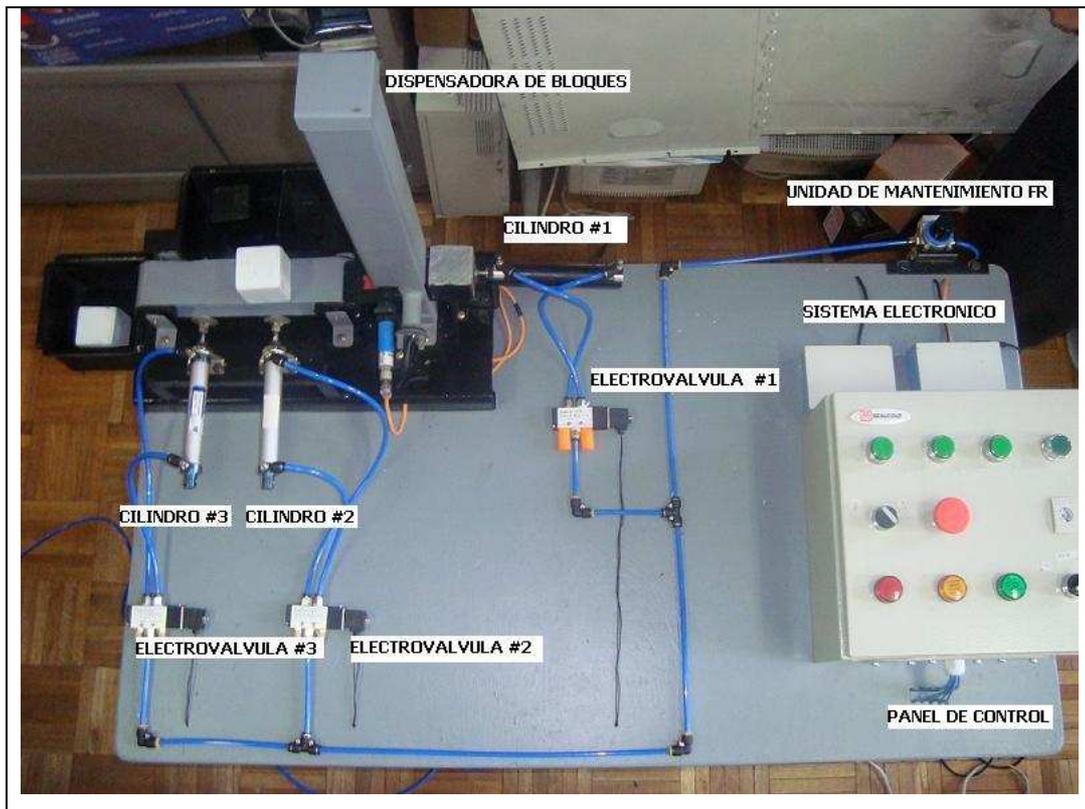


Figura 56: Módulo Didáctico de Transportación Clasificación por color y tipo de material

3.11 PRECAUCIONES

- Se debe tomar atención a la demanda de potencia del circuito de continua, es decir el consumo de los elementos que forman parte en el sistema electrónico como: foto-resistencia, sensor fotoeléctrico, sensor de inducción y relés. La Potencia demandada por el circuito es 8,4 W lo que impide usar una fuente de continua de 12 V DC, 500mA; pero se debe considerar el cálculo de la Potencia promedio en el dominio del tiempo la cual es 7,68 W, resultado que permite mantener la fuente de continua mencionada anteriormente, sin olvidar que según la tabla de verdad vista previamente se deduce que trabajarán dos de los tres elementos constituyentes del sistema electrónico.
- Se conoce que la Foto-resistencia trabaja con evidencia de luz, por lo que se

utilizo mencionado elemento para que en el momento que este elemento detecte ausencia de luz, esta respuesta sea interpretado como la presencia de un cuerpo. Pero esta foto-resistencia es sensible al mínimo cambio de luz, es decir basta con una sombra y esta habrá interpretado presencia de un cuerpo; por lo que se debe colocar en la misma dirección pero en sentido opuesto una luz permanente que pese a que haya sombras esta no se active a menos que realmente exista la presencia de un cuerpo que interrumpa el haz de luz producido por el foco empotrado en posición opuesto a la foto-resistencia.

- Es indispensable conocer que pese a que los pistones de doble efecto en este caso trabajen con 10 bar y las electroválvulas trabajen con 7 bar, el sistema neumático será activado con una presión de aire comprimido de 6,5-7 bar puesto que no se debe exceder la presión indicada en las electroválvulas, ya que su funcionamiento se deterioraría.
- Es importante que la programación del software Super CAD 2005, sea desarrollada previamente a la adquisición del ordenador, ya que en el desarrollo se puede presentar variaciones en cuanto a la programación y al uso de los dispositivos de control, ya que el número de entradas máximo del PLC puede ser menor al número de entradas que se necesite; es también necesario que el software sea analizado detenidamente para conocer ampliamente sus herramientas; es decir ventajas y desventajas que el usuario puede tener en la programación.
- Los módulos sólo pueden cablearse, montarse y desmontarse desconectados de la tensión.
- En el PLC Super Relay, se debe realizar un reajuste de los terminales eléctricos los mismos que si no están suficientemente ajustados provocarán aumento en la temperatura de los terminales provocando el calentamiento de los conductores y fallas eléctricas como un cortocircuito.

3.12 RIESGOS

- La suelda por arco eléctrico puede causar problemas de salud en el individuo que utiliza esta herramienta, ya sea por el arco eléctrico o por el humo que emana en el momento de la fundición de los dos metales, si esta persona no desarrolla el proceso con las debidas precauciones como son: usar mascarilla, zapatos de seguridad, guantes y overol su salud será afectada.
- Los datos de placa de los elementos que se utilizan en la construcción del módulo didáctico no deben ser relevantes ya que una mínima falla causaría daños severos al individuo, sistema o pérdida parcial/total del equipo o elemento.
- El PLC, en este caso Super Relay debe ser alimentado correctamente, la Fase y el Neutro deben ingresar a los inputs que ordena la identificación del PLC para no causar daños en el aparato o pérdida total.
- En los diversos tipos de las aplicaciones, existen factores que originan fallas en la instalación y que ponen en peligro al operario, equipo o material, por lo que se debe aplicar medidas especiales para la seguridad dependiendo el tipo de instalación. En todas las aplicaciones se debe considerar las normas de seguridad.
- En los sistemas utilizados en el desarrollo de este sistema de transportación y clasificación por color y tipo de material, es indispensable seguir el cronograma de mantenimiento (Capitulo I) de cada uno de los elementos.
- La tubería utilizada en el sistema neumático debe estar sujeta de manera segura en sus acoples y uniones con la finalidad de que éstas no se desprendan por la acción del aire comprimido causando accidentes.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES PRELIMINARES

- El sistema de transportación y clasificación por color y tipo de material está orientado al manejo y familiarización de conocimientos vinculados con el diseño y construcción del módulo didáctico.
- El diseño y la construcción aquí realizada, es una representación de parámetros que comúnmente utilizan diferentes industrias, es decir se ha generalizado los sistemas de control, neumáticos, electrónicos, mecánica y de soldadura; con la finalidad de proporcionar al estudiante una proyección clara de los sistemas con los que se relacionará en su futuro profesional.
- Desarrolla en el estudiante mayor facilidad de entendimiento y comprensión del sistema de control, puesto que la programación del software Super CAD 2005 utilizado en este proyecto es considerablemente fácil de aplicar y manejar.
- En esta demostración didáctica es necesario que el motor empleado cumpla características básicas para el funcionamiento del sistema de transportación, como es que su frecuencia no exceda las 7 R.P.M.
- La banda utilizada en el proceso de transportación debe estar totalmente extendida, sin que exista deformación alguna al momento de trasladar un cuerpo.
- Los rodamientos utilizados en la construcción del sistema de transportación y clasificación, deben presentar en su contorno engranajes que permitan que la banda se movilice sin dificultad, para que esta efectúe su trayecto sin inconvenientes.
- Entre los cubos y su dispensadora debe existir un juego de 1 o 2 mm aproximadamente, con la finalidad que los cubos se deslicen y no obstruyan a la mencionada dispensadora.

- La plataforma que une a la dispensadora de bloques con la banda de transportación, debe estar sobrepuesta y tener 1mm de altura superior que la banda, para que en el instante que el cubo es empujado por el pistón se comunique con la banda de transportación sin ningún contratiempo.
- Las carreras demasiado grandes significan un esfuerzo excesivo para el vástago y el cojinete guía. Para evitar el pandeo de los cilindros, se considera un diámetro mayor del vástago si la carrera del cilindro es grande.
- La velocidad del émbolo de los cilindros depende de la contra fuerza, de la presión del aire, longitud de los conductos, sección entre la unidad de maniobra, además del caudal de la válvula de maniobra. Otro factor que incide en la velocidad es la amortiguación fin de carrera.
- El aire comprimido generado por el compresor no es constante, debido a que existen oscilaciones en cuanto a la presión que puede ser generada, a causa de pequeños escapes de aire dentro de las válvulas, tuberías.
- La presión de trabajo es la necesaria en el puesto de trabajo considerado. En la mayoría de casos, es de 600 k Pa (6 BAR). Por lo que los datos de servicio se refieren a esta presión.
- El caudal total de aire esta dado en m^3/h el cual es imprescindible para la elección del tamaño de la unidad de mantenimiento. Ya que si el caudal es demasiado grande, se produce una caída de presión demasiado grande, por lo que es necesario respetar los valores indicados del fabricante.
- La energía de aire comprimido se transforma por medio de cilindros (pistones) en movimiento lineal de vaivén y mediante motores neumáticos en movimientos de giro.
- El diámetro de la tubería utilizada para el sistema neumático Industrial, debe ser dimensionado considerando parámetros establecidos; es decir se debe calcular el diámetro de la manguera y no se debe elegir empíricamente o por experiencia.

- Para un sistema neumático es sumamente indispensable seguir un diagrama de pasos y un diagrama neumático que garantice que el sistema neumático armado cumpla con las condiciones establecidas en los diagramas mencionados anteriormente y satisfaga las necesidades que se presenten en la industria.
- Los cilindros utilizados en el sistema neumático empleado en el proyecto, están compuestos básicamente por un tubo cerrado en ambos extremos por dos tapas, un orificio de conexión de aire en cada una de las mencionadas tapas; en el interior hay un pistón ligado a un vástago que se divide por una de las tapas, que se conoce como tapa delantera y la tapa restante como tapa trasera. Este conjunto se encuentra armado mediante cuatro tensores, el cilindro en conjunto describe un movimiento rectilíneo cuando entra en funcionamiento.
- Se utilizó un cilindro de doble efecto, que trabaja en dos sentidos del movimiento, ya que posee dos entradas de aire comprimido situados en los extremos del cilindro; es decir se obtuvo una fuerza útil en los dos sentidos.
- Los diagramas que se encuentran en las placas de las electroválvulas utilizadas, son vías que representan esquemáticamente en su interior por flechas que indican la circulación del aire comprimido.
- Los filtros de aire de presión necesariamente deben ser reemplazados después de cierto tiempo, dependiendo del cronograma de mantenimiento, el reemplazo de filtro es necesario ya que debido a que las partículas de suciedad pueden saturarlo provocando una caída de presión del filtro, esto no implica que la calidad de filtración decrezca, pero si existe una resistencia superior al flujo de aire.
- En la construcción del panel de control, se utilizó un diagrama eléctrico, siendo este el camino más sencillo de exponer una instalación eléctrica, sea cual fuera el grado de complejidad, ya que es suficiente conocer tanto el sentido de la corriente y leyes fundamentales.

- El esquema de control y señalización, indica el desarrollo del circuito, el cual está representado entre dos líneas horizontales fase/neutro las mismas que se convierten en su respectiva fuente de alimentación.
- El PLC Super Relay es un elemento que forma parte de un equipo, el cual está identificado por una determinada serie alfanumérica, la misma que identifica los INPUTS (entradas del PLC) y OUTPUTS (salidas del PLC).
- El mando automático, actúa por sí mismo, opera con su propio mecanismo aplicando condicionantes como son: determinado tiempo, recorrido de transportación, clasificación, etc., sin la necesidad de la intervención de un operario.
- Los dispositivos utilizados en el panel de control, implícitos en este proyecto, son aparatos de maniobra que actúan para unir, interrumpir o seccionar uno o más circuitos electrónicos.
- Los pulsadores utilizados en el sistema de transportación y clasificación por color y tipo de material, son elementos muy comunes en cuanto a la operación de contactores y mando de motores eléctricos, éstas combinaciones son utilizadas para abrir o cerrar circuitos auxiliares, para señalización, para el mando de relés, etc.
- Los pulsadores que son utilizados, presentan una cámara de contactos en donde encontramos un (NC) que es de apertura y un (NA) de cierre, los cuales fueron utilizados para controlar determinados elementos en el mando manual.
- Las electroválvulas y las luces piloto, las últimas ubicadas en el panel de control, inicialmente estaban conectadas en serie, posteriormente estos elementos se conectaron en paralelo ya que estos necesitan 110 V para excitarse, anteriormente se activaban únicamente las luces piloto sin tener respuesta de las electroválvulas; ya que había una caída de voltaje de 110V en dichas luces.

- En el desarrollo del módulo didáctico fue previsto el uso de 8 entradas, según las necesidades que se había previsto pero en el desarrollo del proceso fluyeron nuevos condicionamientos que recurrían al uso de una nueva entrada por lo que se trabajó en la programación del software evitando hacer uso de un módulo de expansión. El software fue condicionado de la siguiente manera:

ENTRADAS DEL SUPER RELAY		ACTIVACION DEL PISTON	SALIDAS DEL SUPER RELAY		
IA5	IB4		QA1	QA2	QA3
1	0	PISTON 2		∧	
0	1	PISTON 3			∧
1	1	PISTON 1	∧		

Cuadro 34. “Accionamiento de las salidas de Super Relay”

- En el panel de control trabajamos con tres pulsadores que poseía una cámara de contactos que se encontraba conformada por un contacto de apertura (NC) y otro contacto de cierre (NA), estos tres pulsadores se conectarían con tres entradas del Super Relay, anteriormente conocíamos que contamos con únicamente dos entradas que son I A5, I B4; por lo que se tuvo que desarrollar una conexión especial que permita el uso de los tres pulsadores que enviaran respectivas señales a las entradas anteriormente mencionadas. La conexión realizada es la siguiente.

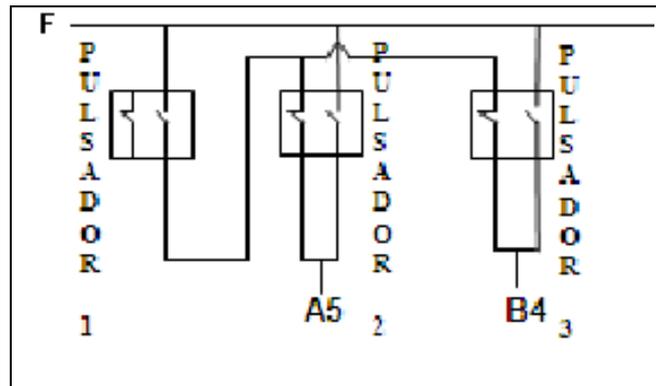


Figura 57: Conexión de los Pulsadores 1, 2, 3

- Los tres tiempos con los que se trabajó en la programación fueron ajustados al realizar las pruebas del software diseñado para el módulo didáctico. Los ajustes realizados son los siguientes:

MOTOR ACTUANDO		ACTIVACION DE PISTONES	CUBOS		CESTA
TIEMPOS PROGRAMADOS	TIEMPOS AJUSTADOS		MATERIAL	COLOR	
$t_1=3\text{seg}$	$t_1=3\text{seg}$	Pistón 2	Madera	Blanco	1
$t_2=6\text{seg}$	$t_2=7,7\text{seg}$	Pistón 3	Madera	Negro	2
$t_3=9\text{seg}$	$t_3=12\text{seg}$	No activa pistón 2,3	Metal	Blanco	3
				Negro	

Cuadro 35. “Tiempos del Motor reprogramados”

- En las compuertas utilizadas en la programación del software del Super Relay, no todos sus pines entraban en funcionamiento, pero por seguridad se establecía un valor en estos pines no utilizados, así tenemos que en las compuertas OR los pines no utilizados se les asignó un valor 0 o también conocido como LOW y en las compuertas AND se asignó un valor 1 o HIGH.
- El Super Relay está conformado por ocho entradas y cuatro salidas, las mismas que presentan las siguientes características de funcionamiento: las

entradas de este PLC se activan únicamente con VAC mientras que sus salidas trabajan tanto en VAC como en VDC como se observa a continuación.

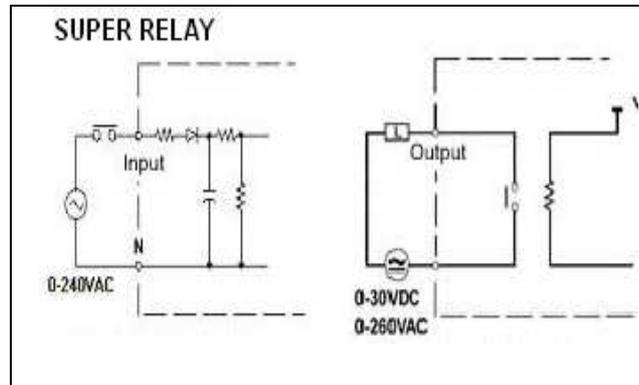


Figura 58: Entradas y Salidas del Super Relay

4.3 RECOMENCIONES PARA EL MODULO DIDACTICO

- Se recomienda previamente determinar la Fase y el Neutro en el sistema eléctrico antes de alimentar al sistema de control del módulo didáctico, ya que si se desconoce este parámetro el PLC podría dañarse.
- En el sistema neumático es indispensable revisar que ningún elemento como son electroválvulas, pistones, uniones y otros tenga una fuga de aire, por lo que se debe usar teflón en cada uno de los acoples de las electroválvulas los mismos que deben ser ajustados con una llave de pico sin dañar su rosca o aislarlo.
- Se debe revisar que las borneras tengan un buen contacto con los puntos que ingresan a éstas, ya que no es suficiente medir la continuidad, puesto que pese a que exista ésta, eso no implica la existencia de un buen contacto, lo que limitaría el funcionamiento del módulo.

- En el Super Relay se debe verificar que cada elemento utilizado en el sistema de transportación y clasificación, ingrese a su INPUT/OUTPUT asignado, por lo que se recomienda regirse a los siguientes cuadros.

Cuadro a)

Elemento	Identificación / Entrada
Foto-resistencia	I A0
Sensor Fotoeléctrico	I A1
Sensor de Inducción	I A2
Paro de Emergencia	I A3
Selector dos posiciones	I A4
Pulsador 1 Pistón	I A5
Pulsador 2 Pistón	I B4
Pulsador 3 Pistón	
Pulsador 4 Motor	I B5

Cuadro b)

Elemento	Identificación / Salida
Motor	QA0
Bobina 1 (Electroválvula) Transportación	QA1
Bobina 2 (Electroválvula) Clasificación	QA2
Bobina 3 (Electroválvula) Clasificación	QA3

Cuadro 36. “Identificación de INPUTS/OUTPUTS del PLC”

- En el proceso de la elaboración de las pistas de los circuitos electrónicos se debe considerar la distribución de pines de los elementos que lo requieran, es así que se tomó en cuenta la distribución del integrado LM358 y el transistor 2N3904, para llevar a cabo el diseño de la pista.
- El sensor fotoeléctrico fue sujeto a ajustes, en este caso únicamente se requiere detectar cuerpos con mayor luminosidad (cubos de color blanco), por lo que después de varias pruebas se recomienda que los cubos que no deben ser detectados carezcan de luminosidad, otra opción es que el diámetro de la pantalla detectora del sensor fotoeléctrico debe ser reducida o también puede ser obstaculizada por una pantalla oscura que dé lugar a la detección únicamente de los cubos con mayor luminosidad.
- El sensor fotoeléctrico detecta con mayor facilidad superficies reflectivas o de mayor tamaño, por lo que es necesario cumplir al menos con una de estas dos características para su óptimo funcionamiento.
- Los sensores fotoeléctrico e inductivo no deben estar en contacto directo con gases corrosivos, agua, aceites u otros agentes derivados de los productos mencionados anteriormente.
- El torque que se debe realizar para asegurar al sensor fotoeléctrico no debe superar un torque de 15 Nm y el alcance máximo de detección es de 10cm.
- Al soldar elementos electrónicos como relés, diodos, transistores, se recomienda calentar con el cautín previamente el pin que desea soldarse, para luego colocar el estaño con la finalidad de que éste llegue a fundirse con el pin, aplicando sobre ellos pasta para soldar con el propósito de tener un buen contacto entre estos elementos.
- En la suelda de arco eléctrico el operario debe mantener el electrodo a una distancia de 1mm de la superficie a soldarse, esta distancia se debe mantener durante el tramo que se vaya a soldar. El movimiento que se ejecuta en este proceso se asemeja a dibujar una línea en zigzag.

-

- **BIBLIOGRAFIA**

-

- **LIBROS REVISADOS**

- JACOME, Fernando Seminario de Neumática aplicada a la Industria, Ecuador, FESTO DIDACTIC E.P.N. 2007

-

- Electrónica Moderna 5, Curso Práctico de Electrónica
- Editorial Tecnología

-

-

-

- **MANUALES REVISADOS**

-

- CASTRO, G. Control II y II Manual de Estudio
- Ecuador E.P.N.

-

- Manual de Instrucciones Sensor Fotoeléctrico

-

- Manual Software SuperCAD 2005

-

-

-

- **PAGINA WEB REVISADAS**

-

- <http://electronicatecnobita.com>

- <http://etaelectro.com>

- <http://sapiensman.com>

- <http://soldaduraespañola.com>

-

-

-

-