ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PANEL DIDÁCTICO MULTIFUNCIONAL ELECTRO NEUMÁTICO UTILIZANDO ELEMENTOS DE ÚLTIMA GENERACIÓN Y DESARROLLO DE UNA GUÍA PARA PRÁCTICAS DE CAPACITACIÓN PARA LA EMPRESA ECUAINSETEC

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO

GALO MAURICIO GUZMÁN TORO

galomguzmant@hotmail.com

SANTIAGO ALEJANDRO VILLAVICENCIO GARZÓN

santiago.villavicencio@yahoo.com

DIRECTOR: ING. FERNANDO JÁCOME

luisfernando.jacome@epn.edu.ec

Quito, Octubre – 2010

DECLARACIÓN

Nosotros, Galo Mauricio Guzmán Toro y Santiago Alejandro Villavicencio Garzón, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación personal; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de propiedad intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

_____ _____

Galo Mauricio Guzmán Toro Santiago Alejandro Villavicencio Garzón

CERTIFICACIÓN

Certifico que bajo mi dirección el presente proyecto de titulación fue realizado en su totalidad por los señores Galo Mauricio Guzmán Toro y Santiago Alejandro Villavicencio Garzón.

_____

Ing. Fernando Jácome

DIRECTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

DEDICATORIAS

Este logro inicialmente es dirigido para mi Señora Madre Silvia, que durante cada instante estuvo pendiente de mi proceso como a mi Padre Galo quien me respaldó paso a paso en mi trayectoria. A mis hermanos Anita Daniela y Negro que anhelaron este logro para mí. De igual manera para mis abuelos, tíos, primos y allegados a la familia, a todos quienes se interesaron en mi recorrido.

Este trabajo lo dedico para mis amigos XEX: Chico, Chat, Ernie, Ferni, Huevo, Javi, Kuy, Marco, Reni, Roro; para amigos importantes que se forjaron en la Universidad: Vero, Alejo, Andrés, Christian L., Freddy, Ger, Monster, Pancho, Santiago L., Samurai, Vergüenza. A personas significativas que se conocen en el trayecto de la vida: Marie, Sofy; como también a todos mis compañeros de facultad, que vivieron lo que es ser Guaypero de corazón.

Dedico a todas las personas que me rodearon, acompañaron y que creyeron que lo lograría.

GALO MAURICIO GUZMÁN TORO

Al regresar a ver los años universitarios, no puedo sino, dedicar este objetivo cumplido a la personas que han marcado mi vida, amigos, familia, profesores, y a todo el personal docente de la universidad que han seguido de cerca mi formación profesional.

A mi País, que me ha dado la inspiración para imaginar una sociedad que puede ser diferente, donde el cambio se dé a través del conocimiento y preparación, de la juventud.

“Ser más, para servir mejor”

SANTIAGO ALEJANDRO VILLAVICENCIO GARZÓN

AGRADECIMIENTOS

A la Madre Dolorosa que me ha acompañado desde primer curso en las aulas de Colegio San Gabriel.

Se agradece al Ing. Gerardo Castro, Ing. Roberto Cabezas y a la empresa ECUAINSETEC, que nos abrió las puertas, permitiéndonos desarrollar este tema, quienes nos ayudaron en el proceso como con la capacitación necesaria.

A la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Escuela Politécnica Nacional, por los conocimientos recibidos.

De una manera muy especial a la Señora Sarita Garzón quien estuvo siempre pendiente de mi vida universitaria, ofreciendo un aliento y brindando una mano en momentos importantes.

A Santiago, por haber sido desde el Colegio un gran amigo, dispuesto a dar una mano, amigo de toda la universidad, quien hoy termina esta etapa igual que yo.

A todos quienes confiaron en mí desde un inicio.

GALO MAURICIO GUZMÁN TORO

A Dios y a mi Madre Dolorosa por haberme dado la perseverancia, inteligencia y salud para alcanzar este objetivo.

Quiero agradecer a infinitamente a mis padres, que con el ejemplo, sudor y vida han incentivado en mi el deseo de progresar y alcanzar todas las metas que me he propuesto, para ustedes papás, sabiendo que no existirá forma de agradecer una vida de lucha y sacrificio, quiero hacer suyo mi éxito, pues el objetivo alcanzado también es de ustedes.

A mis hermanos, Renato y Antonio, la familia Valencia Garzón y Pazmiño Garzón, por haber sido una familia unida que siempre estuvo presente en todo el transcurso de mi vida.

A Nathalia, por haberme acompañado a través de caminos que no conocía, por haber sostenido mi mano cuando más lo necesité, por hacerme sentir la persona más afortunada de este planeta.

A mis amigos gabrielinos, politécnicos y todas las personas que, a lo largo de mi carrera supieron compartir risas, llantos, conversaciones, emociones pero sobretodo, lo más valioso, nuestros sueños.

SANTIAGO ALEJANDRO VILLAVICENCIO GARZÓN

CONTENIDO

DECLARACIÓN II
CERTIFICACIÓN III
DEDICATORIAS IV
AGRADECIMIENTOS V
CONTENIDO VII
LISTADO DE FIGURAS XVIII
LISTADO DE TABLAS XXIII
RESUMEN XXVI
PRESENTACIÓN XXVII

1. NEUMÁTICA 1
1.1. HISTORIA 1
1.2. CAMPOS DE APLICACIÓN 2
1.3. MAGNITUDES Y UNIDADES RELACIONADAS CON NEUMÉTICA 2
1.3.1. LEY DE NEWTON 2
1.3.2. PRESIÓN 3
1.3.2.1. TIPOS DE PRESIONES: 3
1.3.2.1.1. Presión atmosférica: 4
1.3.2.1.2. Presión relativa: 4
1.3.2.1.3. Presión absoluta: 5
1.3.2.1.4. Presión de vacío 5
1.3.2.2. LEY DE BOYLE 5
1.4. EL AIRE 6
1.4.1. VENTAJAS DEL AIRE EN LA NEUMÁTICA 6
1.4.2. DESVENTAJAS DEL AIRE EN LA NEUMÁTICA 7
1.4.3. CARACTERÍSTICAS DEL AIRE COMPRIMIDO 7
1.4.4. RENDIMIENTO DE UN SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO 8

1.4.5. PÉRDIDAS DE ENERGÍA 8
1.4.6. RED DE AIRE COMPRIMIDO 9
1.4.6.1. UNA RED DE AIRE COMPRIMIDO CUENTA CON LOS SIGUIENTES ELEMENTOS: 9
1.4.6.2. TRATAMIENTO DE AIRE COMPRIMIDO 10
1.4.6.3. TRATAMIENTO EN LA TOMA 10
1.4.6.3.1. Tratamiento la salida del compresor 10
1.4.6.3.2. Tratamiento a la salida del depósito 10
1.4.6.3.3. Distribución de la red de aire comprimido 11
1.5. PRODUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y TRATAMIENTO DEL AIRE COMPRIMIDO 11
1.5.1. COMPRESOR 11
1.5.1.1. CLASIFICACIÓN DE LOS COMPRESORES 12
1.5.1.1.1. Compresor de émbolo 12
1.5.1.1.2. Compresor centrífugo 13
1.5.1.1.3. Compresor rotativo 13
1.5.2. ACUMULADOR 14
1.5.3. UNIDAD DE MANTENIMIENTO 15
1.5.3.1. FILTRO 15
1.5.3.2. REGULADOR 15
1.5.3.3. LUBRICADOR 15
1.6. VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN 16
1.7. VÁLVULA DE SECUENCIA 17
1.8. TEMPORIZADOR 17
1.9. TUBERÍAS 18
1.10. ACTUADORES NEUMÁTICOS 18
1.10.1. FUNCIONAMIENTO DE UN CILINDRO NEUMÁTICO 18
1.10.2. ACTUADORES DE MOVIMIENTO LINEAL 19
1.10.3. CÁLCULO DE LA FUERZA TEÓRICA DEL CILINDRO 20
1.10.4. TIPOS DE CILINDROS 20
1.10.4.1. CILINDRO DE SIMPLE EFECTO 21

1.10.4.2. CILINDRO DE DOBLE EFECTO 21
1.10.4.3. CILINDRO DE DOBLE EFECTO Y DOBLE VÁSTAGO 22
1.11. MANDOS DE REGULACIÓN 22
1.11.1. VÁLVULA DE ESTRANGULAMIENTO Y ANTIRRETORNO 22
1.11.2. VÁLVULA DE PURGA O ESCAPE RÁPIDO 23
1.11.3. VÁLVULAS LÓGICAS DE PASO DE AIRE 24
1.11.3.1. VÁLVULA SELECTORA “O” 24
1.11.3.2. VÁLVULA DE SIMULTANEIDAD “Y” 25
1.12. ELEMENTOS DE DITRIBUCIÓN 25
1.12.1. VÁLVULA DE 2/2 VÍAS 25
1.12.2. VÁLVULA DE 3/2 VÍAS 26
1.12.3. VÁLVULA DE 4/2 VÍAS 27
1.12.4. VÁLVULA DE 5/2 VÍAS 27
1.12.5. ENTRADAS DE SEÑAL 29
1.12.5.1. PULSADORES 29
1.12.5.2. FINALES DE CARRERA 29
1.13. ACCIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS 29
1.13.1. SEGÚN LA REPRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN 30
1.13.1.1. SEÑAL ANALÓGICA 30
1.13.1.2. SEÑAL DIGITAL 30
1.13.2. SEGÚN EL FUNCIONAMIENTO 31
1.13.2.1. ACCIONAMIENTO MANUAL 31
1.13.2.2. ACCIONAMIENTO MECÁNICO 31
1.13.2.3. ACCIONAMIENTO POR PRESIÓN 32
1.13.2.4. ACCIONAMIENTO ELÉCTRICO 32
1.14. CIRCUITOS NEUMÁTICOS 33
1.14.1. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN 34
1.14.2. DENOMINACIÓN DE LOS COMPONENTES 35
1.14.3. DESARROLLO DE SISTEMAS NEUMÁTICOS 36
1.15. DIAGRAMAS DE MOVIMIENTOS 37

1.15.1. DIAGRAMA ESPACIO – TIEMPO 37
1.15.2. DIAGRAMA DE FASES 37
1.15.3. DIAGRAMA DE SECUENCIA 38
1.15.4. PROCEDIMIENTO 39
1.15.5. SÍMBOLOS EMPLEADOS EN LOS DIAGRAMAS 40
2. ELECTRONEUMÁTICA 42
2.1. BASES DE LA ELECTRICIDAD 42
2.1.1. EL ELECTROMAGNETISMO 42
2.1.2. CAMPO MAGNÉTICO 43
2.1.2.1. INTENSIDAD 43
2.1.2.2. LÍNEAS DE CAMPO 43
2.1.2.3. POTENCIAL ELÉCTRICO 44
2.1.3. TENSIÓN ELÉCTRICA 44
2.1.4. LEY DE OHM 44
2.1.5. RESISTENCIA ELÉCTRICA 45
2.1.6. INTENSIDAD DE CORRIENTE 45
2.1.7. POTENCIA ELÉCTRICA 45
2.2. INTRODUCCIÓN A LA ELECTRONEUMÁTICA 46
2.2.1. SISTEMAS DE CONVERSIÓN ELECTROMAGNÉTICOS 46
2.2.2. TRATAMIENTO DE SEÑAL 47
2.2.3. TIPOS DE SEÑALES 48
2.2.4. MANDOS 48
2.2.4.1. DIFERENCIACIÓN SEGÚN LA FORMA DE REPRESENTAR LA INFORMACIÓN 49
2.2.4.1.1. Mando analógico 49
2.2.4.1.2. Mando digital 50
2.2.4.1.3. Mando binario 50
2.2.4.2. DIFERENCIACIÓN SEGÚN EL PROCESAMIENTO DE SEÑALES 50
2.2.4.2.1. Mando sincronizado 51
2.2.4.2.2. Mando asíncrono 51

2.2.4.2.3. Mando por enlaces lógicos 51
2.2.4.2.4. Mando secuencial 51
2.2.5. DESGLOSE DE UN MANDO DE CICLO ABIERTO 52
2.2.6. CORRESPONDENCIA DE ELEMENTOS NEUMÁTICOS Y ELÉCTRICOS 53
2.3. ELEMENTOS ELÉCTRICOS Y ELECTRONEUMÁTICOS 54
2.3.1. ENTRADAS DE SEÑAL 54
2.3.2. FINALES DE CARRERA 56
2.3.2.1. FINAL DE CARRERA MECÁNICO 57
2.3.2.2. FINAL DE CARRERA SIN CONTACTO 57
2.3.3. SENSORES DE PROXIMIDAD 58
2.3.3.1. SENSORES INDUCTIVOS 59
2.3.3.2. SENSORES CAPACITIVOS 59
2.3.3.3. SENSORES ÓPTICOS 60
2.3.3.3.1. Montaje en barrera 60
2.3.3.3.2. Montaje Reflex 61
2.3.4. CONVERTIDORES DE SEÑAL 61
2.3.4.1. PRESÓSTATO 61
2.4. RELÉS 62
2.4.1. CARACTERÍSTICAS 62
2.4.2. NOMENCLATURA 64
2.4.2.1. CONTACTORES NORMALMENTE ABIERTOS O DE CIERRE 64
2.4.2.2. CONTACTORES NORMALMENTE CERRADOS O DE APERTURA 65
2.4.2.3. CONTACTORES CONMUTADORES 65
2.4.3. RELÉS DE TIEMPO O TEMPORIZADORES 66
2.4.3.1. TEMPORIZADOR CON RETARDO A LA EXCITACIÓN 66
2.4.3.2. TEMPORIZADOR CON RETARDO A LA DESEXCITACIÓN 67
2.5. VÁLVULAS ELECTRO NEUMÁTICAS 67
2.5.1. VÁLVULAS MONOESTABLES 67
2.5.2. VÁLVULAS BIESTABLES 68

2.5.3. VÁLVULAS SERVOPILOTADAS 69
2.6. CIRCUITO ELECTRONEUMÁTICO 70
2.6.1. ESQUEMA NEUMÁTICO 70
2.6.2. ESQUEMA ELÉCTRICO 71
2.7. AUTOMATIZACIÓN ELECRONEUMÁTICA 71
2.7.1. SECUENCIA 71
2.7.2. DIAGRAMAS 71
2.8. MÉTODOS DE AUTOMATIZACIÓN ELECTRONEUMÁTICO 72
2.8.1. MÉTODO INTUITIVO 72
2.8.2. MÉTODO SISTEMÁTICO 72
2.8.2.1. CIRCUITO DE AUTORRETENCIÓN 73
2.8.2.2. FUNCIONES 75
2.9. RESUMEN DE ELEMENTOS EMPLEADOS EN CIRCUITOS ELECTRONEUMÁTICOS 76
3. ESTUDIO DEL PANEL ELECTRO-NEUMÁTICO DIDÁCTICO 78
3.1. PARÁMETROS FUNCIONALES 78
3.1.1. AIRE COMPRIMIDO 78
3.1.2. ENERGÍA ELÉCTRICA 78
3.1.3. TABLERO ELECTRO-NEUMÁTICO 78
3.1.4. COMPONENTES 79
3.1.4.1. ELEMENTOS NEUMÁTICOS 79
3.1.4.2. ELEMENTOS ELECTRO-NEUMÁTICOS 80
3.1.4.3. ELEMENTOS ELÉCTRICOS 80
3.1.4.4. ELEMENTOS MECÁNICOS 81
3.2. REQUERIMIENTOS OPERACIONALES 81
3.2.1. APLICACIÓN 81
3.2.2. FUNCIONAMIENTO 82
3.2.3. TIPO DE OPERACIÓN 82
3.3. DEFINICIÓN DE SISTEMA A DISEÑARSE 82
3.3.1. TABLERO ELECTRO-NEUMÁTICO DE PERFIL DE ALUMINIO 82

4. DISEÑO DEL TABLERO ELECTRO-NEUMÁTICO 84
4.1. DESARROLLO DEL TABLERO ELECTRO-NEUMÁTICO DE PERFIL DE ALUMINIO 85
4.1.1. PANEL ELECTRO-NEUMÁTICO..... 86
4.1.1.1. SUPERFICIE DE TRABAJO 86
4.1.1.2. SISTEMA DE SUJECIÓN DE LOS ELEMENTOS..... 87
4.1.1.2.1. Sistema de sujeción de los elementos neumáticos 88
4.1.1.2.1.1. Módulo de sujeción para la unidad de filtro y regulador de aire LFR-1/8-D-7-5M-MICRO..... 88
4.1.1.2.1.2. Módulo de sujeción para los cilindros neumáticos de simple efecto ESNU-25-50-P-A – 19271 y doble efecto DSNU-25-100-PPV-A - 19248 89
4.1.1.2.1.3. Módulo de sujeción para el bloque distribuidor FR-8-1/8 - 2077 89
4.1.1.2.1.4. Módulo de sujeción de las válvulas para panel frontal de 5/2 vías SV-5-M5-B – 11914 y 3/2 vías SV-3-M5 - 6817..... 90
4.1.1.2.1.5. Módulo de sujeción de válvulas para panel frontal de 3/2 vías normalmente abierta SVOS-3-1/8 – 10191 y 3/2 vías normalmente cerrada SVS-3-1/8 - 10190 92
4.1.1.2.1.6. Módulo de sujeción de manómetros MA-40-16-1/8-EN - 162836 94
4.1.1.2.1.7. Módulo de Sujeción de válvula de estrangulamiento y antirretorno GR-1/8-B – 151215..... 95
4.1.1.2.1.8. Módulo de sujeción de válvulas con rodillo R-3-M5 - 3629.. 96
4.1.1.2.1.9. Módulo de sujeción de válvulas con rodillo escamoteable L-3-M5 - 3628 98
4.1.1.2.1.10. Módulo de sujeción de Válvulas de Enlace “Y” ZK-1/8-B – 6680 y Enlace “O” OS-1/8-B – 6681 99
4.1.1.2.1.11. Módulo de sujeción de válvulas de reguladoras de presión LR-M7-D-7-MICRO-B 100
4.1.1.2.1.12. Módulo de fijación de los indicadores ópticos neumáticos OH-22-BL 101
4.1.1.2.1.13. Módulo de sujeción de las válvulas de escape rápido SEU-1/8 102

4.1.1.2.2. Sujeción de elementos electro neumáticos 103
4.1.1.2.3. Sujeción de elementos eléctricos 103
4.1.2. PANEL ELÉCTRICO. 103
4.1.2.1. ESTRUCTURA DEL PANEL ELÉCTRICO 104
4.1.2.1.1. Perfil horizontal IPM-PN-08-32X32-AL 105
4.1.2.1.2. Base electroneumática. 105
4.1.2.1.3. Pie de ajuste 106
4.1.2.1.4. Ángulo soporte 106
4.1.2.1.5. Tapa ciega 107
4.1.3. SISTEMA DE SOPORTE 107
4.1.4. CAJONES DE ALMACENAMIENTO DE ELEMENTOS NEUMÁTICOS. 112
5. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO 114
5.1. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN 114
5.1.1. CONSTRUCCIÓN MONTAJE 115
5.1.1.1. PRODUCTOS BÁSICOS 115
5.1.1.1.1. Elementos de soporte prefabricados de los dispositivos neumáticos y electro neumáticos. 115
5.1.1.1.2. Cajas Festo didactic EduTrainer® ER housing 116
5.1.1.1.3. Pie de fijación HRS-D-MICRO 526316 117
5.1.1.1.4. Pie de fijación y tuerca hexagonal HBN-20/25x2 118
5.1.1.1.5. Escuadra de fijación PAL 1/8-3 118
5.1.1.1.6. Escuadra de fijación HSE-1/8 8710 119
5.1.1.1.7. Sujetador tipo “U” para válvula de escape rápido 120
5.1.1.2. ACCESORIOS UTILIZADOS 121
5.1.1.3. SISTEMA DE SUJECIÓN DE LOS MÓDULOS CON LA SUPERFICIE DE TRABAJO 121
5.1.1.3.1. Módulo de sujeción para elementos neumáticos 124
5.1.1.3.1.1. Módulo de sujeción para el bloque distribuidor FR-8-1/8 - 2077 124

5.1.1.3.1.2. Módulo de sujeción de las válvulas para panel frontal de 5/2 vías SV-5-M5-B – 11914 y 3/2 vías SV-3-M5 - 6817 124

5.1.1.3.1.3. Módulo de sujeción de válvulas para panel frontal de 3/2 vías normalmente abierta SVOS-3-1/8 – 10191 y 3/2 vías normalmente cerrada SVS-3-1/8 – 10190 125

5.1.1.3.1.4. Módulo de sujeción de manómetros MA-40-16-1/8-EN – 162836 126

5.1.1.3.1.5. Módulo de Sujeción de válvulas de estrangulamiento y antirretorno GR-1/8-B – 151215 127

5.1.1.3.1.6. Módulo de Sujeción de válvulas con rodillo R-3-M5 - 3629 127

5.1.1.3.1.7. Módulo de sujeción de válvulas con rodillo escamoteable L-3-M5 - 3628 128

5.1.1.3.1.8. Módulo de sujeción de válvulas de Enlace “Y” ZK-1/8-B – 6680 y Enlace “O” OS-1/8-B – 6681 129

5.1.1.3.1.9. Módulo de sujeción de válvulas de reguladoras de presión 129

5.1.1.3.1.10. Módulo de sujeción de los indicadores ópticos neumáticos 130

5.1.1.3.1.11. Módulo de sujeción de válvulas de escape rápido 130

5.1.1.3.1.12. Módulo de sujeción de detector de final de carrera eléctrico 131

5.1.1.3.1.13. Perfiles horizontal base 131

5.1.1.3.1.14. Perfiles horizontal para tablero eléctrico 132

5.1.1.3.1.15. Perfiles verticales. 132

5.1.1.3.1.16. Base electroneumática. 133

5.1.1.4. PRODUCTOS SEMITERMINADOS 134

5.1.1.4.1. Módulos neumáticos 134

5.1.1.4.2. Módulos electro-neumáticos 137

5.1.1.4.3. Módulos eléctricos 138

5.1.1.4.4. Panel eléctrico y de control. 140

5.1.1.4.5. Panel neumático. 140

5.1.1.4.6. Sistema de soporte 141

5.1.1.5. PRODUCTO TERMINADO 142

5.1.1.5.1. Tablero electro-neumático. 142
6. GUÍAS DE PRÁCTICAS 144
6.1. INTRODUCCIÓN 144
6.2. DETALLE DE LAS PRÁCTICAS 145
6.2.1. PRÁCTICAS NEUMÁTICAS 145
6.2.1.1. TÍTULO 146
6.2.1.2. OBJETIVO DIDÁCTICO 146
6.2.1.3. EJERCICIO PLANTEADO 146
6.2.1.4. DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO 146
6.2.1.5. PLANO DE SITUACIÓN 146
6.2.1.6. ESQUEMA DEL CIRCUITO 147
6.2.1.7. DIAGRAMA DE FASES 147
6.2.1.8. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN 147
6.2.1.9. MONTAJE DEL CIRCUITO 147
6.2.1.10. LISTA DE ELEMENTOS 148
6.2.1.11. FORMACIÓN POSTERIOR A LA ENSEÑANZA 148
6.2.1.12. VARIANTES 148
6.2.1.13. OBSERVACIONES 148
6.2.2. PRÁCTICAS ELECTRO NEUMÁTICAS 148
6.3. METODOLOGÍA 149
6.4. CRITERIOS PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS 150
6.4.1.1. MOVIMIENTOS DE DESPLAZAMIENTO Y POSICIONAMIENTO 151
6.4.1.2. MOVIMIENTOS CONTINUOS 151
6.4.1.3. MOVIMIENTOS REPETITIVOS 152
6.4.1.4. MOVIMIENTOS SIMULTÁNEOS 152
6.4.1.5. TRABAJO CON DISTINTAS PRESIONES 153
6.4.1.6. MOVIMIENTOS CON DISTINTAS VELOCIDADES 153
6.4.1.7. CICLOS CON RETARDO 153
6.5. PRÁCTICAS DEL MANUAL DE NEUMÁTICA 153
6.6. PRÁCTICAS DEL MANUAL DE ELECTRONEUMÁTICA 155

6.7. PRÁCTICAS DEL MANUAL 155
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 156
7.1. CONCLUSIONES 156
7.2. RECOMENDACIONES 157
BIBLIOGRAFÍA 159

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. 1 Relación entre presiones 4
Figura 1. 2 Composición del aire 6
Figura 1. 3 Representación del compresor 12
Figura 1. 4 Unidad de mantenimiento en representación real y simplificada 15
Figura 1. 5 Representación Válvula reguladora de presión 16
Figura 1. 6 Vista interior de válvula reguladora de presión 16
Figura 1. 7 Representación válvula de secuencia 17
Figura 1. 8 Representación válvula temporizadora 18
Figura 1. 9 Cilindro neumático 19
Figura 1. 10 Representación cilindro de simple efecto 21
Figura 1. 11 Representación cilindro de doble efecto 21
Figura 1. 12 Representación cilindro de doble efecto y doble vástago 22
Figura 1. 13 Válvula de estrangulamiento y antirretorno 22
Figura 1. 14 interior de válvula de estrangulamiento y antirretorno 23
Figura 1. 15 de purga o escape rápido 24
Figura 1. 16 Válvula selectora “O” 24
Figura 1. 17 Válvula de simultaneidad “Y” 25
Figura 1. 18 Válvula de 2/2 vías NC en posición de reposo y conmutación 25
Figura 1. 19 Válvula de 3/2 vías en su posición de reposo y en su conmutación 26
Figura 1. 20 interior de válvula de 3/2 vías 26
Figura 1. 21 válvula de 4/2 vías en su posición de reposo y en su conmutación 27
Figura 1. 22 Válvula de 4/2 vías 27
Figura 1. 23 de 5/2 vías en su posición de reposo y en su conmutación 28
Figura 1. 24 Válvula de 5/2 vías con accionamiento neumático 28
Figura 1. 25 Válvula de final de carrera (rodillo) 29
Figura 1. 26 Señal analógica 30
Figura 1. 27 Señal digital 30
Figura 1. 28 Diagrama de bloques 33

Figura 1. 29 Esquema de distribución 35
Figura 1. 30 Diagrama de movimientos 38
Figura 2. 1 Campo Magnético 43
Figura 2. 2 Triángulo Ley de Ohm 45
Figura 2. 3 Lógica del sistema 49
Figura 2. 4 clasificación de mandos según norma DIN 19237 50
Figura 2. 5 Lógica del sistema 52
Figura 2. 5 Lógica del sistema 52
Figura 2. 6 Contacto normalmente abierto 54
Figura 2. 7 Contacto normalmente cerrado 54
Figura 2. 8 Contacto de conmutación 55
Figura 2. 10 Representación de pulsador normalmente abierto 55
Figura 2. 11 Representación de pulsador normalmente cerrado 56
Figura 2. 11 Representación de pulsador de conmutación 56
Figura 2. 12 Representación de sensores de tres hilos: 57
Figura 2. 13 Representación de contacto de tipo Reed 58
Figura 2. 14 Sensor Inductivo 59
Figura 2. 16 Sensor de proximidad 60
Figura 2. 16 Detector de barrera 60
Figura 2. 17 Detector réflex 61
Figura 2. 18 Presóstato electroneumático 61
Figura 2. 20 Caja de contactores con pulsadores 62
Figura 2. 20 Interior del Relé 64
Figura 2. 21 Relé con juego de contactores normalmente abiertos 64
Figura 2. 22 Relé con juego de contactores normalmente cerrados 65
Figura 2. 23 Juego de contactores conmutadores 66
Figura 2. 24 Representación de relé temporizador con retardo a la excitación 66
Figura 2. 25 Representación de relé temporizador con retardo a la desexcitación 67
Figura 2. 26 Válvula monoestable 67
Figura 2. 27 Electroválvula 5/2 vías monoestable 68
Figura 2. 28 Válvula Biestable 68

Figura 2. 29 Electroválvula 5/2 vías biestable 69
Figura 2. 30 Válvulas sevopilotadas monoestable y biestable 69
Figura 2. 31 Válvula sevopilotada biestable 70
Figura 2. 32 Esquema neumático 70
Figura 2. 33 Esquema eléctrico 71
Figura 2. 34 Circuito de autorretención 73
Figura 2. 35 Diagrama de fases 74
Figura 2. 36 Esquema neumático 74
Figura 2. 37 Esquema eléctrico 75
Figura 4. 1 Tablero Electro-Neumático didáctico 84
Figura 4. 2 Vista Frontal y lateral del tablero Electro-Neumático didáctico 85
Figura 4. 3 Panel electro-neumático 86
Figura 4. 4 Superficie de trabajo 87
Figura 4. 5 Tornillo cilíndrico con hexágono interno y tuerca de sujeción 538092 88
Figura 4. 6 Elementos de fijación y accesorios para unidad de filtro LFR-1/8-D-7-5M-MICRO 88
Figura 4. 7 Elementos de fijación y accesorios para cilindro de simple efecto 89
Figura 4. 8 Elementos de fijación y accesorios para bloque distribuidor FR-8-1/8 - 2077 90
Figura 4. 9 Placa base para bloque distribuidor 90
Figura 4. 10 Elementos de fijación y accesorios para válvulas para panel frontal de 5/2 vías SV-5-M5-B – 11914 91
Figura 4. 11 Placa base para válvulas para panel frontal de 5/2 vías SV-5-M5-B – 11914 y 3/2 vías SV-3-M5 - 6817 91
Figura 4. 12 Alza para válvulas para panel frontal de 5/2 vías SV-5-M5-B – 11914 y 3/2 vías SV-3-M5 - 6817 92
Figura 3. 13 Elementos de fijación y accesorios para válvula para panel frontal de 3/2 vías normalmente abierta SVOS-3-1/8 – 10191 93
Figura 4. 14 Vista de la placa base A) frontal B) lateral C) posterior 93
Figura 4. 15 Alza para válvulas 3/2 vías NC y válvulas 5/2 vías NC 94

Figura 4. 16 Elementos de fijación y accesorios para manómetros MA-40-16-1/8-EN - 162836 94
Figura 4. 17 Placa base para manómetros MA-40-16-1/8-EN - 162836 95
Figura 4. 18 Elementos de fijación y accesorios para válvulas de estrangulamiento y antirretorno GR-1/8-B – 151215 96
Figura 4. 19 Placa base para válvulas de estrangulamiento y antirretorno 96
Figura 4. 20 Elementos de fijación y accesorios para válvulas con rodillo R-3-M5 - 3629 97
Figura 4. 21 Placa base para válvulas con rodillo 97
Figura 4. 22 Alza para válvulas con rodillo 98
Figura 4. 23 Elementos de fijación y accesorios para válvula con rodillo escamoteable L-3-M5 - 3628 98
Figura 4. 24 Placa base para válvulas con rodillo escamoteable 99
Figura 4. 25 Elementos de fijación y accesorios para Válvulas de Enlace “Y” ZK-1/8-B – 6680 y Enlace “O” OS-1/8-B – 6681 99
Figura 4. 26 Placa base para válvulas de enlace “Y” ZK-1/8-B – 6680 y Enlace “O” OS-1/8-B – 6681 100
Figura 4. 27 Elementos de fijación y accesorios para válvula reguladora de presión. 100
Figura 4. 28 Placa base para válvula reguladora de presión 101
Figura 4. 29 elementos de fijación y accesorios para indicador óptico neumático .. 101
Figura 4. 308 Vista Elementos de fijación y accesorios para válvula de escape rápido 102
Figura 4. 32 Vista de la placa base para válvula de escape rápido A) frontal B) lateral C) posterior 102
Figura 4. 33 Panel eléctrico 104
Figura 4. 34 Partes del panel eléctrico 104
Figura 4. 36 Placa lateral para panel eléctrico 105
Figura 4. 37 Pie de ajuste para panel eléctrico 106
Figura 4. 38 Ángulo soporte para panel eléctrico 106
Figura 4. 39 Tapa ciega para panel eléctrico 107

Figura 4. 40 Perfil horizontal de aluminio 107
Figura 4. 41 Tuerca deslizante 108
Figura 4. 42 Partes del sistema de soporte 109
Figura 4. 43 Perfil vertical base 109
Figura 4. 44 Perfil horizontal base 110
Figura 4. 45 Perfil vertical secundario 110
Figura 4. 46 Ángulo de fijación para sistema de soporte 111
Figura 4. 47 Pie de ajuste de nivel 111
Figura 48 Tapa ciega PAG-6F29 112
Figura 49 Tapa ciega PAG-6F30 112
Figura 4. 48 Cajones de almacenamiento de elementos neumáticos 113
Figura 5. 1 Escuadra de fijación HRS-D-MICRO 526316 117
Figura 5. 2 Pie de fijación HBN-20/25x2 - 5128 118
Figura 5. 3 Escuadra de Fijación A) frontal B) lateral C) superior 119
Figura 5. 4 Escuadra de fijación HSE-1/8 8710 120
Figura 5. 5 Sujetador tipo “U” 120

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. 1 Presión según el número de etapas 13
Tabla 1. 2 Accionamiento manual 31
Tabla 1. 3 Accionamiento mecánico..... 31
Tabla 1. 4 Accionamiento por presión 32
Tabla 1. 4 Accionamiento por presión 32
Tabla 1. 5 Elementos empleados en diagramas de movimiento..... 40
Tabla 2. 1 Correspondencia de elementos neumáticos y eléctricos 53
Tabla 2. 2 Resumen de elementos en electroneumática..... 76
Tabla 3. 1 Lista de elementos neumáticos a emplearse..... 79
Tabla 3. 2 Lista de elementos electro-neumáticos a emplearse 80
Tabla 3. 3 Lista de elementos eléctricos a emplearse 81
Tabla 3. 4 Lista de elementos mecánicos 81
Tabla 3. 5 Características de tuercas deslizantes 108
Tabla 5. 1 Cantidad de elementos de fijación y soporte 116
Tabla 5. 2 Contenido de cajas Festo didactic EduTrainer® ER housing..... 117
Tabla 5. 3 Características del pie de fijación HBN-20/25x2 - 5128..... 118
Tabla 5. 4 Unidades utilizadas de escuadras de fijación PAL 1/8-3..... 119
Tabla 5. 5 Características de la escuadra de fijación HSE-1/8 8710 120
Tabla 5. 6 Accesorios utilizados..... 121
Tabla 5. 7 Características de pernos, tuercas y arandelas..... 122
Tabla 5. 8 Ubicación Pernos, tuercas y arandelas 123
Tabla 5. 9 Proceso de construcción para el sistema de sujeción para bloque distribuidor. 124
Tabla 5. 10 Proceso de construcción para sistema de sujeción de válvulas para panel frontal. 125
Tabla 5. 11 Proceso de construcción para sistema de sujeción de válvulas para panel frontal. 126
Tabla 5. 12 Proceso de construcción para sistema de sujeción de manómetros.... 127

Tabla 5. 13 Sistema de sujeción para sistema de sujeción de válvulas de estrangulamiento y antirretorno 127
Tabla 5. 14 proceso de construcción para sistema de sujeción de válvulas con rodillo 128
Tabla 5. 15 Proceso de construcción para sistema de sujeción de válvulas con rodillo escamoteable 128
Tabla 5. 16 Proceso de construcción para válvulas de enlace “Y” y ”O” 129
Tabla 5. 17 Tabla de construcción del sistema de sujeción para válvulas reguladoras de presión. 130
Tabla 4. 18 Proceso de construcción para sistema de sujeción de indicadores ópticos neumáticos 130
Tabla 4. 19 Proceso de construcción para sistema de sujeción de válvula de escape rápido 131
Tabla 4. 20 Proceso de construcción para sistema de sujeción de válvula de escape rápido 131
Tabla 5. 21 Proceso de construcción de los perfiles horizontales base 132
Tabla 5. 22 Proceso de construcción de los perfiles horizontales para tablero eléctrico 132
Tabla 5. 23 Proceso de construcción de los perfiles verticales 133
Tabla 5. 24 Proceso de construcción de las bases electro neumáticas 133
Tabla 5. 24 Proceso de montaje de los módulos neumáticos 134
Tabla 5. 25 Proceso de montaje de los módulos electro-neumáticos 137
Tabla 5. 26 Proceso de montaje de los módulos eléctricos 139
Tabla 5. 27 Proceso de montaje de los elementos del panel eléctrico y de control 140
Tabla 5. 28 Proceso de montaje del panel neumático 141
Tabla 4. 29 Proceso de montaje del sistema de soporte 141
Tabla 4. 30 Proceso de montaje del tablero electro-neumático. 142
Tabla 4. 31 Tiempo de construcción del tablero electro-neumático. 143

RESUMEN

El objetivo de este proyecto es proporcionar un sistema de entrenamiento y capacitación en neumática y electroneumática que facilite los conocimientos para mejorar la producción y eficiencia del personal técnico.

El diseño de un tablero electroneumático didáctico tiene el propósito de facilitar la manipulación de circuitos, partiendo desde los más simples hasta los de mayor complejidad mediante el desarrollo de guías de prácticas didácticamente diseñadas que fomenten el interés del estudiante en la capacitación.

En la actualidad, el desarrollo tecnológico ha logrado el reemplazo y optimización de la producción, en gran parte gracias a la automatización de procesos, motivo por el cual, este proyecto de titulación promueve la automatización, utilizando métodos neumáticos y electro neumáticos como medios para la producción.

El alcance de las guías de prácticas didácticas es la formación técnica del estudiante de una manera sencilla y pedagógica, que incentive el aprendizaje mediante el análisis de problemas propuestos y desarrollo de circuitos simples que den solución a los ejercicios.

Este proyecto describe la construcción y montaje de un tablero electroneumático didáctico, detallando cada uno de los elementos empleados, piezas construidas y partes ensambladas, todas estas diseñadas para una fácil manipulación, transporte y almacenaje.

PRESENTACIÓN

En Ecuador, la industria nacional se encuentra condicionada en gran parte por limitaciones tecnológicas, es por esto que se debe fomentar el desarrollo de tecnologías que permitan un incremento en la productividad y mejoras en la calidad, cumpliendo siempre las normas de control, de seguridad y protección del medio ambiente.

La neumática y electroneumática son herramientas de automatización que tienen como objetivo incrementar la competitividad de la industria por lo que es necesaria la utilización de nuevas tecnologías; la capacitación en estas áreas es fundamental en toda persona que se encuentre en contacto con la producción industrial.

Una de las maneras más simples de automatización industrial en cuanto a mecanismos y relación costo beneficio, se puede lograr a través de la explotación del potencial del aire comprimido como elemento básico en una línea de producción. Los dispositivos neumáticos brindan soluciones sencillas y rentables, es por ello que cada vez una mayor cantidad de máquinas modernas lo utilizan.

El beneficio que implica la utilización de estas técnicas no solo puede favorecer a grandes empresas sino también a la pequeña industria, sustituyendo la fuerza y habilidades manuales por procedimientos mecánicos de precisión.

Por las razones antes expuestas se justifica el diseño y construcción de un tablero electroneumático didáctico y el desarrollo de guías de prácticas para la capacitación de personal técnico de empresas que estén interesadas en la operación adecuada y eficiente en sus equipos, además de la modernización en su forma de producción.

CAPÍTULO I

1. NEUMÁTICA

1.1.HISTORIA

El aire se presenta como necesidad biológica del ser humano, al ser primordial para la vida; el compresor natural conocido son los pulmones.

Desde la antigüedad, los griegos han tomado al aire entre los cuatro elementos primordiales de la naturaleza (fuego, agua, tierra y aire). El estudio del aire fue elemental por su transparencia, volatilidad; el aire causaba muchas interrogantes.

Neumática procede del griego pneuma que significa soplo o aliento. Neumática es la técnica para transmitir energía, tomando al aire como medio de transporte.

La neumática es utilizada, hacia el año 2.500 a.C. mediante la utilización de muelles de soplado. Posteriormente fue utilizada en la construcción de órganos musicales, en la minería y en siderurgia.

Tesibios, en la antigua Grecia, diseñó y construyó un cañón neumático que comprimía aire en los cilindros, y al ser disparado la energía era restituida incrementándose el alcance. Además fue utilizado el aire en la navegación a vela, aprovechándose la energía mecánica, igualmente al mover molinos y bombear agua.

El aire comprimido es analizado a partir de la mitad del siglo XVII, cuando son estudiados los gases por Torricelli, Pascal, Mariotte, Boyle, Gay Lussac, etc

Para el siglo XIX es utilizada la neumática a nivel industrial, en herramientas, martillos neumáticos. Es empleada en una perforadora de túneles en 1857, donde sobrepasa las expectativas de la época.

La neumática se transforma en un medio de automatización hacia la mitad del siglo XX.

En la actualidad se la ocupa en maquinaria, en automatización, en procesos de producción.

La automatización ocurre en sectores de alimentación, embalaje, robotización, manipulación, etc.

La neumática se manifiesta en procesos industriales donde se requiere acrecentar la producción y la calidad.

1.2.CAMPOS DE APLICACIÓN

La neumática interviene en todo campo relacionado con la automatización, como ocurre con el caso de la industria textil, del calzado, donde han llegado a reemplazar la actividad del ser humano y lo han convertido en un operario.

Se la observa en la industria automotriz, construcción y obras públicas, imprentas, minería, siderurgia, robótica, en la producción de energía, refinerías e industrias petrolíferas, maquinaria de embalaje. También se la aprecia en la fabricación de los alimentos y la industria química.

1.3. MAGNITUDES Y UNIDADES RELACIONADAS CON NEUMÉTICA

1.3.1. LEY DE NEWTON

Fuerza = Masa x Aceleración

F = m x a [N]

Para la caída libre, la aceleración utilizada es igual a la gravedad

1.3.2. PRESIÓN

Es una magnitud física que mide la fuerza por unidad de superficie, y sirve para caracterizar como se aplica una determinada fuerza resultante sobre una superficie.

Presión = Fuerza/Área

P = F/A [N/m2]

[N/m2]=Pa

Una Pascal [Pa] es la presión de un Newton ejercida sobre una superficie de 1 m^2.

Equivalencias:

1 bar	=	100 kPa
1000 mbar	=	1 bar
1 psi	=	68.95 mbar
1 bar	=	14.5 psi
1 bar	=	10197 kgf/m^2
1 mm Hg	=	1.334 mbar aprox.

1.3.2.1. Tipos de presiones:

Existen cuatro tipos de presiones y estas son: atmosférica, absoluta, relativa y de vacío (Figura 1.1).

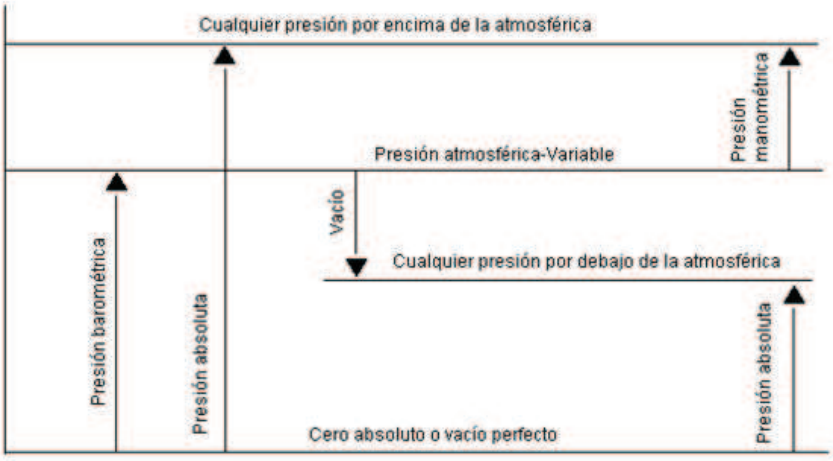


Figura 1. 1 Relación entre presiones

1.3.2.1.1. Presión atmosférica:

Es la presión del ambiente y depende de la altura respecto al nivel del mar, donde esta es medida; a mayor altura existe una menor presión atmosférica y a menor altura una mayor presión atmosférica.

A 0 msnm la presión es de una atmósfera ó 14, 75 psi.

La relación de variación de presión es que por cada 100 metros de altura, la presión a nivel del mar disminuye en un 1%, es decir, que a nivel de 2800 msnm, habría un decrecimiento del 28%, es decir que en Quito, la presión atmosférica es de 0.72 atm.

1.3.2.1.2. Presión relativa:

Conocida también como la presión de trabajo, o presión manométrica. Es una presión mayor a la atmosférica. Los elementos de medición para la presión relativa logran medir la diferencia entre una presión desconocida y la atmosférica.

1.3.2.1.3. Presión absoluta:

Es la suma de la presión manométrica más la presión atmosférica.

La presión puede obtenerse adicionando el valor real de la presión atmosférica a la lectura del manómetro.

Presión Absoluta = Presión Manométrica + Presión Atmosférica.

1.3.2.1.4. Presión de vacío

Presión existente entre el cero absoluto y la presión atmosférica, es decir, presiones menores a la atmosférica. Se mide de la misma forma que la presión manométrica, mediante un manómetro, en cmHg, metros de agua.

1.3.2.2. Ley de Boyle

Es la relación entre la presión y el volumen de un gas cuando la temperatura es constante.

La relación Presión por Volumen es una constante, por lo tanto, al querer comprimirse un gas, la presión se incrementa, pero el volumen disminuye, de una manera proporcional, es decir, si el volumen de aire se comprime a la mitad, la presión se ha duplicado, y si el volumen se comprime a la tercera parte, la presión se ha triplicado.

$P \times V = k$

$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 = k$

1.4.EL AIRE

Es una mezcla de gases compuesto volumétricamente un 78% de Nitrógeno, 21% de Oxígeno y un 1% de otros gases (Argón, Neón, Helio, Criptón, Hidrógeno, Xenón) (Figura 1.2).

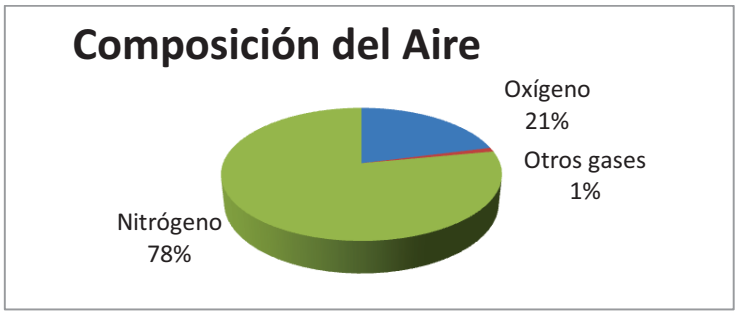


Figura 1. 2 Composición del aire

1.4.1. VENTAJAS DEL AIRE EN LA NEUMÁTICA

Se dispone de grandes cantidades de aire en nuestro entorno.

Puede ser entubado y transportado con mucha facilidad.

Capacidad de ser almacenado en tanques adecuados.

Buen funcionamiento del aire, a pesar de condiciones extremas de temperatura.

No es explosivo

Es una energía limpia, no contamina el ambiente si el aire no está lubricado.

Trabaja a altas velocidades y esta puede ser regulada.

No daña los componentes, por golpe de ariete.

Sobrecargas no son peligrosas, no van a dañar del todo a un equipo.

Cambios instantáneos de sentidos.

1.4.2. DESVENTAJAS DEL AIRE EN LA NEUMÁTICA

Es muy ruidoso, sobretodo en descargas, escapes y la producción.

Necesita acondicionamiento, para evitar la generación de agua por condensación.

Para conseguir altas fuerzas, ya no es económico, por que se trabaja a bajas presiones.

No se obtienen velocidades homogéneas.

Pérdidas de carga considerables en circuitos extensos.

Si se desea recuperar el aire, se requiere de instalaciones adicionales.

Es una energía cara, con elementos costosos, pero que son de gran funcionalidad, por lo que el costo pasa a un segundo plano, ante los beneficios que el uso adecuado del aire comprimido produce en la industria.

1.4.3. CARACTERÍSTICAS DEL AIRE COMPRIMIDO

El aire que ingresa a un circuito neumático debe tener las siguientes condiciones: debe ser un aire limpio, para garantizar la durabilidad de los elementos; un aire seco, eliminando la mayor cantidad de condensado; trabajar con la presión adecuada, para lograr las condiciones deseadas para el trabajo.

Al no cumplir las características deseadas para él, se va a trabajar con un aire sucio, lleno de impurezas, con partículas de agua producidas por la condensación y que no han sido separadas, lo que provoca una disminución de la vida útil de los elementos, al generarse muchos fallos en el funcionamiento, deteriorando partes internas de las válvulas; tomando en cuenta que existen válvulas que no pueden ser reparadas, implica mayores costos de trabajo.

Para tener un aire limpio, de las mejores características, se necesitan los siguientes elementos: filtro de aspiración, compresor, secador para eliminar el agua,

acumulador de presión, regulador de presión, filtro de aire a presión, lubricador, válvulas de purga de condensado,

1.4.4. RENDIMIENTO DE UN SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

Se ve afectado por: el aire, el compresor, la red de distribución.

Depende del tipo de compresor.

El aire debe ser lo más frío posible, al incrementarse 4ºC, se eleva el consumo de energía en 1%.

Un diseño deficiente en la red provoca pérdidas y caída en el rendimiento.

La red debe ser cerrada para mantener la presión.

1.4.5. PÉRDIDAS DE ENERGÍA

Las fugas provocan una pérdida del 5% al 10% en una red bien mantenida y hasta del 50% en una descuidada. El costo de reparación es mucho menor que el producido por las fugas.

Las fugas se producen en uniones de tuberías y mangueras, válvulas de cierre que no lo hacen de la mejor manera, en los equipos, en válvulas de seguridad.

En redes de distribución hay pérdidas al estar mal diseñadas o al tener defectos en los elementos. Se las debe diseñar de acuerdo al volumen de aire a transportar como en acoples y mangueras. Deben poseer elementos de secado del aire. Al tener puntos lejanos de alimentación de aire, se genera una caída de presión.

1.4.6. RED DE AIRE COMPRIMIDO

En una red de aire comprimido, se deben tener en cuenta algunos aspectos importantes:

Presión de trabajo, para conocer las características de la tubería y el compresor a utilizar.

Caudal, de acuerdo a las servicios que va a prestar la línea de aire comprimido, basándose en cada uno de los elementos y máquinas que se van a conectar a la red.

Pérdida de presión, producida por la cantidad de accesorios empleados, y elementos utilizados.

Velocidad del aire, debido a que al circular por la tubería se generan pérdidas por fricción debido a la rugosidad y al diámetro de esta.

1.4.6.1. Una red de aire comprimido cuenta con los siguientes elementos:

Filtro: retiene las impurezas del aire que ingresa al compresor.

Compresor: máquina donde el aire es comprimido y ocurre la transformación de energía de mecánica a neumática.

Postenfriador: separa gran cantidad de la humedad presente en el aire que se encuentra como agua.

Tanque de almacenamiento: lugar de acumulación de aire comprimido donde a la vez el agua del aire se separa por acción de gravedad y se la extrae de éste mediante una válvula de purga.

Filtros de línea: logran una calidad adecuada del aire para su aplicación final mediante su purificación.

Secadores: extraen la mayor cantidad de agua que permanece en el aire, con el fin de obtenerlo lo más seco posible.

Elementos adicionales: unidades de mantenimiento (FRL: filtro, regulador de presión, lubricante), válvulas de purga, secadores

1.4.6.2. Tratamiento de aire comprimido

Mediante el tratamiento se busca extraer el agua existente en el aire, así como partículas sólidas.

1.4.6.3. Tratamiento en la toma

Se realiza una separación de condensado en el ingreso de aire a la línea de trabajo y a la vez limpiando las impurezas provenientes del medio exterior. Esto ocurre con ayuda de la unidad de mantenimiento LFR (lubricante, filtro, regulador de presión). También se puede usar un drenaje de fin de línea para retener partículas grandes.

1.4.6.3.1. Tratamiento la salida del compresor

Debe ser reducida la temperatura del aire con la ayuda de refrigeradores, de modo que se puede extraer la mayor cantidad de agua posible existente en el aire, en forma de condensado.

1.4.6.3.2. Tratamiento a la salida del depósito

Es realizada con ayuda de separadores centrífugos o secadores, obligando a la separación del condensado.

Los secadores por refrigeración consisten en el acoplamiento de una unidad de refrigeración.

Los secadores por adsorción trabajan por regeneración del aire con ayuda de elementos eléctricos internos, por regeneración del aire con un elemento exterior caliente o por regeneración sin calor.

1.4.6.3.3. Distribución de la red de aire comprimido

De preferencia debe ser una red cerrada, pero puede ser también una red abierta. Debe ser realizada con un ángulo de inclinación para evitar la acumulación de agua en ciertas partes de la instalación. Debe poseer la cantidad de trampas de condensado suficientes para obtener un aire limpio.

1.5. PRODUCCIÓN, DISTRIBUCIÓN Y TRATAMIENTO DEL AIRE COMPRIMIDO

Para producir aire comprimido se utilizan compresores que elevan la presión del aire. El aire comprimido llega desde la estación compresora hacia las instalaciones a través de tuberías. Es necesario que el aire sea puro para su uso.

1.5.1. COMPRESOR

Para el funcionamiento de elementos neumáticos, es necesario trabajar con presiones altas. La presión debe ser superior a la atmosférica, por lo que esta debe ser elevada y ocurre con ayuda de un compresor, que toma aire bajo ciertas condiciones y lo impulsa a una mayor presión, obteniéndose el aire comprimido, de modo que ya puede ser utilizado para circuitos neumáticos. El compresor trabaja acoplado a un motor de donde adquiere la energía que va a provocar el movimiento

de este y la compresión del aire. El compresor es un mecanismo que convierte la energía exterior eléctrica o termodinámica en energía neumática.

Los compresores se colocan fuera de los edificios debido al alto nivel de ruido que provocan.

El símbolo según norma DIN 24300, correspondiente al compresor es el siguiente (Figura 1.3):

Figura 1. 3 Representación del compresor

(Fuente: Catálogo Festo 2007)

1.5.1.1. Clasificación de los compresores

Se clasifica en tres tipos: de émbolo, centrífugos, rotativos

1.5.1.1.1. Compresor de émbolo

Compresor de émbolo

Funciona bajo el principio de biela-manivela y está formado por uno o varios cilindros, de modo que el movimiento giratorio del motor se convierte en movimiento alternativo para los émbolos. Pueden ser compresores de una o varias etapas y a la vez de simple o doble efecto.

Los compresores de este tipo, cubren amplio margen de presiones.

Las presiones recomendadas de acuerdo al número de etapas y las factibles (que no siempre representan una solución económica) son indicadas a continuación, en la Tabla 1.1.

Tabla 1. 1 Presión según el número de etapas

Número de etapas	Presiones recomendadas	Presiones factibles
Una etapa	hasta 4bar=400kPa	hasta 12bar=120kPa
Dos etapas	hasta 15bar=1500kPa	hasta 30bar=3000kPa
Tres o más etapas	más de 15bar=1500kPa	más de 220bar=22000kPa

Compresor de membrana

Es un compresor de émbolo, en el cual no se encuentran en contacto el aire con el pistón del cilindro debido a que existe una membrana elástica que separa al aire del aceite lubricante del émbolo. Se obtiene un aire comprimido limpio que es ideal para ser empleado en la industria química, farmacéutica y alimenticia.

.

1.5.1.1.2. Compresor centrífugo

Funcionamiento basado en las leyes de los fluidos. Generan un mayor caudal pero con presiones menores a las de compresores de émbolo. Al interior de la cámara, el giro rápido de un rodete transforma la energía cinética del fluido en presión de tipo radial o axial.

1.5.1.1.3. Compresor rotativo

Producen presiones menores a los compresores de émbolo y mayores a los centrífugos; Se generan caudales mayores a los compresores de émbolo y menores a los centrífugos

Hay tres tipos: de tornillo, de paletas, de tipo roots

Compresor de tornillo

Formado por dos cilindros helicoidales engranados, circulando el aire axialmente por las ranuras helicoidales y las paredes internas. Para mejorar su funcionamiento necesitan de aire.

Compresor de paletas

Un rotor con ranuras longitudinales donde se alojan las paletas, gira en el cárter cilíndrico de forma excéntrica.

Por la variación de volumen en las cámaras ocurre tanto la aspiración como la compresión del aire.

Compresor Roots

Compresor compuesto de dos rotores de especial geometría que giran en el cárter. La presión se produce por ingreso de mayor cantidad de aire que el consumido mientras no varía el volumen. Además son empleados como medidores de caudal y bombas de vacío.

1.5.2. ACUMULADOR

Son cilindros almacenadores del aire comprimido que proviene del compresor, sirven como filtro de impurezas, separa cierta cantidad de humedad del aire debido al enfriamiento y por acción de la gravedad, permitiendo un descanso del compresor mientras que la presión del acumulador sea la admitida y compensando las variaciones de presión provenientes del compresor.

Los elementos necesarios acoplados al acumulador, son los siguientes: manómetro, termómetro, presóstato, válvula de cierre, válvula de purga, compuerta de limpieza (dependiendo de las dimensiones)

1.5.3. UNIDAD DE MANTENIMIENTO

La unidad de mantenimiento o conjunto FRL cumple las operaciones de Filtro, Regulación de presión y Lubricación, para el aire proveniente del compresor, antes de su ingreso a los elementos neumáticos, garantizando el correcto funcionamiento de cada uno de estos.

La unidad de mantenimiento puede ser representada de dos maneras, de forma real y simplificada (Figura 1.4).

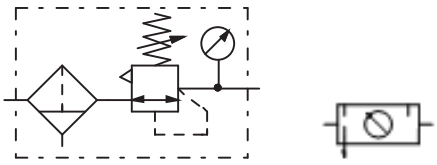


Figura 1. 4 Unidad de mantenimiento en representación real y simplificada

(Fuente: Simulador FluidSIM)

1.5.3.1. Filtro

En éste dispositivo ocurre que el aire ingresa y realiza un movimiento circular de centrifugado, de modo que las partículas sólidas son separadas del flujo de aire y caen por acción de gravedad a una cámara de separación.

1.5.3.2. Regulador

Posee un manómetro que permite conocer la presión de la línea de trabajo. Este elemento permite ajustar la presión a la que van a trabajar los elementos en los circuitos neumáticos.

1.5.3.3. Lubricador

Cumple la función de aportar aceite nebulizado al flujo de aire, de modo que este es conducido a lo largo de la línea de trabajo, lubricando los elementos neumáticos y

generando un correcto funcionamiento en las partes corredizas de cada uno de estos.

1.6.VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN

Esta válvula es capaz de controlar la presión de trabajo, desde un valor mínimo de cero, hasta el valor máximo de la línea de trabajo colocada en el regulador de presión de la unidad de mantenimiento. Esta válvula controla y limita la presión (Figura 1.5), evitando que sobrepase a la requerida, que es menor que la línea de trabajo. La presión es controlada mediante un tornillo sobre el canal de paso de aire.

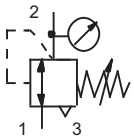


Figura 1. 5 Representación Válvula reguladora de presión

(Fuente: Simulador FluidSIM)

Las válvulas reguladoras de presión se pueden clasificar en: válvulas limitadoras de presión o de seguridad, válvulas de secuencia, válvulas reguladoras de presión o reductoras.

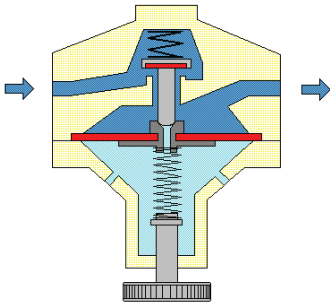


Figura 1. 6 Vista interior de válvula reguladora de presión

(Fuente: Simulador FluidSIM)

1.7.VÁLVULA DE SECUENCIA

La presión de trabajo de dicha válvula, puede ser ajustada mediante un tornillo (Figura 1.7). La válvula conmuta cuando se alcanza la presión de pilotaje, provocando el cambio de posición de la válvula de 3/2 vías y permitiendo el paso de aire; al retirar la señal, la válvula retorna a su posición inicial por acción de un muelle.

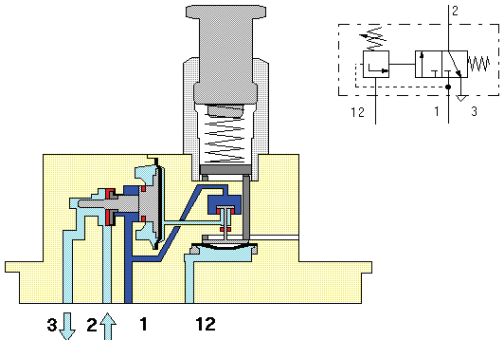


Figura 1. 7 Representación válvula de secuencia

(Fuente: Simulador FluidSIM)

1.8.TEMPORIZADOR

Elemento neumático que está compuesto de una cámara de almacenamiento, que al lograr su máxima capacidad y presión, vence la fuerza del resorte, provocando la conmutación de la válvula de 3/2 vías, permitiendo el paso de aire a través de esta. El tiempo es controlado mediante un pequeño tornillo que limita la velocidad de paso de aire, al dejar más abierto el paso de aire hacia la cámara, se demora menos en llenar, y la conmutación se produce en menor tiempo. (Figura 1.8)

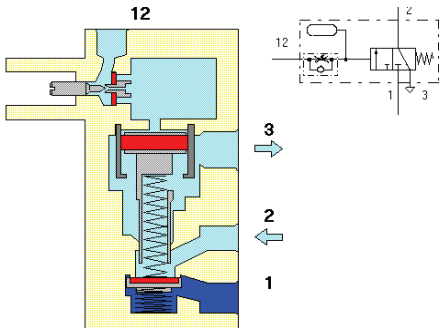


Figura 1. 8 Representación válvula temporizadora

(Fuente: Simulador FluidSIM)

1.9.TUBERÍAS

Son aquellas que conforman la red de distribución de aire comprimido. Deben ser instaladas con una inclinación de 1º respecto a la superficie para permitir el deslizamiento de agua y vapor de agua, evitando la acumulación en un cierto lugar.

Los materiales de las tuberías para instalaciones fijas son acero o latón y para instalaciones portátiles de plástico.

1.10. ACTUADORES NEUMÁTICOS

El aire comprimido transforma su energía en un movimiento rectilíneo de vaivén por medio de cilindros neumáticos. También existen actuadores de giro, con función similar a los de movimiento rectilíneo.

1.10.1. FUNCIONAMIENTO DE UN CILINDRO NEUMÁTICO

Para el caso de un cilindro de simple efecto, el aire ingresa por la única vía posible, llenando la cámara del cilindro y empujando el émbolo, provocando el movimiento

del vástago hasta su otra posición; al suspender el aire de ingreso de la cámara, retorna el vástago por acción del muelle a su posición normal.

En el caso del cilindro de doble efecto (Figura 1.9) se tiene doble ingreso de aire con dos cámaras, en las cuales al llenarse una de ellas provoca el movimiento del émbolo del cilindro, ya que el aire de la otra cámara es desalojado y de igual manera el retorno a su posición normal, al alternarse el llenado de las cámaras.

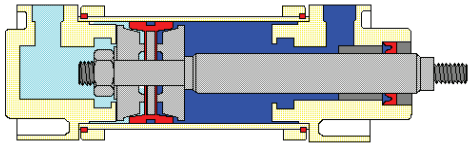


Figura 1. 9 Cilindro neumático

(Fuente: Simulador FluidSIM)

1.10.2. ACTUADORES DE MOVIMIENTO LINEAL

Los cilindros neumáticos son elementos de sección circular, cerrados en sus extremos, que en su interior posee un émbolo, junto a un vástago que entra y sale del cilindro de acuerdo al movimiento del émbolo. El émbolo forma dos cámaras al interior del cilindro, las cuales son llenadas y vaciadas de aire, mediante dos vías, de una forma alterna, lo que provoca la entrada y salida del vástago del cilindro. El cilindro es un elemento que permite la transformación de la energía neumática en mecánica, mediante un movimiento alternativo.

La capacidad del cilindro está dada por el diámetro y por la carrera, que es el desplazamiento del émbolo al interior del cilindro, equivalente al desplazamiento del vástago.

1.10.3. CÁLCULO DE LA FUERZA TEÓRICA DEL CILINDRO

$F_{th} = A \cdot p$

Donde

F_{th} = Fuerza teórica del émbolo (N)

A = Superficie útil del émbolo (m^2)

p = Presión de funcionamiento (Pa)

Debido a que se producen fuerzas de fricción y lo importante es la fuerza en el émbolo, para condiciones normales de presión de 400 a 800 kPa, las fuerzas de rozamiento equivalen a más o menos un 10% de la fuerza teórica del émbolo.

$F_{eff} = A \cdot p - (F_R + F_F)$

Donde

F_{eff} = Fuerza efectiva del émbolo (N)

F_R = Pérdida aproximada por rozamiento equivalente 10% F_{th} (N)

F_F = Fuerza del muelle (N)

1.10.4. TIPOS DE CILINDROS

Los cilindros neumáticos provocan un movimiento rectilíneo, su elección depende del uso que se desea dar a este actuador.

1.10.4.1. Cilindro de simple efecto

Son cilindros que realizan el trabajo en un solo sentido, ya que tienen un solo ingreso de aire que provoca el movimiento del vástago del cilindro, y que al ser interrumpido dicho flujo va a provocar el retorno de su vástago a la posición inicial a altas velocidades, debido a que actúa el resorte sobre el émbolo produciendo dicho movimiento de retroceso. Son de pequeña longitud. Se los utiliza para sujetar, expulsar, apretar, etc.

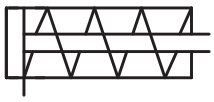


Figura 1. 10 Representación cilindro de simple efecto

(Fuente: Simulador FluidSIM)

1.10.4.2. Cilindro de doble efecto

Son cilindros que pueden realizar el trabajo en doble sentido, ya que tienen doble ingreso de aire, lo que permite controlar tanto la entrada como la salida del vástago del cilindro. No disponen de un muelle, su retorno puede ser controlado.

Se los utiliza para funciones que necesiten tanto de trabajo de ida como de retorno.

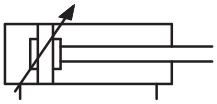


Figura 1. 11 Representación cilindro de doble efecto

(Fuente: Simulador FluidSIM)

1.10.4.3. Cilindro de doble efecto y doble vástago

Funcionamiento similar al cilindro de doble efecto, pero con la diferencia de que puede realizar doble trabajo, en las dos direcciones del de movimiento de los vástagos.

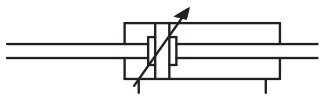


Figura 1. 12 Representación cilindro de doble efecto y doble vástago

(Fuente: Simulador FluidSIM)

1.11. MANDOS DE REGULACIÓN

Comprende los distintos tipos de válvulas, las cuales permiten controlar el flujo de aire.

1.11.1. VÁLVULA DE ESTRANGULAMIENTO Y ANTIRRETORNO

Esta válvula es una mezcla entre la válvula estranguladora y la válvula antirretorno (Figura 1.13). Ocurre que el estrangulamiento sucede en un solo sentido de paso de aire, mientras que si pasa en sentido contrario, se da paso libre a este sin ningún impedimento.

Figura 1. 13 Válvula de estrangulamiento y antirretorno

(Fuente: Simulador FluidSIM)

El estrangulamiento es controlado mediante una pequeña perilla, la cual va a permitir el mayor o menor paso de caudal.

El antirretorno del caudal ocurre con la ayuda de un sistema de válvula check que se abre en un sentido de aire y se cierra en el sentido contrario de flujo; cuando esta cierra el paso al aire, actúa la estrangulación, controlándose el caudal dependiendo de la necesidad (Figura 1.14).

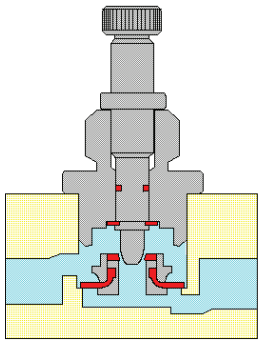


Figura 1. 14 interior de válvula de estrangulamiento y antirretorno

(Fuente: Simulador FluidSIM)

1.11.2. VÁLVULA DE PURGA O ESCAPE RÁPIDO

La función de esta válvula es permitir la salida rápida del aire que se encuentra almacenado en alguna de las cámaras de los cilindros, de modo que logran efectuar movimientos rápidos del vástago del cilindro, ya sean en la salida o entrada de este. La válvula debe ser colocada lo más cerca al cilindro para que cumpla su función de una mejor manera. Se logra el rápido escape de aire, debido a que esta válvula posee un diámetro mayor de salida que el que poseen los cilindros (Figura 1.15).

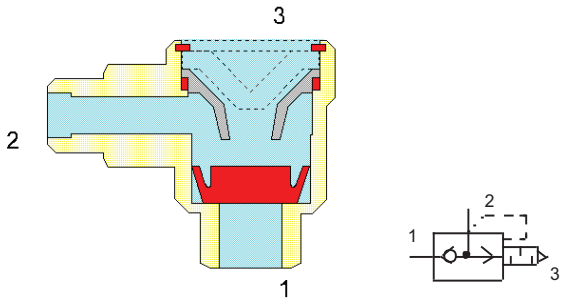


Figura 1. 15 de purga o escape rápido

(Fuente: Simulador FluidSIM)

1.11.3. VÁLVULAS LÓGICAS DE PASO DE AIRE

1.11.3.1. Válvula selectora “O”

Esta válvula posee dos entradas y una salida de aire (Figura 1.16). Va a permitir el paso de un flujo de aire que venga por cualquiera de los dos ingresos y lo dirige hacia la única salida. No permite el paso de aire entre los ingresos.

Es también conocida como válvula antirretorno doble.

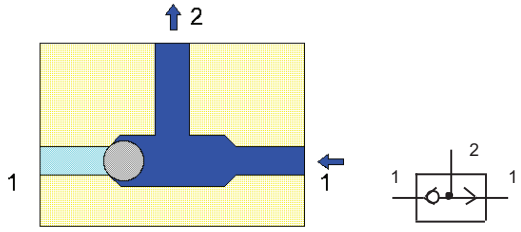


Figura 1. 16 Válvula selectora “O”

(Fuente: Simulador FluidSIM)

1.11.3.2. Válvula de simultaneidad "Y"

Esta válvula posee dos entradas y una salida de aire (Figura 1.17). Va a permitir el paso solo cuando a través de los dos conductos haya un flujo de aire. En caso de no haber aire en uno de los conductos, no se permite el paso hacia la única salida. Necesita el flujo simultáneo por ambos ingresos.

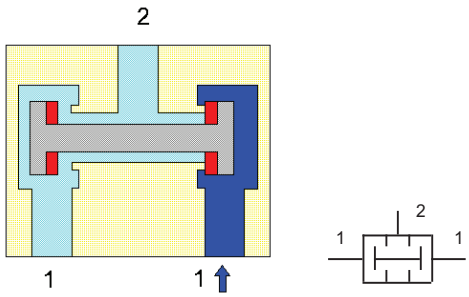


Figura 1. 17 Válvula de simultaneidad "Y"

(Fuente: Simulador FluidSIM)

1.12. ELEMENTOS DE DITRIBUCIÓN

1.12.1. VÁLVULA DE 2/2 VÍAS

Válvula que consta de dos posiciones y de dos vías de trabajo. De acuerdo al tipo de válvula, normalmente cerrada o normalmente abierta, al cambiar de posición, permite o impide el paso de aire respectivamente desde la vía de entrada hacia la salida.

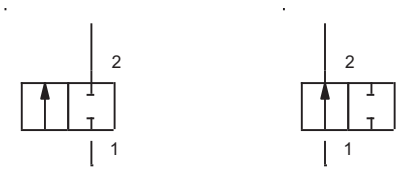


Figura 1. 18 Válvula de 2/2 vías NC en posición de reposo y conmutación

(Fuente: Simulador FluidSIM)

1.12.2. VÁLVULA DE 3/2 VÍAS

Dispone de tres vías para ingreso-salida de aire y dos posiciones. El elemento de potencia permite desviar el flujo de aire, al cambiar la posición de la válvula.

En el caso de una válvula normalmente cerrada de este tipo en estado de reposo, el aire de la línea de trabajo, se dirige hasta la válvula, pero no se permite el paso de este, hasta que ocurre la conmutación debido a los distintos accionamientos y cambia de posición, produciéndose un paso de aire desde (1) hacia (2). Al retornar la válvula a su posición inicial, el aire puede pasar desde (2) hacia (3), siendo al mismo tiempo bloqueado el paso de aire por (1). (Figura 1.19)

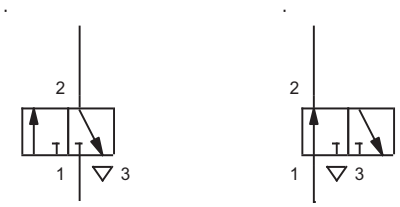


Figura 1. 19 Válvula de 3/2 vías en su posición de reposo y en su conmutación

(Fuente: Simulador FluidSIM)

En el caso de una válvula normalmente abierta, se permite el paso de aire de (1) hacia (2) en su posición de reposo y se lo interrumpe al ocurrir la conmutación del elemento. Se la utiliza como elemento de maniobra para el cilindro de simple efecto.

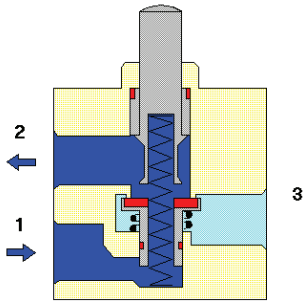


Figura 1. 20 interior de válvula de 3/2 vías

(Fuente: Simulador FluidSIM)

1.12.3. VÁLVULA DE 4/2 VÍAS

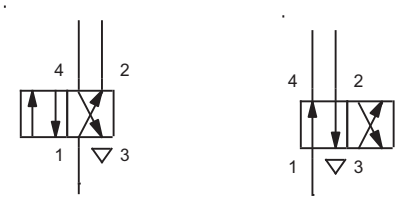


Figura 1. 21 válvula de 4/2 vías en su posición de reposo y en su conmutación

(Fuente: Simulador FluidSIM)

Esta válvula posee dos posiciones y con ella es posible operar un cilindro de doble efecto, debido a que la vía (1) sirve constantemente como ingreso de aire y la vía (3) como escape. Al permanecer la válvula en su posición de reposo, el aire pasa hacia la vía (2) y al conmutar, deja de pasar a (1) y pasa hacia (4). (Figura 1.22)

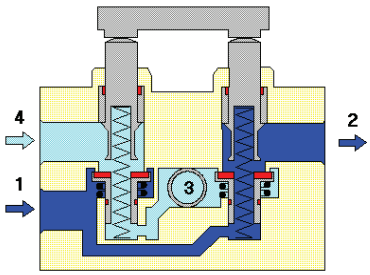


Figura 1. 22 Válvula de 4/2 vías

(Fuente: Simulador FluidSIM)

1.12.4. VÁLVULA DE 5/2 VÍAS

Dispone de cinco vías para ingreso-salida de aire y dos posiciones (Figura 1.24).

Elemento de potencia que permite desviar el flujo de aire, al cambiar la posición de la válvula.

En el caso de una válvula de este tipo en estado de reposo, el aire de la línea de trabajo, se dirige hasta la válvula e ingresa por (1), el cual sale de esta por la vía (2), mientras que por (4) retorna otro flujo de aire; la vía (5) funcionan como escape de aire y se encuentra representado con sus respectivo silenciador. Cuando la válvula conmuta, el aire de la línea ingresa por la vía (1), pero sale de esta hacia el siguiente elemento a través de la línea (4), por lo tanto la vía (2) cumple como paso del aire para que escape a través de (3), sin ruido con la ayuda del respectivo silenciador.

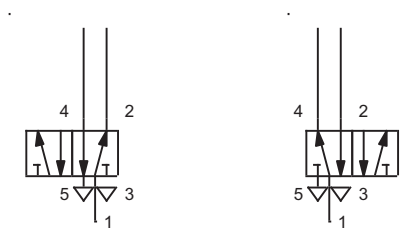


Figura 1. 23 de 5/2 vías en su posición de reposo y en su conmutación

(Fuente: Simulador FluidSIM)

Se la utiliza como elemento de maniobra para el cilindro de doble efecto.

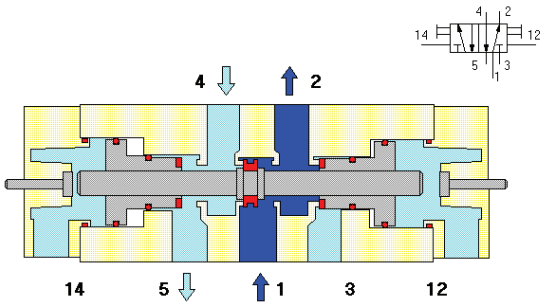


Figura 1. 24 Válvula de 5/2 vías con accionamiento neumático

(Fuente: Simulador FluidSIM)

1.12.5. ENTRADAS DE SEÑAL

Son elementos neumáticos los cuales dan órdenes y generan inicios de procesos, ciclos y cambios de fases.

1.12.5.1. Pulsadores

Son válvulas de 2/2 vías, 3/2 vías, 5/2 vías que controlan el paso de aire mediante distintos mecanismos: pulsador, palanca, pedal, accionamiento manual general.

1.12.5.2. Finales de carrera

Son receptores de señales que se accionan al contacto físico de un elemento de trabajo con estos. Los finales de carrera son: leva, rodillo (Figura 1.25), rodillo escamoteable.

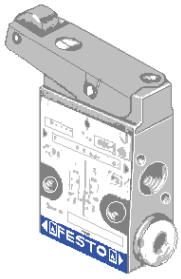


Figura 1. 25 Válvula de final de carrera de rodillo

(Fuente: Simulador FluidSIM)

1.13. ACCIONAMIENTO DE LAS VÁLVULAS

Se tienen dos tipos de mandos: según la representación de la información y según el funcionamiento.

1.13.1. SEGÚN LA REPRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se tiene de dos tipos: analógica y digital.

1.13.1.1. Señal analógica

Tiene la característica de ser una señal continua (Figura 1.26).

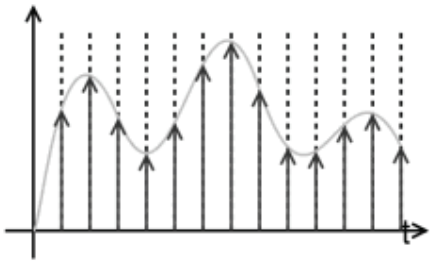


Figura 1. 26 Señal analógica

(Fuente: festo.com)

1.13.1.2. Señal digital

Tiene la característica de ser una señal discreta (Figura 1.27).

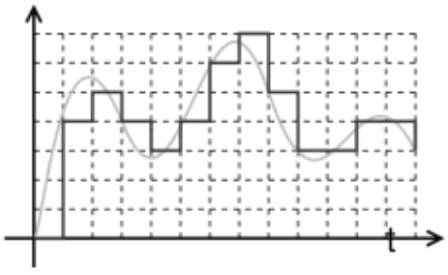


Figura 1. 27 Señal digital

(Fuente: festo.com)

1.13.2. SEGÚN EL FUNCIONAMIENTO

Se tienen distintos tipos de mandos o accionamientos: manual, mecánico, por presión, eléctrico.

En las Tablas 1.2, 1.3, 1.4 y 1.5, se enlista las diferentes formas de accionamiento de los mandos.

1.13.2.1. Accionamiento manual

Tabla 1. 2 Accionamiento manual

Manual general	
Pulsador	
Palanca	
Pedal	

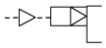
1.13.2.2. Accionamiento mecánico

Tabla 1. 3 Accionamiento mecánico

Leva	
Rodillo	
Rodillo escamoteable	
Muelle	

1.13.2.3. Accionamiento por Presión

Tabla 1. 4 Accionamiento por presión

Mando directo	
Mando indirecto (servopilotaje)	
Presión diferencial	

1.13.2.4. Accionamiento eléctrico

Tabla 1. 5 Accionamiento por presión

Electromagnético	
Electromagnético con servopilotaje	

1.14. CIRCUITOS NEUMÁTICOS

Al desarrollar los circuitos neumáticos (Figura 1.28), se debe seguir una serie de pasos.

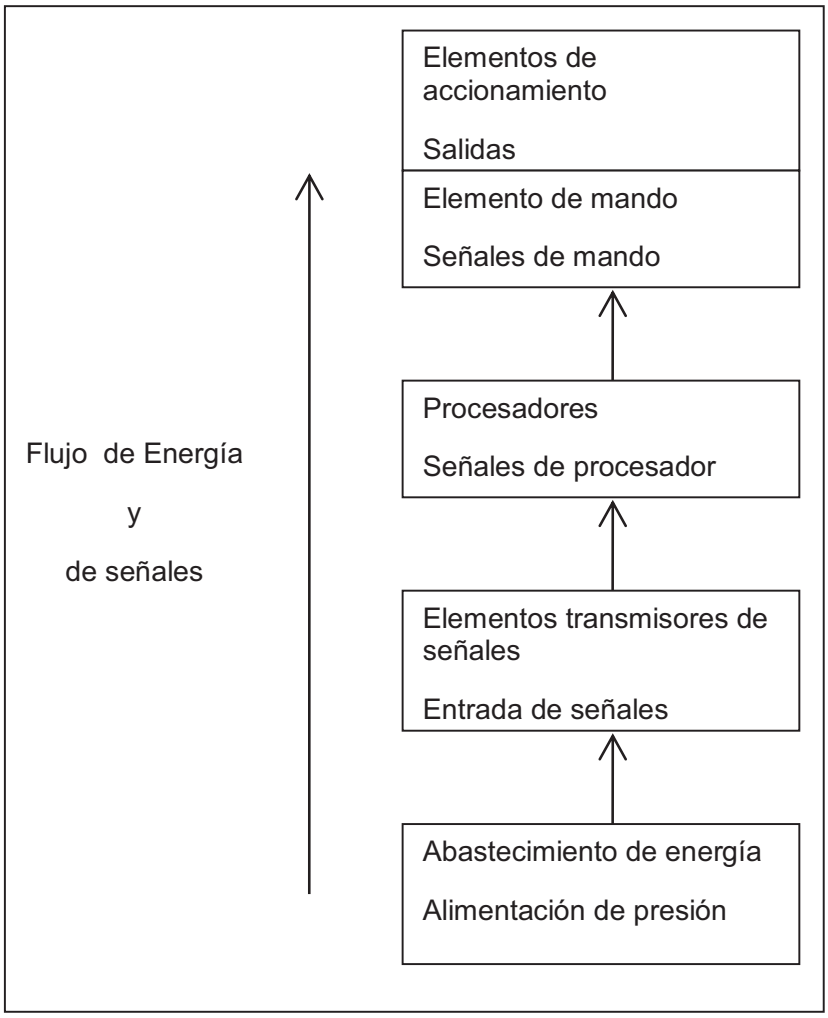


Figura 1. 28 Diagrama de bloques

(Fuente: CROSER, P: Neumática)

Los esquemas del sistema tienen siempre la misma estructura.

1.14.1. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN

Indica el flujo de las señales de abajo hacia arriba de una forma estructurada.

Un circuito o sistema neumático consta de las siguientes partes y agrupa los siguientes elementos

Suministro de energía: compresor, acumulador, regulador, unidad de mantenimiento, distribuidor

Señales de entrada: válvulas de pulsador, válvulas de rodillo, detector de proximidad

Elementos de maniobra: válvulas de vías

Señales de salida: accesorios neumáticos, cilindros, bombas, motores neumáticos

En la Figura 1.29 se aprecia un ejemplo de circuito donde se demuestra las partes del esquema de distribución. En este ejemplo las válvulas de rodillo [1.3] y [1.4], son colocadas en los finales de carrera del vástago del cilindro, funcionan como sensores pero son válvulas que dan señales de entrada, por lo tanto, cuando se elabora el esquema de distribución, estas deben ser ubicadas en dicho sector. Si el sistema es de alta complejidad, es preferible crear nuevas cadenas con el respectivo orden de activación junto al esquema inicial, de modo que se facilite la comprensión y la construcción del circuito.

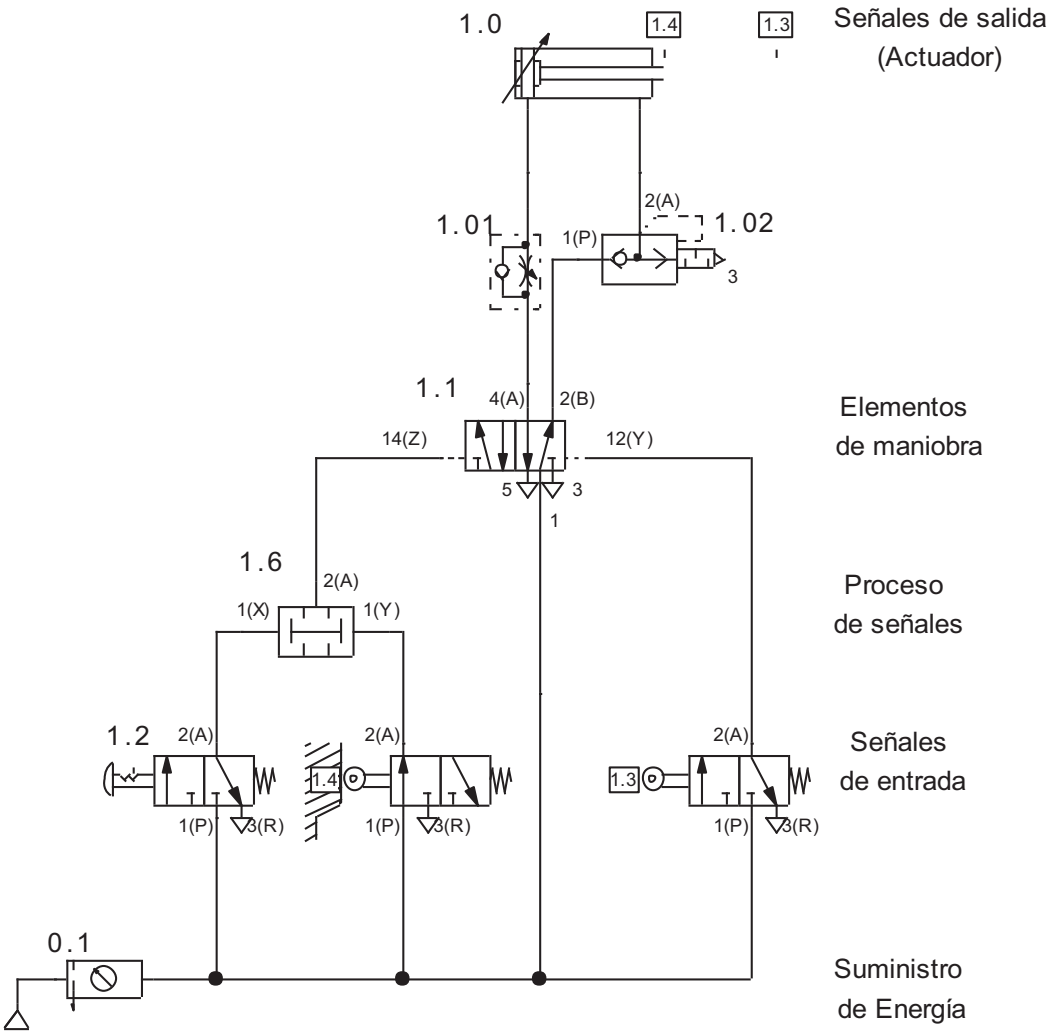


Figura 1. 29 Esquema de distribución

1.14.2. DENOMINACIÓN DE LOS COMPONENTES

La condición inicial es que los elementos neumáticos, como válvulas, actuadores, deben ser representados en su posición normal, sin importar si estos ya se encuentran activados en dicha posición, por lo tanto influye en rodillos, los que deben ser graficados en su posición de activación.

Todos los elementos deben tener dicha numeración o denominación.

La denominación se rige a los siguientes criterios:

0.	Alimentación de energía.
1.0, 2.0	Elementos de trabajo.
.1	Elementos de mando.
.01, .02	Elementos localizados entre los elementos de mando y de trabajo.
.2, .4	Elementos que inciden en el avance del vástago del cilindro.
.3, .5	Elementos que inciden en el retorno del vástago del cilindro.

1.14.3. DESARROLLO DE SISTEMAS NEUMÁTICOS

Deben ser efectuados bajo cierta secuencia y concordancia, con el fin de lograr la ejecución óptima del sistema; se siguen los siguientes pasos.

Planteamiento.- propuesta y requisitos.

Análisis.- definición de objetivos.

Planificación y diseño.- soluciones al sistema.

Realización.- proceso de construcción hasta puesta en servicio.

Evaluación.- comparación con los requisitos.

Mantenimiento.- para garantizar el funcionamiento del sistema.

Mejoras.- Modificaciones si se creen necesarias.

1.15. DIAGRAMAS DE MOVIMIENTOS

Los diagramas permiten representar el movimiento detallado de cada elemento de trabajo. Pueden relacionarse tanto a la fase de trabajo como el tiempo que toma cada movimiento.

Los diagramas son de tres tipos: diagrama espacio – tiempo, diagrama de fases, diagrama de señales.

1.15.1. DIAGRAMA ESPACIO – TIEMPO

En estos diagramas es representado el espacio en función del tiempo

En el eje Y se colocan a los actuadores con valores binarios de 1-0 que indican la posición del elemento de trabajo.

En el eje X, va representado el tiempo de cada uno de los movimientos de forma secuencial

1.15.2. DIAGRAMA DE FASES

Se representa la secuencia de acción de las unidades de trabajo con su respectivo encadenamiento de las señales de mando. Se utiliza un plano cartesiano con dos ejes coordenados.

En el eje X se representan las fases o pasos del ciclo, que se caracterizan por los cambios de estado del elemento, indicados con líneas verticales o líneas de fase.

En el eje Y se colocan a los actuadores con valores binarios de 1-0 que indican la posición del elemento de trabajo.

Los diagramas tienen las siguientes características:

Los actuadores se representan por líneas.

Las líneas inclinadas significan movimientos del elemento.

Las líneas horizontales representan elementos en reposo.

El arranque y parada se indica con una línea vertical del estado 0 a 1 e inversamente.

Cuando existan algunos elementos de trabajo, serán representados uno debajo del otro de forma individual y se relacionan sus movimientos mediante las líneas de fase.

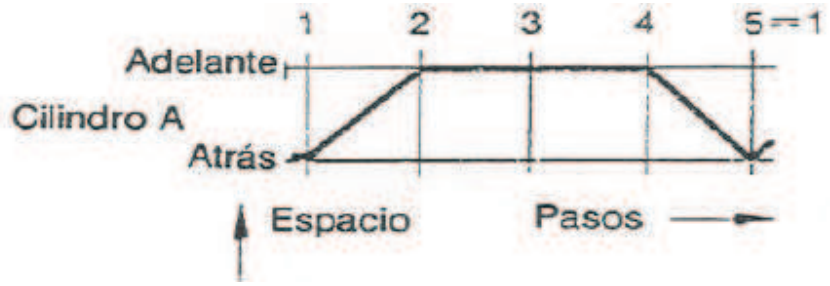


Figura 1. 30 Diagrama de fases

(Fuente: Introducción a la electroneumática, Festo Didactic)

1.15.3. DIAGRAMA DE SECUENCIA

Consiste en realizar el orden secuencial de los movimientos de los cilindros, mediante letras mayúsculas por los que son nombrados y reconocidos, además de signos (+) / (-) para indicar el avance o retroceso de sus vástagos. En cada movimiento se debe indicar al elemento que provoca el movimiento del elemento de trabajo.

La secuencia se puede realizar horizontal como verticalmente, en el orden de trabajo de los cilindros, desde la puesta en marcha inicial.

1.15.4. PROCEDIMIENTO

Para la realización de diagramas es importante dar importancia a los siguientes pasos:

Realizar un desarrollo cronológico de los movimientos de cada uno de los elementos del proceso.

Posteriormente se realiza un análisis del estado simultáneo de cada uno de estos elementos, es decir, que sucede en cada una de las fases, aplicándose el desarrollo cronológico.

Desarrollar una representación simbólica de los movimientos de los elementos. Esto es posible con el uso de signos + y – tanto para avance como el retroceso de cada elemento respectivamente.

Ejemplo: A+ B+ B- C+ C- A-

Esto nos dice que el vástago cilindro A, al alcanzar su posición delantera de final de carrera [A+] provoca el avance de B [B+], cuando este llega a su parte delantera provoca su auto retroceso [B-], posteriormente avanza el cilindro C [C+], retorna a su posición inicial [C-] y de este modo retorna A [A-] terminando el ciclo.

Para el diagrama de secuencia se procede a interpolar entre cada movimiento, la nomenclatura de los elementos que intervienen directamente para que se produzca el movimiento:

Ejemplo: A+ 1.4 B+ 1.3 B- 1.6 C+ 1.5 C- 1.7 A-

Se procede a la representación gráfica del diagrama

1.15.5. SÍMBOLOS EMPLEADOS EN LOS DIAGRAMAS

En la Tabla 1.6, se enlistan los diferentes símbolos empleados en los diagramas de movimiento.

Tabla 1. 6 Elementos empleados en diagramas de movimiento

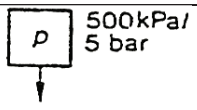
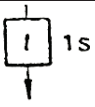
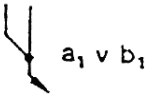
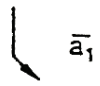
SÍMBOLO	INTERPRETACIÓN
	Conectar
	Desconectar
	Conectar/desconectar
	Conectar automático
	Impulso simple
	Desconexión de emergencia
	Interruptor de final de carrera
	Presóstato
	Temporizador
	Condición O
	Condición Y

Tabla 1.6 Elementos empleados en diagramas de movimiento (continuación)

	Condición NO
	Bifurcación
	Proveniente de otra máquina
	Dirigido a otra máquina

CAPÍTULO II

2. ELECTRONEUMÁTICA

La electroneumática es la unión de dos ramas de automatización, a la neumática con la electricidad. Con ayuda de la electricidad va a ser posible convertir señales eléctricas en señales neumáticas.

2.1.BASES DE LA ELECTRICIDAD

La electroneumática tiene como fundamento la electricidad, puesto que elementos eléctricos procesan y transmiten la energía eléctrica, por lo que es necesario conocerla para una correcta construcción y aplicación de la electroneumática.

2.1.1. EL ELECTROMAGNETISMO

Parte de la física que estudia los fenómenos físicos en los que intervienen cargas eléctricas en reposo y en movimiento, y relativos a los campos magnéticos y efectos sobre diversas sustancias. Estudia la electricidad, el magnetismo y las partículas subatómicas que generan flujo de carga eléctrica, es decir, los campos eléctricos y magnéticos junto a las interacciones con la materia.

Las fuerzas electromagnéticas corresponden a la estructura de los átomos y del enlace de los mismos en moléculas y sólidos. Pueden influir en las condiciones atmosféricas de la tierra, inducen voltaje en el secundario de un transformador, generan movimiento en el rotor de un motor, además de poder producir grandes cantidades de luz y calor.

2.1.2. CAMPO MAGNÉTICO

Se define como el espacio donde colocada una partícula cargada experimenta una fuerza, llamada fuerza eléctrica.

El campo magnético viene descrito por tres elementos: intensidad, potencial, líneas de campo.

Una corriente eléctrica produce un campo magnético (Figura 2.1).

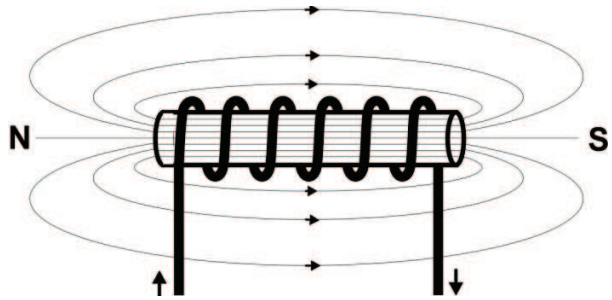


Figura 2. 1 Campo Magnético

2.1.2.1. Intensidad

Fuerza que realiza el campo por unidad de carga. Es medido en [N/C]. La intensidad de campo en un punto es tangente a la línea de campo que pasa por ese punto.

El principio de superposición en un punto consiste en la suma vectorial de intensidades generadas por las cargas en dicho punto.

2.1.2.2. Líneas de campo

Van desde las cargas positivas hacia las negativas. No pueden cortarse. La cantidad de líneas son proporcionales a las cargas. Son perpendiculares al vector de Intensidad en cada punto. Si el campo es uniforme, son líneas paralelas entre ellas.

2.1.2.3. Potencial eléctrico

Es el trabajo (U) que realiza el campo para llevar cada carga hacia cierto punto.

El potencial en un sistema de cargas es el resultado de la suma algebraica de los potenciales de las cargas independientes en dicho punto.

2.1.3. TENSIÓN ELÉCTRICA

Es la producida al interior de un generador, donde se transforma cierto tipo de energía; en el interior se reciben los electrones del polo positivo y se aplica una fuerza para mandarlos al negativo y romper la atracción existente entre cargas positivas, produciéndose una diferencia de cargas entre los polos, dicha fuerza es la fuerza electromotriz y a la diferencia de cargas entre los polos se denomina tensión o diferencia de potencial.

La unidad de medida es el Voltio (V) y las unidades más utilizadas son:

Kilovoltio (kV):	1kV= 1000V
Milivoltio (mV):	1mV= 0.001V

2.1.4. LEY DE OHM

Establece que la intensidad de la corriente eléctrica que circula por un elemento es directamente proporcional a la diferencia de potencial e inversamente proporcional a la resistencia.

La forma de representar esta ley es:

I = V/R, donde: I = Intensidad de corriente (I)

V = diferencia de potencial (V)

R = Resistencia (Ω)

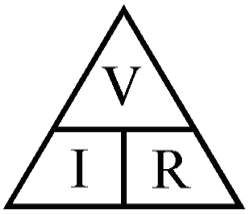


Figura 2. 2 Triángulo Ley de Ohm

2.1.5. RESISTENCIA ELÉCTRICA

Es la dificultad u oposición que presenta un cuerpo al paso de corriente eléctrica a través de este. Su valor es expresado en ohmios [Ω]. Es válida tanto para corriente continua como alterna. Según sea la resistencia en una sustancia, se las denomina como conductoras, aislantes y semiconductoras. Cuando la resistencia es nula, se habla de superconductividad.

2.1.6. INTENSIDAD DE CORRIENTE

Es la cantidad de electricidad o carga eléctrica que circulan por cantidad de tiempo. La unidad de medida es el amperio (A) y las unidades más utilizadas son:

Kiloamperio (kA): 1kA = 1000 A

Miliamperio (mA): 1mA = 0.001 A

Microamperio (μA): 1μA = 0.0000001 A

2.1.7. POTENCIA ELÉCTRICA

Es la rapidez con la que se consume la energía eléctrica. Se define como la cantidad de trabajo realizado en la unidad de tiempo o como la energía gastada para realizar “algo”.

El Vatio (W) es la unidad de la potencia, pero en la industria se define en miles de vatios (kW), caballos de fuerza (HP) o caballos de vapor (CV).

W = N_m/s = Joule/s.

1 HP = 746 W.

1 CV = 736 W.

2.2.INTRODUCCIÓN A LA ELECTRONEUMÁTICA

Los sistemas electroneumáticos tienen las siguientes características:

Pueden ser operados a largas distancias.

Funcionan de forma instantánea.

Existe un menor riesgo de contaminación de los fluidos.

Menores costos que la hidráulica y electricidad.

Altos costos de producción de aire comprimido, pero menores a la neumática sola.

Las fuerzas de trabajo son medianas, menores a las generadas por la hidráulica.

Alto nivel de ruido, se necesitan silenciadores.

2.2.1. SISTEMAS DE CONVERSIÓN ELECTROMAGNÉTICOS

Los convertidores electromagnéticos permiten utilizar tanto a la corriente eléctrica como al aire comprimido de la neumática. Dichos convertidores son las electroválvulas, las cuales reciben señales eléctricas, convirtiéndolas en señales neumáticas.

Las electroválvulas son válvulas neumáticas junto a una o dos unidades de conmutación eléctrica o cabezales electromagnéticos; los cabezales provocan el cambio de posición de trabajo en las válvulas.

Las electroválvulas o válvulas electromagnéticas se utilizan cuando la señal se origina en mandos eléctricos, finales de carrera eléctricos, presóstatos, sensores, temporizadores, etc.

Estas válvulas son seleccionadas especialmente para casos donde se requiera tiempos cortos de conexión y donde los mandos se encuentren a distancias largas.

Las electroválvulas se dividen en válvulas de mando directo e indirecto.

Las electroválvulas o válvulas electromagnéticas de mando directo se emplean para un diámetro luz pequeño debido a que para diámetros mayores los electroimanes resultan demasiado grandes.

Las válvulas de mando indirecto se usan para no emplear electroimanes grandes, reduciendo el tamaño de la electroválvula, las cuales están compuestas de dos válvulas, una de servopilotaje (pequeña) y otra principal de mando neumático.

Las electroválvulas controlan el flujo de aire mediante una señal de tipo eléctrico. Se clasifican según la cantidad de vías y de posiciones, de forma similar a las válvulas neumáticas.

2.2.2. TRATAMIENTO DE SEÑAL

Desarrolla y estudia técnicas de tratamiento, análisis y la clasificación de las señales. Se basa en la teoría de la información, de la estadística y la matemática aplicada.

La señal es una salida de información derivada de una fuente, de naturaleza mecánica, óptica, magnética, eléctrica, acústica, etc.

Mediante transductores la señal se transforma a eléctrica para ser procesadas. Las señales suelen ser ajustadas como funciones matemáticas.

La clasificación de señales se produce referente a las variables que dependen.

2.2.3. TIPOS DE SEÑALES

Señal analógica: Es la señal que constituye una magnitud de forma continua. Pueden provenir de captadores y/o transductores como, un micrófono para captar sonidos y convertirlos a señales eléctricas, un termómetro, etc.

Señal digital: Es la señal que toma valores para una cantidad discreta de puntos, y además sus valores son discretos. Por ejemplo ocurre al programar un ordenador, el contenido de un CD, o la información recibida de un semáforo, etc.

Una señal discreta tiene valores en una cantidad discreta de puntos. Dichos valores pueden tomar cualquier valor, no están cuantificados. Las señales provienen de conversores analógico-digitales, por lo que ocurre la discretización de señales continuas. Al cuantificarse una señal discreta mediante un cuantificador se convierte en digital.

Las señales se diferencian en la frecuencia de muestreo. Las analógicas se tratan por circuitos electrónicos pero pueden tender a hacerlas digitales y procesarlas por ordenadores con un procesador digital de señal que es un microprocesador creado para este proceso.

2.2.4. MANDOS

Para los controles de mandos se utiliza la norma DIN 19226. El mando o control dentro de un proceso se refiere a un sistema que tiene como efecto que las magnitudes de entrada incidan sobre las de salida de acuerdo a una lógica del sistema (Figura 2.3). El control se identifica por la secuencia de efectos producidos a

través del elemento de transmisión. El mando con frecuencia implica tanto al control como al equipo en el que ocurre el control.

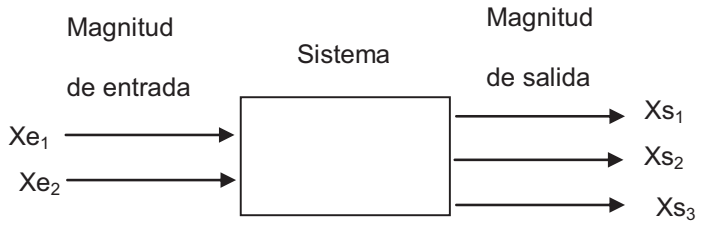


Figura 2. 3 Lógica del sistema

(Fuente: AGUINAGA, A.: Control Automático)

Según la norma DIN 19237 se tienen dos criterios de diferenciación de mandos y se clasifican así:

Diferenciación según la forma de representar la información
Diferenciación según el procesamiento de señales

2.2.4.1. Diferenciación según la forma de representar la información

Según este criterio existen tres tipos de mandos: analógico, digital, binario

2.2.4.1.1. Mando analógico

Mando con procesamiento de señales básicamente analógicas. Las señales son procesadas con elementos de funcionamiento continuo.

2.2.4.1.2. Mando digital

Mando que actúa sobre el procesamiento de señales y procesa informaciones numéricas. Las señales se procesan mediante unidades funcionales digitales como memorias y contadores; están representadas mediante código binario.

2.2.4.1.3. Mando binario

Procesamiento de señales binarias, las cuales no son componentes de informaciones representadas por números. Procesan señales de entrada binarias con unidades de enlace, tiempo y memoria, convirtiéndose en señales binarias de salida.

2.2.4.2. Diferenciación según el procesamiento de señales

Según el procesamiento de las señales, los mandos se clasifican de acuerdo a la norma DIN 19237 (ver figura 2.4)

Figura 2. 4 Clasificación de mandos según norma DIN 19237

(Fuente: Introducción a la electroneumática, Festo Didactic)

Existen los siguientes mandos: sincronizado, asíncrono, por enlaces lógicos y mando secuencial.

El mando secuencial existe de dos tipos: controlado por el tiempo y controlado por el proceso

2.2.4.2.1. Mando sincronizado

Mando donde el procesamiento de las señales se produce de modo sincronizado con una señal temporizada.

2.2.4.2.2. Mando asíncrono

Mando que no trabaja con señal temporizada y que varían las señales únicamente si cambia la de entrada.

2.2.4.2.3. Mando por enlaces lógicos

Es un mando que asigna a las señales de entrada, determinadas señales de salida en función de enlaces basados en el álgebra boolena.

2.2.4.2.4. Mando secuencial

Mando con pasos obligatorios; el avance de un paso hacia otro se da bajo ciertas condiciones; la secuencia puede ser programada. La secuencia de pasos de mando coincide con la secuencia de pasos del proceso que es objeto de control.

Mando secuencial controlado por el tiempo

Es un mando con condiciones que dependen del tiempo. Para seguir al siguiente paso se recurre a elementos como contadores de tiempo, temporizadores, rodillos de giro continuo y constantes.

Mando secuencial controlado por el proceso

La conmutación de un paso a otro se produce en función de las señales provenientes del equipo objeto de control (proceso). Funciona dentro de un circuito cerrado. El mando por recorridos es de tipo secuencial controlado por el proceso.

2.2.5. DESGLOSE DE UN MANDO DE CICLO ABIERTO

Está representado por entradas y salidas, como una caja negra y puede desglosarse detalladamente (Figura 2.5).

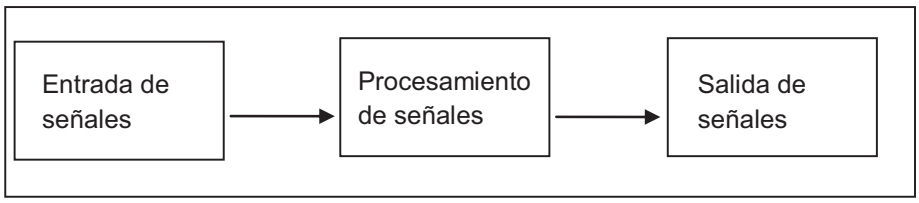


Figura 2. 5 Lógica del sistema

(Fuente: AGUINAGA, A.: Control Automático)

Este esquema se aplica a la electricidad, electrónica, neumática, hidráulica en la secuencia señalada.

Al emplearse diversas tecnologías, combinando entre las anteriores, se intercala un paso de conversión de señales (Figura 2.6).

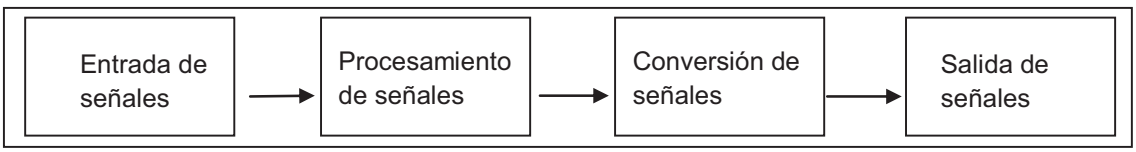


Figura 2. 6 Lógica del sistema

(Fuente: AGUINAGA, A.: Control Automático)

Este bloque convertidor de señales puede llamarse transformador o amplificador de señales. Tiene la función de convertir para el bloque *Salida de señales* las que vienen del bloque *Entrada de señales* o *Proceso de señales.*

2.2.6. CORRESPONDENCIA DE ELEMENTOS NEUMÁTICOS Y ELÉCTRICOS

Un sistema puede estar conformado de elementos de distinta funcionalidad pero que juntos pueden proporcionar un mejor resultado, como en el caso de la electroneumática (Tabla 2.1).

Tabla 2. 1 Correspondencia de elementos neumáticos y eléctricos

(Fuente: Electroneumática, Festo Didactic)

	Entrada de señales	Proceso de señales	Conversión de señales	Salida de señales
Electricidad-electricidad	Pulsadores, interruptores, interruptores de final de Carrera (NC o NA, conmutadores), emisores de señales sin contacto	Contactores electromagnéticos Relés		Motores eléctricos Motores de inducción lineal
Neumática-neumática	Pulsadores, interruptores, interruptores de final de carrera, válvulas de vías, emisores de señal sin contacto	Válvulas de vías, válvulas de cierre (válvulas mixtas, válvulas selectoras)	Amplificadores neumáticos	Cilindros Motores neumáticos
Electricidad-neumática	Pulsadores, interruptores, interruptores de final de carrera, emisores de señal sin contacto	Contactores electromagnéticos Relés	Electroválvulas	Cilindros Motores neumáticos
	Técnica de sensores	Técnica de procesadores	Técnica de actuadores	

2.3.ELEMENTOS ELÉCTRICOS Y ELECTRONEUMÁTICOS

2.3.1. ENTRADAS DE SEÑAL

Son elementos que tienen la función de ingresar las señales que provienen de ciertos puntos con diferentes tipos y tiempos de accionamientos. El mando por contacto ocurre cuando hay unión en los contactos eléctricos; un mando sin contacto o electrónico es cuando no ocurre la unión de contactos eléctricos.

Las distintas funciones de los contactos son:

- Contacto de cierre o contacto normalmente abierto (Figura 2.7): cierra el circuito

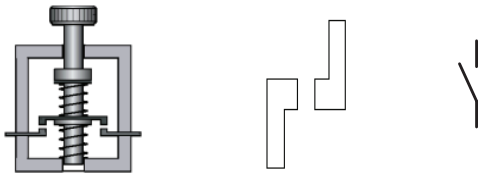


Figura 2. 7 Contacto normalmente abierto

(Fuente: Simulador FluidSIM)

- Contacto de apertura o normalmente cerrado (Figura 2.8): abre el circuito

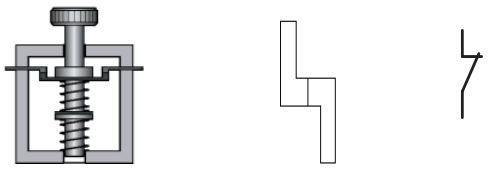


Figura 2. 8 Contacto normalmente cerrado

(Fuente: Simulador FluidSIM)

- Contacto de conmutación (Figura 2.9): selecciona el circuito, abriendo uno y cerrando otro

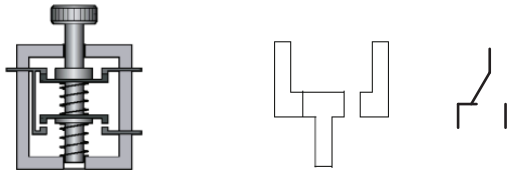


Figura 2. 9 Contacto de conmutación

(Fuente: Simulador FluidSIM)

Los contactores como el conmutador pueden ser activados de forma manual o mecánica, como a distancia eléctrica o neumática.

La señal puede ser transmitida por pulsador o por interruptor, la diferencia radica en que el pulsador trabaja durante el momento en que este se encuentra activado o presionando, retornando inmediatamente a su posición normal al dejarlo de hacer, mientras el interruptor posee un enclavamiento, donde es necesario tan solo activarlo una vez para encender y otra para apagar.

Los pulsadores e interruptores se presentan de tres tipos:

- Normalmente abierto

Figura 2. 10 Representación de pulsador normalmente abierto

(Fuente: Simulador FluidSIM)

- Normalmente cerrado

Figura 2. 11 Representación de pulsador normalmente cerrado

(Fuente: Simulador FluidSIM)

- Conmutador

Figura 2. 12 Representación de pulsador de conmutación

(Fuente: Simulador FluidSIM)

Para determinarse la activación o desactivación de estos elementos, es necesario que sean marcados con [I] encendido y con [O] de apagado.

2.3.2. FINALES DE CARRERA

Son elementos que son colocados tanto al inicio, intermedio o final de carrera de los cilindros neumáticos y activados mecánicamente o por otros medios, tomando en

cuenta la seguridad del contacto, exactitud en el punto de conmutación y solicitud mecánica.

Se los puede clasificar en dos tipos, según la introducción de los contactos:

Contacto lento: velocidad de apertura/cierre de contactos es idéntica a la de un pulsador.

Contacto rápido: cambio brusco de posición en el elemento, velocidad despreciable.

2.3.2.1. Final de carrera mecánico

El final de carrera es accionado con ayuda de una leva, rodillo o rodillo escamoteable.

2.3.2.2. Final de carrera sin contacto

Pueden ser de tipo magnéticos, inductivos, capacitivos y ópticos. La conexión puede ser de dos o tres hilos.

Los sensores de dos hilos se los conecta el color marrón a la línea de 24V y el segundo filamento al siguiente elemento del circuito.

Los sensores de tres hilos son: PNP y NPN

Figura 2. 13 Representación de sensores de tres hilos: a)inductivo, b)capacitivo, c)óptico, d)magnético

(Fuente: Simulador FluidSIM)

Los sensores conocidos como magnetosensibles de tipo Reed, donde los finales de carrera son activados magnéticamente.

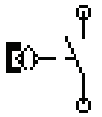


Figura 2. 14 Representación de contacto de tipo Reed

(Fuente: Simulador FluidSIM)

Requieren de poco espacio para su instalación y tienen la ventaja de ser utilizados en lugares con dificultades ambientales de polvo y humedad.

Los sensores no deben ser utilizados en lugares con grandes campos magnéticos, como en máquinas soldadoras, para garantizar el correcto funcionamiento.

Los sensores de contacto magnético tienen la facilidad y utilidad de trabajar en cilindros neumáticos, para determinar posiciones del vástago al inicio, intermedio o final de carrera.

2.3.3. SENSORES DE PROXIMIDAD

Sensores que detectan la existencia de algún elemento o material. Trabajan con una señal de 24V de corriente continua. Sirven como finales de carrera para los vástagos de los cilindros.

Los sensores de proximidad son de tres tipos: Inductivos, Capacitivos, Ópticos

2.3.3.1. Sensores Inductivos

Son sensores industriales de proximidad de mayor uso (Figura 2.15). Su funcionamiento es basado en el cambio de inductancia debido a la presencia únicamente de un objeto metálico. La bobina del sensor suele formar parte de un circuito oscilador L-C y el extremo de la bobina es constituida por la cara sensible. La distancia de detección de los objetos puede alcanzar los 60mm.

Figura 2. 15 Sensor Inductivo

(Fuente: Catálogo Festo 2007)

2.3.3.2. Sensores Capacitivos

La cara sensible es constituida por un condensador (Figura 2.16). El cambio de la constante eléctrica del medio es producida cuando un material es colocado cerca de la cara del sensor, modificando su capacidad. El condensador suele ser parte de un oscilador, que comienza a oscilar cuando la capacidad supere cierto valor.

La capacidad de detección es inferior a los 20mm. Detectan cualquier material. Son sensibles a condiciones ambientales del entorno.

La distancia de detección en los sensores inductivos como capacitivos depende del material del objeto, de la forma y dimensiones del objeto o superficie a detectar y de las dimensiones activas del sensor.

Figura 2. 16 Sensor de proximidad

(Fuente: Catálogo Festo 2007)

2.3.3.3. Sensores Ópticos

Los sensores ópticos o fotoeléctricos, están conformados por un emisor de luz o radiación infrarroja y de un receptor de dicha luz. El objeto es detectado por el sensor, cuando el haz de luz es interrumpido o disminuye su intensidad.

2.3.3.3.1. Montaje en barrera

Emisor y receptor son montados y detectan el objeto al ser interrumpido el haz de luz. No funcionan con objetos transparentes, deben ser bien alineados en su instalación. Sirven para determinar largos alcances o distancias.

Figura 2. 17 Detector de barrera

(Fuente: Catálogo Festo 2007)

2.3.3.3.2. Montaje Reflex

Tanto emisor y receptor son instalados en un solo elemento, y la detección del objeto ocurre el momento cuando cambia la luz reflejada recibida por el emisor. Este montaje sirve para alcances cortos y medios y es de instalación fácil y rápida.

Figura 2. 18 Detector réflex

(Fuente: Catálogo Festo 2007)

2.3.4. CONVERTIDORES DE SEÑAL

2.3.4.1. Presóstato

Es un convertidor de señal neumático-eléctrico (Figura 2.19). En la parte interna del elemento, existe un resorte, el cual cede el momento en el cual la fuerza de la presión supera a la fuerza del muelle, y en ese instante, la señal neumática se convierte en una eléctrica.

Es denominado presóstato, cuando la presión es mayor que la atmosférica y vacuostato cuando la presión es menor a la atmosférica.

Figura 2. 19 Presóstato electroneumático

(Fuente: Catálogo Festo 2007)

2.4.RELÉS

Son elementos que conectan y mandan señales eléctricas. Es un interruptor accionado electromagnéticamente para determinar potencias de ruptura. Son utilizados para funciones de mando o regulación en máquinas e instalaciones. El costo energético es bajo.

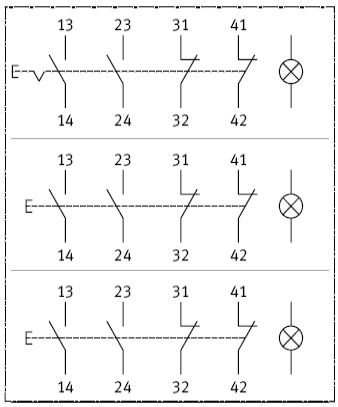


Figura 2. 20 Caja de contactores con pulsadores

(Fuente: Catálogo Festo 1996)

2.4.1. CARACTERÍSTICAS

Los relés cumplen con ciertos requerimientos:

Son de fácil mantenimiento

Alta frecuencia de conexiones

Útiles para distintos tipos y dimensiones de conexiones

Sirven para altas tensiones e intensidades de corriente

Conmutación rápida, respuesta inmediata.

Ventajas:

Fácil adaptación a distintas tensiones.

Independientes térmicamente en relación al entorno, son seguros de 40ºC a 80ºC.

Alta resistencia.

Permite conectar varios y distintos circuitos.

Existe una separación galvánica entre el circuito de mando y principal.

Desventajas:

Debido al arco voltaico y oxidación, se produce abrasión de los contactos de trabajo.

Se produce ruido en la conmutación.

Presencia de polvo en los contactos.

En relación a los transistores, amplio espacio ocupado.

La variedad de relés existentes es amplia pero el funcionamiento es similar.

Se aplica tensión a la bobina del relé (Figura 2.21) por sus terminales [A1] y [A2], circulando corriente por el devanado, generándose un campo magnético, que provoca la atracción hacia el núcleo, de la armadura que se encuentra unida a los contactos normalmente abiertos y cerrados, provocando la conmutación de estos.

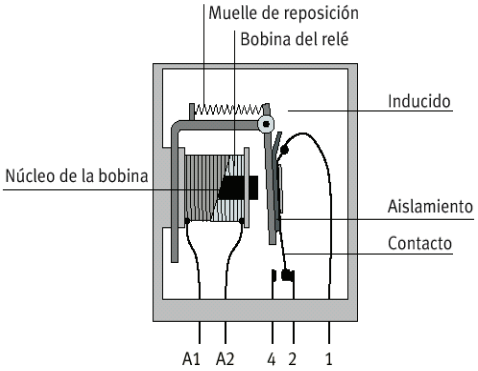


Figura 2. 21 Interior del Relé

(Fuente: Catálogo Festo 1996)

Esta posición permanece mientras exista tensión en la bobina. Al interrumpir dicha tensión, desaparece el campo magnético que atrae la armadura, provocando su retorno a la posición inicial y cambio de posición de los contactos antes conmutados.

2.4.2. NOMENCLATURA

2.4.2.1. Contactores normalmente abiertos o de cierre

Son utilizados símbolos para facilitar su representación

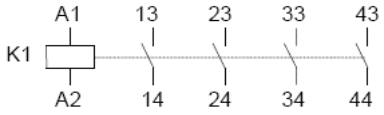


Figura 2. 22 Relé con juego de contactores normalmente abiertos

En la figura 2.22, K1 es la nomenclatura para el relé; A1 y A2 son sus conexiones. El relé representado, tiene cuatro contactos de cierre; en la numeración, el primer

dígito, continuo, indica el número de contacto (1, 2, 3, 4); el segundo dígito (3, 4) indica que son contactos de cierre, es decir, contactos normalmente abiertos.

Para el caso [34] se dice que es el tercer contacto (3) y que es un contacto de cierre (4); para el caso [43] se dice que es el cuarto contacto (4) y que es un contacto de cierre (3).

2.4.2.2. Contactores normalmente cerrados o de apertura

En la figura 2.23, el relé K1 representado, tiene cuatro contactos de apertura; en la numeración, el primer dígito, continuo, indica el número de contacto (1, 2, 3, 4); el segundo dígito (1, 2) indica que son contactos de apertura, es decir, contactos normalmente cerrados.

Para el caso [12] se dice que es el primer contacto (1) y que es un contacto de apertura (2); para el caso [21] se dice que es el segundo contacto (2) y que es un contacto de apertura (1).

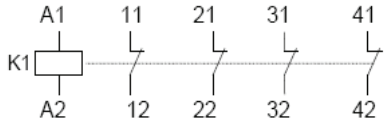


Figura 2. 23 Relé con juego de contactores normalmente cerrados

(Fuente: Catálogo Festo 1996)

2.4.2.3. Contactores conmutadores

Cuando hacen falta contactos, es posible utilizar relés con contactos de conmutación, es decir, se disponen de contactos de apertura como de cierre (Figura 2.24).

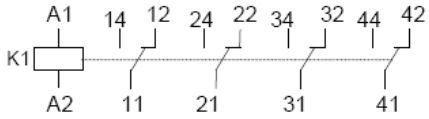


Figura 2. 24 Juego de contactores conmutadores

(Fuente: Catálogo Festo 1996)

2.4.3. RELÉS DE TIEMPO O TEMPORIZADORES

Estos relés tienen la función de conectar contactos, ajustando un tiempo de conmutación de apertura o de cierre. Existen dos tipos de temporizadores:

Temporizador con retardo a la excitación

Temporizador con retardo a la desexcitación.

2.4.3.1. Temporizador con retardo a la excitación

En el caso del relé con retardo a la excitación o conexión, al hacer pasar tensión, mediante el accionamiento de un pulsador, inicia una cuenta del tiempo ajustado y al terminar el conteo se da la conmutación de los contactos.

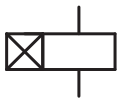


Figura 2. 25 Representación de relé temporizador con retardo a la excitación

(Fuente: Simulador FluidSIM)

2.4.3.2. Temporizador con retardo a la desexcitación

En el relé con retardo de desexcitación (Figura 2.26) al cierre del pulsador aparece una señal de salida; anulada la tensión, inicia la cuenta atrás del tiempo de retardo ajustado.

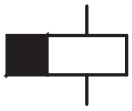


Figura 2. 26 Representación de relé temporizador con retardo a la desexcitación

(Fuente: Simulador FluidSIM)

2.5.VÁLVULAS ELECTRO NEUMÁTICAS

2.5.1. VÁLVULAS MONOESTABLES

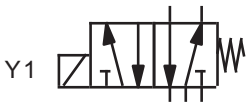


Figura 2. 27 Válvula monoestable

(Fuente: Simulador FluidSIM)

Son válvulas que poseen una bobina de activación y al extremo opuesto de la válvula un muelle recuperador. Para que la válvula cambie de posición es necesario aplicar un flujo de corriente permanente que mantenga energizada la bobina y se provoca el retorno a su posición normal cuando dicho flujo de energía es interrumpido.

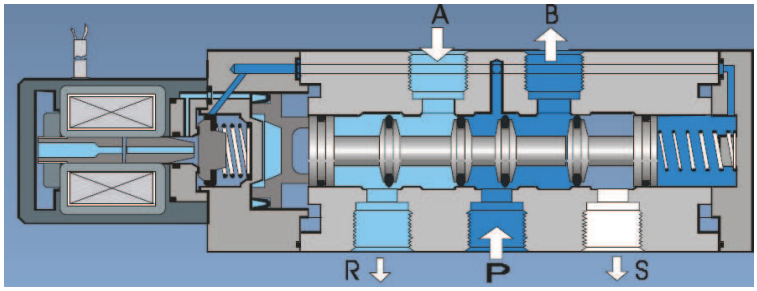


Figura 2. 28 Electroválvula 5/2 vías monoestable

2.5.2. VÁLVULAS BIESTABLES

Figura 2. 29 Válvula Biestable

(Fuente: Simulador FluidSIM)

Son válvulas que poseen dos bobinas de activación (Figura 2.29). Para que la válvula cambie de posición es necesario aplicar un pequeño pulso eléctrico a una de las bobinas. Para que retorne a su posición normal, es necesario dar un impulso a la otra bobina. Debido a la ausencia de muelle, la segunda bobina es la que provoca el retorno a la posición inicial de la válvula al recibir el impulso eléctrico correspondiente.

La función en los sistemas de válvulas biestables es la de memorizar la señal, es decir que no es necesario mantener la bobina permanentemente energizada.

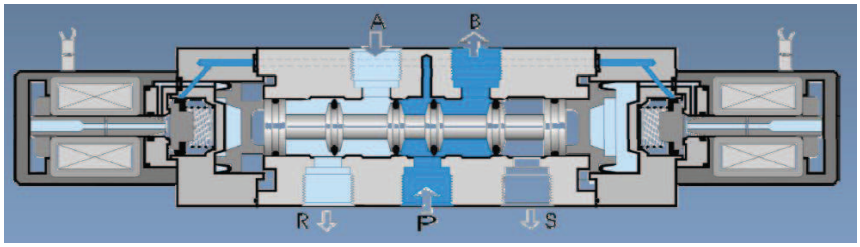


Figura 2. 30 Electroválvula 5/2 vías biestable

2.5.3. VÁLVULAS SERVOPILOTADAS

El accionamiento de estas válvulas es de un modo indirecto. Tienen como ventaja, sobre la válvula de control directo, la implementación de un servopilotaje al interior de la válvula (Figura 2.32), que se considera como un amplificador de fuerza para cambiar la válvula de posición.

La válvula cambia de posición mediante la actuación de un electroimán, abriendo la válvula interna, permitiéndose el paso de aire con la presión de trabajo necesaria para provocar la apertura de la válvula electroneumática.

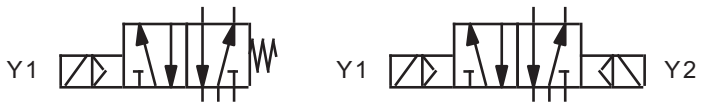


Figura 2. 31 Válvulas sevopilotadas monoestable y biestable

(Fuente: Simulador FluidSIM)

La válvula de servopilotaje está unida al ingreso de aire, por un canal, cuando se acciona el electroimán en la válvula electroneumática se abre la válvula de servopilotaje. El aire a presión circula y provoca la apertura de la válvula principal. El retorno de la válvula a su posición normal ocurre en el caso de una válvula

monoestable, por suspensión de la señal eléctrica y en la válvula biestable, por accionamiento del electroimán opuesto.

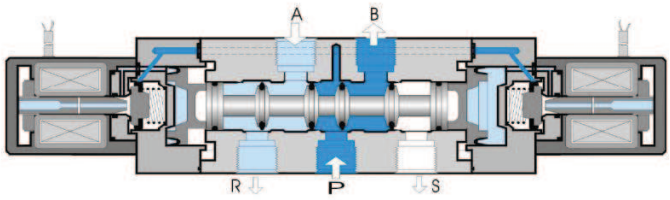
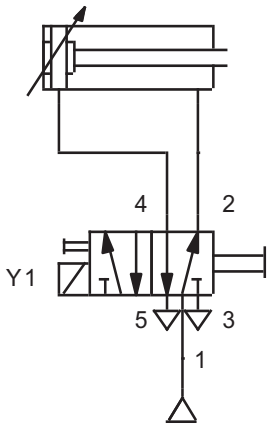


Figura 2. 32 Válvula sevopilotada biestable

2.6.CIRCUITO ELECTRONEUMÁTICO

El circuito consta de dos partes, el esquema neumático y el esquema eléctrico.

2.6.1. ESQUEMA NEUMÁTICO

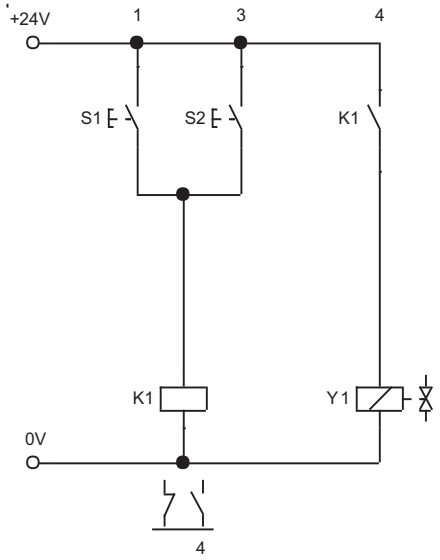


Y1: convertidor de señales

Salida de señales en la unidad de trabajo

Figura 2. 33 Esquema neumático

2.6.2. ESQUEMA ELÉCTRICO



Entradas de señales: S1 y S2

Procesamiento de señales: S1, S2 con K1

Salida de señales Y1

Figura 2. 34 Esquema eléctrico

2.7.AUTOMATIZACIÓN ELECRONEUMÁTICA

2.7.1. SECUENCIA

Es el orden de los movimientos de los cilindros, cada uno denominado por una letra mayúscula. Cada letra va acompañada por un signo (+) si se trata de la salida del vástago de un cilindro y un signo (-) si el vástago se encuentra en retroceso.

La secuencia se puede realizar horizontal como verticalmente, en el orden de trabajo de los cilindros, desde la puesta en marcha inicial.

2.7.2. DIAGRAMAS

Los diagramas utilizados son los siguientes: diagrama espacio – fase, espacio – tiempo, de señales

Estos diagramas ya son explicados en el capítulo referente a neumática.

2.8.MÉTODOS DE AUTOMATIZACIÓN ELECTRONEUMÁTICO

Se basa en el ordenamiento de las señales de información, obtenida por los finales de carrera o captadores ubicados en la carrera de los cilindros, de un modo secuencial.

Existen dos métodos: intuitivo y sistemático

2.8.1. MÉTODO INTUITIVO

Basado en la identificación de señales permanentes. Esto ocurre cuando se cruzan señales provenientes de distintas válvulas. Se procede a realizar una anulación de las señales, mediante un desenclavamiento instantáneo, levas, rodillos o temporizadores.

2.8.2. MÉTODO SISTEMÁTICO

Se basa en la alimentación controlada de señales a los captadores, para que estos las emitan solo en casos necesarios y no de forma permanente.

Este método se divide en grupos discriminadores con ciertos pasos:

Inicialmente se crea el orden secuencial de trabajo

Se divide en grupos donde no intervenga el mismo elemento dos veces.

Se busca el menor número de grupos posibles.

No pueden pertenecer al mismo grupo el movimiento final del ciclo y el inicial si se trata de un movimiento repetitivo.

2.8.2.1. Circuito de autorretención

También conocido como memorias, consiste en memorizar señales eléctricas de cada grupo discriminador, de modo que se eliminan las señales permanentes.

La autorretención consiste en crear una línea en paralelo a la línea principal, la cual se une a la principal en cierto punto, de modo que al energizarse dicha línea, la bobina energiza uno de sus contactores, dejando energizada la línea paralela, de modo que al dejar de pasar energía por la línea principal, el circuito continúa activado.

.

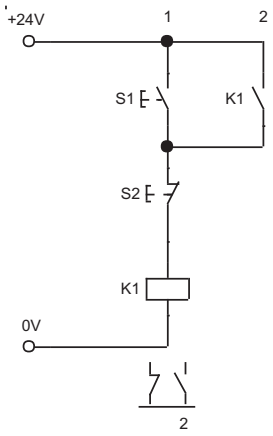


Figura 2. 35 Circuito de autorretención

En la figura 2.35, al ser presionado el pulsador S1 (sin autorretención), manda una señal hacia la bobina K1 de modo que el contactor K1 es activado y se produce un flujo permanente de electricidad a través de la bobina K1. Debe ser presionado S2 para detener el paso de corriente por el circuito.

Para el siguiente ejemplo (Figura 2.36), se aprecia el desarrollo por circuitos de autorretención.

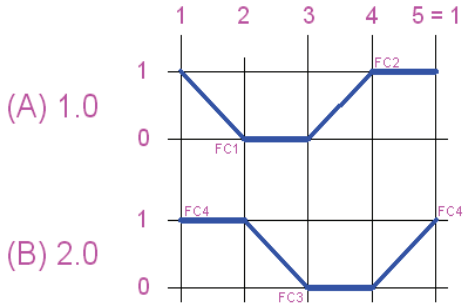


Figura 2. 36 Diagrama de fases

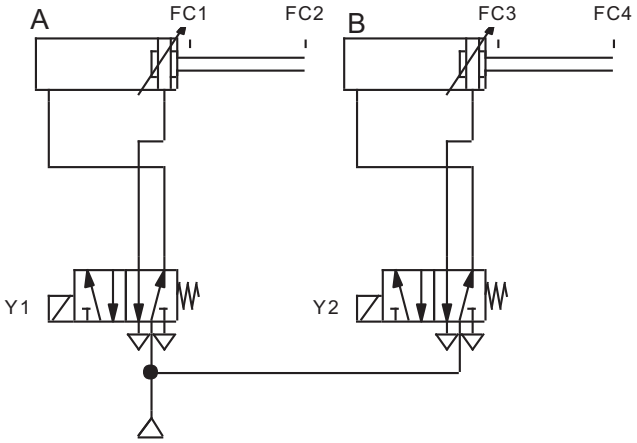
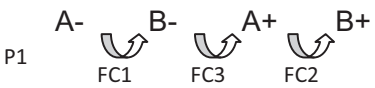


Figura 2. 37 Esquema neumático

La versión abreviada es la siguiente:



Se aprecian distintos grupos de trabajo (Figura 2.38), el primero que provoca el retorno del cilindro A, posteriormente el retorno de B, la salida del vástago A y la salida del vástago del cilindro B.

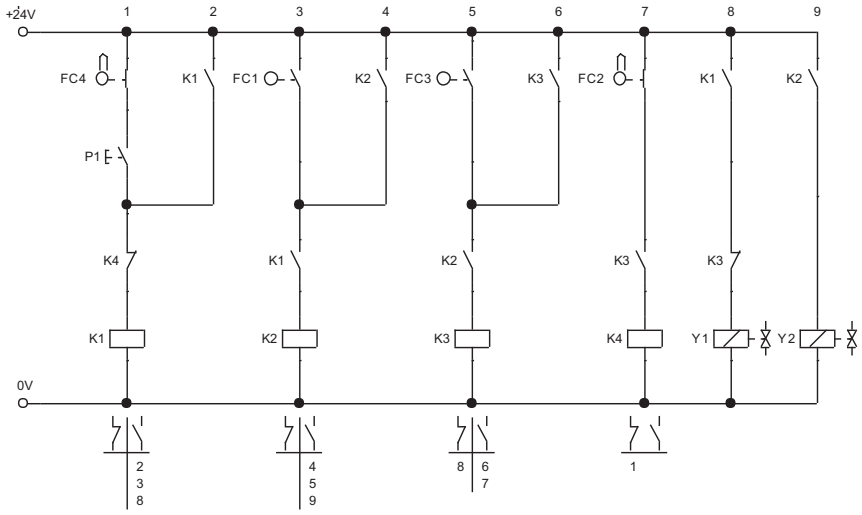


Figura 2. 38 Esquema eléctrico

Se puede también realizar circuitos de cierta forma que al activarse un relé, active un grupo y desactive otro grupo

2.8.2.2. Funciones

Se pueden presentar dos casos de funciones:

Funciones repetitivas

Cuando algunos elementos, realizan el mismo movimiento continuos por más de una vez. Es importante definir los elementos que controlan esta secuencia, se necesitan más grupos de trabajo en el esquema eléctrico.

Funciones simultáneas

Ocurre cuando dos o más elementos realizan un movimiento al mismo tiempo, es decir cuando una señal produce que trabajen más de un elemento.

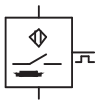
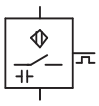
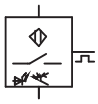
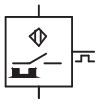
2.9. RESUMEN DE ELEMENTOS EMPLEADOS EN CIRCUITOS ELECTRONEUMÁTICOS

A continuación se enlistan los elementos electroneumáticos en la Tabla 2.2

Tabla 2. 2 Resumen de elementos en electroneumática

	Contacto normalmente cerrado
	Contacto normalmente abierto
	Conmutador
	Pulsador con contacto de cierre con accionamiento manual
	Interruptor manual con enclavamiento
	Relé de contactos

Tabla 2. 2 Resumen de elementos en electroneumática (continuación)

	Relé con deceleración de caída
	Relé con deceleración de arranque
	Selenoide con servopilotaje y accionamiento manual
	Sensor inductivo
	Sensor capacitivo
	Sensor óptico
	Sensor magnético
	Contacto tipo reed
	Contacto de rodillo

CAPÍTULO III

3. ESTUDIO DEL PANEL ELECTRO-NEUMÁTICO DIDÁCTICO

En este capítulo se plantean los parámetros funcionales, requerimientos operacionales, definición del sistema de sujeción a diseñarse y definición de ventajas y desventajas.

3.1.PARÁMETROS FUNCIONALES

3.1.1. AIRE COMPRIMIDO

La presión del aire comprimido requerido para el funcionamiento de los circuitos a diseñarse en el tablero, debe cumplir con esta condición:

Presión de 6 a 7 bares (87 a116 psi)

3.1.2. ENERGÍA ELÉCTRICA

La energía eléctrica necesaria para el control de los circuitos, debe poseer estas características:

Voltaje de: 24 V DC.

3.1.3. TABLERO ELECTRO-NEUMÁTICO

El tablero por ser didáctico debe cumplir con:

Estructura desmontable.

Peso bajo.

Una superficie de trabajo compatible con la didáctica de los circuitos.

3.1.4. COMPONENTES

Se utilizan los siguientes componentes:

3.1.4.1. Elementos Neumáticos

El tablero didáctico utiliza una amplia gama de elementos neumáticos proporcionados por la empresa Ecuainsetec. Estos elementos son descritos en la tabla 3.1.

Tabla 3. 1 Lista de elementos neumáticos a emplearse

ELEMENTOS NEUMÁTICOS				
No. DE ARTÍCULO	TIPO	DENOMINACIÓN	DETALLES	No. DE ELEMENTOS
526277	LFR-1/8-D-7-5M-MICRO	Unidad de filtro regulador	Con manómetro, placa roscada y purga de condensado manual	1
6817	SV-3-M5	Válvula para panel frontal de 3/2 vías	Normalmente cerrada, monoestable, accionamiento manual	2
10190	SVS-3-1/8	Válvula para panel frontal de 3/2 vías	Normalmente cerrada, Servopilotada, con muelle reposicionador.	1
10191	SVOS-3-1/8	Válvula para panel frontal de 3/2 vías	Normalmente abierta Servopilotada, con muelle reposicionador.	1
173168	VL-5/2-1/8-B	Válvula neumática de 5/2 vías	Accionada neumáticamente, con muelle reposicionador.	1
173171	J-5/2-1/8-B	Válvula neumática de 5/2 vías	Biestable, accionamiento neumático.	3
11914	SV-5-M5-B	Válvula para panel frontal de 5/2 vías	Accionada neumáticamente, con muelle reposicionador.	1
3629	R-3-M5	Válvula con rodillo de 3/2 vías	Normalmente cerrada, monoestable, accionada mecánicamente	3
3628	L-3-M5	Válvula con rodillo escamoteable de 3/2 vías	Normalmente cerrada, monoestable, accionada mecánicamente	2
534180	LR-M7-D-7-MICRO-B	Válvula reguladora de presión	Con botón giratorio	1
151216	GR-1/8-B	Válvula estranguladora y antirretorno	Función estranguladora	1
5755	VZ-3-PK-3	Válvula temporizadora	Cerrada en estado no accionado	1
9270	VD-3-PK-3	Válvula de secuencia	1,8 - 8 bar	1
2077	FR-8-1/8	Bloque distribuidor	8 Salidas	1

162836	MA-40-16-1/8-EN	Manómetro	0-16 bar	2
4616	SEU-1/8	Válvula de escape rápido	Con silenciador	1
6681	OS-1/8-B	Enlace O	Función O	1
6680	ZK-1/8-B	Enlace Y	Función Y	1
5103	ESNU-25-50-P-A	Cilindro de simple efecto	50mm de carrera	1
9669	DSN-25-100-PPV	Cilindro de doble efecto	100mm de carrera	2
4600	OH-22-BL	Indicador óptico neumático	Conexión neumática	2

3.1.4.2. Elementos Electro-neumáticos

El tablero didáctico utiliza dispositivos electro-neumáticos descritos en la tabla 3.2.

Tabla 3. 2 Lista de elementos electro-neumáticos a emplearse

ELEMENTOS ELECTRO-NEUMÁTICOS				
No. DE ARTÍCULO	TIPO	DENOMINACIÓN	DETALLES	No. DE ELEMENTOS
4448	MFH-5-PK-3	Electroválvula 5/2 vías	Monoestable, con accionamiento manual auxiliar, bobina y conector	2
4447	JMFH-5-PK-3	Electroválvula 5/2 vías	Biestable, con accionamiento manual auxiliar, bobinas y conector	2
30314	Sin código	Electroválvula de 3/2 vías	Monoestable, con accionamiento manual, bobina y conector	1
2050	ER-318	Detector de final de carrera eléctrico	Según la normativa UE de baja tensión	1
8625	PEN-M5	Presóstato	Convertidor de señales neumático, eléctrico	1
543862	SME-8M-DS-24V-K-2,5-OE	Sensores magnéticos	Con contacto Reed	2
Sin código	Sin código	Detector de proximidad inductivo	No se encuentra en catalogo actual	1

3.1.4.3. Elementos Eléctricos

El tablero didáctico utiliza dispositivos electro-neumáticos descritos en la tabla 3.3.

Tabla 3. 3 Lista de elementos eléctricos a emplearse

ELEMENTOS ELÉCTRICOS		
DENOMINACIÓN	DETALLES	No. DE ELEMENTOS
Fuente distribuidora	En Caja Festo didactic EduTrainer® ER housing	1
Pulsadores	En Caja Festo didactic EduTrainer® ER housing	2
Caja de relés y contactores	En Caja Festo didactic EduTrainer® ER housing	2
Temporizadores	En Caja Festo didactic EduTrainer® ER housing	1

3.1.4.4. Elementos Mecánicos

El tablero didáctico utiliza los elementos enlistados en la tabla 3.4.

Tabla 3. 4 Lista de elementos mecánicos

ELEMENTOS MECÁNICOS		
CODIGO	DENOMINACIÓN	No. DE ELEMENTOS
IPM-PN-08-40X40-AL	Perfil de aluminio	500cm
IPM-PN-08-40X400-AL	Plancha de perfil de aluminio	2
IPM-PN-08-32X32-AL	Perfil de aluminio	400cm
IPM-AN-08-40X40-PA	Tapa ciega	14
IPM-AN-08-40X45-PA	Tapon	10
IPM-55-40-M8X20-PA	Ángulos	8
SIN CODIGO	Placa lateral	2
SIN CODIGO	Pie de ajuste	4
SIN CODIGO	Ángulo soporte	4

3.2.REQUERIMIENTOS OPERACIONALES

3.2.1. APLICACIÓN

El tablero didáctico de construcción sencilla, está enfocado para una fácil ejecución de los circuitos modulares durante los cursos dictados a estudiantes.

3.2.2. FUNCIONAMIENTO

La función del tablero es la simulación de los circuitos automatizados empleados en la industria.

3.2.3. TIPO DE OPERACIÓN

Elaboración de circuitos manuales y por tecnología cableada.

3.3.DEFINICIÓN DE SISTEMA A DISEÑARSE

Es el lugar físico donde se ubican los componentes neumáticos, electros neumáticos y eléctricos para la simulación de circuitos automatizados, constituidos por la estructura y módulos de montaje.

3.3.1. TABLERO ELECTRO-NEUMÁTICO DE PERFIL DE ALUMINIO

El tablero es desmontable, se compone de: un sistema de soporte (apoyos), un panel eléctrico y de control y un panel neumático. La superficie de trabajo esta constituida por planchas de aluminio ranurado en forma de rieles, para colocar los módulos de los elementos mediante pernos.

VENTAJAS

De fácil construcción.

Buen aprovechamiento de la superficie de trabajo porque los módulos de los componentes son de tamaño reducido.

Los módulos son de fácil montaje y desmontaje, con movilidad vertical u horizontal en el tablero.

La transportación se facilita por ser desmontable.

El sistema eléctrico y neumático están constituidos por separado, no dando lugar a confusiones.

El peso de la estructura es liviano.

DESVENTAJAS

El precio de una estructura importada es considerablemente alto en comparación de tableros diseñados con perfileria producida en el país.

CAPÍTULO IV

4. DISEÑO DEL TABLERO ELECTRO-NEUMÁTICO

En el presente capítulo se estudia el diseño del tablero electro-neumático y sus diferentes partes:

Panel electro-neumático; Estudio y diseño de la superficie de trabajo, ensamblaje y montaje de perfilería para la construcción del panel electro-neumático, además del diseño de los módulos de soporte que sujetarán los elementos a la superficie de trabajo.

Panel eléctrico; Estudio y selección de los elementos eléctricos, diseño de la estructura del panel (riel, placa soporte, cuñas guías, etc.) para la construcción del panel eléctrico.

Sistema de sujeción; Cajones de Almacenamiento de elementos; Diseño de el sistema de almacenamiento organizado de los dispositivos neumáticos y electro neumáticos.

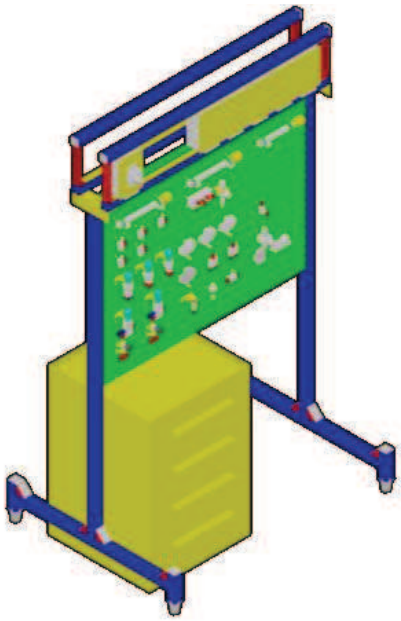


Figura 4. 1 Tablero Electro-Neumático didáctico

4.1. DESARROLLO DEL TABLERO ELECTRO-NEUMÁTICO DE PERFIL DE ALUMINIO

Para el desarrollo del tablero se establece como material base, perfiles de aluminio importados desde Alemania por la compañía Ecuainsetec, los cuales presentan las siguientes ventajas: peso reducido, facilidad para la construcción y ensamblaje, rigidez para proporcionar la suficiente resistencia mecánica y la disponibilidad de este material.

Se considera al tablero electro-neumático constituido de las siguientes secciones (Figura 4.2): panel neumático, panel eléctrico, sistema de soporte, cajones de almacenamiento de elementos neumáticos y electro neumáticos.

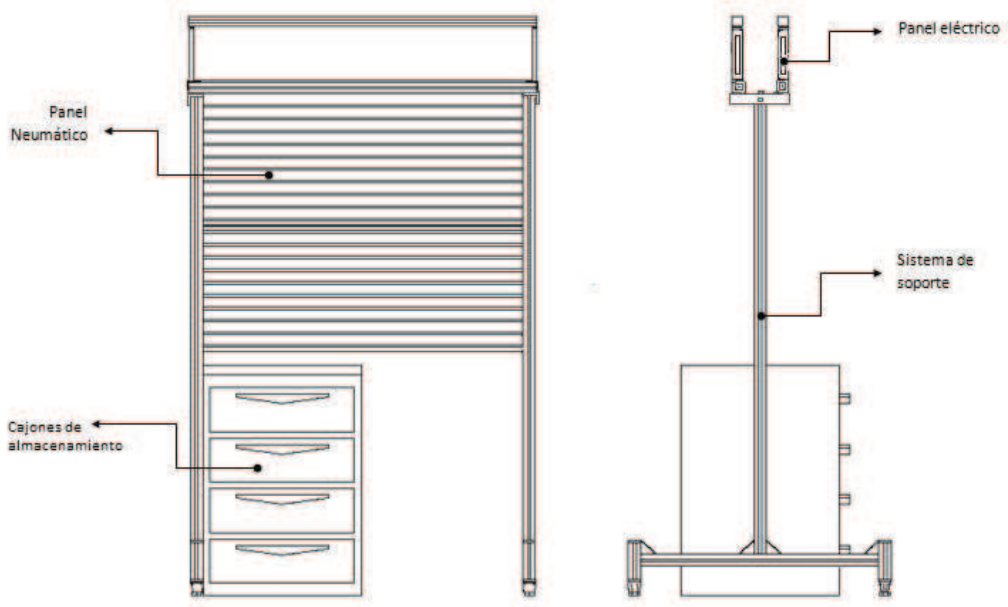


Figura 4. 2 Vista Frontal y lateral del tablero Electro-Neumático didáctico

4.1.1. PANEL ELECTRO-NEUMÁTICO.

Se establece dos secciones distintas en el panel electro neumático como se indica en la Figura 4.3:

Superficie de trabajo; es la superficie donde se montarán los elementos neumáticos y electro neumáticos para realizar la simulación de los circuitos.

Módulos; son dispositivos de soporte y sujeción de los elementos neumáticos y electro neumáticos con la superficie de trabajo.

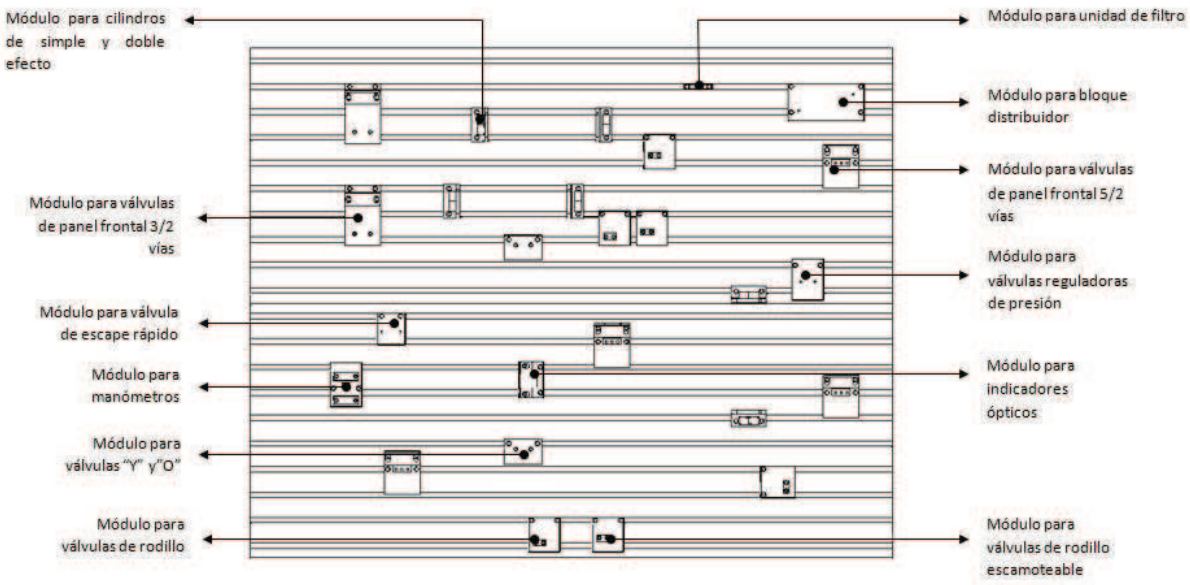


Figura 4. 3 Panel electro-neumático

4.1.1.1. Superficie de Trabajo

La superficie de trabajo está constituida por paneles de aluminio importados y adquiridos a través de Ecuainsetec. Los paneles están diseñados para la sujeción de elementos neumáticos y electro neumáticos en ambas caras de cada panel, mediante la fijación de los elementos en ranuras de los paneles mediante pernos y tuercas de fijación.

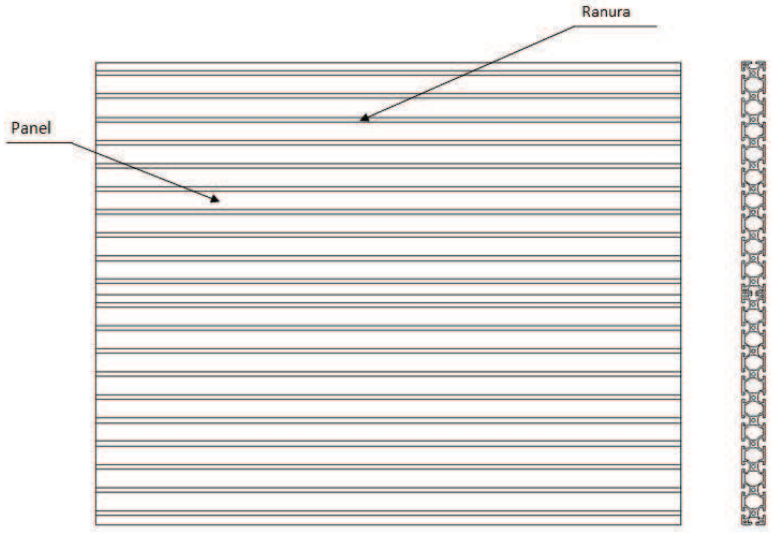


Figura 4. 4 Superficie de trabajo

El ensamblaje de dos paneles de aluminio crea dos superficies de trabajo; una delantera y otra posterior, cada una con una superficie de trabajo de 0.8m^2 donde se realizará la simulación de los circuitos.

4.1.1.2. Sistema de sujeción de los elementos

El sistema de Sujeción de los elementos al tablero electro neumático se lo lleva a cabo mediante el uso de placas base de aluminio de 10mm de espesor, además de escuadras, pies de fijación, alzas y diferentes pernos.

Las placas bases de los elementos se fijan al tablero electro-neumático mediante el uso de tornillos cilíndricos con hexágono interno M5 junto con tuercas de sujeción de geometría descrita en la Figura 4.5 y ordenadas bajo el código 538092, ajustados mediante el uso de una herramienta de cabeza hexagonal de 4mm. Los módulos pueden ser desmontados fácilmente de la superficie de trabajo mediante el uso de la herramienta.

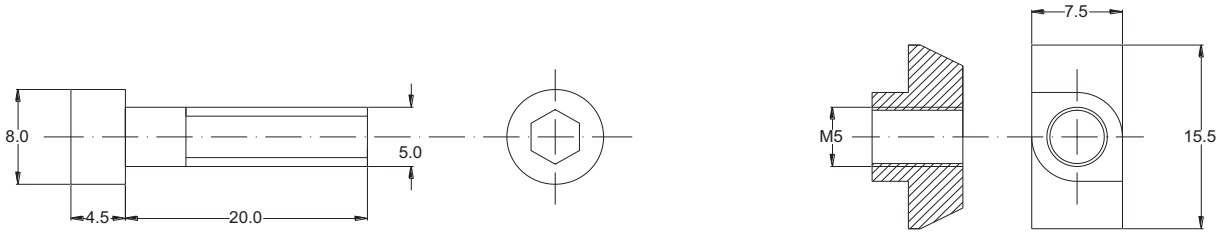


Figura 4. 5 Tornillo cilíndrico con hexágono interno y tuerca de sujeción 538092

4.1.1.2.1. Sistema de sujeción de los elementos neumáticos

Para el desarrollo del sistema de sujeción de los elementos se considera las dimensiones (medidas de acoplamiento) de los cilindros, válvulas neumáticas y electros neumáticos, válvulas lógicas, según el catálogo de Festo proporcionado en Ecuainsetec (anexo 2).

4.1.1.2.1.1. Módulo de sujeción para la unidad de filtro y regulador de aire LFR-1/8-D-7-5M-*MICRO*

El esquema de ensamblaje de la unidad de filtro en la Figura 4.6 muestra las partes principales de las cuales está formado el elemento.

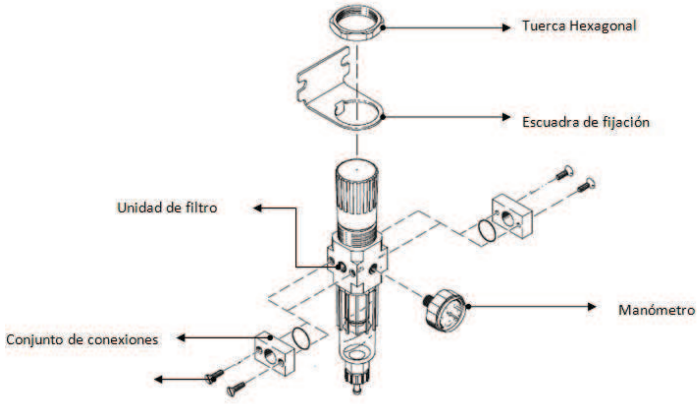


Figura 4. 6 Elementos de fijación y accesorios para unidad de filtro LFR-1/8-D-7-5M-MICRO

(Fuente: Catálogo Festo 2007)

Los detalles de la escuadra de fijación HRS-D-MICRO 526316 necesaria para el montaje de la unidad de filtro al tablero electro neumático se encuentra descrita en el capítulo 5 en la sección productos básicos.

4.1.1.2.1.2. Módulo de sujeción para los cilindros neumáticos de simple efecto ESNU-25-50-P-A – 19271 y doble efecto DSNU-25-100-PPV-A - 19248

El Módulo de sujeción y accesorios de los cilindros de simple y doble efecto están constituidos por los elementos mostrados en la Figura 4.7

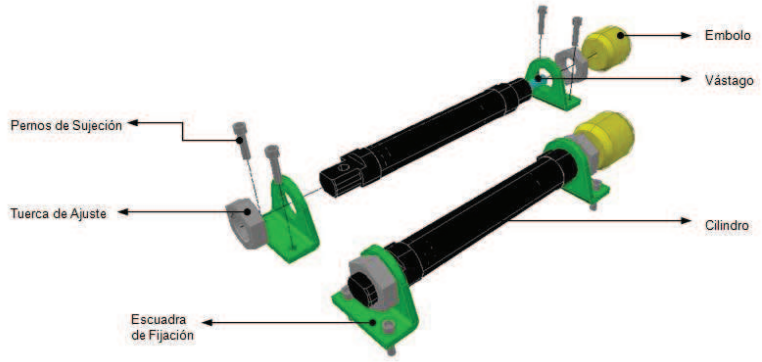


Figura 4. 7 Elementos de fijación y accesorios para cilindro de simple efecto

Los detalles de los pies de fijación y tuercas hexagonal HBN-20/25x2 necesaria para el montaje de los cilindros de simple y doble efecto al tablero electro neumático se encuentra descrita en el capítulo 5 en la sección productos básicos.

4.1.1.2.1.3. Módulo de sujeción para el bloque distribuidor FR-8-1/8 - 2077

El módulo del bloque distribuidor lo componen los siguientes elementos:

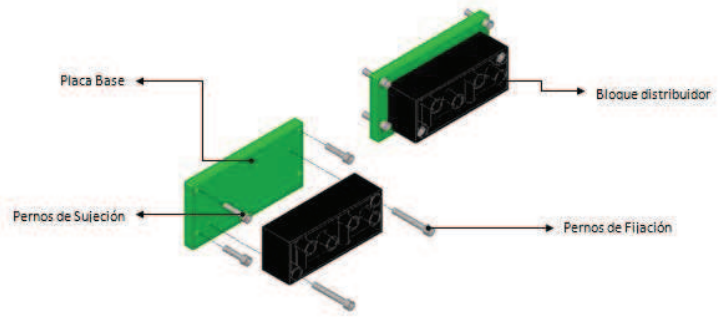


Figura 4. 8 Elementos de fijación y accesorios para bloque distribuidor FR-8-1/8 - 2077

a) Placa base; su desarrollo está basado en las dimensiones del Bloque distribuidor FR-8-1/8 – 2077. Para mayor información, consultar el anexo 1, en el Plano 006.

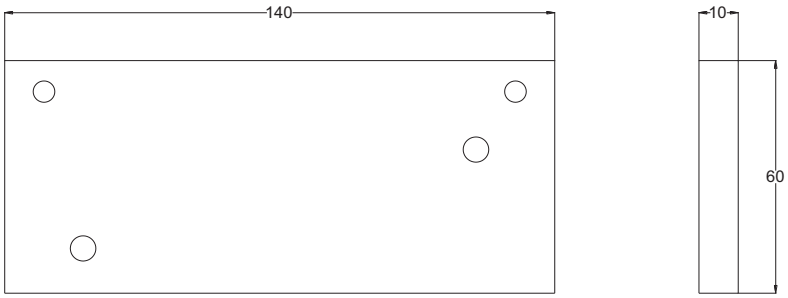


Figura 4. 9 Placa base para bloque distribuidor

4.1.1.2.1.4. Módulo de sujeción de las válvulas para panel frontal de 5/2 vías SV-5-M5-B – 11914 y 3/2 vías SV-3-M5 - 6817

El módulo de las válvulas 5/2 vías NC y válvulas 3/2 vías NC es la misma y está constituido de los siguientes elementos:

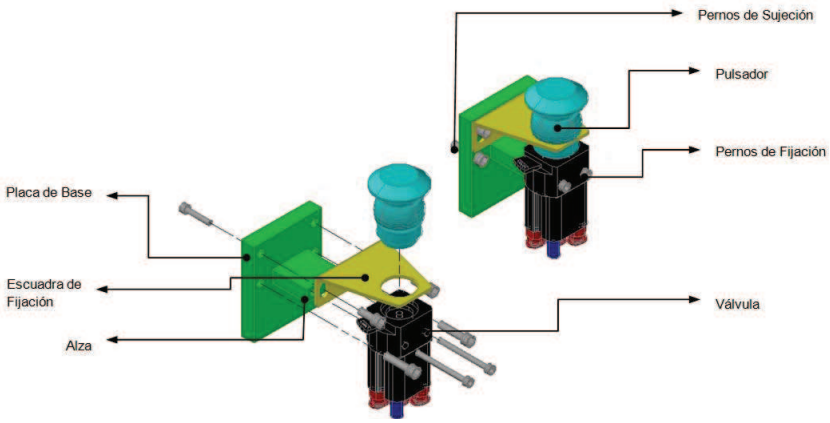


Figura 4. 10 Elementos de fijación y accesorios para válvulas para panel frontal de 5/2 vías SV-5-M5-B – 11914

La construcción de la placa base, alza y la escuadra de fijación para la sujeción de válvulas 3/2 vías, normalmente cerrada y válvulas 5/2 vías, normalmente cerrada es la siguiente:

a) Placa base: su construcción se fundamenta en las dimensiones (anexo 1, Plano 003) de las válvulas 3/2 vías NC y válvulas 5/2 vías NC, con similares dimensiones para su sujeción como se indica en la Figura 4.11

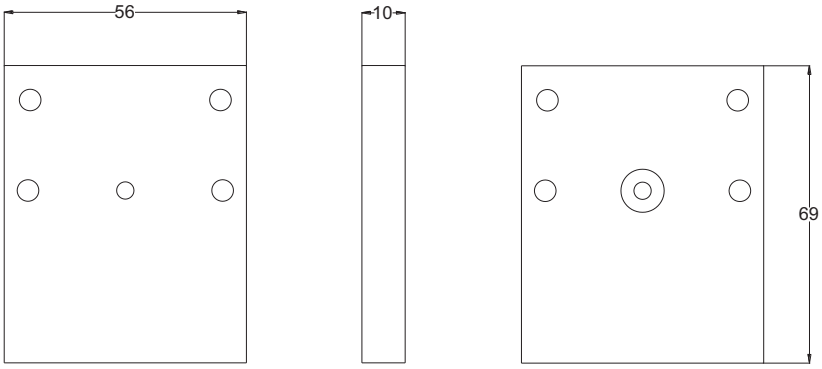


Figura 4. 11 Placa base para válvulas para panel frontal de 5/2 vías SV-5-M5-B – 11914 y 3/2 vías SV-3-M5 - 6817

b) Alza: su construcción se basa en las dimensiones de la placa base y de la escuadra de fijación.

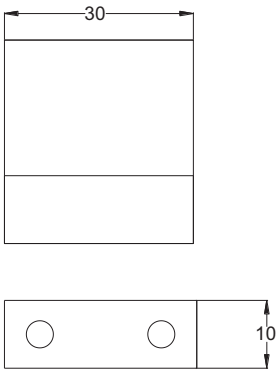


Figura 4. 12 Alza para válvulas para panel frontal de 5/2 vías SV-5-M5-B – 11914 y 3/2 vías SV-3-M5 – 6817

c) Escuadra de fijación: Los detalles de la escuadra de necesaria para el montaje de las válvulas para panel frontal de 5/2 vías SV-5-M5-B – 11914 y 3/2 vías SV-3-M5 – 6817 se encuentra descrita en el capítulo 5 en la sección de productos básicos.

4.1.1.2.1.5. Módulo de sujeción de válvulas para panel frontal de 3/2 vías normalmente abierta SVOS-3-1/8 – 10191 y 3/2 vías normalmente cerrada SVS-3-1/8 - 10190

En la Figura 4.13 se muestra los elementos de fijación y accesorios utilizados por las válvulas para panel frontal SVOS-3-1/8 – 10191 y SVS-3-1/8 – 10190, las cuales utilizan el mismo módulo de sujeción

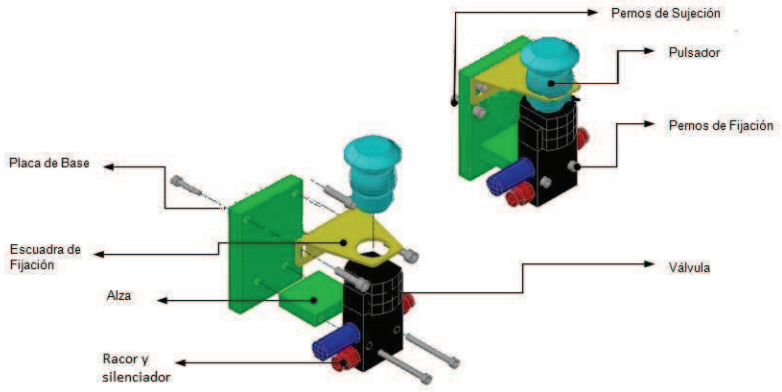


Figura 4. 13 Elementos de fijación y accesorios para válvula para panel frontal de 3/2 vías normalmente abierta SVOS-3-1/8 – 10191

La construcción de la placa base, alza y la escuadra de fijación para la sujeción de válvulas 3/2 vías NC y válvulas 5/2 vías NC es la siguiente:

a) Placa base: su construcción se fundamenta en las dimensiones (anexo 1, Plano 002) de las válvulas 3/2 vías NC y válvulas 5/2 vías NC, con similares dimensiones para su sujeción como se indica en la Figura 4.14

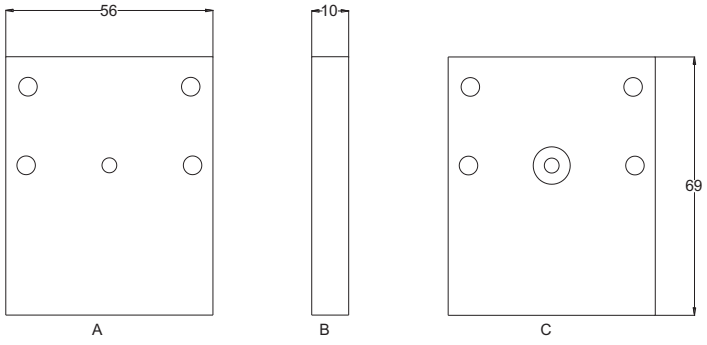


Figura 4. 14 Vista de la placa base A) frontal B) lateral C) posterior

b) Alza: su construcción se basa en las dimensiones de la placa base y de la escuadra de fijación.

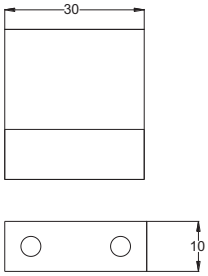


Figura 4. 15 Alza para válvulas 3/2 vías NC y válvulas 5/2 vías NC

c) Escuadra de Fijación; Se utiliza la misma escuadra de fijación usada para las válvulas para panel frontal de 5/2 vías SV-5-M5-B – 11914 y 3/2 vías SV-3-M5 – 6817 (Capitulo 5, figura 4.3).

4.1.1.2.1.6. Módulo de sujeción de manómetros MA-40-16-1/8-EN - 162836

El manómetro y su módulo de sujeción están constituido de los siguientes elementos:

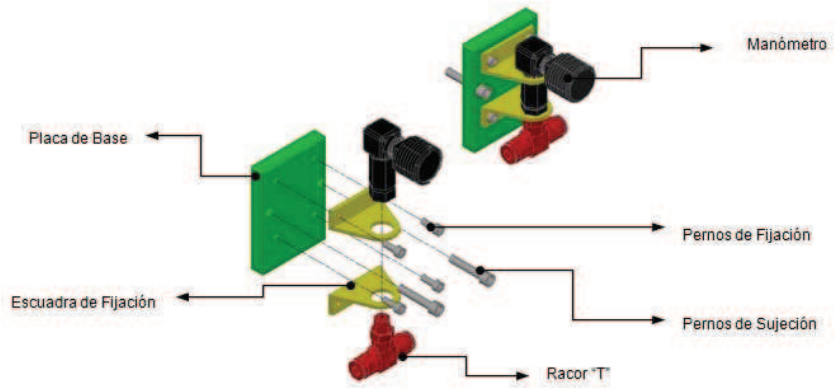


Figura 4. 16 Elementos de fijación y accesorios para manómetros MA-40-16-1/8-EN - 162836

El construcción de la placa base para el manómetro es la siguiente:

a) Placa base: su construcción se basa en las dimensiones del manómetro incluidas en el anexo 1, Plano 001.

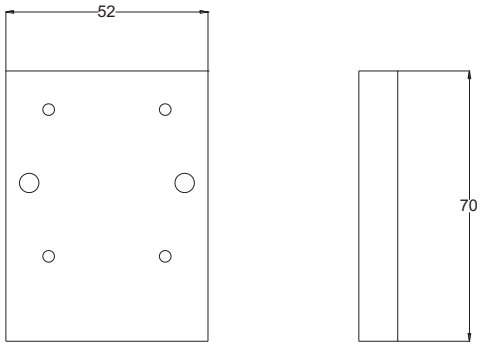


Figura 4. 17 Placa base para manómetros MA-40-16-1/8-EN - 162836

4.1.1.2.1.7. Módulo de Sujeción de válvula de estrangulamiento y antirretorno GR-1/8-B – 151215

La válvula de estrangulamiento y antirretorno junto con elementos de fijación y accesorios se encuentran a continuación en la Figura 4.18

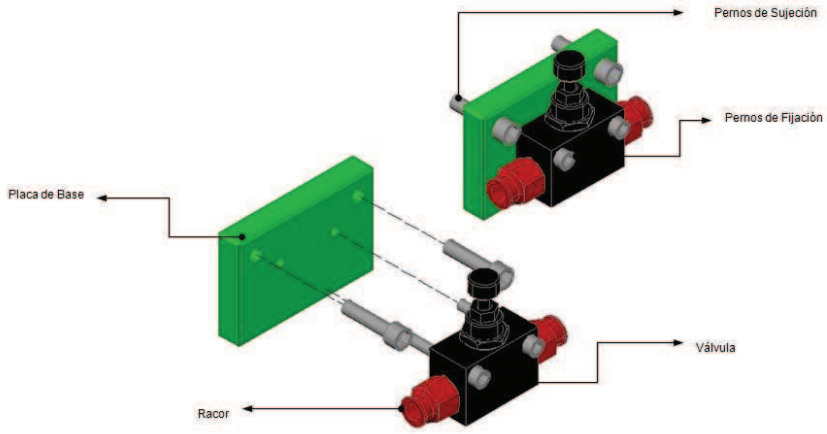


Figura 4. 18 Elementos de fijación y accesorios para válvulas de estrangulamiento y antirretorno GR-1/8-B – 151215

a) Placa base: su construcción se basa en las dimensiones de la válvula de estrangulamiento y antirretorno incluida en el anexo 1, Plano 010.

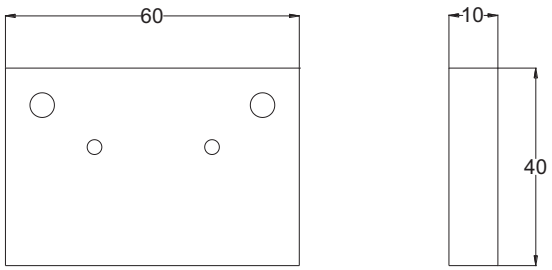


Figura 4. 19 Placa base para válvulas de estrangulamiento y antirretorno

4.1.1.2.1.8. Módulo de sujeción de válvulas con rodillo R-3-M5 - 3629

La sujeción de la válvula al tablero se realiza mediante una placa base, sobre la cual se encuentra asentado el elemento, ajustado con pernos de fijación sobre un alza de aluminio detallado en la Figura 4.20 Los planos detallados de estas alzas se encuentran en el Anexo 1, Plano 004.

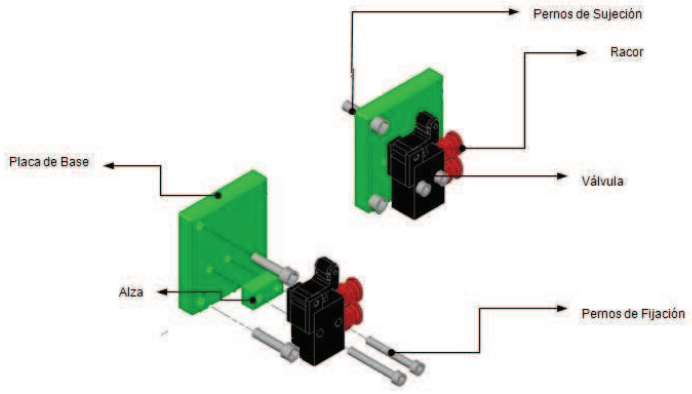


Figura 4. 20 Elementos de fijación y accesorios para válvulas con rodillo R-3-M5 - 3629

a) Placa base; su construcción se basa en las dimensiones de la válvula con rodillo (anexo 1, plano 004)

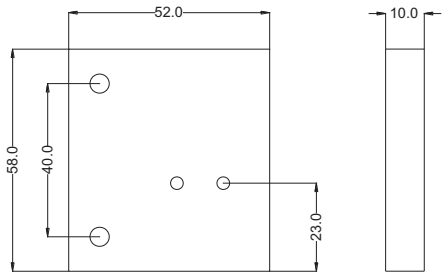


Figura 4. 21 Placa base para válvulas con rodillo

b) Alza; su construcción responde a las dimensiones de trabajo y activación de la válvula.

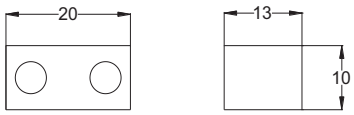


Figura 4. 22 Alza para válvulas con rodillo

4.1.1.2.1.9. Módulo de sujeción de válvulas con rodillo escamoteable L-3-M5 - 3628

La sujeción de la válvula con rodillo escamoteable al tablero se realiza mediante una placa base, sobre la cual se encuentra asentado el elemento, ajustado con pernos de fijación sobre un alza de aluminio (Figura 4.23).

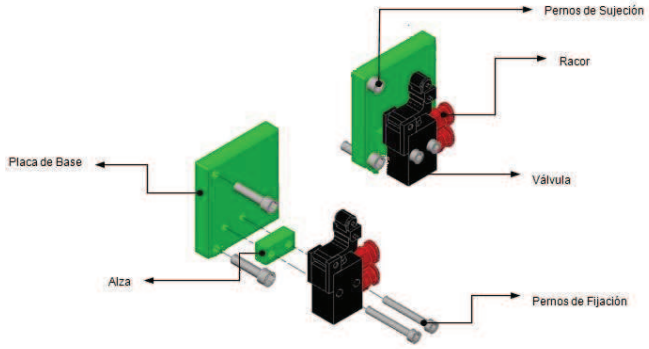


Figura 4. 23 Elementos de fijación y accesorios para válvula con rodillo escamoteable L-3-M5 - 3628

a) Placa base; su construcción se basa en las dimensiones de la válvula con rodillo, para mayor información, consultar anexo 1, plano 005.

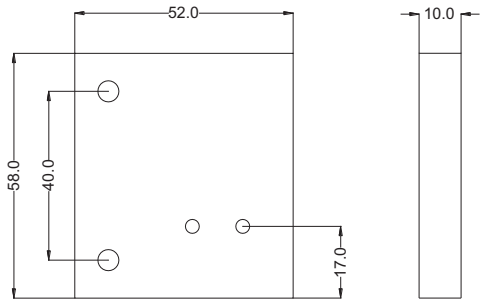


Figura 4. 24 Placa base para válvulas con rodillo escamoteable

b) Alza; su construcción es el mismo que el alza de fijación para la válvula con rodillo R-3-M5 – 3629 (Figura 4.22)

4.1.1.2.1.10. Módulo de sujeción de Válvulas de Enlace "Y" ZK-1/8-B – 6680 y Enlace "O" OS-1/8-B – 6681

En la Figura 4.25 se muestra los elementos de fijación y accesorios utilizados por las válvulas de enlace "Y" y "O".

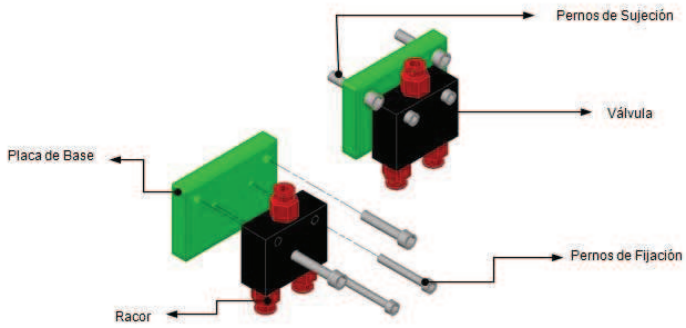


Figura 4. 25 Elementos de fijación y accesorios para Válvulas de Enlace "Y" ZK-1/8-B – 6680 y Enlace "O" OS-1/8-B – 6681

a) Placa base; su construcción se basa en las dimensiones para la fijación de las válvulas de enlace "Y" ZK-1/8-B – 6680 y Enlace "O" OS-1/8-B – 6681, especificadas en el anexo 1, plano 009.

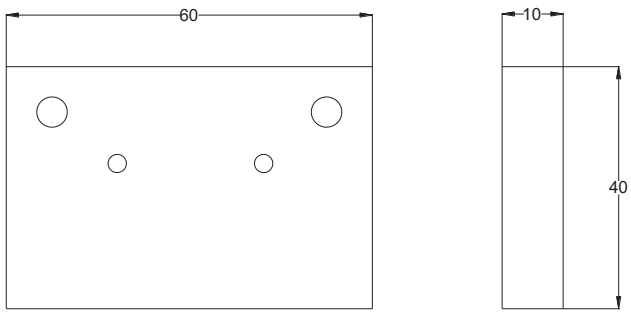


Figura 4. 26 Placa base para válvulas de enlace "Y" ZK-1/8-B – 6680 y Enlace "O" OS-1/8-B – 6681

4.1.1.2.1.11. Módulo de sujeción de válvulas de reguladoras de presión LR-M7-D-7-MICRO-B

En la Figura 4.27 se muestra los elementos de fijación y accesorios utilizados por las válvulas reguladoras de presión.

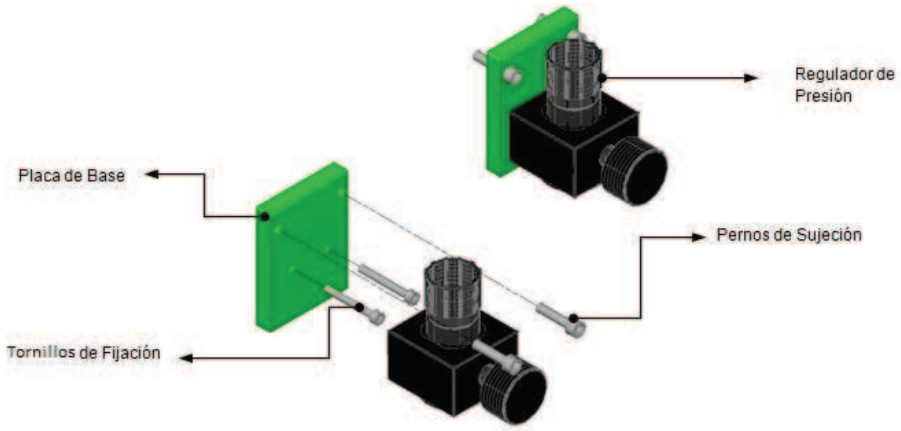


Figura 4. 27 Elementos de fijación y accesorios para válvula reguladora de presión.

a) Placa base; su construcción se establece en función de la geometría de la válvula reguladora de presión, realizando el acoplamiento a la base con tornillos, para mayor información, consultar el anexo 1, plano 008.

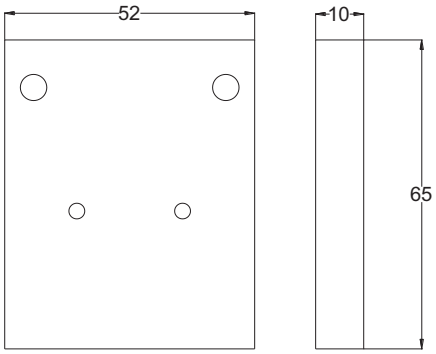


Figura 4. 28 Placa base para válvula reguladora de presión

4.1.1.2.1.12. Módulo de fijación de los indicadores ópticos neumáticos OH-22-BL

Los elementos de sujeción necesarios junto con los accesorios se muestran en la Figura 4.29

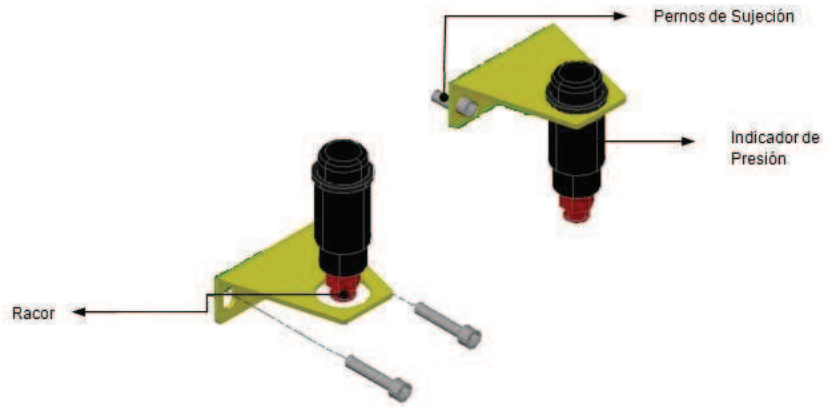


Figura 4. 29 elementos de fijación y accesorios para indicador óptico neumático

c) Escuadra de fijación; se utiliza la misma escuadra de fijación PAL-1/8-3 que se uso para las válvulas de panel frontal de 5/2 vías SV-5-M5-B – 11914 y 3/2 vías SV-3-M5 – 6817, este elemento se encuentra detallado en el capítulo 5, sección productos básicos (figura 5.3)

4.1.1.2.1.13. Módulo de sujeción de las válvulas de escape rápido SEU-1/8

Los elementos de sujeción necesarios junto con los accesorios se muestran en la Figura 4.30.

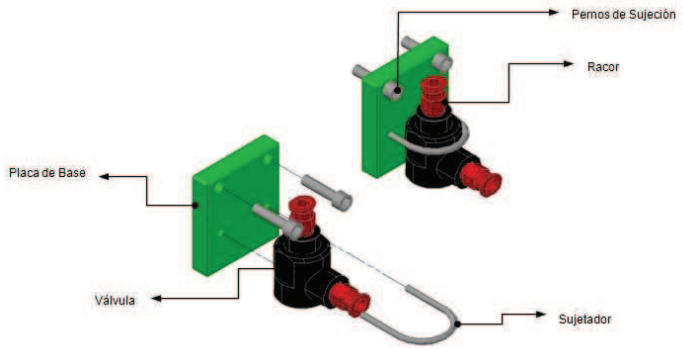


Figura 4. 30 Vista Elementos de fijación y accesorios para válvula de escape rápido

a) Placa base; su construcción se establece en función de la geometría de la válvula, teniendo en cuenta el uso de un sujetador en forma de “U”, el cual sostiene el elemento sobre la placa base. Para mayor información, consultar el capítulo Anexo 1, plano 007.

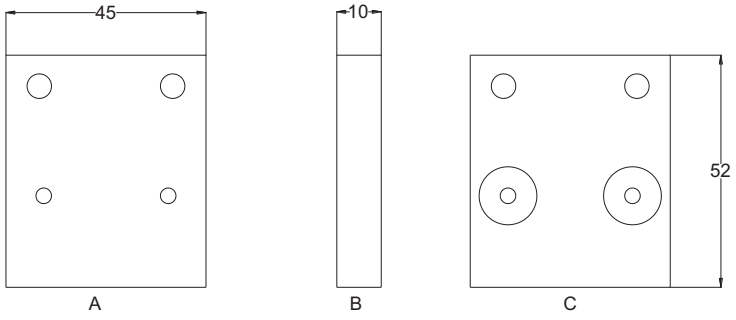


Figura 4. 31 Vista de la placa base para válvula de escape rápido A) frontal B) lateral C) posterior

b) Sujetador en forma de U; Las características del sujetador están descritas en el capítulo 5, en la sección de productos básicos (figura 5.5).

Las dimensiones y geometría detallada de cada módulo se muestran en los planos de taller que constan en el anexo 1.

4.1.1.2.2. Sujeción de elementos electro neumáticos

Para los módulos electro neumáticos no es esencial la fabricación piezas adicionales que fijen de módulos sobre el tablero electro neumático, sin embargo es necesario la instalación de accesorios y tuercas cilíndricas de hexágono interno para la correcta fijación de los dispositivos sobre el tablero. Los detalles sobre los accesorios y tuercas de fijación necesarios para cada elementos se detallan en el capítulo 5.

4.1.1.2.3. Sujeción de elementos eléctricos

Para los módulos eléctricos no es esencial la fabricación piezas adicionales que fijen de módulos sobre el tablero eléctrico, sin embargo es necesario la instalación de accesorios para la correcta fijación de los dispositivos sobre el tablero eléctrico y de control. Los detalles sobre los accesorios y tuercas de fijación necesarios para cada elementos se detallan en el capítulo 4.

4.1.2. PANEL ELÉCTRICO.

La estructura del panel eléctrico y de control está diseñado específicamente para sostener las cajas multiuso que contienen todo el sistema de control eléctrico, electroválvulas y la válvula temporizadora junto con la válvula de secuencia.

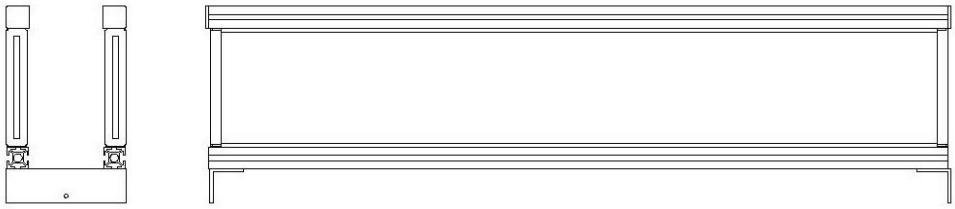


Figura 4. 32 Panel eléctrico

4.1.2.1. Estructura del panel eléctrico

La estructura del panel se acopla al tablero electro neumático y es la estructura donde se sostiene las cajas multiuso que contienen todo el sistema de control eléctrico, electroválvulas MFH-5-PK-3 - 4448 y la Válvula temporizadora VZ-3-PK-3 – 5755 junto con la válvula de conexión de presión VD-3-PK-3 – 9270. El panel eléctrico está compuesto por las siguientes partes como se establece en la Figura 4.33.

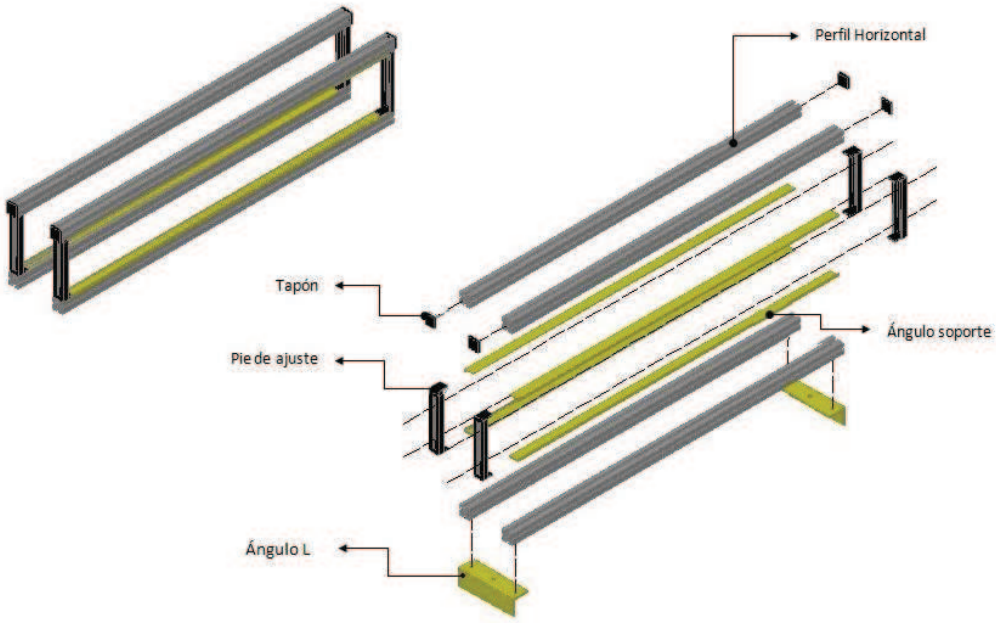


Figura 4. 33 Partes del panel eléctrico

4.1.2.1.1. Perfil horizontal IPM-PN-08-32X32-AL

Son cuatro perfiles importados desde Alemania, con la misma medida de longitud que el panel de aluminio importado de la superficie de trabajo para que el panel eléctrico y de control tenga el mismo ancho que el panel electro neumático.

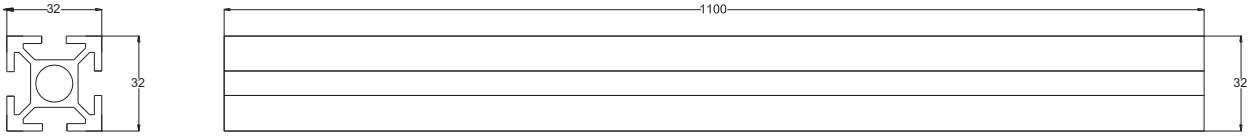


Figura 4. 34 Perfil de aluminio para panel eléctrico

4.1.2.1.2. Base electroneumática.

Para la construcción de la base se elige el perfil de aletas iguales (figura 4.35) debido a su conveniente forma, facilitando el ensamble de los perfiles horizontales mediante pernos M5X10 y tuercas de sujeción.

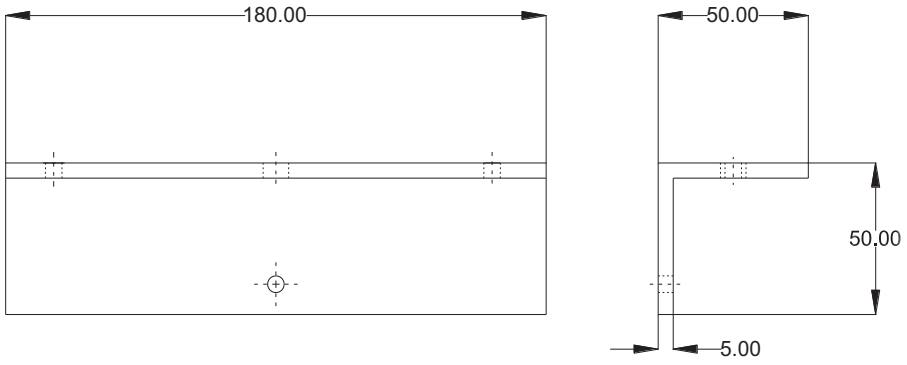


Figura 4. 35 Placa lateral para panel eléctrico

4.1.2.1.3. Pie de ajuste

Consiste en cuatro piezas, su dimensionamiento se realiza a partir de las medidas de las cajas multiuso que contienen el sistema eléctrico y de control.

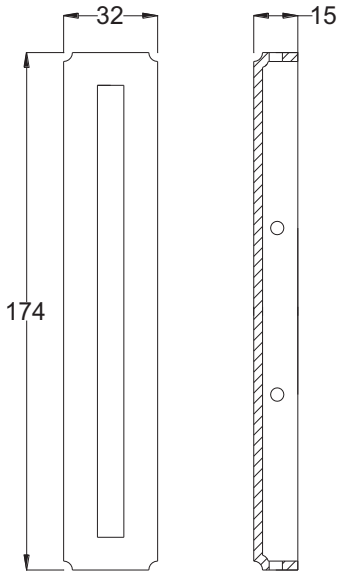


Figura 4. 36 Pie de ajuste para panel eléctrico

4.1.2.1.4. Ángulo soporte

Consiste en cuatro piezas, que tienen como principal función la sujeción de las cajas multiusos perfiles horizontales en el panel eléctrico y de control

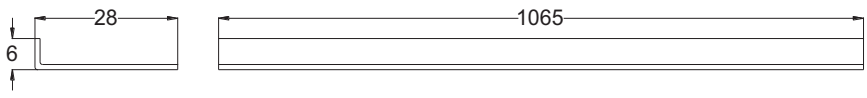


Figura 4. 37 Ángulo soporte para panel eléctrico

4.1.2.1.5. Tapa ciega

Se utilizan cuatro tapones los cuales resguardan la sección descubierta de los perfiles de aluminio IPM-PN-08-32X32-AL

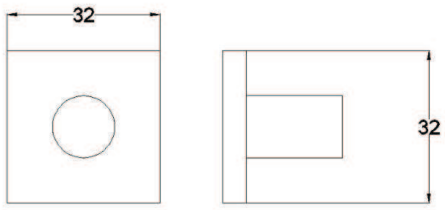


Figura 4. 38 Tapa ciega para panel eléctrico

4.1.3. SISTEMA DE SOPORTE.

Todo el sistema de soporte está diseñado con la utilización de un perfil de aluminio horizontal importado por Ecuainsetec bajo el código IPM-PN-08-40X40-AL, con sección de geometría descrita en la Figura 4.39, unidas entre sí mediante ángulos de fijación específicamente diseñados para la unión de este tipo de perfileria, además pernos y tuercas deslizantes.

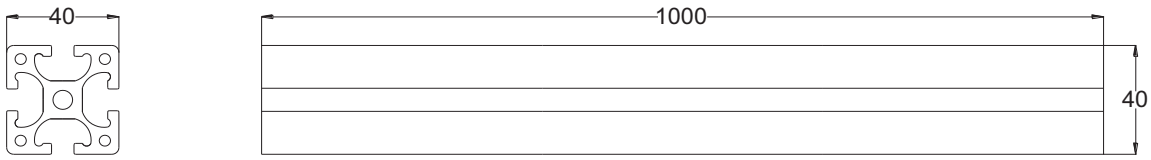


Figura 4. 39 Perfil horizontal de aluminio

Los perfiles de aluminio se han diseñado especialmente para su uso en conjunto con tuercas deslizantes importadas por Ecuainsetec bajo el código NST-8-M6 – 150915 y tuercas de sujeción. Las tuercas deslizantes se utilizan para la fijación de actuadores con ranura perfilada o para montar cargas a accionamientos o correderas. Las

tuerzas deslizantes se colocan en las ranuras de montaje de el perfil. Su función es fijar ángulos y perfiles mediante el uso de tuercas M6 de rosca gruesa. Sus características se detallan en la Figura 4.40.

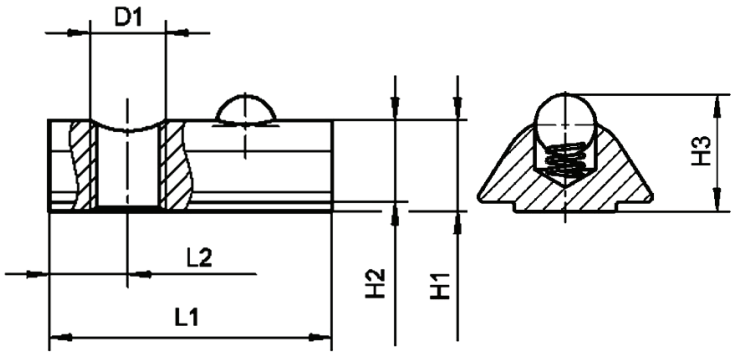


Figura 4. 40 Tuerca deslizante

Tabla 3. 5 Características de tuercas deslizantes

No. De Referencia	Tipo	L1 [mm]	L2 [mm]	H1 [mm]	H2 [mm]	H3 [mm]	D1 [mm]
150915	NST-8-M6	22.5	6.24	7.2	6.5	9	M6

El sistema de soporte (2 apoyos) es sobre el cual se ensambla el tablero electro neumático, proporcionando la fijación en el piso así como una correcta estabilidad, consta de las siguientes partes como se indica en la Figura 4.41.

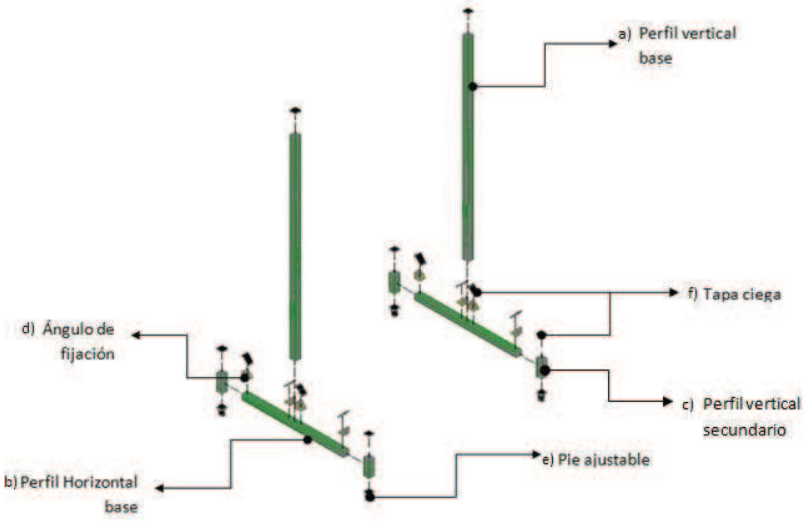


Figura 4. 41 Partes del sistema de soporte

a) Perfil vertical base: se diseñan dos perfiles verticales-base, su dimensionamiento (Figura 4.42) se basa en la altura del tablero electro neumático.

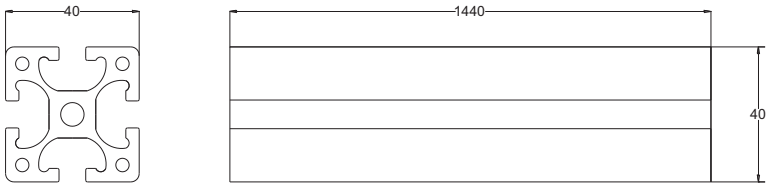


Figura 4. 42 Perfil vertical base

b) Perfil horizontal base: se diseñan dos perfiles horizontales base, su dimensionamiento (Figura 4.43) se basa en la estabilidad del tablero electro neumático.

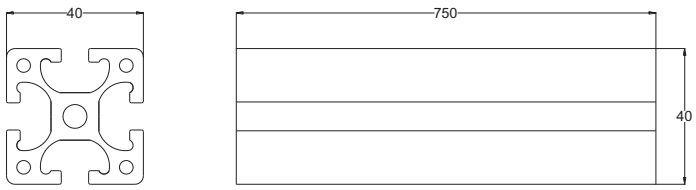


Figura 4. 43 Perfil horizontal base

c) Perfil vertical secundario: se cortan cuatro perfiles verticales secundarios, su dimensionamiento (Figura 4.44) se basa en la altura del tablero electro neumático.

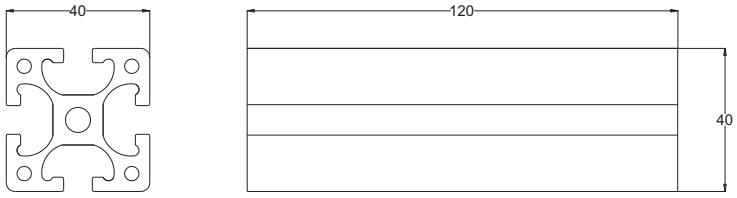


Figura 4. 44 Perfil vertical secundario

d) Ángulo de fijación: su función es acoplar el panel electro neumático entre sí mediante el uso de pernos de sujeción y tuercas deslizantes importadas por Ecuainsetec bajo el código NST-8-M6 - 150915.

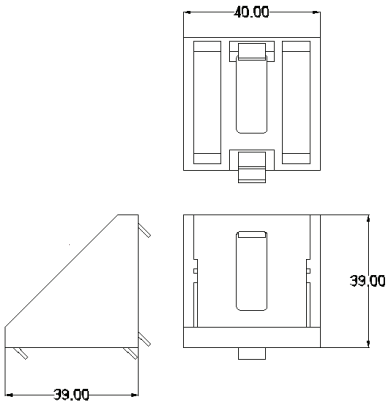


Figura 4. 45 Ángulo de fijación para sistema de soporte

e) Pies ajustables: se instalan cuatro pies ubicados en la base de los perfiles verticales secundarios, los pies facilitan la nivelación de horizontal del tablero electro neumático.

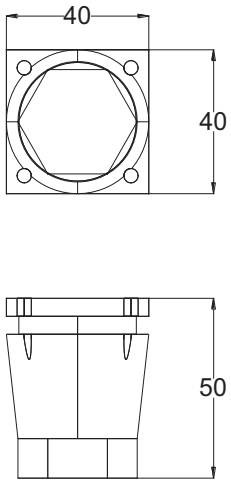


Figura 4. 46 Pie de ajuste de nivel

f) Tapas ciegas: se utilizan dos tipos de tapones para cubrir la sección visible de los perfiles y ángulos de fijación, La tapa PAG-6F29, cubre la sección visible

de los ángulos de fijación, La tapa PAG-6F30, cubre la sección visible de los perfiles horizontal base, perfil vertical base y perfil vertical secundario

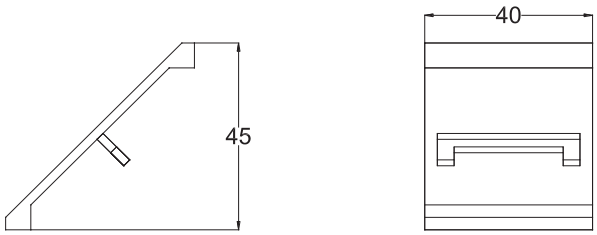


Figura 4. 47 ciega PAG-6F29

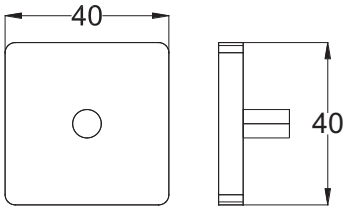


Figura 4. 48 Tapa ciega PAG-6F30

4.1.4. CAJONES DE ALMACENAMIENTO DE ELEMENTOS NEUMÁTICOS.

Cada tablero electro neumático está provisto de un módulo de almacenamiento provisto de cuatro cajones, para guardar los elementos una vez que se haya terminado de utilizar el tablero.

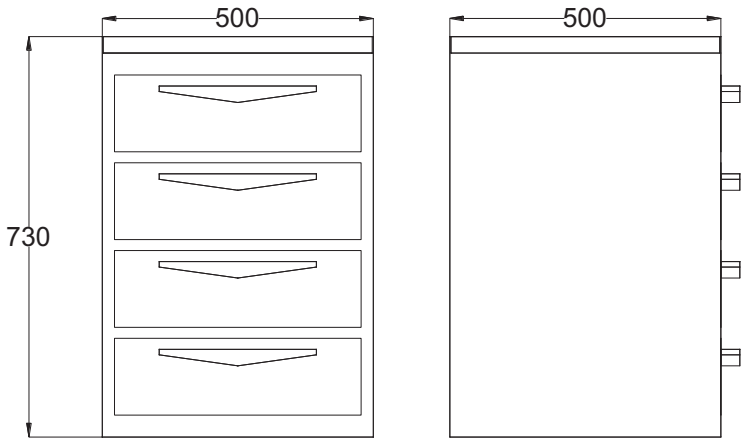


Figura 4. 49 Cajones de almacenamiento de elementos neumáticos

CAPÍTULO V

5. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO

En este capítulo se describe el proceso de construcción y el mantenimiento del tablero electro neumático. Se analiza la construcción, montaje y el programa de mantenimiento.

Para la construcción y montaje se clasifican las piezas y partes en:

Productos básicos: Se describe el dimensionamiento, material, construcción y tiempo para la elaboración de las piezas que constituyen (pernos, tuercas, arandelas, tubo espaciador, etc.) las partes.

Productos semiterminados: Se detalla las piezas, montaje y tiempo de construcción de las partes (panel electro neumático, sistema de soporte, etc.) que forman el tablero electro neumático en su totalidad.

Producto terminado: se describe los componentes, montaje y tiempo para ensamblar las partes del tablero electro neumático.

El plan de mantenimiento es el mantenimiento es el control de partes o elementos para garantizar un óptimo funcionamiento y evitar daños en el tablero electro-neumático.

5.1. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

En el proceso de construcción del tablero electro neumático se considera la construcción y montaje de las piezas y partes para un tablero.

Se debe tomar en cuenta que se construyeron cuatro tableros didácticos para la empresa EcuaInsetec Cia. Ltda.

5.1.1. CONSTRUCCIÓN MONTAJE

Para su construcción y montaje las piezas que constituyen el tablero electro neumático se clasifica en:

a) Productos básicos.
b) Productos semiterminados.
c) Producto terminado.

Las medidas y formas de las piezas se detallan en los planos de taller que constan en el Anexo 2.

5.1.1.1. Productos básicos

Los productos básicos son las piezas que constituyen los productos semiterminados.

5.1.1.1.1. Elementos de soporte prefabricados de los dispositivos neumáticos y electro neumáticos.

Existe la disponibilidad de ciertos elementos de soporte importados por la empresa Ecuainsetec que permiten la correcta sujeción de los dispositivos electro neumáticos con la superficie de trabajo.

A continuación se detalla las características de estos elementos así como la cantidad de unidades necesaria para el montaje del tablero electro neumático

Los elementos disponibles en bodega según catalogo de Ecuainsetec son los siguientes:

Cajas de Festo didactic EduTrainer® ER housing

Pie de fijación HRS-D-MICRO 526316

Pie de fijación y tuerca hexagonal HBN-20/25x2

Escuadra de fijación PAL 1/8-3

Escuadra de fijación HSE-1/8 8710

Sujetador tipo “U” para válvula de escape rápido

La cantidad de elementos de fijación y soporte para el ensamblaje de un tablero electro-neumático se detalla en la tabla 5.1

Tabla 5. 1 Cantidad de elementos de fijación y soporte

ELEMENTOS PREFABRICADOS	
Nombre del elemento	**Unidades**
Cajas de Festo didactic EduTrainer® ER housing	6
Pie de fijación HRS-D-MICRO 526316	1
Pie de fijación y tuerca hexagonal HBN-20/25x2	6
Escuadra de fijación Pal 1/8-3	6
Escuadra de fijación HSE-1/8 8710	4
Sujetador tipo “U” para válvula de escape rápido	1

5.1.1.1.2. Cajas Festo didactic EduTrainer® ER housing

Las cajas tienen la función de contener, proteger y sujetar elementos frágiles al tablero eléctrico. El contenido de cada caja se detalla en la tabla 5.2

Tabla 5. 2 Contenido de cajas Festo didactic EduTrainer® ER housing

FESTO DIDACTIC EDUTRAINER® ER HOUSING	
Contenido	**Unidades**
Fuente distribuidora de energía	1
Relés y contactores	2
Pulsadores	1
Temporizador	1
Válvulas Monoestable de 5/2 vías D.ER-MFH-5-3.3 - 448	1
Válvulas temporizadora y de secuencia	1
TOTAL	7

5.1.1.1.3. Pie de fijación HRS-D-MICRO 526316

La sujeción de la unidad de filtro regulador al tablero electro neumático se realiza mediante una escuadra de fijación importada por Ecuainsetec bajo el código HRS-D-MICRO 526316, la cual tiene las dimensiones mostradas en la figura 5.1.

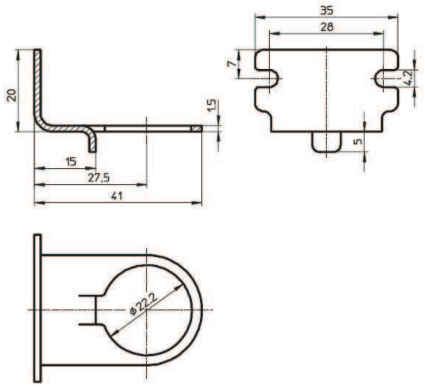


Figura 5. 1 Escuadra de fijación HRS-D-MICRO 526316

5.1.1.1.4. Pie de fijación y tuerca hexagonal HBN-20/25x2

La sujeción de los cilindros neumáticos de simple y doble efecto al panel neumático se realiza mediante pies de fijación para cilindros estándar según la norma ISO 6432 y cilindros redondos.

Las dimensiones de diseño del pie de fijación se indican en la tabla 5.3

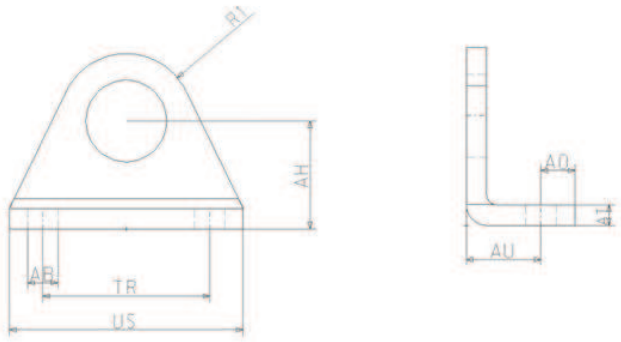


Figura 5. 2 Pie de fijación HBN-20/25x2 - 5128

Tabla 5. 3 Características del pie de fijación HBN-20/25x2 - 5128

No. De Referencia	AB [mm]	AH [mm]	AO [mm]	AT [mm]	AU [mm]	R1 [mm]	TR [mm]	US [mm]
5128	66	250	80	50	170	200	400	540

5.1.1.1.5. Escuadra de fijación PAL 1/8-3

Este componente es facilitado por la empresa Ecuainsetec y ayuda a la sujeción de las válvulas para panel frontal de 5/2 vías SV-5-M5-B – 11914, 3/2 vías SV-3-M5 – 6817, 3/2 vías normalmente abierta SVOS-3-1/8 – 10191, 3/2 vías normalmente cerrada SVS-3-1/8 – 10190 e indicadores ópticos neumáticos a su respectiva placa base.

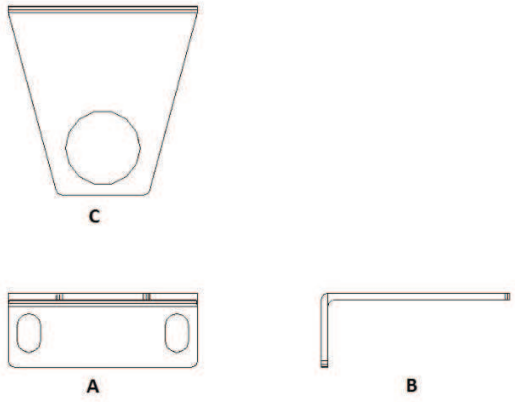


Figura 5. 3 Escuadra de Fijación A) frontal B) lateral C) superior

Tabla 5. 4 Unidades utilizadas de escuadras de fijación PAL 1/8-3

ESCUADRAS DE FIJACIÓN PAL 1/8-3	
Elemento	**Unidades**
Válvulas para panel frontal de 5/2 vías SV-5-M5-B – 11914	1
Válvulas para panel frontal de 3/2 vías SV-3-M5 – 6817	2
Válvulas para panel frontal de 3/2 vías normalmente abierta SVOS-3-1/8 – 10191	1
Válvulas para panel frontal de 3/2 vías normalmente cerrada SVS-3-1/8 – 10190	1
Indicadores ópticos neumáticos	1
TOTAL	6

5.1.1.1.6. Escuadra de fijación HSE-1/8 8710

Este componente es facilitado por la empresa Ecuainsetec y ayuda a la sujeción de manómetros MA-40-16-1/8-EN - 162836 a su respectiva placa base, es necesario dos escuadras para cada manómetro. Sus dimensiones de construcción se indican en la tabla 5.5

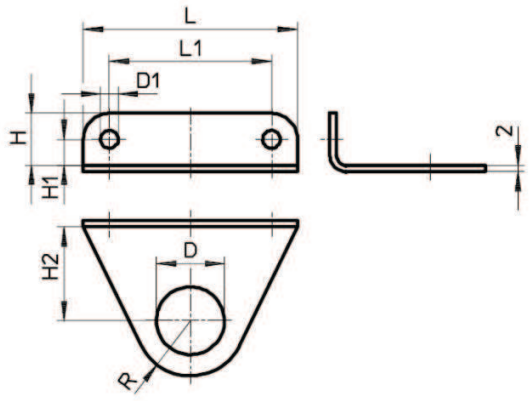


Figura 5. 4 Escuadra de fijación HSE-1/8 8710

Tabla 5. 5 Características de la escuadra de fijación HSE-1/8 8710

No. De Referencia	D [mm]	D1 [mm]	H [mm]	H1 [mm]	H2 [mm]	L [mm]	L1 [mm]	R [mm]
8710	10	4.5	11	6	13.5	40	30	10

5.1.1.1.7. Sujetador tipo "U" para válvula de escape rápido

El sujetador tipo U, se utiliza para sostener la válvula de escape rápido SEU-1/8 a la placa base de aluminio y tiene la siguientes características.

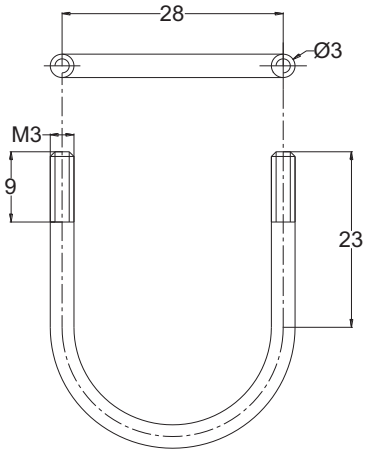


Figura 5. 5 Sujetador tipo "U"

5.1.1.2. Accesorios utilizados

Los accesorios, como racores y silenciadores utilizados para cada dispositivo neumáticos y electroneumático se detallan en la tabla 5.6

Tabla 5. 6 Accesorios utilizados

ACCESORIOS											
Elemento	**Cantidad de elementos**	**QSML-M5-6**	**QSM-M5-6**	**QS-1/8-6**	**QSL-1/8-6**	**QSK-1/8-6**	**QST-1/8-6**	**QSS-6+QS-6-4**	**UC-M5**	**UC - 1/8**	**QM-M5-M5**
1. Unidad de filtro regulador LFR-1/8-D-7-5M-MICRO	1			2							
2. Cilindro de doble efecto DSNU-25-100-PPV-A	2				2						
3. Cilindro de simple efecto ESNU-25-50-P-A	1				1						
4. Bloque distribuidor FR-8-1/8	1					8					
5. Válvulas para panel frontal de 3/2 VÍAS SV-3-M5	2		2						1		
6. Válvulas para panel frontal de 5/2 VÍAS, SV-5-M5-B	1		3						2		1
7. Válvulas para panel frontal de 3/2 VÍAS NC SVOS-3-1/8 y 3/2 vías NA SVS-3-1/8	2			2						1	
8. Manómetro MA-40-16-1/8-EN	2						1				
9. Válvula de estrangulamiento y antirretorno GR-1/8-B	2			2							
10. Válvula con rodillo R-3-M5	3			2							
11. Válvula con rodillo escamoteable L-3-M5	2			2							
12. Válvulas de enlace OS-1/8-B y ZK-1/8-B	2			3							
13. Válvula reguladora de presión PA6-GF30	1			2							
14. Indicador óptico neumático OH-22-BL	1			1							
15. Válvula de escape rápido SEU-1/8	1			2							
16. Válvula neumática 5/2 vías monoestable VL-5/2-1/8-B	3	1			3					2	
17. Válvula neumática 5/2 vías biestable J-5/2-1/8-B	1	2			3					2	
18.Valvula de secuencia VD-3-PK-3- 9270	1							4			
19.Valvula temporizadora VZ-3-PK-3 - 5755	1							4			
20. Electroválvula 5/2 vías biestable	2		3						2		
21. Electroválvula 3/2 vías monoestable	2		2						1		
22. Presóstato PEN-M5	1		2								
TOTAL		5	19	31	17	8	2	8	10	10	1

5.1.1.3. Sistema de sujeción de los módulos con la superficie de trabajo.

El sistema de sujeción de los módulos con la superficie de trabajo está constituida por: pernos con tuercas y arandelas de diferentes dimensiones las cuales se describen en la tabla 5.7.

Los pernos con tuercas y arandelas se adquieren a las medidas que se especifican en los planos incluidos en el anexo 2.

Tabla 5. 7 Características de pernos, tuercas y arandelas

Elemento	Cantidad	Dimensiones (mm)	Detalle	Material
Perno allen	13	M4 X 10	Paso 0.7mm	Acero Inoxidable
Perno allen	8	M4 X 25	Paso 0.7mm	Acero Inoxidable
Perno allen	1	M4 X 30	Paso 0.7mm	Acero Inoxidable
Perno allen	10	M4 X 35	Paso 0.7mm	Acero Inoxidable
Perno allen	6	M4 X 45	Paso 0.7mm	Acero Inoxidable
Perno allen	10	M5 X 10	Paso 0.8mm	Acero Inoxidable
Perno allen	4	M5 X 15	Paso 0.8mm	Acero Inoxidable
Perno allen	55	M5 X 20	Paso 0.8mm	Acero Inoxidable
Perno allen	10	M5 X 25	Paso 0.8mm	Acero Inoxidable
Perno allen	4	M5 X 30	Paso 0.8mm	Acero Inoxidable
Perno allen	2	M5 X 40	Paso 0.8mm	Acero Inoxidable
Perno allen	1	M5 X 45	Paso 0.8mm	Acero Inoxidable
Perno allen	2	M6 X 30	Paso 1mm	Acero Inoxidable
Tuerca de sujeción 538092	68	M5	Paso 0.8mm	Acero Inoxidable
Arandela	68	Diámetros: 5 D_{int} y 10 D_{ext}, espesor = 1	Planas	Acero Inoxidable
Arandela	24	Diámetros: 4 D_{int} y 9 D_{ext}, espesor = 1	Planas	Acero Inoxidable

Los pernos, tuercas y arandelas necesarios para cada elemento se describen a continuación en la tabla 5.8

Tabla 5. 8 Ubicación Pernos, tuercas y arandelas

Lista de pernos y arandelas																	
Elemento	Número de elementos por cada Tablero	M4 x 10	M4 X 25	M4 X 30	M4 X 35	M4x 45	M5x 15	M5 x20	M5x 10	M5x 25	M5x 30	M5x 40	M5x 45	M6x 30	Tuerca 538092	Arandela di=5 de=10	Arandela di=6 de=10
1. Unidad de filtro regulador LFR-1/8-D-7-5M-MICRO	1						2	2									2
2. Cilindro de simple ESNU-25-50-P-A – 19271 y doble efecto DSNU-25-100-PPV-A - 19248	3							2							2		2
3. Bloque distribuidor FR-8-1/8 - 2077	1							2						2	2		
4. Válvulas para panel frontal de 5/2 VÍAS, SV-5-M5-B – 11914 y 3/2 VÍAS SV-3-M5 - 6817	3	1				2		2	2						2		
5. Válvulas para panel frontal de 3/2 VÍAS NC SVOS-3-1/8 – 10191 y 3/2 vías NC SVS-3-1/8 – 10190	2	1						2	2		2				2		
6. Manómetro MA-40-16-1/8-EN – 162836	2	4						2							2		
7. Válvula de estrangulamiento y antirretorno GR-1/8-B – 151215	2		2					2							2	2	
8. Válvula con rodillo R-3-M5 - 3629	3				2			2							2	2	
9. Válvula con rodillo escamoteable L-3-M5 - 3628	2				2			2							2	2	
10. Válvulas de enlace OS-1/8-B	2		2					2							2	2	
11. Válvula reguladora de presión LR-M7-D-7-MICRO-B	1							2							2		
12. Indicador óptico neumático OH-22-BL	1						2								2		2
13. Válvula de escape rápido SEU-1/8	1							2							2	2	
14. Válvula 5/2 vías monoestable	1							2							2	2	
15. Válvula 5/2 vías biestable	3							2							2	2	
16. Electroválvula 5/2 vías Monoestable	2									2					2		2
17. Electroválvula 5/2 vías biestable	2									2					2		2
18. Electroválvula 3/2 vías monoestable	1									2					2		2
19. Presóstato PEN-M5	1											2			2		2
20. Detector de final de carrera eléctrico ER-318	1			1				1					1		2		2
Total		**13**	**8**	**1**	**10**	**6**	**4**	**55**	**10**	**10**	**4**	**2**	**1**	**2**	**68**	**28**	**24**

5.1.1.3.1. Módulo de sujeción para elementos neumáticos

Todas las dimensiones de los elementos neumáticos se encuentran definidos en el anexo 2 y los planos de los elementos los cuales necesitan de la fabricación de un sistema de sujeción se pueden encontrar en el anexo 3.

5.1.1.3.1.1. Módulo de sujeción para el bloque distribuidor FR-8-1/8 - 2077

Dimensiones: el sistema de de fijación y sujeción del bloque distribuidor de aire comprimido está constituido únicamente por la placa base, sus dimensiones se detallan en el plano 006.

Proceso de construcción: la tabla 5.9 indica su procedimiento.

Tabla 5. 9 Proceso de construcción para el sistema de sujeción para bloque distribuidor.

SISTEMA DE SUJECIÓN DEL BLOQUE DISTRIBUIDOR FR-8-1/8 - 2077			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
Placa Base			
1. Trazado según dimensiones	Calibrador, Rayador y escuadra	8	
2. Cortes	Sierra circular	5	
3. Centrado de perforaciones	Punto de golpe	6	
4. Taladrado de perforaciones	Taladro de Banco	12	
5. Machuelado	Juego de machuelos	10	
6. Limado y pulido	Lima y lija fina	8	Tiempo [hs]
	Total	49	0.82
Tipo de pieza	Fabricadas	Tiempo de fabricación [hs]	
1. Placa base	1	0.82	

5.1.1.3.1.2. Módulo de sujeción de las válvulas para panel frontal de 5/2 vías SV-5-M5-B – 11914 y 3/2 vías SV-3-M5 - 6817

Dimensiones: el sistema de de fijación y sujeción de las válvulas para panel frontal de 5/2 vías SV-5-M5-B – 11914 y 3/2 vías SV-3-M5 - 6817 está constituido por; placa base, alza y escuadra de fijación PAL-1/8-3, sus dimensiones se detallan en el plano 003

Proceso de construcción: la tabla 5.10 indica su procedimiento.

Tabla 5. 10 Proceso de construcción para sistema de sujeción de válvulas para panel frontal.

SISTEMA DE SUJECIÓN DE LAS VÁLVULAS PARA PANEL FRONTAL DE 5/2 VÍAS SV-5-M5-B – 11914 y 3/2 VÍAS SV-3-M5 - 6817			
Placa Base			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Trazado según dimensiones	Calibrador, Rayador y escuadra	10	
2. Cortes	Sierra circular	5	
4. Centrado de perforaciones	Punto de golpe	8	
5. Taladrado de perforaciones	Taladro de Banco	15	
6. Fresado	Fresadora	15	
7. Machuelado	Juego de machuelos	10	
8. Limado y pulido	Lima y lija fina	8	Tiempo [hs]
	Total	71	1.18
Alza			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Trazado según dimensiones	Calibrador, Rayador y escuadra	6	
2. Cortes	Sierra circular	5	
3. Centrado de perforaciones	Punto de golpe	4.5	
4. Taladrado de perforaciones	Taladro de Banco	15	
5. Machuelado	Juego de machuelos	20	
6. Limado y pulido	Lima y lija fina	8	Tiempo [hs]
	Total	58.5	0.98
Escuadra de fijación			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Trazado según dimensiones	Calibrador, Rayador y escuadra	2	
2. Taladrado	Taladro de Banco	6	Tiempo [hs]
	Total	8	0.13
Tipo de pieza	Fabricadas	Tiempo de fabricación [hs]	
1. Placa base	3	3.55	
2. Alza	3	2.93	
3. Escuadra de Fijación	3	0.40	
Total	9	6.88	

5.1.1.3.1.3. Módulo de sujeción de válvulas para panel frontal de 3/2 vías normalmente abierta SVOS-3-1/8 – 10191 y 3/2 vías normalmente cerrada SVS-3-1/8 – 10190

Dimensiones: el sistema de de fijación y sujeción de las válvulas para panel frontal de 3/2 vías normalmente abierta SVOS-3-1/8 – 10191 y 3/2 vías normalmente cerrada SVS-3-1/8 – 10190 está constituido por; placa base, alza y una escuadrad de fijación, sus dimensiones se detallan en el plano 002

Proceso de construcción: la tabla 5.11 indica su procedimiento.

Tabla 5. 11 Proceso de construcción para sistema de sujeción de válvulas para panel frontal.

SISTEMA DE SUJECIÓN DE VÁLVULAS PARA PANEL FRONTAL DE 3/2 VÍAS NORMALMENTE ABIERTA SVOS-3-1/8 – 10191 y 3/2 VÍAS NORMALMENTE CERRADA SVS-3-1/8 – 10190			
Placa Base			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Trazado según dimensiones	Calibrador, Rayador y escuadra	10	
2. Cortes	Sierra circular	5	
4. Centrado de perforaciones	Punto de golpe	8	
5. Taladrado de perforaciones	Taladro de Banco	15	
6. Fresado	Fresadora	15	
7. Machuelado	Juego de machuelos	10	
8. Limado y pulido	Lima y lija fina	8	Tiempo [hs]
	Total	71	1.18
Alza			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Trazado según dimensiones	Calibrador, Rayador y escuadra	6	
2. Cortes	Sierra circular	5	
3. Centrado de perforaciones	Punto de golpe	4.5	
4. Taladrado de perforaciones	Taladro de Banco	15	
5. Machuelado	Juego de machuelos	17.5	
6. Limado y pulido	Lima y lija fina	8	Tiempo [hs]
	Total	56	0.93
Escuadra de fijación			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Trazado según dimensiones	Calibrador, Rayador y escuadra	2	
2. Taladrado	Taladro de Banco	6	Tiempo [hs]
	Total	8	0.13
Tipo de pieza	Fabricadas	Tiempo de fabricación [hs]	
1. Placa base	2	2.37	
2. Alza	2	1.87	
3. Escuadra de Fijación	2	0.27	
Total	6	4.50	

5.1.1.3.1.4. Módulo de sujeción de manómetros MA-40-16-1/8-EN – 162836

Dimensiones: el módulo de sujeción de manómetros está constituido por una placa base y dos escuadras de fijación HSE-1/8 8710; que no necesitan ningún procedimiento mecánico posterior, sus dimensiones se detallan en el plano 001.

Proceso de construcción: la tabla 5.12 indica su procedimiento.

Tabla 5. 12 Proceso de construcción para sistema de sujeción de manómetros

SISTEMA DE SUJECIÓN DE MANÓMETROS MA-40-16-1/8-EN – 162836			
Placa Base			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Trazado según dimensiones	Calibrador, Rayador y escuadra	12	
2. Cortes	Sierra circular	5	
3. Centrado de perforaciones	Punto de golpe	9	
4. Taladrado de perforaciones	Taladro de Banco	18	
5. Machuelado	Juego de machuelos	20	
6. Limado y pulido	Lima y lija fina	8	Tiempo [hs]
	Total	72	1.20
Tipo de pieza	Fabricadas	Tiempo de fabricación [hs]	
1. Placa base	4	4.80	

5.1.1.3.1.5. Módulo de Sujeción de válvulas de estrangulamiento y antirretorno GR-1/8-B – 151215

Dimensiones: el módulo de sujeción de válvulas de estrangulamiento y antirretorno está constituido únicamente por una placa base, sus dimensiones se detallan en el plano 010.

Proceso de construcción: la tabla 5.13 indica su procedimiento.

Tabla 5. 13 Sistema de sujeción para sistema de sujeción de válvulas de estrangulamiento y antirretorno

SISTEMA DE SUJECIÓN VÁLVULAS DE ESTRANGULAMIENTO Y ANTIRRETORNO GR-1/8-B – 151215			
Placa Base			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Trazado según dimensiones	Calibrador, Rayador y escuadra	8	
2. Cortes	Sierra circular	5	
3. Centrado de perforaciones	Punto de golpe	6	
4. Taladrado de perforaciones	Taladro de Banco	12	
5. Machuelado	Juego de machuelos	10	
6. Limado y pulido	Lima y lija fina	8	Tiempo [hs]
	Total	49	0.82
Tipo de pieza	Fabricadas	Tiempo de fabricación [hs]	
1. Placa base	4	3.27	

5.1.1.3.1.6. Módulo de Sujeción de válvulas con rodillo R-3-M5 - 3629

Dimensiones: el módulo de sujeción de válvulas con rodillo está constituido por una placa base y una alza, sus dimensiones se detallan en el plano 004.

Proceso de construcción: la tabla 5.14 indica su procedimiento.

Tabla 5. 14 proceso de construcción para sistema de sujeción de válvulas con rodillo

SISTEMA DE SUJECIÓN DE VÁLVULAS CON RODILLO R-3-M5 - 3629			
Placa Base			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Trazado según dimensiones	Calibrador, Rayador y escuadra	8	
2. Cortes	Sierra circular	5	
4. Centrado de perforaciones	Punto de golpe	6	
5. Taladrado de perforaciones	Taladro de Banco	12	
6. Machuelado	Juego de machuelos	10	
7. Limado y pulido	Lima y lija fina	8	Tiempo [hs]
	Total	49	0.82
Alza			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Trazado según dimensiones	Calibrador, Rayador y escuadra	4	
2. Cortes	Sierra circular	5	
3. Centrado de perforaciones	Punto de golpe	3	
4. Taladrado de perforaciones	Taladro de Banco	6	
5. Limado y pulido	Lima y lija fina	8	Tiempo [hs]
	Total	26	0.43
Tipo de pieza	Fabricadas	Tiempo de fabricación [hs]	
1. Placa base	3	2.45	
2. Alza	3	1.30	
Total	6	3.75	

5.1.1.3.1.7. Módulo de sujeción de válvulas con rodillo escamoteable L-3-M5 - 3628

Dimensiones: el módulo de sujeción de válvulas con rodillo escamoteable está constituido por una placa base y una alza, sus dimensiones se detallan en el plano 005.

Proceso de construcción: la tabla 5.15 indica su procedimiento.

Tabla 5. 15 Proceso de construcción para sistema de sujeción de válvulas con rodillo escamoteable

SISTEMA DE SUJECIÓN DE VÁLVULAS CON RODILLO ESCAMOTEABLE L-3-M5 - 3628			
Placa Base			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Trazado según dimensiones	Calibrador, Rayador y escuadra	8	
2. Cortes	Sierra circular	5	
4. Centrado de perforaciones	Punto de golpe	6	
5. Taladrado de perforaciones	Taladro de Banco	12	
6. Machuelado	Juego de machuelos	10	
7. Limado y pulido	Lima y lija fina	8	Tiempo [hs]
	Total	49	0.82
Alza			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Trazado según dimensiones	Calibrador, Rayador y escuadra	4	
2. Cortes	Sierra circular	5	
3. Centrado de perforaciones	Punto de golpe	3	

4. Taladrado de perforaciones	Taladro de Banco	6	
5. Limado y pulido	Lima y lija fina	8	Tiempo [hs]
	Total	26	0.43
Tipo de pieza	Fabricadas	Tiempo de fabricación [hs]	
1. Placa base	2	1.63	
2. Alza	2	0.87	
Total	4	2.50	

5.1.1.3.1.8. Módulo de sujeción de válvulas de Enlace "Y" ZK-1/8-B – 6680 y Enlace "O" OS-1/8-B – 6681

Dimensiones: el módulo de sujeción de válvulas de enlace está constituido únicamente por una placa base, sus dimensiones se detallan en el plano 009.

Proceso de construcción: la tabla 5.16 indica su procedimiento.

Tabla 5. 16 Proceso de construcción para válvulas de enlace "Y" y "O"

SISTEMA DE SUJECIÓN DE VÁLVULAS DE ENLACE "Y" ZK-1/8-B – 6680 Y ENLACE "O" OS-1/8-B – 6681			
Placa Base			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Trazado según dimensiones	Calibrador, Rayador y escuadra	8	
2. Cortes	Sierra circular	5	
3. Centrado de perforaciones	Punto de golpe	6	
4. Taladrado de perforaciones	Taladro de Banco	12	
5. Machuelado	Juego de machuelos	10	
6. Limado y pulido	Lima y lija fina	8	Tiempo [hs]
	Total	49	0.82
Tipo de pieza	Fabricadas	Tiempo de fabricación [hs]	
1. Placa base	2	1.63	

5.1.1.3.1.9. Módulo de sujeción de válvulas de reguladoras de presión

Dimensiones: el módulo de sujeción de válvulas reguladoras de presión está constituido únicamente por una placa base, sus dimensiones se detallan en el plano 008.

Proceso de construcción: la tabla 5.17 indica su procedimiento.

Tabla 5. 17 Tabla de construcción del sistema de sujeción para válvulas reguladoras de presión.

SISTEMA DE SUJECIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN			
Placa Base			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Trazado según dimensiones	Calibrador, Rayador y escuadra	8	
2. Cortes	Sierra circular	5	
3. Centrado de perforaciones	Punto de golpe	6	
4. Taladrado de perforaciones	Taladro de Banco	12	
5. Machuelado	Juego de machuelos	10	
6. Limado y pulido	Lima y lija fina	8	Tiempo [hs]
	Total	49	0.82
Tipo de pieza	Fabricadas	Tiempo de fabricación [hs]	
1. Placa base	4	3.27	

5.1.1.3.1.10. Módulo de sujeción de los indicadores ópticos neumáticos

Dimensiones: el módulo de sujeción de los indicadores ópticos neumáticos está constituido únicamente por una escuadra de fijación.

Proceso de construcción: la tabla 5.18 indica su procedimiento.

Tabla 4. 18 Proceso de construcción para sistema de sujeción de indicadores ópticos neumáticos

SISTEMA DE SUJECIÓN DE INDICADORES OPTICOS NEUMÁTICOS			
Escuadra de fijación			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Trazado según dimensiones	Calibrador, Rayador y escuadra	4	
2. Limado	Lima	3	Tiempo [hs]
	Total	7	0.12
Tipo de pieza	Fabricadas	Tiempo de fabricación [hs]	
1. Escuadra de Fijación	1	0.12	
Total	1	0.12	

5.1.1.3.1.11. Módulo de sujeción de válvulas de escape rápido

Dimensiones: el módulo de sujeción de la válvula de escape rápido está constituido por una placa base y un sujetador tipo “U”, sus dimensiones se detallan en el plano 007.

Proceso de construcción: la tabla 5.19 indica su procedimiento.

Tabla 4. 19 Proceso de construcción para sistema de sujeción de válvula de escape rápido

SISTEMA DE SUJECIÓN DE VÁLVULAS DE ESCAPE RÁPIDO			
Placa Base			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Trazado según dimensiones	Calibrador, Rayador y escuadra	8	
2. Cortes	Sierra circular	5	
3. Centrado de perforaciones	Punto de golpe	6	
4. Taladrado de perforaciones	Taladro de Banco	12	
5. Fresado	Fresa	15	
6. Limado y pulido	Lima y lija fina	8	Tiempo [hs]
	Total	54	0.90
Tipo de pieza	Fabricadas	Tiempo de fabricación [hs]	
1. Placa base	1	0.90	

5.1.1.3.1.12. Módulo de sujeción de detector de final de carrera eléctrico

Dimensiones: el módulo de sujeción del detector de final de carrera eléctrico está constituido únicamente por una placa base.

Proceso de construcción: la tabla 5.20 indica su procedimiento.

Tabla 4. 20 Proceso de construcción para sistema de sujeción de válvula de escape rápido

SISTEMA DE SUJECIÓN DE DETECTOR DE FINAL DE CARRERA ELÉCTRICO ER-318			
Escuadra de fijación			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Trazado según dimensiones	Calibrador, Rayador y escuadra	6	
2. Cortes	Sierra circular	5	
3. Centrado de perforaciones	Punto de golpe	4.5	
4. Taladrado de perforaciones	Taladro de Banco	9	
5. Machuelado	Juego de machuelos	5	
6. Limado y pulido	Lima y lija fina	8	Tiempo [hs]
	Total	37.5	0.63
Tipo de pieza	Fabricadas	Tiempo de fabricación [hs]	
1. Placa base	1	0.63	

5.1.1.3.1.13. Perfiles horizontal base

Material: perfil de aluminio IPM-PN-08-40X40-AL

Proceso de construcción: la tabla 5.21 indica su procedimiento.

Tabla 5. 21 Proceso de construcción de los perfiles horizontales base

PERFIL HORIZONTAL BASE			
Procedimiento por perfil	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Trazado según dimensiones	Flexómetro, Rayador y escuadra	5.5	
2. Corte	Sierra circular	15	
6. Eliminación de aristas vivas	Lija	4	Tiempo [hs]
	Total	24.5	0.41
Tipo de pieza	Fabricadas	Tiempo de fabricación [hs]	
1. Perfil horizontal base	2	0.82	
Total	2	0.82	

5.1.1.3.1.14. Perfiles horizontal para tablero eléctrico

Material: perfil de aluminio IPM-PN-08-32X32-AL

Proceso de construcción: la tabla 5.22 indica su procedimiento.

Tabla 5. 22 Proceso de construcción de los perfiles horizontales para tablero eléctrico

PERFIL HORIZONTAL PARA TABLERO ELÉCTRICO			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Trazado según dimensiones	Flexómetro, Rayador y escuadra	6	
2. Corte	Sierra circular	12	
4. Centrado de perforaciones	Punto de golpe	10	
5. Taladrado de perforaciones	Taladro de Banco	15	
6. Eliminación de aristas vivas	Lija	4	Tiempo [hs]
	Total	47	0.78
Tipo de pieza	Fabricadas	Tiempo de fabricación [hs]	
1. Perfil horizontal para t.e.	4	3.13	
Total	4	3.13	

5.1.1.3.1.15. Perfiles verticales.

Dimensiones: los perfiles verticales identificados como; perfil vertical base y perfil vertical secundario.

Material: perfil de aluminio IPM-PN-08-40X40-AL

Proceso de construcción: el procedimiento de construcción de los perfiles verticales es igual para todos los perfiles, la tabla 5.23 indica su procedimiento.

Tabla 5. 23 Proceso de construcción de los perfiles verticales

PERFILES VERTICALES			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Trazado según dimensiones	Flexómetro, Rayador y escuadra	5.5	
2. Corte	Sierra circular	10	
4. Centrado de perforaciones	Punto de golpe	15	
5. Taladrado de perforaciones	Taladro de Banco	20	
6. Eliminación de aristas vivas	Lija	4	Tiempo [hs]
	Total	54.5	0.91
Tipo de pieza	Fabricadas	Tiempo de fabricación [hs]	
1. Perfil vertical base	2	1.82	
1. Perfil vertical secundario	2	1.82	
Total	4	3.63	

5.1.1.3.1.16. Base electroneumática.

Dimensiones: Se dimensiona esta base según cajas de almacenamiento eléctrico Festo ©Housing.

Material: perfil de aluminio de aletas iguales 50X50

Proceso de construcción: el procedimiento de construcción de los perfiles verticales es igual para todos los perfiles, la tabla 5.24 indica su procedimiento.

Tabla 5. 24 Proceso de construcción de las bases electro neumáticas

BASE ELECTRONEUMÁTICA			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Trazado según dimensiones	Calibrador, Rayador y escuadra	10	
2. Corte	Sierra circular	5	
4. Centrado de perforaciones	Punto de golpe	5	
5. Taladrado de perforaciones	Taladro de Banco	15	
6. Eliminación de aristas vivas	Lija	5	Tiempo [hs]
	Total	40	0.67
Tipo de pieza	Fabricadas	Tiempo de fabricación [hs]	
1. Base electroneumática	2	1.33	
Total	2	1.33	

5.1.1.4. Productos semiterminados

Los productos semiterminados son las partes que constituyen el producto terminado.

5.1.1.4.1. Módulos neumáticos

Piezas: El módulo se constituye de; sistema de sujeción de los elementos, base y sistema de sujeción con la superficie de trabajo. El montaje de estas piezas para la construcción del conjunto de módulos para el bloque distribuidor, la unidad de filtro, cilindros, válvulas para panel frontal, manómetros, válvula de estrangulamiento y antirretorno, válvulas con rodillo y con rodillo escamoteable, válvulas de enlace, válvula reguladora de presión, indicadores óptico neumático, válvula de escape rápido, válvula temporizadora y de secuencia. Se realiza con pernos allen de diferentes características especificadas en la tabla 5.8.

Proceso de montaje: el procedimiento de montaje de los módulos indica la tabla 5.25.

Tabla 5. 25 Proceso de montaje de los módulos neumáticos

MÓDULOS NEUMÁTICOS			
UNIDAD DE FILTRO Y REGULADOR LFR-1/8-D-7-5M-MICRO			
Procedimiento por unidad	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. La válvula se fija directamente a la escuadra de fijación con una tuerca	Manual	1	
2. Colocación de accesorios	Llave mixta No.12 mm	2	
3. Colocación, remache de tornillos y tuerca de fijación	Martillo	3	Tiempo [hs]
	Total	6	0.10
CILINDRO DE SIMPLE ESNU-25-50-P-A – 19271 Y DOBLE EFECTO DSNU-25-100-PPV-A - 19248			
Procedimiento por cilindro	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. La válvula se fija directamente a la escuadra de fijación	Llave Hexagonal No 4 mm	1	
2. Colocación de accesorios	Llave mixta No.12mm	2	
3. Colocación, remache de tornillos y tuerca de fijación	Martillo	3	Tiempo [hs]
	Total	6	0.10
BLOQUE DISTRIBUIDOR FR-8-1/8 - 2077			
Procedimiento por bloque distribuidor	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. La válvula se fija directamente a la base del módulo por medio de tornillos	Llave Hexagonal No.4mm	3	
2. Colocación de accesorios	Llave mixta No. 10Mm	3	
3. Colocación, remache de tornillos y tuerca de fijación	Martillo	3	Tiempo [hs]
	Total	9	0.15
VÁLVULAS PARA PANEL FRONTAL DE 5/2 VÍAS, SV-5-M5-B – 11914 y 3/2 VÍAS SV-3-M5 - 6817			
Procedimiento por válvula	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Fijación de la alza de aluminio sobre la	Llave Hexagonal No.3mm	2	

placa base por medio de un tornillo			
2. Fijación de la escuadra de fijación sobre la placa base mediante tornillos	Llave Hexagonal No.4mm	2	
3. Se fija el pulsador sobre la escuadra de fijación	Manual	1	
4. La válvula se fija sobre el alza de aluminio mediante tornillos	Llave Hexagonal No.3mm	2	
5. Colocación de accesorios	Manual	2	
6. Colocación, remache de tornillos y tuerca de fijación	Martillo	3	Tiempo [hs]
	Total	12	0.20
VÁLVULAS PARA PANEL FRONTAL DE 3/2 VÍAS NORMALMENTE ABIERTA SVOS-3-1/8 – 10191 y 3/2 VÍAS NORMALMENTE CERRADA SVS-3-1/8 – 10190			
Procedimiento por válvula	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Fijación de la alza de aluminio sobre la placa base por medio de un tornillo	Llave Hexagonal No. 3mm	2	
2. Fijación de la escuadra de fijación sobre la placa base mediante tornillos	Llave Hexagonal No.4mm	2	
3. Se fija el pulsador sobre la escuadra de fijación	Manual	1	
4. La válvula se fija sobre el alza de aluminio mediante tornillos	Llave Hexagonal No. 3mm	2	
5. Colocación de accesorios	Llave Mixta No. 12 mm y Manual	2	
6. Colocación, remache de tornillos y tuerca de fijación	Martillo	3	Tiempo [hs]
	Total	12	0.20
MANÓMETROS MA-40-16-1/8-EN – 162836			
Procedimiento manómetro	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Fijación de las escuadras de fijación sobre el manómetro	Llave Mixta No.12 mm	3	
2. Fijación de las escuadras de fijación sobre la placa base mediante tornillos	Llave Hexagonal No. 3mm	3	
3. Colocacion de accesorios	Llave Mixta No. 12mm	1	
4. Colocación, remache de tornillos y tuerca de fijación	Martillo	3	Tiempo [hs]
	Total	10	0.17
VÁLVULA DE ESTRANGULAMIENTO Y ANTIRRETORNO GR-1/8-B – 151215			
Procedimiento por válvula	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Fijación de la válvula directamente sobre la placa base	Llave Hexagonal No.3mm	1	
2. Colocación de accesorios	Llave Mixta No. 12mm	1	
3. Colocación, remache de tornillos y tuerca de fijación	Martillo	3	Tiempo [hs]
	Total	5	0.08
VÁLVULA CON RODILLO R-3-M5 - 3629			
Procedimiento por válvula	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Fijación de la alza de aluminio sobre la placa base	Manual	1	
2. La válvula se fija sobre el alza de aluminio mediante tornillos	Llave Hexagonal No.3mm	1	
3. Colocación de accesorios	Llave Mixta No. 10mm	2	
4. Colocación, remache de tornillos y tuerca de fijación	Martillo	3	Tiempo [hs]
	Total	7	0.12
VÁLVULA CON RODILLO ESCAMOTEABLE L-3-M5 - 3628			
Procedimiento por válvula	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Fijación de la alza de aluminio sobre la placa base	Manual	1	
2. La válvula se fija sobre el alza de aluminio mediante tornillos	Llave Hexagonal No.3mm	1	
3. Colocación de accesorios	Llave Mixta No.10 mm	2	
4. Colocación, remache de tornillos y	Martillo	3	Tiempo [hs]

tuerca de fijación			
	Total	7	0.12
VÁLVULAS DE ENLACE			
Procedimiento por válvula	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Fijación de la válvula directamente sobre la placa de aluminio mediante tornillos	Llave Hexagonal No.3mm	1	
2. Colocación de accesorios	Llave Mixta No.12 mm	2	
3. Colocación, remache de tornillos y tuerca de fijación	Martillo	3	Tiempo [hs]
	Total	6	0.10
VÁLVULA REGULADORAS DE PRESIÓN			
Procedimiento por válvula	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Fijación de la válvula directamente sobre la placa de aluminio mediante tornillos	Desarmador plano	1	
2. Colocación de accesorios	Llave Mixta No. 13mm	2	
3. Colocación, remache de tornillos y tuerca de fijación	Martillo	3	Tiempo [hs]
	Total	6	0.10
INDICADOR ÓPTICO NEUMÁTICO			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Ubicación y ajuste de el indicador óptico sobre la escuadra de fijación	Manual	1	
2. Colocación de accesorios	Llave Mixta No.12 mm	2	
3. Colocación, remache de tornillos y tuerca de fijación	Martillo	3	Tiempo [hs]
	Total	6	0.10
VÁLVULA DE ESCAPE RÁPIDO			
Procedimiento por válvula	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Colocación de accesorios	Llave Mixta No.12 mm	2	
2. Colocación, remache de tornillos y tuerca de fijación	Martillo	3	Tiempo [hs]
	Total	5	0.08
VÁLVULA 5/2 VÍAS MONOESTABLE			
Procedimiento por válvula	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Colocación de accesorios	Llave Mixta No. 12 mm y No. 8mm	2	
2. Colocación, remache de tornillos y tuerca de fijación	Martillo	3	Tiempo [hs]
	Total	5	0.08
VÁLVULA 5/2 VÍAS BIESTABLE			
Procedimiento por válvula	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Colocación de accesorios	Llave Mixta No. 12 mm y No. 8mm	2	
2. Colocación, remache de tornillos y tuerca de fijación	Martillo	3	Tiempo [hs]
	Total	5	0.08
VÁLVULA TEMPORIZADORA Y DE SECUENCIA			
Procedimiento por válvula	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Colocación de accesorios	Llave Mixta No. 12mm	3	
2. Fijación de la válvula dentro de la caja Festo didactic EduTrainer® ER housing	Desarmador plano	3	Tiempo [hs]
	Total	6	0.10
Tipos de elementos	Ensamblados	Tiempo de ensamblaje [hs]	
1. Unidad de filtro regulador LFR-1/8-D-7-5M-MICRO	1	0.10	
2. Cilindro de simple ESNU-25-50-P-A – 19271 y doble efecto DSNU-25-100-PPV-A - 19248	3	0.3	
3. Bloque distribuidor FR-8-1/8 - 2077	1	0.15	

4. Válvulas para panel frontal de 5/2 VÍAS, SV-5-M5-B – 11914 y 3/2 VÍAS SV-3-M5 - 6817	3	0.60
5. Válvulas para panel frontal de 3/2 VÍAS NC SVOS-3-1/8 – 10191 y 3/2 vías NC SVS-3-1/8 – 10190	2	0.40
6. Manómetro MA-40-16-1/8-EN – 162836	2	0.33
7. Válvula de estrangulamiento y antirretorno GR-1/8-B – 151215	1	0.08
8. Válvula con rodillo R-3-M5 - 3629	3	0.35
9. Válvula con rodillo escamoteable L-3-M5 - 3628	2	0.23
10. Válvulas de enlace	2	0.20
11. Válvula reguladora de presión	1	0.10
12. Indicador óptico neumático	1	0.00
13. Válvula de escape rápido	1	0.08
14. Válvula 5/2 vías monoestable	1	0.08
15. Válvula 5/2 vías biestable	1	0.08
16. Válvula temporizadora y de secuencia	1	0.10
TOTAL	**26**	**3.10**

5.1.1.4.2. Módulos electro-neumáticos

Piezas: El módulo se constituye de; sistema de sujeción de los elementos, y sistema de sujeción con la superficie de trabajo. El montaje de estas piezas para la construcción del conjunto de módulos para el detector de proximidad, detector de final de carrera, presóstato y electroválvulas. Se realiza con pernos allen de diferentes características y se indican en la tabla 5.8.

Proceso de montaje: el procedimiento de montaje de los módulos indica la tabla 5.26.

Tabla 5. 26 Proceso de montaje de los módulos electro-neumáticos

MÓDULOS ELECTRONEUMÁTICOS			
DETECTOR DE PROXIMIDAD SIEN-M12B-NS-K-L			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Colocación, remache de tornillos y tuerca de fijación	Martillo	3	Tiempo [hs]
	Total	3	0.05
ELECTROVÁLVULA 3/2 VÍAS MONOESTABLE MFH-3-3.3			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Colocación de accesorios	Llave Mixta No. 10mm	3	
2. Colocación, remache de tornillos y tuerca de fijación	Martillo	3	Tiempo [hs]
	Total	6	0.10

ELECTROVÁLVULA 5/2 VÍAS MONOESTABLE MFH-5-3.3			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Colocación de accesorios	Llave Mixta No.10 mm	3	
2. Fijación de la válvula dentro de la caja Festo didactic EduTrainer® ER housing	Desarmador plano	3	Tiempo [hs]
	Total	6	0.10
ELECTROVÁLVULA 5/2 VÍAS BIESTABLE JMFH-5-PK-3			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Colocación de accesorios	Llave Mixta No. 10 mm	3	
2. Colocación, remache de tornillos y tuerca de fijación	Martillo	3	Tiempo [hs]
	Total	6	0.10
DETECTOR DE FINAL DE CARRERA ELÉCTRICO ER-318			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Colocación, remache de tornillos y tuerca de fijación	Martillo	3	Tiempo [hs]
	Total	3	0.05
PRESÓSTATO PEN-M5			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Colocación de accesorios	Llave Mixta No. 10mm	3	
2. Colocación, remache de tornillos y tuerca de fijación	Martillo	3	Tiempo [hs]
	Total	6	0.10
Tipos de elementos	Ensamblados	Tiempo de ensamblaje [hs]	
1. Detector de proximidad SIEN-M12B-NS-K-L	1	0.05	
2. Electroválvula 3/2 vías monoestable MFH-3-3.3	1	0.1	
3. Electroválvula 5/2 vías monoestable MFH-5-3.3	2	0.20	
4. Electroválvula 5/2 vías biestable JMFH-5-PK-3	2	0.20	
6. Detector de final de carrera eléctrico ER-318	1	0.05	
7. Presóstato PEN-M5	1	0.10	
TOTAL	**8**	**0.70**	

5.1.1.4.3. Módulos eléctricos

Piezas: El módulo se constituye de; sistema de sujeción de los elementos, y sistema de sujeción con el panel eléctrico y de control. El montaje de estas piezas para la

construcción del conjunto de módulos para la fuente distribuidora de energía, pulsadores, relés, contactores y temporizadores. Se realiza con pernos allen de diferentes características e indicadas en la tabla 5.8.

Proceso de montaje: el procedimiento de montaje de los módulos indica la tabla 5.27.

Tabla 5. 27 Proceso de montaje de los módulos eléctricos

MÓDULOS ELÉCTRICOS			
FUENTE DISTRIBUIDORA DE ENERGÍA			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Fijación de la fuente distribuidora dentro de la caja Festo didactic EduTrainer® ER housing	Desarmador plano	3	Tiempo [hs]
	Total	3	0.05
PULSADORES			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
2. Fijación de el sistema de pulsadores dentro de la caja Festo didactic EduTrainer® ER housing	Desarmador plano	3	Tiempo [hs]
	Total	3	0.05
RELÉS Y CONTACTORES			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
2. Fijación de el sistema de relés y contactores dentro de la caja Festo didactic EduTrainer® ER housing	Desarmador plano	3	Tiempo [hs]
	Total	3	0.05
TEMPORIZADORES			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
2. Fijación de el sistema de de temporizadores dentro de la caja Festo didactic EduTrainer® ER housing	Desarmador plano	3	Tiempo [hs]
	Total	3	0.05
Tipos de elementos	Ensamblados	Tiempo de ensamblaje [hs]	
1. Fuente distribuidora de energía	1	0.05	
2. Pulsadores	1	0.05	
3. Relés y contactores	2	0.10	
4. Temporizadores	1	0.05	
TOTAL	**5**	**0.25**	

5.1.1.4.4. Panel eléctrico y de control.

Piezas: la estructura del panel se constituye de; 4 perfiles horizontales, 2 placas laterales, 1 pie de ajuste, 4 ángulos de soporte y 4 tapones. El montaje de estas piezas para la construcción del panel eléctrico y de control se realiza con pernos allen M5x10 y tuercas de sujeción 538092.

Proceso de montaje: la tabla 5.28 indica su procedimiento.

Tabla 5. 28 Proceso de montaje de los elementos del panel eléctrico y de control

PANEL ELÉCTRICO Y DE CONTROL			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Montaje de los ángulos de soporte sobre cada perfil horizontal base	Desarmador Cruz	30	
2. Montaje de los pies de ajuste	Llave hexagonal No.4mm	15	
3. Montaje de ángulos base	Desarmador estrella	15	
4. Colocación de los tapones en las secciones visibles de los perfiles horizontales	Manual	3	Tiempo [hs]
	Total	63	1.05
Tipos de elementos	Ensamblados	Tiempo de ensamblaje [hs]	
1. Panel eléctrico y de control	1	1.05	

5.1.1.4.5. Panel neumático.

Piezas: la estructura del panel se constituye de; 2 planchas de aluminio ranurado que se montan directamente sobre el sistema de soportemediante el uso de con pernos allen M8x30.

Proceso de montaje: la tabla 5.29 indica su procedimiento.

Tabla 5. 29 Proceso de montaje del panel neumático

PANEL NEUMÁTICO			
Procedimiento	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Montaje de perfiles sobre el sistema soporte	Llave hexagonal No.5mm	20	Tiempo [hs]
	Total	20	0.33
Tipos de elementos	Ensamblados	Tiempo de ensamblaje [hs]	
1. Tablero electro neumático	1	0.33	

5.1.1.4.6. Sistema de soporte

Piezas: el sistema de soporte se constituye de 2 apoyos, cada apoyo esta formado por; 1 perfil vertical base, 1 perfil horizontal base, 2 perfiles verticales secundarios, 8 ángulos de fijación, 14 tapas ciegas y 4 pies de ajuste de nivel. El montaje de estas piezas para la construcción del apoyo se realiza pernos semiredondos allen M6x20 y tuercas deslizantes M6.

Proceso de montaje: la tabla 5.30 indica su procedimiento.

Tabla 5. 30 Proceso de montaje del sistema de soporte

SISTEMA DE SOPORTE			
Procedimiento por apoyo	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Montaje del perfil vertical base sobre el perfil horizontal base	Llave hexagonal No.5mm	1	
2. Montaje de los perfiles verticales secundarios junto al perfil horizontal base	Manual	1	
3. Montaje de los ángulos de fijación	Llave hexagonal No.5mm	20	
4. Montaje de los pies de ajuste de nivel	Llave hexagonal No.6mm	10	
5. Colocación de las tapas ciegas	Manual	3	Tiempo [hs]
	Total	35	0.58
Tipos de elementos	Ensamblados	Tiempo de ensamblaje [hs]	
1. Panel eléctrico y de control	2	1.17	

5.1.1.5. Producto terminado

El producto terminado es el conjunto de todos los componentes (partes y piezas) del tablero electro-neumático ensamblados.

5.1.1.5.1. Tablero electro-neumático.

Componentes: el tablero electro-neumático está constituido por; el panel eléctrico y de control, el panel electro-neumático, el sistema de soporte y los módulos como se detallan en el plano TEN 000.

Proceso de montaje: el procedimiento de montaje del tablero electro-neumático indica la tabla 5.31.

Tabla 5. 31 Proceso de montaje del tablero electro-neumático.

TABLERO ELECTRO-NEUMÁTICO			
Procedimiento por tablero	Herramientas utilizadas	Tiempo [min]	
1. Montaje del panel electro neumático en el sistema de soporte	Llave hexagonal No.6mm	20	
2. Montaje del panel eléctrico y de control sobre el sistema soporte	Llave hexagonal No.4mm	20	Tiempo [hs]
	Total	40	0.67
Tipos de elementos	Ensamblados	Tiempo de ensamblaje [hs]	
1. Panel eléctrico y de control	2	1.33	

El tiempo total necesario para la construcción del tablero electro-neumático detalla la tabla 5.32.

Tabla 4. 32 Tiempo de construcción del tablero electro-neumático.

CONSTRUCCIÓN	TIEMPO [horas]
SISTEMA DE SUJECIÓN DEL BLOQUE DISTRIBUIDOR FR-8-1/8 - 2077	0.82
SISTEMA DE SUJECIÓN DE LAS VÁLVULAS PARA PANEL FRONTAL DE 5/2 VÍAS SV-5-M5-B – 11914 y 3/2 VÍAS SV-3-M5 - 6817	6.88
SISTEMA DE SUJECIÓN DE VÁLVULAS PARA PANEL FRONTAL DE 3/2 VÍAS NORMALMENTE ABIERTA SVOS-3-1/8 – 10191 y 3/2 VÍAS NORMALMENTE CERRADA SVS-3-1/8 – 10190	4.50
SISTEMA DE SUJECIÓN DE MANÓMETROS MA-40-16-1/8-EN – 162836	4.80
SISTEMA DE SUJECIÓN VÁLVULAS DE ESTRANGULAMIENTO Y ANTIRRETORNO GR-1/8-B – 151215	3.27
SISTEMA DE SUJECIÓN DE VÁLVULAS CON RODILLO R-3-M5 - 3629	3.75
SISTEMA DE SUJECIÓN DE VÁLVULAS CON RODILLO ESCAMOTEABLE L-3-M5 - 3628	2.50
SISTEMA DE SUJECIÓN DE VÁLVULAS DE ENLACE “Y” ZK-1/8-B – 6680 Y ENLACE “O” OS-1/8-B – 6681	1.63
SISTEMA DE SUJECIÓN DE VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESIÓN	3.27
SISTEMA DE SUJECIÓN DE INDICADORES OPTICOS NEUMÁTICOS	0.12
SISTEMA DE SUJECIÓN DE VÁLVULAS DE ESCAPE RÁPIDO	0.90
SISTEMA DE SUJECIÓN DE DETECTOR DE FINAL DE CARRERA ELÉCTRICO ER-318	0.63
PERFIL HORIZONTAL BASE	0.82
PERFIL HORIZONTAL PARA TABLERO ELÉCTRICO	3.13
PERFILES VERTICALES	3.63
BASE ELECTRO NEUMÁTICA	1.33
MONTAJE	
MÓDULOS NEUMÁTICOS	3.10
MÓDULOS ELECTRONEUMÁTICOS	0.70
MÓDULOS ELÉCTRICOS	0.25
PANEL ELÉCTRICO Y DE CONTROL	1.05
PANEL NEUMÁTICO	0.33
SISTEMA DE SOPORTE	1.17
TABLERO ELECTRO-NEUMÁTICO	1.33
TIEMPO TOTAL	49.90

CAPÍTULO VI

6. GUÍAS DE PRÁCTICAS

6.1.INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos de la presente tesis, es la realización de manuales de prácticas neumáticas como electro neumáticas, los cuales sirven para el aprendizaje de este amplio campo de la mecánica, además de la capacitación del personal de empresas.

Como es necesario tener los conocimientos necesarios de neumática para comprender la electroneumática, se desarrollan dos manuales.

El primer manual es el referente a Neumática, compuesto de veinte prácticas planteadas y desarrolladas.

El segundo manual es el referente a Electroneumática, compuesto de quince prácticas planteadas y desarrolladas.

Figura 6. 2

Manual de neumática

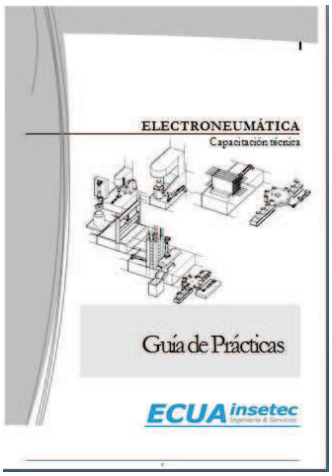


Figura 6. 1

Manual de electro neumática

6.2.DETALLE DE LAS PRÁCTICAS

A continuación se detalla cada una de las partes que componen la guías de prácticas neumáticas y electroneumáticas.

6.2.1. PRÁCTICAS NEUMÁTICAS

Cada práctica del manual neumático está compuesta de distintas partes:

Título

Objetivo Didáctico

Ejercicio planteado

Descripción del ejercicio

Plano de situación

Esquema del circuito

Diagrama de fases

Descripción de la solución

Montaje del circuito

Lista de elementos

Formación posterior a la enseñanza

Variantes

6.2.1.1. Título

Esta sección se refiere al nombre o aplicación de la máquina, del equipo o mecanismo empleado.

6.2.1.2. Objetivo Didáctico

Es una serie de ítems donde se describe los objetivos del ejercicio, junto a la función que deben realizar los elementos, al menos los que van apareciendo con el incremento de la complejidad en cada una de las prácticas.

6.2.1.3. Ejercicio planteado

En forma de lista, da a conocer los pasos a realizarse para la resolución de los ejercicios. Es un complemento adicional al objetivo didáctico.

6.2.1.4. Descripción del ejercicio

Describe el funcionamiento del mecanismo empleado en el problema para facilitar su seguimiento, paso a paso de una forma breve explica cómo actúan los elementos.

6.2.1.5. Plano de situación

Representación gráfica del mecanismo planteado en el problema. Facilita la comprensión de la *descripción del ejercicio*.

6.2.1.6. Esquema del circuito

Se demuestra la disposición ordenada de cada uno de los elementos que conforman el circuito, así como sus respectivas conexiones, desde el suministro de energía, incluyendo señales de entrada, proceso de señales, elementos de maniobra, hasta los elementos de salida.

Los elementos son representados en su posición de reposo.

6.2.1.7. Diagrama de fases

Diagramas que demuestran el movimiento de cada elemento de maniobra y permiten realizar comparaciones en paralelo de dichos elementos, así como logran intervenir en el desplazamiento de uno respecto del otro.

6.2.1.8. Descripción de la solución

Detalle paso a paso o fase a fase de los movimientos ocurridos, tomando en cuenta a todos los elementos que influyen desde la señal de entrada hasta el trabajo de los elementos de salida.

También se detalla la posición normal de los elementos, es decir, como se encuentran estos antes de que se dé la orden de iniciación del proceso.

6.2.1.9. Montaje del circuito

Esquema similar al *Esquema del circuito*, en el que intervienen todos los elementos, adicionando la nomenclatura de cada una de sus entradas y salidas, de modo que se facilite el ensamblaje de este. También puede presentar ciertas variaciones de acuerdo a los elementos que se disponen.

6.2.1.10. Lista de elementos

Para facilidad de reconocimiento de los elementos, de acuerdo a la nomenclatura, se realiza una lista de todos los elementos utilizados en la práctica.

6.2.1.11. Formación posterior a la enseñanza

Se refiere a la realización de actividades extras a la práctica como realizar una nueva conexión, cambiar elementos que cumplen funciones similares, implementar o quitar elementos, con la finalidad de observar y sacar conclusiones útiles para el aprendizaje.

6.2.1.12. Variantes

Se refiere a variaciones de cada circuito, es decir a otras alternativas de circuito donde se obtienen los mismos resultados. Solo aparecen en ciertos ejercicios.

6.2.1.13. Observaciones

Items añadidos en las partes antes detalladas, que explican o intentan dar una idea más clara sobre cada una de estas, de modo que sirven para evitar confusiones y de este modo buscar que la práctica y la enseñanza queden más claras para el instruido.

6.2.2. PRÁCTICAS ELECTRO NEUMÁTICAS

Las prácticas electro neumáticas, respecto a su formato, varían poco respecto a las neumáticas debido a que el diagrama del circuito implica tanto a un circuito

neumático como a un circuito eléctrico. Además ya no es necesario el diagrama de fases, debido a que estos conocimientos fueron parte de la parte de neumática.

Las partes que posee cada práctica de este manual son las siguientes:

Título

Objetivo Didáctico

Ejercicio planteado

Descripción del ejercicio

Plano de situación

Esquema neumático

Esquema eléctrico

Descripción de la solución

6.3.METODOLOGÍA

Los manuales son impartidos en las clases del seminario, a partir del momento en que el instructor lo crea conveniente, posterior a haber impartido los conocimientos teóricos básicos y necesarios.

Las prácticas tienen un orden progresivo de dificultad, por lo tanto es importante seguir cierto orden en su desarrollo.

Para la resolución de las prácticas, se conserva un orden, recomendado al instructor:

Al estudiante inicialmente se le entrega la primera hoja de la práctica a ser realizada, esta incluye los puntos necesarios de *Título, Objetivo didáctico, Ejercicio Planteado, Descripción del ejercicio y Plano de situación*. Con estos puntos el estudiante debe ser capaz de interpretar el problema de la manera

deseada, en caso de no serlo así, el instructor debe estar dispuesto a responder cualquier duda.

El instructor permite que el estudiante se esfuerce durante cierto tiempo, el que crea conveniente sin retrasar a los demás, esperando la resolución del problema por parte de los estudiantes, respondiendo inquietudes y proporcionando la ayuda necesaria.

Posteriormente el instructor procede a resolver el problema ante los estudiantes evitando que queden dudas sin respuesta. De igual modo puede pedir la ayuda a uno de los asistentes.

Se entregan las hojas restantes de las prácticas donde se encuentran los demás puntos, donde se aprecian las soluciones, descripciones, esquemas. Al analizar estas hojas se aclaran conceptos e ideas, se vuelve más analiza la resolución de los problemas y saca de cualquier duda al estudiante, debido que se detalla la paso a paso el ejercicio.

Se procede al ensamblaje de los circuitos en el tablero.

6.4.CRITERIOS PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS

Para el estudiante que desea aprender electroneumática, es necesario que se instruya inicialmente en el campo de la neumática. Las prácticas neumáticas son distribuidas desde la de menor hasta la de mayor complejidad.

En las prácticas electro neumáticas ocurre de igual manera pero con lo referente a los elementos eléctricos que influyen, ya no interviene tanto el aspecto neumático.

Las prácticas se clasifican de acuerdo a la función que desempeñan cada uno de los elementos. Para este caso fue prudente realizarla de acuerdo al movimiento de los elementos.

Las funciones desarrolladas en cada práctica son:

Movimiento de desplazamiento y posicionamiento

Movimientos continuos

Movimientos repetitivos

Movimientos simultáneos

Trabajo con distintas presiones

Movimientos con distintas velocidades

Ciclos con retardo

6.4.1.1. Movimientos de desplazamiento y posicionamiento

Son movimientos referentes al traslado de piezas y colocación de ellas en un lugar deseado, además de los sistemas de alimentación. También se refiere a desplazamientos de carga, donde se mueve una parte del mecanismo o en el caso de una cadena de rodillos donde se genera un cambio de posición.

En el caso neumático la orden se da por una válvula de panel mediante algún accionamiento mecánico como pulsador.

En la electroneumática se da mediante pulsadores eléctricos, los cuales van conectados a relés que dan la orden a bobinas de las válvulas, para que ejecuten el movimiento deseado.

6.4.1.2. Movimientos continuos

Se refiere a movimientos donde existe una secuencia entre ellos, ocurre primero un movimiento que va a provocar otro, consecuencia del primero. Esto ocurre gracias a

los finales de carrera implementados. Ejemplos de estos casos son una tamizadota, un clasificador de rocas, un dispositivo de pruebas de durabilidad, etc.

Para el caso electroneumático, los finales de carrera son válvulas de rodillo que al cambiar de posición por efecto del vástago del cilindro, emiten o dejan de emitir señales eléctricas, lo que da paso a un movimiento en el elemento que continua a este en el circuito.

Los finales de carrera también pueden ser sensores electromagnéticos, ópticos, inductivos o capacitivos.

6.4.1.3. Movimientos repetitivos

Son posibles al existir finales de carrera que dan la señal, neumática o electroneumática, cuando el elemento alcanza cierta posición y se manda inmediatamente la señal para su respectivo retorno y al retornar se produce la orden de salir nuevamente. También ocurre en ciclos de movimiento, después de realizarse los movimientos de los elementos en cada ciclo se ordena la repetición de forma automática de todo el proceso. Ocurre en el caso de una tamizadora donde el vástago entra y sale continuamente, o en una agitadora compuesta de dos cilindros donde al terminar el ciclo se repite inmediatamente.

6.4.1.4. Movimientos simultáneos

Ocurre cuando hay dos elementos que se mueven al mismo tiempo, después de recibir una señal de movimiento, esto puede darse en un posicionador, donde se alinean los elementos con una apertura simultánea, o en un dispositivo sujetador donde los vástagos uno abierto y el otro cerrado, cambian de posición desplazando la pieza.

6.4.1.5. Trabajo con distintas presiones

Gracias a la válvula reguladora de presión, es posible que el sistema trabaje a presiones menores que la presión de la línea de alimentación, o que mediante la válvula de secuencia, al alcanzar cierta presión se emita una señal que dirigida a un elemento provoque el paso de aire hacia un elemento de trabajo o el cambio de posición de una válvula.

En el caso del presóstato electroneumático, al alcanzar cierta presión, permite el paso de corriente a través de la línea, de modo que puede continuar el trabajo en el circuito eléctrico.

6.4.1.6. Movimientos con distintas velocidades

Es posible controlar la velocidad de los elementos de trabajo, ya sea con válvulas de escape rápido para lograr el retorno rápido de los elementos, como válvulas estranguladoras que van a permitir un desplazamiento lento de los elementos.

6.4.1.7. Ciclos con retardo

Ocurre cuando se emplea temporizadores, los cuales son regulados y dan un tiempo para el trabajo de ciertos elementos, ya sea antes de su apertura o después. El aire al llegar a esta válvula, pasa en cierta cantidad, y al ser suficiente provoca la conmutación, produciéndose la continuación del ciclo.

6.5.PRÁCTICAS DEL MANUAL DE NEUMÁTICA

Las prácticas neumáticas del manual son las siguientes:

Sistema de alimentación de planchas de madera

Desplazamiento horizontal de carga

Puerta de descarga de material

Cadena de rodillos

Dispositivo punzonador

Separación y carga de revistas a un dispositivo de alimentación con rodillos

Dispositivo para pruebas de durabilidad de colchones

Accionamiento de una cuchara de colado

Desplazamiento vertical de carga

Tamizadora de arena para control de tamaño de grano

Cambio de dirección de traslado (dirección longitudinal-transversal-longitudinal)

Alineador e identificador de paquetes

Clasificador de rocas

Compactador de quesos

Taladradora de husillos múltiple

Puesto de introducción para etiquetador de regletas

Separador neumático de tejas plásticas

Cortadora de perfiles de aluminio

Dispositivo plegador

Contador neumático

6.6.PRÁCTICAS DEL MANUAL DE ELECTRONEUMÁTICA

Los títulos de las prácticas de electroneumática del manual son las siguientes:

Dispositivo de cierre

Prensa para tapas

Instalación de cortado

Dispositivo de volcado

Instalación para graneles

Cargador vertical múltiple

Mesa divisora circular

Dispositivo de apriete

Instalación de reenvío

Termosoldador

Instalación repartidora

Taladro de mesa

Avance de flejes de chapa

Envasadora

Sellador

6.7.PRÁCTICAS DEL MANUAL

Los manuales de didáctica de prácticas neumáticas y electro neumáticas se encuentran en el anexo 4.

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1.CONCLUSIONES

El proyecto de titulación cumple los objetivos iniciales en cuanto a la construcción de un tablero electroneumático didáctico, que garantice los parámetros funcionales y requerimientos operacionales recomendados inicialmente.

La construcción y montaje del tablero electroneumático se realizó mediante el uso de elementos importados de alta calidad además de productos diseñados y construidos en el medio local, los cuales se adaptan entre sí funcionalmente.

Al realizar el análisis de los circuitos diseñados para las guías de prácticas se observa que existe un nivel de complejidad que se desarrolla desde los más simples hasta unos de mayor complejidad, siempre incentivando al estudiante el aprendizaje a través de guías comprensibles y prácticas.

Las guías de prácticas permiten al instructor impartir de una manera clara y sencilla lo referente a la materia, realizando clases didácticas y comprensivas, mejorando el nivel de aprendizaje por parte del estudiante y logrando los objetivos planteados inicialmente.

La maniobrabilidad de los elementos en la superficie de trabajo brinda al estudiante la capacidad de realizar cualquier tipo de circuito neumático con comodidad, debido a la facilidad de movimiento de cada módulo de una manera eficiente y rápida.

El tablero electroneumático didáctico permite simular circuitos de aplicaciones industriales con una total versatilidad y fidelidad, de una forma didáctica, además de que cada ejercicio se encuentra plenamente respaldado en su concepción y solución en las guías de prácticas.

Cada elemento puede ser probado de distintas maneras en el tablero electroneumático creando así una infinidad de variaciones de aplicaciones para prácticas industriales.

El mantenimiento del tablero electroneumático no es muy exigente debido a la alta versatilidad de los elementos incorporados, además se debe mencionar que todo elemento en el tablero puede ser montado construido o sustituido con facilidad, debido a la sencillez en su diseño.

Se han considerado todos los procedimientos de construcción y montaje para el proyecto, con el fin de elaborar una guía de consulta donde se describa todas las características de cada pieza, elemento o módulo que conforman un tablero electroneumático.

En el tablero se puede simular proyectos de una manera sencilla y económica, evitando desarrollarlos directamente en las instalaciones verdaderas, corrigiendo deficiencias e incoherencias en el diseño previo de los circuitos, así como también permite la creación y prueba de alternativas para una instalación electroneumática.

7.2.RECOMENDACIONES

Es necesario que se dé más importancia al campo de métodos de automatización en el medio nacional debido a las grandes ventajas que ofrece la electroneumática en cuanto a eficiencia, costos y seguridad.

Es de suma importancia que el personal técnico sea capacitado en el área de neumática y electroneumática de modo que sean quienes operen de la manera más adecuada a los equipos que ocupan aire comprimido.

Mediante el conocimiento del potencial del aire comprimido se puede fomentar la creatividad en función de nuevos proyectos que optimicen la capacidad de producción en una planta industrial.

La implementación de estas tecnologías en la pequeña industria es una alternativa viable ya que permiten su crecimiento debido al incremento de la producción de una manera considerable que de otra manera no fuera posible realizarla.

Es necesario promover todas las áreas que conforman la automatización debido a la gran demanda de mano de obra calificada que pueda brindar asesoramiento y mantenimiento técnico de calidad basado en los requerimientos específicos para cada tipo de aplicación industrial.

Se recomienda el uso exclusivo de los elementos, piezas y módulos que conforman el panel electroneumático, para su función original de diseño didáctico.

Es necesario la comprobación de todos los parámetros de funcionalidad como presión en la línea principal de trabajo como voltaje, conexiones neumáticas y eléctricas, antes de iniciar la simulación de cualquier circuito neumático.

Se debe decir que la neumática y la electroneumática son los primeros pasos en cuanto al área de automatización puesto que el trabajo conjunto con la hidráulica, electrónica, controladores lógicos programables, etc. llevarían a un desarrollo muy amplio de los procesos industriales en nuestro país. Es por eso que se recomienda el impulso de nuevos proyectos que incluyan en su desarrollo la utilización de técnicas combinadas de automatización.

BIBLIOGRAFÍA

AGUINAGA, Álvaro; CRUZ, Daniela: *Control Automático*. Quito: Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Mecánica, 2008. 106 p.

CROSER, P: *Neumática*. Décima primera edición. Esslingen: Festo Didactic KG, 1991. 230 p. ISBN 3-8127-3137-1.

ECHEVERRÍA PROAÑO, Flavio; GRANDA TUFIÑO, Félix: *Diseño y construcción de un tablero electro neumático didáctico*. Quito: Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Mecánica, 2004. 197 p.

FESTO DIDACTIC: *Catalog 1996: Vocational and continuing training in auomation technology*. Primera edición. Esslingen: Festo Didactic KG, 1996. 129 p.

GEA, JOSÉ; LLADONOSA, Vicent: *Circuitos básicos de ciclos neumáticos y electroneumáticos*. Tercera edición. Barcelona, 1998.

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN. *Código de dibujo técnico-mecánico*. Quito: INEN, 1989. 145 p. (Normalización; 009).

JIMENEZ , Salvador. *Instalaciones Neumáticas*. Primera edición. Barcelona, Editorial UOC, 2003.

JÜTZ, Hermann; SCHARKUS, Eduard; ROLF, Lobert: *Tablas para la industria metalúrgica*. Tercera edición. Barcelona, Editorial Reverté, 1984.

MEIXNER, H.; SAUER, E.: *Introducción a la electroneumática*. Cuarta edición. Esslingen: Festo Didactic KG, 1990. 240 p. ISBN 3-8127-0877-9.

ROLDÁN V., José. *Neumática, Hidráulica y Electricidad Aplicada*. Barcelona. Editorial Thomsom Paraninfo.

VARGAS T., Jaime. *Fundamentos y ejercicios del dibujo mecánico*. Quito: Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Mecánica, 2007.

Anexos

Anexo 1: Fotografías

Figura 1. 1 Construcción.

Figura 1. 2 Corte de Aluminio.

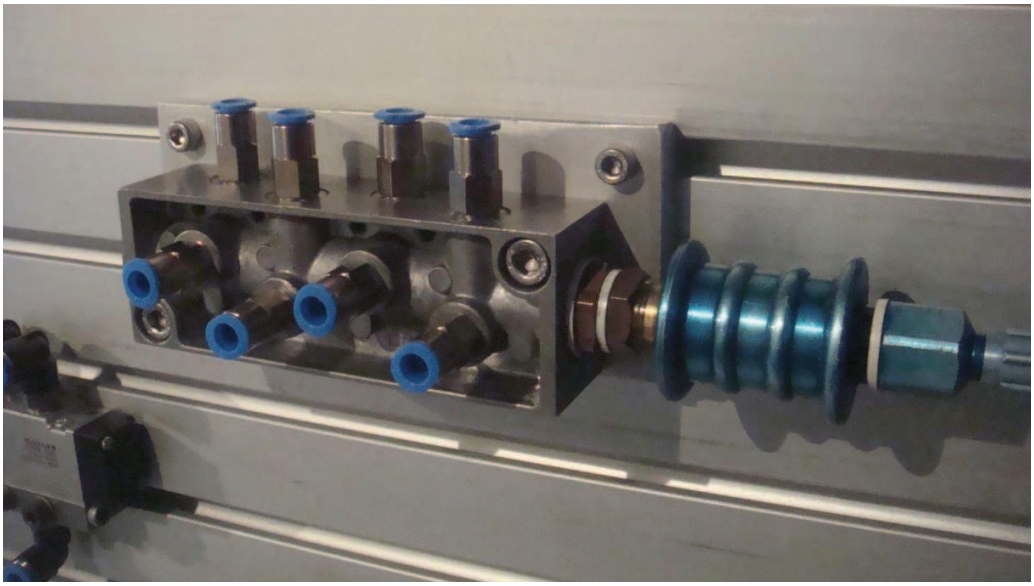


Figura 1. 3 Bloque distribuidor y válvula de corredera montada.

Figura 1. 4 Elementos Neumáticos ensamblados sobre el panel.

Figura 1. 5 Panel Electroneumático.

Figura 1. 6 Elemento sobre su módulo de sujeción.

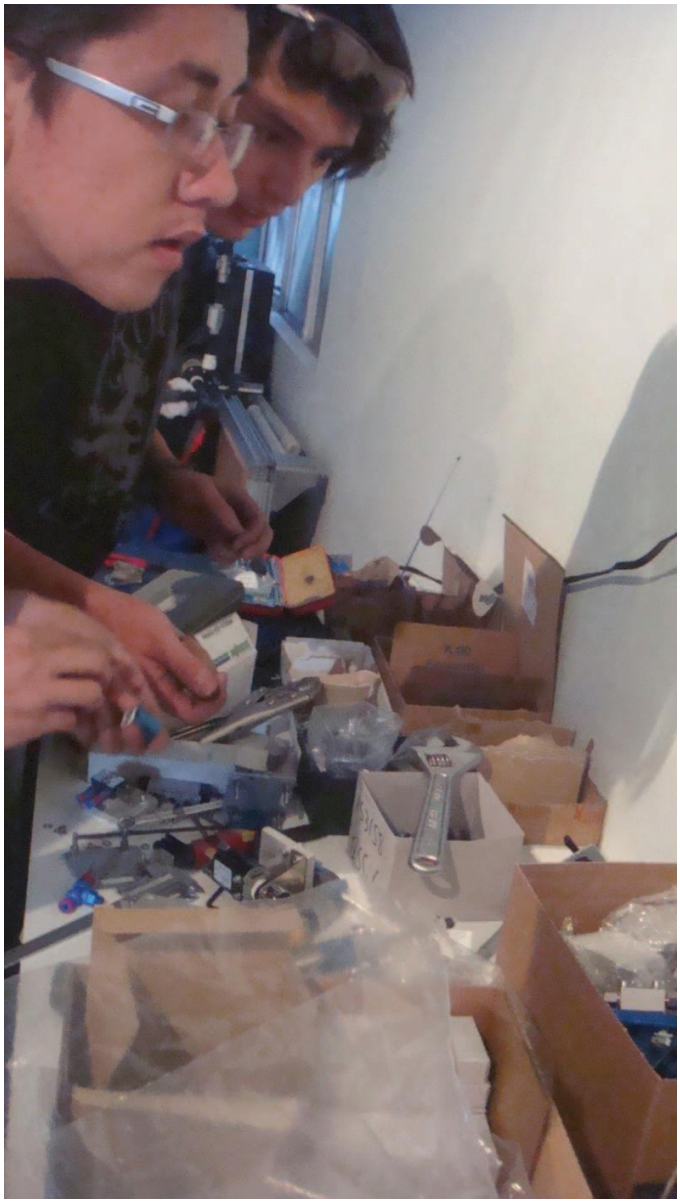
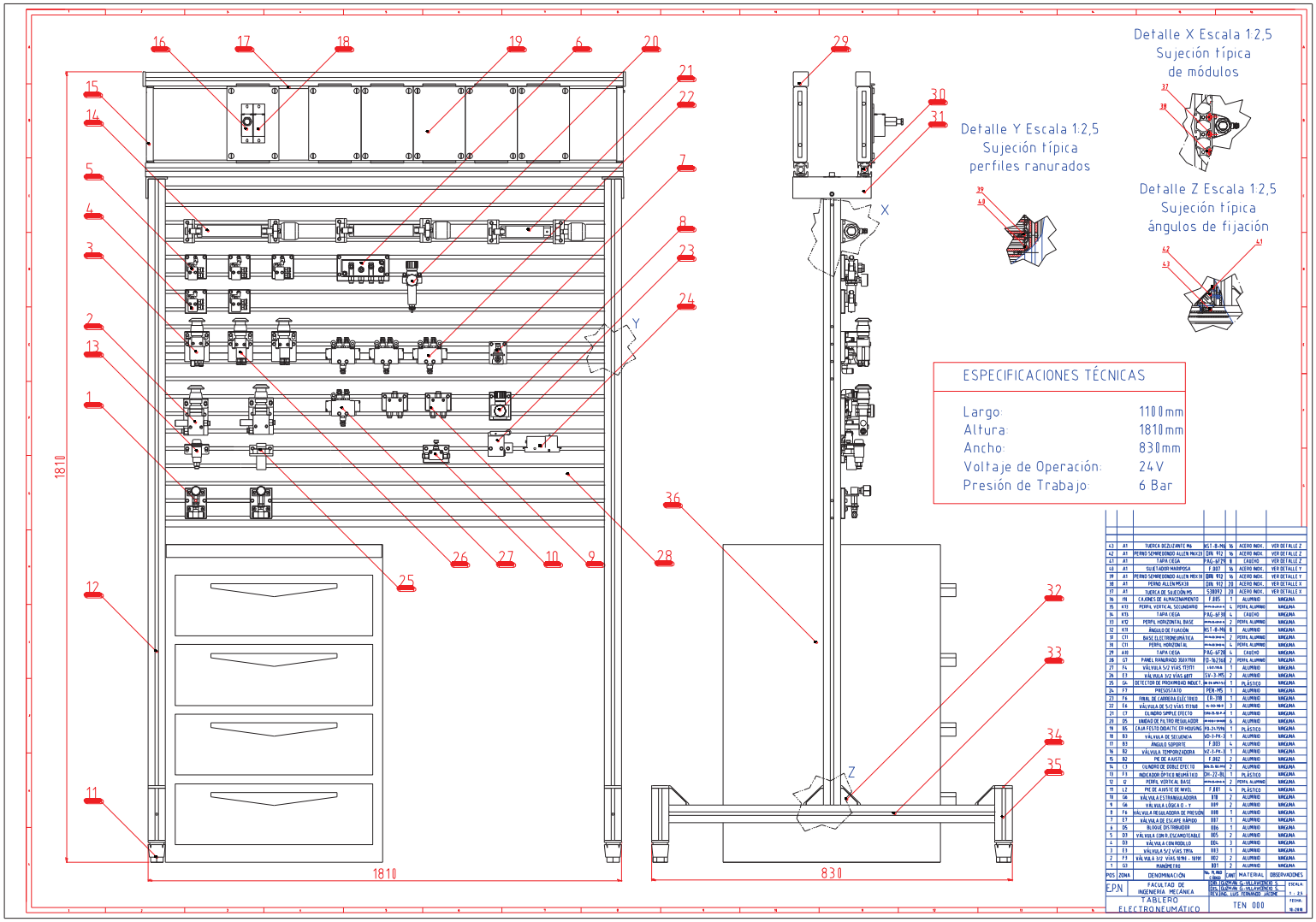


Figura 1. 7 Ensamblaje.

Figura 1. 8 Tablero electro neumático ensamblado.

Anexo 2: Catálogos y tablas

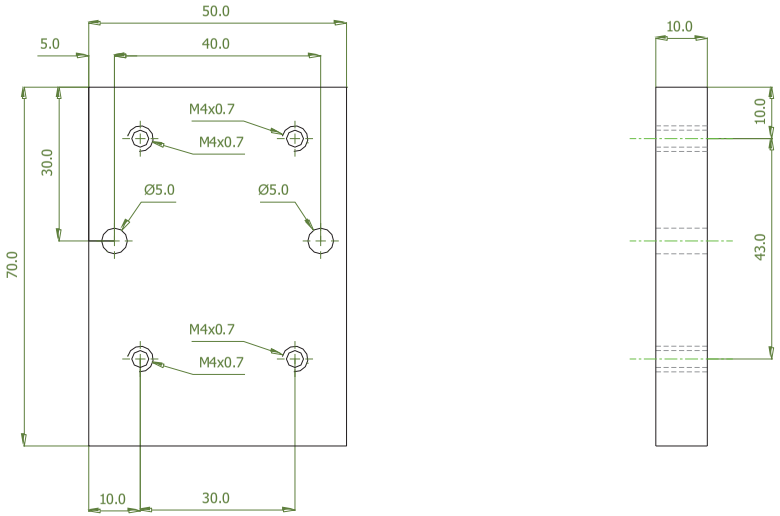
Anexo 3: Planos



POS	ZONA	DENOMINACIÓN	No. PLANO / UNIT	MATERIAL	OBSERVACIONES
EPN		FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	DIBUJADO: G.VILLAFUERTE S. / DISEÑADO: G.VILLAFUERTE S. / REVISÓ: LUIS FERNANDO JÁCOME		ESCALA: 1 : 2,5
		TABLERO ELECTRONEUMÁTICO		TEN 000	FECHA: 15-FEB

43	A1	TUERCA DESLIZANTE M6	MST-B-M6	16	ACERO INOX.	VER DETALLE Z
42	A1	PERNO SOMBREDADO ALLEN M6X20	DIN 912	16	ACERO INOX.	VER DETALLE Z
41	A1	TAPA CIEGA	PAG-6F24	8	CAUCHO	VER DETALLE Z
40	A1	SUJETADOR MARIPOSA	F-007	16	ACERO INOX.	VER DETALLE Y
39	A1	PERNO SOMBREDADO ALLEN M8X16	DIN 912	16	ACERO INOX.	VER DETALLE Y
38	A1	PERNO ALLEN M5X30	DIN 912	20	ACERO INOX.	VER DETALLE X
37	A1	TUERCA DE SUJECIÓN M5	538093	20	ACERO INOX.	VER DETALLE X
36	F8	CILINDRO DE ALMACENAMIENTO	F-005	1	ALUMINIO	MAQUINA
35	K13	PERFIL VERTICAL SECUNDARIO	[illegible]	4	PERFIL ALUMINIO	MAQUINA
34	K13	TAPA CIEGA	PAG-6F36	4	CAUCHO	MAQUINA
33	K12	PERFIL HORIZONTAL BASE	[illegible]	2	PERFIL ALUMINIO	MAQUINA
32	K19	ÁNGULO DE FIJACIÓN	MST-B-M8	8	ALUMINIO	MAQUINA
31	C11	BASE ELECTRONEUMÁTICA	[illegible]	2	PERFIL ALUMINIO	MAQUINA
30	C11	PERFIL HORIZONTAL	[illegible]	4	PERFIL ALUMINIO	MAQUINA
29	A10	TAPA CIEGA	PAG-6F28	4	CAUCHO	MAQUINA
28	G1	PANEL RANURADO 350X700	FD-9628AE	2	PERFIL ALUMINIO	MAQUINA
27	F4	VÁLVULA 5/2 VIAS 11/2"11	[illegible]	1	ALUMINIO	MAQUINA
26	E3	VÁLVULA 3/2 VÍAS 6MM	SV-3-M5	2	ALUMINIO	MAQUINA
25	G4	DETECTOR DE PROXIMIDAD INDUCTIVO	[illegible]	1	PLÁSTICO	MAQUINA
24	F7	PRESOSTATO	PEN-M5	1	ALUMINIO	MAQUINA
23	F6	FINAL DE CARRERA ELÉCTRICO	ER-318	1	ALUMINIO	MAQUINA
22	E6	VÁLVULA DE 5/2 VÍAS 11/16	[illegible]	3	ALUMINIO	MAQUINA
21	C7	CILINDRO SIMPLE EFECTO	[illegible]	4	ALUMINIO	MAQUINA
20	D5	ENEMAS DE FILTRO REGULADOR	[illegible]	6	ALUMINIO	MAQUINA
19	B5	CAJA FESTO DIDACTIC CP-HOUSING	PID-317596	1	PLÁSTICO	MAQUINA
18	B3	VÁLVULA DE SECUENCIA	MD-3-PK-3	1	ALUMINIO	MAQUINA
17	B3	ÁNGULO SOPORTE	F-203	4	ALUMINIO	MAQUINA
16	B2	VÁLVULA TEMPORIZADORA	HZ-3-PK-3	1	ALUMINIO	MAQUINA
15	B2	PIE DE AJUSTE	F-202	2	ALUMINIO	MAQUINA
14	C3	CILINDRO DE DOBLE EFECTO	[illegible]	2	ALUMINIO	MAQUINA
13	F5	INDICADOR ÓPTICO NEUMÁTICO	OH-22-BL	1	PLÁSTICO	MAQUINA
12	L2	PERFIL VERTICAL BASE	[illegible]	2	PERFIL ALUMINIO	MAQUINA
11	L2	PIE DE AJUSTE DE NIVEL	F-001	4	PLÁSTICO	MAQUINA
10	G6	VÁLVULA ESTRANGULADORA	838	2	ALUMINIO	MAQUINA
9	G6	VÁLVULA LÓGICA O - Y	839	2	ALUMINIO	MAQUINA
8	F6	VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN	808	1	ALUMINIO	MAQUINA
7	E7	VÁLVULA DE ESCAPE RÁPIDO	887	1	ALUMINIO	MAQUINA
6	D5	BLOQUE DISTRIBUIDOR	886	1	ALUMINIO	MAQUINA
5	D5	VÁLVULA CON R. ESCAMOTEABLE	885	2	ALUMINIO	MAQUINA
4	D3	VÁLVULA CON RODILLO	884	3	ALUMINIO	MAQUINA
3	E5	VÁLVULA 5/2 VÍAS 1996	883	1	ALUMINIO	MAQUINA
2	F3	VÁLVULA 3/2 VÍAS 1696 - 1898	882	2	ALUMINIO	MAQUINA
1	G3	MANÓMETRO	837	2	ALUMINIO	MAQUINA

ECUA insetec Ingeniería & Servicios

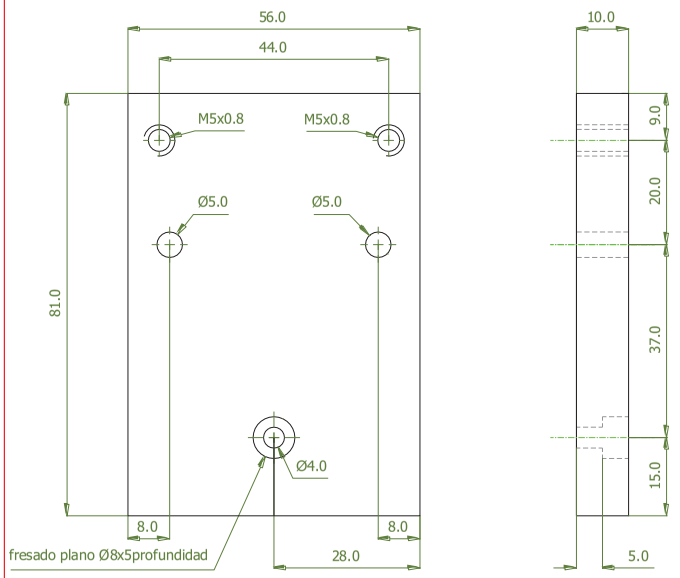


NOTA:
Limar aristas vivas

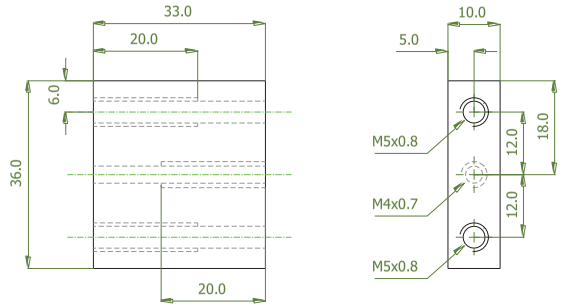
TRAT. TÉRMICO	NINGUNO	E.P.N.	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
RECUBRIMIENTO	ANODIZADO–LACADO		
# DE PIEZAS	2		
MATERIAL: ALUMINIO	TOL.GRAL: ±0.5	ESCALA: 1 : 1	DIB: GUZMÁN –VILLAVICENCIO DIS: GUZMÁN –VILLAVICENCIO REV: ING.LUIS FERNANDO JÁCOME
MANÓMETRO		001	FECHA: 10–2010

ECUA insetec Ingeniería & Servicios

PLACA:



ALZA:

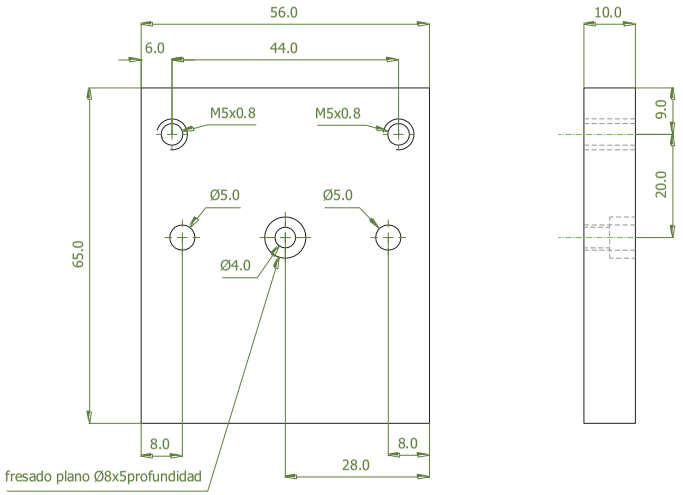


NOTA:
Limar aristas vivas

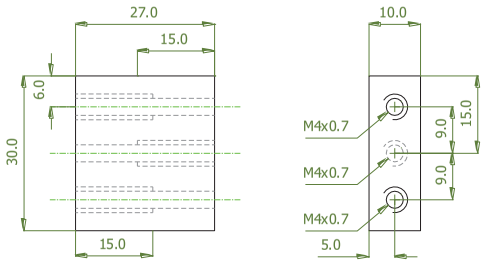
TRAT. TÉRMICO	NINGUNO	E.P.N.	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	
RECUBRIMIENTO	ANODIZADO–LACADO			
# DE PIEZAS	2			
MATERIAL: ALUMINIO	TOL.GRAL: ±0.5	ESCALA: 1 : 1	DIB: GUZMÁN –VILLAVICENCIO	
			DIS: GUZMÁN –VILLAVICENCIO	
			REV: ING.LUIS FERNANDO JÁCOME	
VÁLVULA 3/2 VÍAS 10190–10191		002	FECHA: 10–2010	

ECUA insetec Ingeniería & Servicios

PLACA:



ALZA:



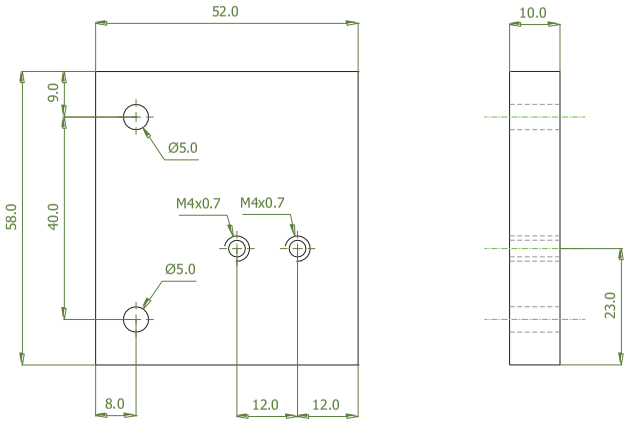
NOTA:
Limar aristas vivas

NOTA:
Las placas sirven tanto para las válvulas: SV-3-M5 y SV-5-M5-V

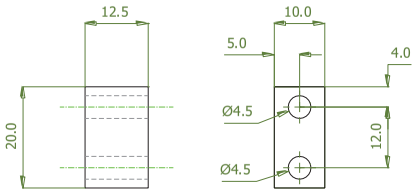
TRAT. TÉRMICO	NINGUNO	E.P.N.	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
RECUBRIMIENTO	ANODIZADO–LACADO		
# DE PIEZAS	3		
MATERIAL: ALUMINIO	TOL.GRAL: ±0.5	ESCALA: 1 : 1	DIB: GUZMÁN –VILLAVICENCIO DIS: GUZMÁN –VILLAVICENCIO REV: ING.LUIS FERNANDO JÁCOME
VÁLVULA 5/2 VÍAS 11914		003	FECHA: 10–2010

ECUA insetec Ingeniería & Servicios

PLACA:



ALZA:

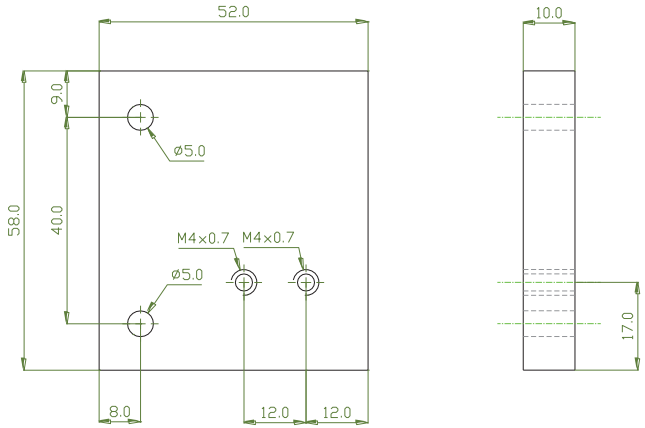


NOTA:
Limar aristas vivas

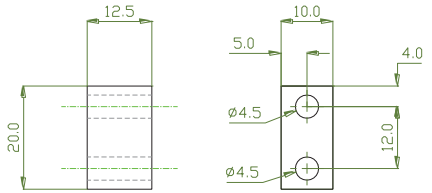
TRAT. TÉRMICO	NINGUNO	E.P.N.	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	
RECUBRIMIENTO	ANODIZADO–LACADO			
# DE PIEZAS	3			
MATERIAL: ALUMINIO	TOL.GRAL: ±0.5	ESCALA: 1 : 1	DIB: GUZMÁN –VILLAVICENCIO	
			DIS: GUZMÁN –VILLAVICENCIO	
			REV: ING.LUIS FERNANDO JÁCOME	
VÁLVULA CON RODILLO		004	FECHA: 10–2010	

ECUA insetec Ingeniería & Servicios

PLACA:



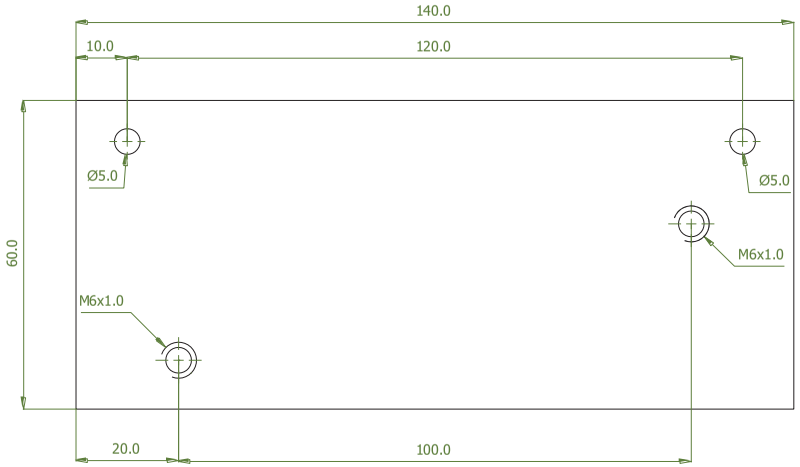
ALZA:

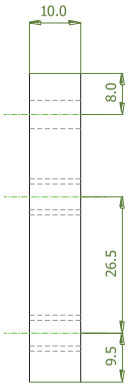


NOTA:
Limar aristas vivas

TRAT. TÉRMICO	NINGUNO	E.P.N.	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA		
RECUBRIMIENTO	ANODIZADO–LACADO				
# DE PIEZAS	2				
MATERIAL: ALUMINIO	TOL.GRAL: ±0.5	ESCALA: 1 : 1	DIB: GUZMÁN –VILLAVICENCIO		
			DIS: GUZMÁN –VILLAVICENCIO		
			REV: ING.LUIS FERNANDO JÁCOME		
VÁLVULA CON R.ESCAMOTEABLE		005	FECHA: 10–2010		

ECUA insetec Ingeniería & Servicios

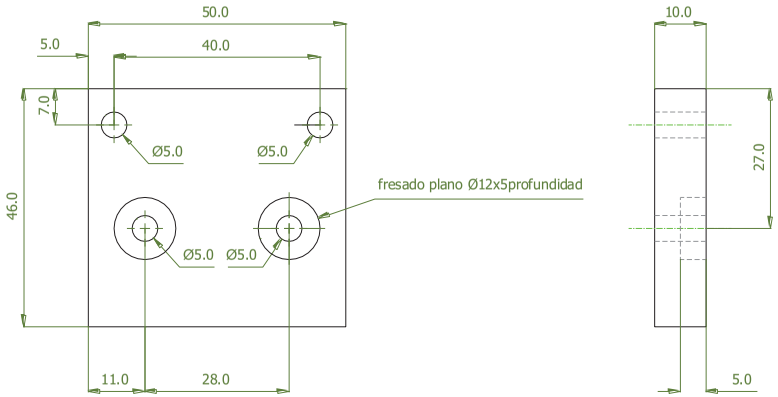




NOTA:
Limar aristas vivas

TRAT. TÉRMICO	NINGUNO	E.P.N.	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
RECUBRIMIENTO	ANODIZADO–LACADO		
# DE PIEZAS	1		
MATERIAL: ALUMINIO	TOL.GRAL: ±0.5	ESCALA: 1 : 1	DIB: GUZMÁN –VILLAVICENCIO DIS: GUZMÁN –VILLAVICENCIO REV: ING.LUIS FERNANDO JÁCOME
BLOQUE DISTRIBUIDOR		006	FECHA: 10–2010

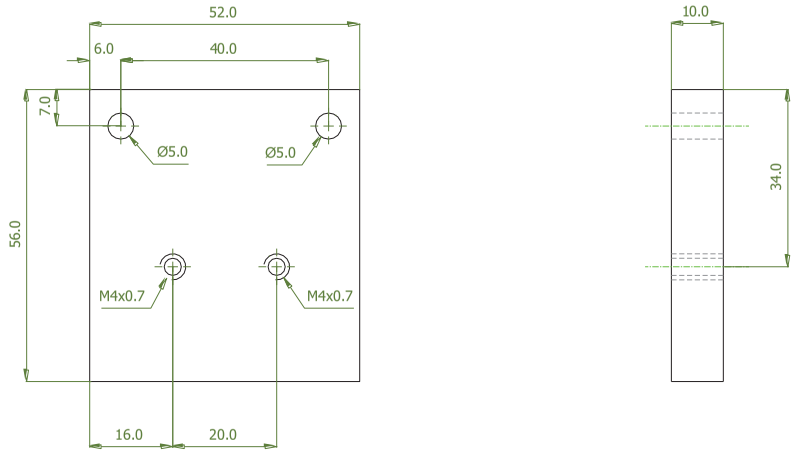
ECUA insetec Ingeniería & Servicios



NOTA:
Limar aristas vivas

TRAT. TÉRMICO	NINGUNO	E.P.N.	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
RECUBRIMIENTO	ANODIZADO–LACADO		
# DE PIEZAS	1		
MATERIAL: ALUMINIO	TOL.GRAL: ±0.5	ESCALA: 1 : 1	DIB: GUZMÁN –VILLAVICENCIO DIS: GUZMÁN –VILLAVICENCIO REV: ING.LUIS FERNANDO JÁCOME
VÁLVULA DE ESCAPE RÁPIDO		007	FECHA: 10–2010

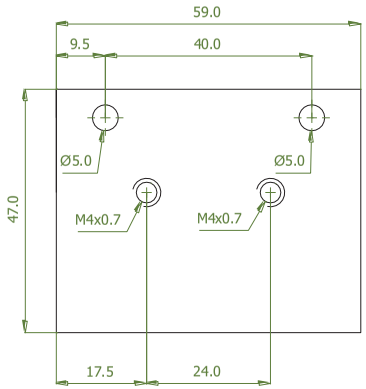
ECUA insetec Ingeniería & Servicios

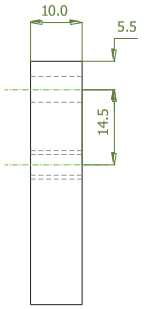


NOTA:
Limar aristas vivas

TRAT. TÉRMICO	NINGUNO	E.P.N.	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
RECUBRIMIENTO	ANODIZADO–LACADO		
# DE PIEZAS	1		
MATERIAL: ALUMINIO	TOL.GRAL: ±0.5	ESCALA: 1 : 1	DIB: GUZMÁN –VILLAVICENCIO DIS: GUZMÁN –VILLAVICENCIO REV: ING.LUIS FERNANDO JÁCOME
VÁLVULA REGULADORA PRESIÓN		008	FECHA: 10–2010

ECUA insetec Ingeniería & Servicios

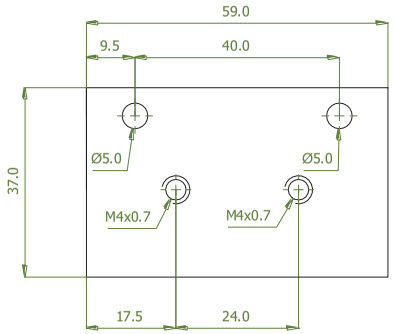


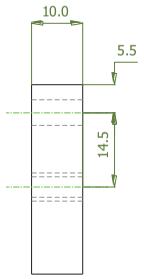


NOTA:
Limar aristas vivas

TRAT. TÉRMICO	NINGUNO	E.P.N.	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	
RECUBRIMIENTO	ANODIZADO–LACADO			
# DE PIEZAS	2			
MATERIAL: ALUMINIO	TOL.GRAL: ±0.5	ESCALA: 1 : 1	DIB:	GUZMÁN –VILLAVICENCIO
			DIS:	GUZMÁN –VILLAVICENCIO
			REV:	ING.LUIS FERNANDO JÁCOME
VÁLVULA LÓGICA O–Y		009	FECHA:	10–2010

ECUA insetec Ingeniería & Servicios





NOTA:
Limar aristas vivas

TRAT. TÉRMICO	NINGUNO	E.P.N.	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
RECUBRIMIENTO	ANODIZADO–LACADO		
# DE PIEZAS	2		
MATERIAL: ALUMINIO	TOL.GRAL: ±0.5	ESCALA: 1 : 1	DIB: GUZMÁN –VILLAVICENCIO DIS: GUZMÁN –VILLAVICENCIO REV: ING.LUIS FERNANDO JÁCOME
VÁLVULA ESTRANGULADORA		010	FECHA: 10–2010

ECUA insetec Ingeniería & Servicios

Anexo 4: Manuales

NEUMÁTICA

Capacitación técnica

Guía de Prácticas

ECUA insetec
Ingeniería & Servicios

1. **SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE PLANCHAS DE MADERA 1**

OBJETIVO DIDÁCTICO 1
EJERCICIO PLANTEADO..... 1
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 2
PLANO DE SITUACIÓN..... 2
ESQUEMA DEL CIRCUITO 3
DIAGRAMA DE FASES..... 3
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... 4
LISTA DE ELEMENTOS 5
FORMACIÓN POSTERIOR A LA ENSEÑANZA 5

2. **DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL DE CARGA 7**

OBJETIVO DIDÁCTICO 7
EJERCICIO PLANTEADO..... 7
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 8
PLANO DE SITUACIÓN..... 8
DIAGRAMA DE FASES..... 9
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... 10
MONTAJE DEL CIRCUITO..... 11
LISTA DE ELEMENTOS 11

3. **PUERTA DE DESCARGA DE MATERIAL 13**

OBJETIVO DIDÁCTICO 13
EJERCICIO PLANTEADO..... 13
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 14
PLANO DE SITUACIÓN..... 14
ESQUEMA DEL CIRCUITO 15
DIAGRAMA DE FASES..... 15
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... 16
MONTAJE DEL CIRCUITO..... 17
LISTA DE ELEMENTOS 18

4. **CADENA DE RODILLOS 19**

OBJETIVO DIDÁCTICO 19
EJERCICIO PLANTEADO..... 19
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 20
PLANO DE SITUACIÓN..... 20
ESQUEMA DEL CIRCUITO 21
DIAGRAMA DE FASES..... 21
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... 22
MONTAJE DEL CIRCUITO..... 23
LISTA DE ELEMENTOS 24
FORMACIÓN POSTERIOR A LA ENSEÑANZA 24

5. **DISPOSITIVO PUNZONADOR.. 25**

OBJETIVO DIDÁCTICO 25
EJERCICIO PLANTEADO..... 25
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 26
PLANO DE SITUACIÓN..... 26
ESQUEMA DEL CIRCUITO 27
DIAGRAMA DE FASES..... 27
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... 28
MONTAJE DEL CIRCUITO..... 29
LISTA DE ELEMENTOS..... 30
FORMACIÓN POSTERIOR A LA ENSEÑANZA 30

6. **SEPARACIÓN Y CARGA DE REVISTAS A UN DISPOSITIVO DE ALIMENTACIÓN CON RODILLOS 31**

OBJETIVO DIDÁCTICO 31
EJERCICIO PLANTEADO..... 31
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 32
PLANO DE SITUACIÓN 32
ESQUEMA DEL CIRCUITO 33
DIAGRAMA DE FASES..... 34
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... 34
MONTAJE DEL CIRCUITO..... 35
LISTA DE ELEMENTOS..... 36

7. **DISPOSITIVO PARA PRUEBAS DE DURABILIDAD DE COLCHONES. 37**

OBJETIVO DIDÁCTICO 37
EJERCICIO PLANTEADO..... 37
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 38
PLANO DE SITUACIÓN 38
ESQUEMA DEL CIRCUITO 39
DIAGRAMA DE FASES..... 40
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... 40
MONTAJE DEL CIRCUITO..... 41
LISTA DE ELEMENTOS..... 42
FORMACIÓN POSTERIOR A LA ENSEÑANZA 43

8. **ACCIONAMIENTO DE UNA CUCHARA DE COLADO..... 45**

OBJETIVO DIDÁCTICO 45
EJERCICIO PLANTEADO..... 45
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 46
PLANO DE SITUACIÓN 46
ESQUEMA DEL CIRCUITO 47
DIAGRAMA DE FASES..... 48
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... 48
MONTAJE DEL CIRCUITO..... 49
LISTA DE ELEMENTOS..... 50

9. **DESPLAZAMIENTO VERTICAL DE CARGA..... 51**

OBJETIVO DIDÁCTICO 51
EJERCICIO PLANTEADO..... 51
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 52
PLANO DE SITUACIÓN 52
VERSIÓN ABREVIADA 52

ESQUEMA DEL CIRCUITO 53
DIAGRAMA DE FASES..... 54
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... 54
MONTAJE DEL CIRCUITO 55
LISTA DE ELEMENTOS 56
FORMACIÓN POSTERIOR A LA ENSEÑANZA: ... 56

10. **TAMIZADORA DE ARENA PARA CONTROL DE TAMAÑO DE GRANO..... 57**

OBJETIVO DIDÁCTICO 57
EJERCICIO PLANTEADO..... 57
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 58
PLANO DE SITUACIÓN..... 58
ESQUEMA DEL CIRCUITO 59
DIAGRAMA DE FASES..... 59
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... 60
MONTAJE DEL CIRCUITO 61
LISTA DE ELEMENTOS 62

11. **CAMBIO DE DIRECCIÓN DE TRASLADO (DIRECCIÓN LONGITUDINAL-TRANSVERSAL-LONGITUDINAL) 63**

OBJETIVO DIDÁCTICO 63
EJERCICIO PLANTEADO..... 63
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 64
VERSIÓN ABREVIADA..... 64
PLANO DE SITUACIÓN..... 64
ESQUEMA DEL CIRCUITO 65
DIAGRAMA DE FASES..... 66
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... 66
MONTAJE DEL CIRCUITO 68
LISTA DE ELEMENTOS 69
FORMACIÓN POSTERIOR A LA ENSEÑANZA: ... 70

12. **ALINEADOR E IDENTIFICADOR DE PAQUETES..... 71**

OBJETIVO DIDÁCTICO 71
EJERCICIO PLANTEADO..... 71
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 72
VERSIÓN ABREVIADA..... 72
PLANO DE SITUACIÓN..... 72
ESQUEMA DEL CIRCUITO 73
DIAGRAMA DE FASES..... 74
MONTAJE DEL CIRCUITO 76
LISTA DE ELEMENTOS 77
FORMACIÓN POSTERIOR A LA ENSEÑANZA 78

13. **CLASIFICADOR DE ROCAS..... 79**

OBJETIVO DIDÁCTICO 79
EJERCICIO PLANTEADO..... 79
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 80
DIAGRAMA DE FASES..... 80
PLANO DE SITUACIÓN 80
ESQUEMA DEL CIRCUITO 81
VERSIÓN ABREVIADA..... 81
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... 82
MONTAJE DEL CIRCUITO..... 83
LISTA DE ELEMENTOS..... 84
FORMACIÓN POSTERIOR A LA ENSEÑANZA: ... 84
DIAGRAMA DE FASES MODIFICADO* 85

14. **COMPACTADOR DE QUESOS.. 87**

OBJETIVO DIDÁCTICO 87
EJERCICIO PLANTEADO..... 87
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 88
PLANO DE SITUACIÓN Y DIAGRAMA DE FASES 88
ESQUEMA DEL CIRCUITO 89
VERSIÓN ABREVIADA..... 89
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... 90
FORMACIÓN POSTERIOR A LA ENSEÑANZA: ... 91
MONTAJE DEL CIRCUITO:..... 91
LISTA DE ELEMENTOS..... 92
DIAGRAMA DE FASES MODIFICADO: 92

15. **TALADRADORA DE HUSILLOS MÚLTIPLES 93**

OBJETIVO DIDÁCTICO 93
EJERCICIO PLANTEADO..... 93
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 94
PLANO DE SITUACIÓN 94
ESQUEMA DEL CIRCUITO A..... 95
VERSIÓN ABREVIADA..... 95
DIAGRAMA DE FASES..... 96
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... 96
MONTAJE DEL CIRCUITO..... 98
LISTA DE ELEMENTOS..... 99
ESQUEMA DEL CIRCUITO: VARIANTE B 100
FORMACIÓN POSTERIOR A LA ENSEÑANZA: . 101
DIAGRAMA DE TIEMPOS:..... 101
VERSIÓN ABREVIADA:..... 101

16. **PUESTO DE INTRODUCCIÓN PARA ETIQUETADOR DE REGLETAS 103**

OBJETIVO DIDÁCTICO 103
EJERCICIO PLANTEADO..... 103
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 104
PLANO DE SITUACIÓN 104
ESQUEMA A DEL CIRCUITO..... 105
VERSIÓN ABREVIADA CON DIVISIÓN EN GRUPOS 105
DIAGRAMA DE FASES..... 106
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... 106
MONTAJE A DEL CIRCUITO..... 107
LISTA DE ELEMENTOS..... 108

Formación posterior a la enseñanza: . 109
Diagrama de tiempos:..... 109
Variantes del circuito:..... 109
Variante B del circuito:..... 110
Variante C del circuito:..... 111
Variante D del circuito: 112

17. **SEPARADOR NEUMÁTICO DE TEJAS PLÁSTICAS..... 113**

Objetivo didáctico 113
Ejercicio planteado..... 113
Descripción del ejercicio..... 114
Plano de situación..... 114
Esquema A del circuito 115
Versión abreviada con división en grupos 116
Diagrama de fases..... 116
Descripción de la solución..... 117
Montaje del circuito 119
Lista de elementos 120
Formación posterior a la enseñanza: . 120
Variante B del Circuito: 121
Variante C del Circuito: 122

18. **CORTADORA DE PERFILES DE ALUMINIO..... 123**

Objetivo didáctico 123
Ejercicio planteado..... 123
Descripción del ejercicio..... 124
Plano de situación..... 124
Esquema A del circuito 125
Versión abreviada con división en grupos 126
Diagrama de fases..... 126
Descripción de la solución..... 126
Montaje del circuito 129
Lista de elementos 130
Formación posterior a la enseñanza: . 131
Variante B:..... 131

19. **DISPOSITIVO PLEGADOR..... 133**

Objetivo didáctico 133
Ejercicio planteado..... 133
Descripción del ejercicio..... 134
Plano de situación..... 134
Versión abreviada..... 135
Esquema del circuito 135
Versión abreviada con división en grupos 135
Diagrama de fases..... 136
Descripción de la solución..... 136
Formación posterior a la enseñanza: . 138
Versión abreviada con división en grupos para la Variante B 138
Montaje del circuito A..... 138
Lista de elementos..... 139
Variante B Del Circuito:..... 140

20. **CONTADOR NEUMÁTICO 141**

Objetivo didáctico 141
Ejercicio planteado..... 141
Descripción del ejercicio..... 142
Esquema del circuito 143
Versión abreviada..... 144
Diagrama de fases..... 144
Descripción de la solución..... 144
Montaje del circuito..... 145
Lista de elementos..... 146
Formación posterior a la enseñanza .. 147

1

PRÁCTICA:

Sistema de alimentación de planchas de madera

Objetivo didáctico

- ✓ Manejo del filtro de aire comprimido
- ✓ Aprovechar el servicio del bloque distribuidor.
- ✓ Empleo de un cilindro de simple efecto.
- ✓ Mando directo de un cilindro de Simple efecto.
- ✓ Utilización de una válvula de 3/2 vías como válvula de maniobra.

Ejercicio planteado

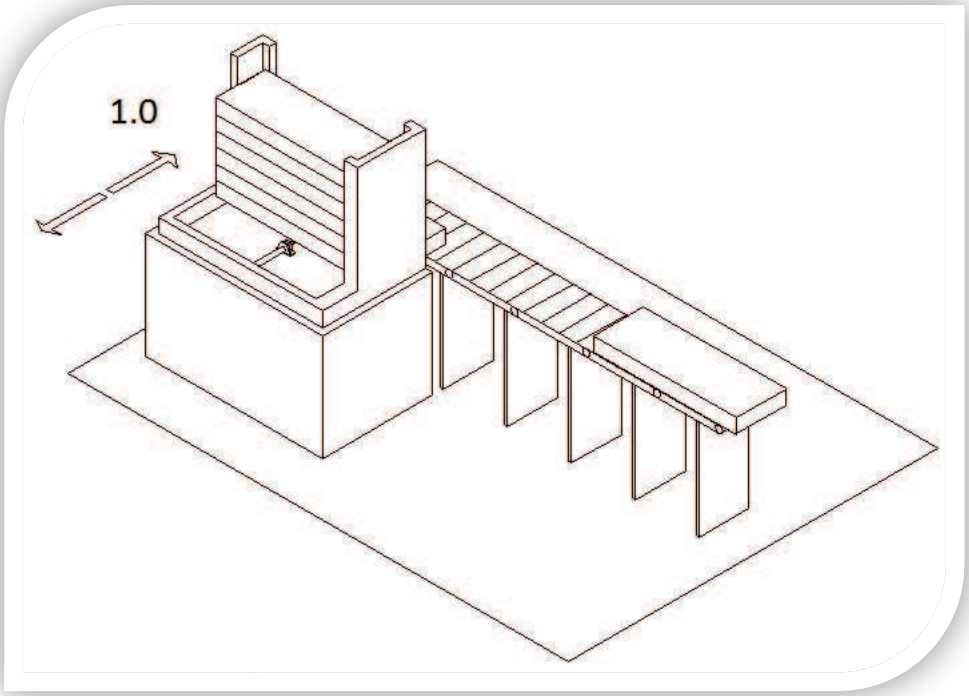
- ✓ Interpretar adecuadamente el ejercicio y el plano de situación.
- ✓ Elaborar el correspondiente diagrama de fases.
- ✓ Desarrollar el circuito neumático para el ejercicio.
- ✓ Comparar el circuito con la solución del manual.
- ✓ Seleccionar los elementos adecuados a ser utilizados.
- ✓ Ensamblar los elementos con ayuda de tubos flexibles en el tablero didáctico para prácticas neumáticas.
- ✓ Permitir el paso de aire hacia el circuito, comprobar su correcto funcionamiento y analizarlo.
- ✓ Desarmar el circuito y colocar en orden los elementos utilizados.

Descripción del ejercicio

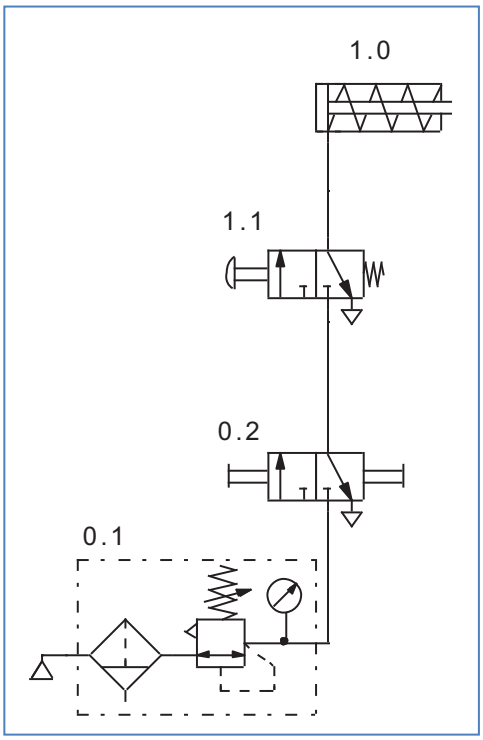
Al cilindro neumático va acoplado un accesorio, el cual sirve para deslizar planchas de madera. Mediante el accionamiento de un pulsador las planchas de madera son alimentadas individualmente a la banda transportadora.

Al oprimirse el pulsador, El vástago del cilindro avanza. Cuando se libera el pulsador, el vástago regresa a su posición inicial.

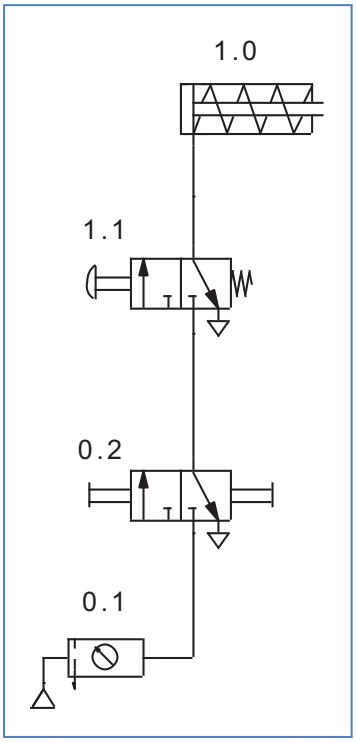
Plano de situación



Esquema del circuito

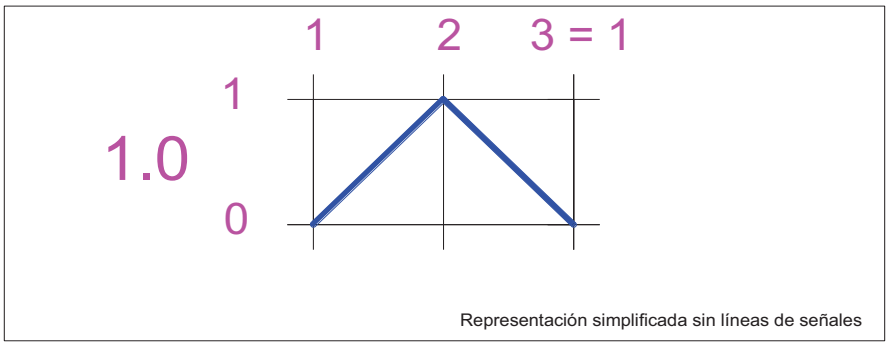


a) Representación detallada de la unidad de Mantenimiento



b) Representación simplificada de la unidad de Mantenimiento

Diagrama de fases



Descripción de la solución

Posición normal:

Primera línea inicial vertical del diagrama de fases, donde ya se encuentra el sistema alimentado de aire a través de la válvula de corredera de 3/2 vías [0.2], Los elementos se encuentran en su posición normal. Antes de accionar el circuito, se aprecia al cilindro con el vástago en su posición posterior de final de carrera, es decir, bajo acción del resorte y sin paso de aire.

Fase 1-2:

Presionado el pulsador [1.1], inmediatamente se permite el paso de aire hacia el cilindro de simple efecto por su parte posterior [1.0], ocasionando la salida del vástago y empujando la pieza. Para que el vástago retorne a su posición normal, se debe liberar el pulsador [1.1], caso contrario, el vástago del cilindro permanecerá en su posición delantera de final de carrera.

Fase 2-3:

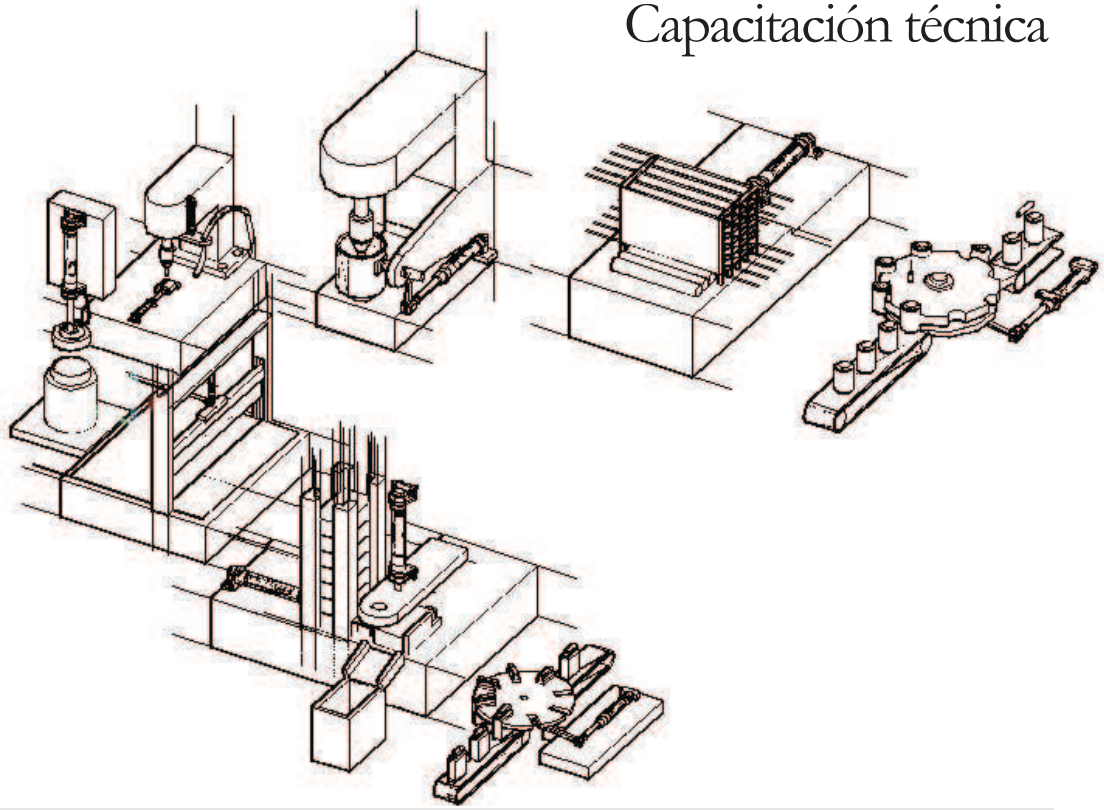
Al liberar el pulsador, la válvula de maniobra de 3/2 vías [1.1], retorna a su posición normal, por acción del resorte, dejando de proporcionar aire al cilindro [1.0]. El aire es evacuado por la válvula de 3/2 vías [1.1].

Zona límite:

Para lograr la correcta alimentación de las piezas se necesita que el pulsador [1.1] se mantenga presionado hasta que todo el vástago del cilindro [1.0] sea expulsado, caso contrario, el vástago retrocede, y no cumple la función deseada.

ELECTRONEUMÁTICA

Capacitación técnica



Guía de Prácticas

ECUA insetec
Ingeniería & Servicios

1. *DISPOSITIVO DE CIERRE*..... 1

OBJETIVO DIDÁCTICO 1
EJERCICIO PLANTEADO..... 1
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 1
PLANO DE SITUACIÓN 2
ESQUEMA NEUMÁTICO..... 3
ESQUEMA ELÉCTRICO 3
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... 3

***2.* PRENSA PARA TAPAS..... 5**

OBJETIVO DIDÁCTICO 5
EJERCICIO PLANTEADO..... 5
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 5
PLANO DE SITUACIÓN 6
ESQUEMA NEUMÁTICO..... 7
ESQUEMA ELÉCTRICO 7
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... 8

***3.* INSTALACIÓN DE CORTADO..... 9**

OBJETIVO DIDÁCTICO 9
EJERCICIO PLANTEADO..... 9
PLANO DE SITUACIÓN 10
ESQUEMA NEUMÁTICO..... 11
ESQUEMA ELÉCTRICO 11
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... 12

***4.* DISPOSITIVO DE VOLCADO.....13**

OBJETIVO DIDÁCTICO 13
EJERCICIO PLANTEADO..... 13
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 13
PLANO DE SITUACIÓN 14
ESQUEMA NEUMÁTICO..... 15
ESQUEMA ELÉCTRICO 15
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... 16

***5.* INSTALACIÓN PARA GRANELES.17**

OBJETIVO DIDÁCTICO 17
EJERCICIO PLANTEADO..... 17
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 17
PLANO DE SITUACIÓN 18
ESQUEMA NEUMÁTICO..... 19
ESQUEMA ELÉCTRICO 19
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... 20

***6.* CARGADOR VERTICAL MÚLTIPLE.....21**

OBJETIVO DIDÁCTICO 21
EJERCICIO PLANTEADO..... 21
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 21
PLANO DE SITUACIÓN 22
ESQUEMA NEUMÁTICO..... 23
ESQUEMA ELÉCTRICO 23
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN 24

***7.* MESA DIVISORA CIRCULAR..... 25**

OBJETIVO DIDÁCTICO 25
EJERCICIO PLANTEADO..... 25
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 25
PLANO DE SITUACIÓN..... 26
ESQUEMA NEUMÁTICO..... 27
ESQUEMA ELÉCTRICO 27
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN 27

***8.* DISPOSITIVO DE APRIETE.....29**

OBJETIVO DIDÁCTICO 29
EJERCICIO PLANTEADO..... 29
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 29
PLANO DE SITUACIÓN..... 30
ESQUEMA NEUMÁTICO..... 31
ESQUEMA ELÉCTRICO 31
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN 32

***9.* INSTALACIÓN DE REENVÍO..... 33**

OBJETIVO DIDÁCTICO 33
EJERCICIO PLANTEADO..... 33
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 33
PLANO DE SITUACIÓN..... 34
ESQUEMA NEUMÁTICO..... 35
ESQUEMA ELÉCTRICO 35
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN 36

***10.* TERMOSOLDADOR 37**

OBJETIVO DIDÁCTICO 37
EJERCICIO PLANTEADO..... 37
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 37
PLANO DE SITUACIÓN..... 38
ESQUEMA NEUMÁTICO..... 39
ESQUEMA ELÉCTRICO 39
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN 40

***11.* INSTALACIÓN REPARTIDORA...41**

OBJETIVO DIDÁCTICO 41
EJERCICIO PLANTEADO..... 41
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 41
PLANO DE SITUACIÓN..... 42
VERSIÓN ABREVIADA..... 42
DIAGRAMA ESPACIO-FASE 43
ESQUEMA NEUMÁTICO..... 43
ESQUEMA ELÉCTRICO 43
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN 44

***12.* TALADRO DE MESA.....45**

OBJETIVO DIDÁCTICO 45
EJERCICIO PLANTEADO..... 45
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 45

PLANO DE SITUACIÓN 46
DIAGRAMA DE FASES..... 46
ESQUEMA DEL CIRCUITO, NEUMÁTICO. 47
ESQUEMA DEL CIRCUITO, ELÉCTRICO 48
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... 49

13. **AVANCE DE FLEJES DE CHAPA. 51**

OBJETIVO DIDÁCTICO 51
EJERCICIO PLANTEADO..... 51
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 51
PLANO DE SITUACIÓN 52
DIAGRAMA DE FASES..... 52
ESQUEMA NEUMÁTICO 53
ESQUEMA ELÉCTRICO (1/2)..... 54
ESQUEMA ELÉCTRICO (2/2)..... 55
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... 56

14. **ENVASADORA.....61**

OBJETIVO DIDÁCTICO 61
EJERCICIO PLANTEADO..... 61
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 61
PLANO DE SITUACIÓN 62
ESQUEMA NEUMÁTICO 63
ESQUEMA ELÉCTRICO (1/2)..... 64
ESQUEMA ELÉCTRICO (2/2)..... 65
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... 65

15. **SELLADORA.....67**

OBJETIVO DIDÁCTICO 67
EJERCICIO PLANTEADO..... 67
DESCRIPCIÓN DEL EJERCICIO..... 67
PLANO DE SITUACIÓN 68
DIAGRAMA DE FASES..... 68
ESQUEMA NEUMÁTICO 69
ESQUEMA ELÉCTRICO (1/3)..... 70
ESQUEMA ELÉCTRICO (2/3)..... 71
ESQUEMA ELÉCTRICO (3/3)..... 72
DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN..... 72

PRÁCTICA: 1

Dispositivo de cierre

Objetivo didáctico

- ✓ Mando directo de un cilindro de doble efecto

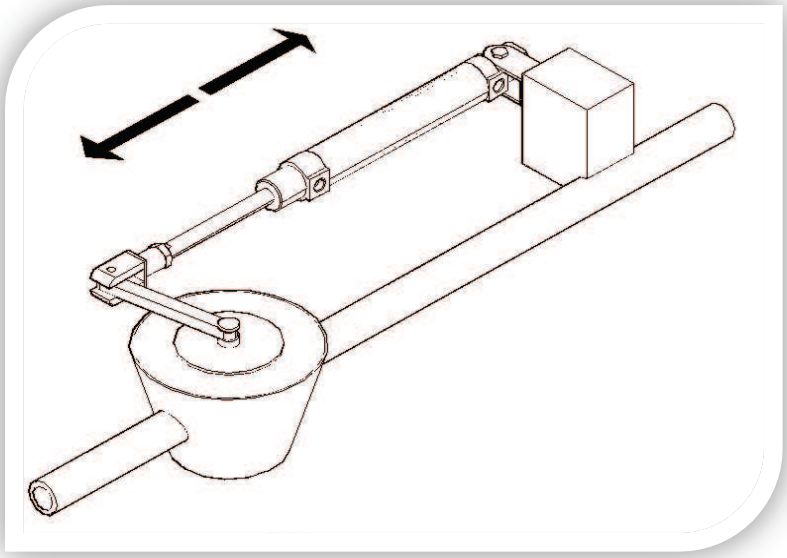
Ejercicio planteado

- ✓ Interpretación adecuada del ejercicio y del plano de la situación.
- ✓ Desarrollar el esquema eléctrico y neumático.
- ✓ Seleccionar los elementos adecuados a ser utilizados.
- ✓ Armar conexiones eléctricas y neumáticas.
- ✓ Comprobar su correcto funcionamiento y analizarlo.
- ✓ Desarmar el circuito y colocar en orden los elementos utilizados.

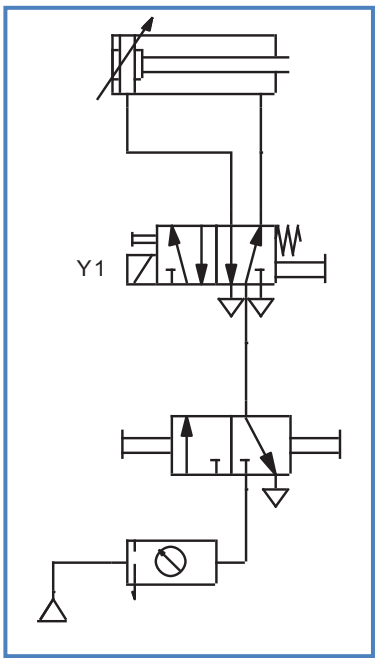
Descripción del ejercicio

Mediante un dispositivo de cierre, se debe cerrar y abrir la válvula de una tubería. Con la ayuda de un pulsador de puesta en marcha, se abre la válvula. Al liberar al pulsador, se cierra la válvula.

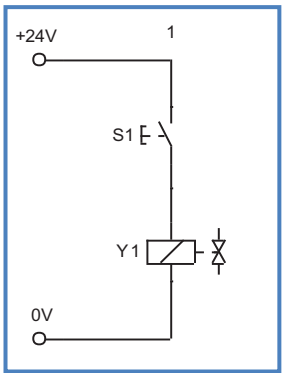
Plano de situación



Esquema neumático



Esquema eléctrico



Descripción de la solución

Mediante el accionamiento del pulsador S1, el circuito eléctrico de la bobina magnética Y1, se cierra y conmuta la electroválvula de 5/2 vías.

El vástago del cilindro de doble efecto avanza hacia la posición delantera de final de carrera. Cuando se suelta el pulsador S1, el circuito de la bobina Y1 se abre y la electroválvula de 5/2 vías, conmuta hacia la posición de reposo, entonces el vástago del cilindro retrocede hacia la posición trasera de final de carrera.

PRÁCTICA:

Prensa para tapas

2

Objetivo didáctico

- ✓ Mando indirecto de un cilindro de doble efecto

Ejercicio planteado

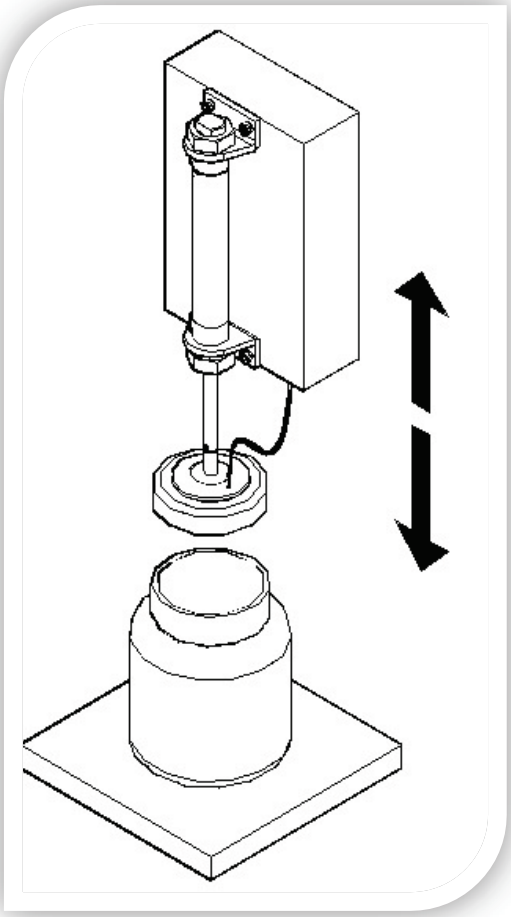
- ✓ Interpretación adecuada del ejercicio y del plano de la situación.
- ✓ Desarrollar el esquema eléctrico y neumático.
- ✓ Seleccionar los elementos adecuados a ser utilizados.
- ✓ Armar conexiones eléctricas y neumáticas.
- ✓ Comprobar su correcto funcionamiento y analizarlo.
- ✓ Desarmar el circuito y colocar en orden los elementos utilizados.

Descripción del ejercicio

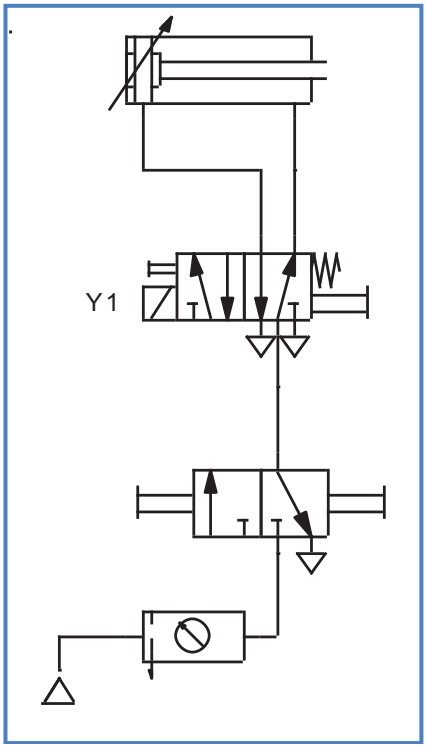
Con una prensa para tapas, se aprietan tapas colocadas manualmente sobre envases de plástico.

Al apretar un pulsador, el macho de prensado avanza a su posición delantera y aprieta la tapa ubicada sobre el envase. El macho de prensado regresa a su posición inicial al soltar el pulsador.

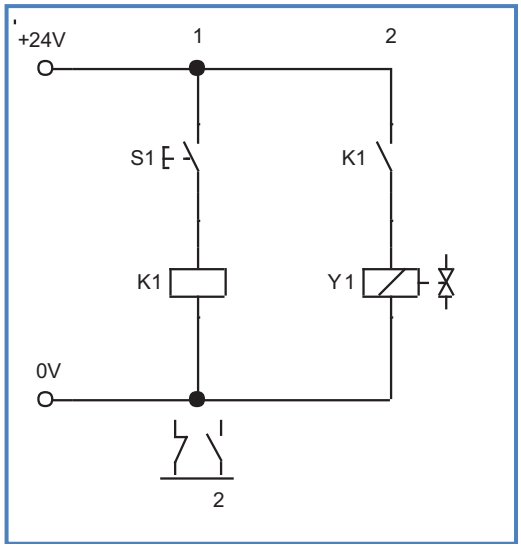
Plano de situación



Esquema neumático



Esquema eléctrico



Descripción de la solución

Mediante la activación del pulsador S1, se activa el circuito eléctrico del relé K1. Se cierra el circuito de la bobina magnética Y1 y se conmuta la electroválvula de 5/2 vías. Consecuentemente, el vástago del cilindro de doble efecto, avanza hacia su posición delantera de final de carrera.

Al liberar el pulsador S1, el circuito del relé K1 se abre y el contacto K1 pasa a su posición de reposo. El circuito de la bobina Y1 se abre y la electroválvula de 5/2 vías, realiza su conmutación hacia la posición de reposo. El vástago retrocede hacia la posición trasera de final de carrera.