

Christiam Xavier Núñez Zavala
Cristian Guillermo Fiallos Velasco
Javier Edmundo Jaramillo Ortega
Alex Danilo Merizalde Salas
[Autores]

Guía didáctica
**Sistemas eléctricos,
neumáticos e hidráulicos**



Religación Press

Guía didáctica

Sistemas eléctricos, neumáticos e hidráulicos

Christiam Xavier Núñez Zavala, Cristian Guillermo Fiallos Velasco,
Javier Edmundo Jaramillo Ortega,
Alex Danilo Merizalde Salas



Religación
Press
Ideas desde el Sur Global

Religación **P**ress

Equipo Editorial

Eduardo Díaz R. Editor Jefe
Roberto Simbaña Q. Director Editorial
Felipe Carrión. Director de Comunicación
Ana Benalcázar. Coordinadora Editorial
Ana Wagner. Asistente Editorial

Consejo Editorial

Jean-Arsène Yao | Dilrabo Keldiyorovna Bakhronova | Fabiana Parra | Mateus Gamba Torres
| Siti Mistima Maat | Nikoleta Zampaki | Silvina Sosa

Religación Press, es parte del fondo editorial del Centro de Investigaciones CICSHAL-RELIGACIÓN.

Diseño, diagramación y portada: Religación Press.

CP 170515, Quito, Ecuador. América del Sur.

Correo electrónico: press@religacion.com

www.religacion.com

Disponible para su descarga gratuita en <https://press.religacion.com>

Este título se publica bajo una licencia de Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)



Guía didáctica: sistemas eléctricos, neumáticos e hidráulicos

Didactic guide: Electrical, pneumatic and hydraulic systems

Guia de ensino: Sistemas elétricos, pneumáticos e hidráulicos

Derechos de autor:	Religación Press© Autoras@ Autores@ Editoras@
Primera Edición:	2024
Editorial:	Religación Press
Materia Dewey:	620 - Ingeniería y operaciones afines
Clasificación Tema:	TGB - Ingeniería mecánica / TNF - Ingeniería hidráulica
BISAC:	TEC007000
Público objetivo:	Profesional / Académico
Colección:	Ingeniería
Soporte/Formato:	PDF / Digital
Publicación:	2024-12-31
ISBN:	978-9942-664-91-4

APA 7

Núñez Zavala, C. X., Fiallos Velasco, C. G., Jaramillo Ortega, J. E., y Merizalde Salas, A. D. (2024). *Guía didáctica: sistemas eléctricos, neumáticos e hidráulicos*. Religación Press. <https://doi.org/10.46652/ReligacionPress.250>

[Revisión por pares]

Este libro fue sometido a un proceso de dictaminación por académicos externos (doble-ciego). Por lo tanto, la investigación contenida en este libro cuenta con el aval de expertos en el tema quienes han emitido un juicio objetivo del mismo, siguiendo criterios de índole científica para valorar la solidez académica del trabajo.

[Peer Review]

This book was reviewed by an independent external reviewers (double-blind). Therefore, the research contained in this book has the endorsement of experts on the subject, who have issued an objective judgment of it, following scientific criteria to assess the academic soundness of the work.

Sobre los/as autores/as

Christiam Xavier Núñez Zavala

Universidad Nacional de Chimborazo | Riobamba | Ecuador
<https://orcid.org/0000-0001-8162-5616>
cnunez@unach.edu.ec
christiamne@gmail.com

Ingeniero en Electrónica, Control y Redes Industriales de la Escuela superior Politécnica de Chimborazo en el año de 2011, estudios de posgrado Magister en Sistemas de Control y Automatización Industrial en la Superior Politécnica de Chimborazo año de 2017. Jefe de Automatización en la empresa Ecuatoriana de Cerámica planta Azulejos de la Ciudad de Riobamba. Encargado de soporte de líneas de comunicación Grupo Cerámico. Docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en el año 2012 en la Facultad de Informática y Electrónica en las carreras de: Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industrial, Ingeniería Electrónica en Telecomunicaciones. Docente en la Universidad Nacional de Chimborazo en la Unidad de Admisión y Nivelación en el año 2017. Analista del departamento de Tecnologías de la Información y Comunicación de la Universidad nacional de Chimborazo. Docente de la Senescyt en el Instituto Tecnológico Carlos Cisneros de la Ciudad de Riobamba en el año 2018. Actualmente Docente de la Universidad Nacional de Chimborazo en la Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías, Carrera de Pedagogía de la Informática. Miembro del grupo de Investigación Umayuk de la Universidad nacional de Chimborazo. Líneas de investigación de interés: electrónica analógica, electrónica de potencia, microcontroladores, visión artificial, sistemas de control clásicos y modernos.

Cristian Guillermo Fiallos Velasco

Instituto Superior Tecnológico Carlos Cisneros | Riobamba | Ecuador
<https://orcid.org/0009-0005-8740-946X>
cristian.fiallosv@istcarloscisneros.edu.ec
cfiallosvelasco@gmail.com

Magister en Electrónica en Automatización, Mención Redes Industriales de la Escuela Superior Politécnica del Ejército. Ingeniero Electrónico en Control y Redes Industriales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Docente con diez años de experiencia en el Instituto Superior Tecnológico Carlos Cisneros, desempeñándose en la carrera de Electrónica en Automatización y Telecomunicaciones, director del grupo de investigación Fragua 2. Además, es director ejecutivo de la Academia de Robótica Educativa: Crea, Aprende y Juega, una institución dedicada a la enseñanza de nuevas tecnologías, fomentando el desarrollo de habilidades tecnológicas y creativas en niños y adolescentes.

Javier Edmundo Jaramillo Ortega

Instituto Superior Tecnológico Carlos Cisneros | Riobamba | Ecuador
<https://orcid.org/0000-0003-2916-858X>
javier.jaramillo@istcarloscisneros.edu.ec
javi.jaramillo1981@gmail.com

Mecánica Industrial, con una sólida formación académica que incluye un título de Ingeniero Mecánico obtenido en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, así como un Magíster en Diseño Mecánico de la misma institución. Además, cuenta con un Bachillerato Técnico Industrial en Mecánica Industrial del Instituto Tecnológico Superior "Carlos Cisneros". En su trayectoria académica, Javier se desempeña como Coordinador de Carrera de Mecánica Industrial y Docente en el IST "Carlos Cisneros", donde imparte asignaturas como Resistencia de Materiales, Metrología, Máquinas Herramientas y Control Numérico Computarizado. Su experiencia incluye también roles como asistente de cátedra y supervisor en proyectos de construcción, lo que complementa su perfil como investigador y educador en el ámbito de la ingeniería mecánica.

Alex Danilo Merizalde Salas

Instituto Superior Tecnológico Carlos Cisneros | Riobamba | Ecuador
<https://orcid.org/0000-0002-0469-5079>
alex.merizalde@istcarloscisneros.edu.ec
a.merizalde19@gmail.com

Ingeniero Mecánico graduado en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Master en Diseño Industrial y de Procesos por la Universidad Internacional SEK, Docente de la Carrera de Mecánica Industrial en las asignaturas de Hidráulica y Neumática, Máquinas Térmicas y Fundición y Tratamientos Térmicos.

Resumen:

La Guía didáctica sobre sistemas eléctricos, neumáticos e hidráulicos constituye un material académico completo destinado a fortalecer el aprendizaje teórico-práctico en tecnologías aplicadas a la automatización industrial. Desarrollada por un equipo multidisciplinario de docentes e investigadores del Instituto Tecnológico Carlos Cisneros y la Universidad Nacional de Chimborazo, la obra se estructura en cuatro unidades: neumática, electroneumática, hidráulica y electrohidráulica. Cada unidad aborda desde los fundamentos físicos hasta la implementación de sistemas mediante simulación, diseño de circuitos y análisis funcional. La guía explica detalladamente los componentes, simbología, principios físicos (como la presión, el volumen, el caudal y la velocidad), y los procesos de dimensionamiento de válvulas y actuadores. Se incluye un enfoque didáctico constructivista, complementado por actividades prácticas, foros, videos, y software de simulación, lo que favorece la comprensión integral de la materia. Este recurso también considera las normas internacionales (ISO, UNE) en la representación simbólica de los circuitos, así como metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas. La guía académica pone énfasis en la seguridad, la eficiencia energética, el diagnóstico de fallas y el mantenimiento preventivo, capacitando al estudiante en la solución de problemas técnicos en entornos industriales reales. Por lo tanto, se trata de un material de alta relevancia para carreras técnicas, ingenierías y formación profesional en control y automatización, ya que promueve la aplicabilidad de los conocimientos en contextos laborales reales.

Palabras Clave:

Automatización, Tecnología industrial, Neumática, Hidráulica, Enseñanza técnica.

Abstract:

The Teaching Guide on Electrical, Pneumatic, and Hydraulic Systems is a comprehensive academic resource designed to strengthen theoretical and practical learning in technologies applied to industrial automation. Developed by a multidisciplinary team of professors and researchers from the Carlos Cisneros Technological Institute and the National University of Chimborazo, the book is structured into four units: pneumatics, electropneumatics, hydraulics, and electrohydraulics. Each unit covers everything from the physical foundations to system implementation through simulation, circuit design, and functional analysis. The guide explains in detail the components, symbols, physical principles (such as pressure, volume, flow, and velocity), and the sizing processes for valves and actuators. It includes a constructivist teaching approach, complemented by practical activities, forums, videos, and simulation software, which promotes a comprehensive understanding of the subject. This resource also considers international standards (ISO, UNE) in the symbolic representation of circuits, as well as active methodologies such as problem-based learning. The academic guide emphasizes safety, energy efficiency, fault diagnosis, and preventive maintenance, training students in technical problem solving in real-life industrial environments. Therefore, this material is highly relevant for technical programs, engineering programs, and vocational training

in control and automation, as it promotes the applicability of knowledge in real-life work contexts.

Keywords:

Automation, Industrial Technology, Pneumatics, Hydraulics, Technical Education.

Resumo:

O Guia Didático de Sistemas Elétricos, Pneumáticos e Hidráulicos é um recurso acadêmico abrangente, projetado para fortalecer o aprendizado teórico e prático em tecnologias aplicadas à automação industrial. Desenvolvido por uma equipe multidisciplinar de professores e pesquisadores do Instituto Tecnológico Carlos Cisneros e da Universidad Nacional de Chimborazo, o livro está estruturado em quatro unidades: pneumática, eletropneumática, hidráulica e eletro-hidráulica. Cada unidade aborda desde os fundamentos físicos até a implementação de sistemas por meio de simulação, projeto de circuitos e análise funcional.

O guia explica detalhadamente os componentes, símbolos, princípios físicos (como pressão, volume, vazão e velocidade) e os processos de dimensionamento de válvulas e atuadores. Inclui uma abordagem de ensino construtivista, complementada por atividades práticas, fóruns, vídeos e softwares de simulação, promovendo uma compreensão integral da disciplina. Este recurso também considera normas internacionais (ISO, UNE) na representação simbólica de circuitos, além de metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em problemas.

O guia acadêmico enfatiza a segurança, a eficiência energética, o diagnóstico de falhas e a manutenção preventiva, capacitando os estudantes na resolução de problemas técnicos em ambientes industriais reais. Portanto, este material é altamente relevante para cursos técnicos, engenharias e formação profissional em controle e automação, pois promove a aplicabilidade do conhecimento em contextos reais de trabalho.

Palavras-chave:

Automação, Tecnologia Industrial, Pneumática, Hidráulica, Educação Técnica.

Contenido

[Peer Review]	6
Resumen:	10
Abstract:	10
Resumo:	11
Resumo:	11
Presentación de la asignatura	18
Unidad 1	19
Neumática	19
Planificación	20
Metodología	20
Desarrollo de la Unidad 1	21
Sistemas de unidades de presión.	21
Introducción a la neumática.	21
Magnitudes Fundamentales.	23
Presión.	23
Presión en los gases.	23
Presión Hidrostática I.	24
Presión Hidrostática II.	24
Principios de Pascal.	24
Volumen.	25
Velocidad.	26
Tablas de unidades de medida	26
Simbología	27
Designación de conexiones normas básicas de representación	28
Bombas y compresores.	32
Mecanismos (actuadores).	33
Válvulas direccionales.	35
Accionamientos	36
Válvulas de bloqueo, flujo y presión	37
Elementos e instalaciones.	38
Válvulas direccionales.	39
Válvula.	39
Tipos de válvulas neumáticas:	39
Definición de válvula direccional o de vías.	40
Clasificación de las válvulas direccionales	40
Nº de vías y posiciones	40
Tipo de accionamiento	42
Ejemplos de válvulas direccionales	43
Válvulas limitadoras de presión	44
Válvulas reguladoras de presión.	45
Válvulas de cheque.	47
Dimensionamiento de válvulas para sistemas neumáticos	47
Elementos complementarios filtros y mangueras	51
Filtros	51
Mangueras o tuberías neumáticas.	51
Actuadores	53
Generalidades	53
Cilindros neumáticos.	54
Motores neumáticos	55
Dimensionamiento de actuadores neumáticos	56
Cilindros Neumáticos	56
Fuerza del cilindro	56

Fuerzas en el servomotor neumático	57
Métodos de control de cilindros	60
Formas de representación de las fases operativas del trabajo de una máquina.	60
Método de cascada	61
Método paso a paso	64
Método de secuenciador	67
Actividades unidad 1	71
Actividad 1: Preguntas	71
Actividad 2: Ejercicios	71
Actividad 3: Actividades de simulación/ prácticas.	72
Actividad 4: autoevaluaciones:	73
Autoevaluación 2:	75
Unidad 2	79
Electroneumática	79
Contenido	80
Metodología	80
Ponderación para la evaluación del estudiante:	81
Desarrollo de la unidad 2	81
Simbología	82
Fuente de alimentación	82
Pulsador y selector	83
Contacto normalmente abierto	83
Contacto normalmente cerrado	84
Contacto conmutador	84
Sensores para detección de posiciones y para control de la presión	85
Detectores de final de carrera	85
Detectores de proximidad	86
Contacto Reed	87
Detectores electrónicos	87
Sensores de conmutación a positivo y a negativo	88
Detector de proximidad inductivo	88
Detector de proximidad capacitivo	89
Detector de proximidad óptico	89
Barrera de luz unidireccional:	90
Barrera de luz de reflexión:	90
Detectores por reflexión	90
Sensores de presión	91
Presostatos mecánicos:	91
Presostatos electrónicos:	92
Sensores de presión analógicos:	92
Relés y contactores	93
Construcción de un relé	93
Relés de remanencia	94
Relé de temporización	94
Construcción de un contactor	95
Resumen simbología	96
Símbolos de actuadores electromecánicos	97
Símbolos de relés y contactores	98
Símbolos de sensores/detectores	99
Válvulas distribuidoras	99
Solenoides	99
Tipos Solenoides por la alimentación:	100
Solenoides Discretos:	100

Solenoides Continuos o Proporcionales:	100
Tipos solenoides por sellado de su vastágo :	101
Electroválvula de 3/2 vías, servopilotada	102
Electroválvula de 5/2 vías, servopilotada	103
Electroválvula biestable de 5/2 vías, servopilotada	104
Electroválvula servopilotada de 5/3 vías con centro a escape	105
Significado de la posición central	106
Secuencias	107
Formas de representación de las fases operativas del trabajo de una máquina.	107
Diagrama de funciones de máquinas y equipos	107
Ámbito de aplicación del diagrama de funciones	108
Diagrama espacio-pasos	108
Diagrama espacio-fase	109
Diagrama espacio-tiempo	110
Diagrama Grafcet	111
Esquemas de circuitos de mando y técnicas de diseño.	112
Método secuencial paso máximo	113
Método secuencial paso mínimo	116
Método secuencial en cascada	117
Aplicaciones secuenciales de circuitos electroneumáticas.	121
Software de Aplicación y Simulación.	124
Una herramienta para todas las exigencias	125
Simulación de accionamiento directo e indirecto con cilindros neumáticos.	126
Simulación de retención de señal con finales de carrera.	132
Simulación con válvula temporizadora.	134
Partes de un temporizador	135
Simulación de retorno automático en circuitos electroneumáticos.	138
Actividades unidad 2	141
Actividad 1: Preguntas	141
Actividad 2: Actividades de simulación/ prácticas.	143
Unidad 3	147
Hidráulica	147
Contenido	148
Metodología	148
Ponderación para la evaluación del estudiante:	149
Desarrollo de la unidad 3	149
Simbología	150
Símbolos de rayado de líneas	150
Símbolos de bombas y compresores	150
Símbolos de Motores hidráulicos	151
Símbolos de Cilindros Hidráulicos	152
Símbolos de Métodos de control	153
Símbolos de Válvulas de control de presión	155
Símbolos de elementos varios de Hidráulica	156
Elementos e instalaciones.	157
Tipos de accionamiento	162
Designación completa de las válvulas distribuidoras.	163
Válvulas limitadoras de presión.	166
Funcionamiento	167
Aplicación	167
Representación mediante símbolos	167
Válvulas check o antirretorno	172

Característica de flujo	175
Elementos complementarios: filtros, mangueras	177
Representación esquemática de la cadena de mando	177
Líquido a presión	177
Depósito	178
Filtro	180
Actuadores Hidráulicos.	185
Motores Hidráulicos	186
Dimensionamiento de actuadores hidráulicos	188
Cálculo del cilindro y tamaño del cilindro	188
Carrera del pistón	191
Análisis de falla en actuadores hidráulicos	196
Juntas y Sellos hidráulicos	196
Fluido hidráulico	199
Circuitos Hidráulicos	202
Formas de representación de las fases operativas del trabajo de una máquina.	202
Circuitos hidráulicos típicos	202
Accionamiento de turbinas	203
Prensas hidráulicas	203
Aplicaciones secuenciales de circuitos hidráulicos	208
Como resolver los problemas de Hidráulica	209
Problemas de Síntesis	210
Actividades unidad 3	212
Actividad 1: Preguntas	212
Actividad 2: Actividades de simulación/ prácticas	214
Actividad 3: Cuestionario	215
Actividad 4: Ejercicios propuestos.	216
Unidad 4	218
Electrohidráulica	218
Contenido	219
Metodología	219
Ponderación para la evaluación del estudiante:	220
Desarrollo de la unidad 4	220
Simbología	220
Pulsadores	221
Interruptor	223
Finales de carrera mecánicos	224
El relé	225
Válvulas distribuidoras.	229
Diagramas mediante Grafcet	234
Pasos Grafcet	235
Paso inicial	235
Condición de transición	235
Selección de secuencias	237
Esquema eléctrico	240
Identificación de componentes	243
Tabla de elementos de conmutación	243
Contactos y sensores activado	244
Aplicaciones secuenciales de circuitos electrohidráulicos	244
Software de Aplicación y Simulación	252
Mando directo cilindro simple efecto	254
Mando directo del cilindro doble efecto	255

Mando indirecto cilindro simple efecto	257
Mando indirecto cilindro doble efecto	258
Simulación de retención de señal con finales de carrera.	260
Mando semiautomático de un cilindro doble efecto.	260
Mando automático del cilindro de doble efecto.	261
Simulación con válvula temporizadora.	263
Partes de un temporizador	263
Actividades unidad 4	271
Actividad 1: Preguntas	271
Actividad 2: actividades de simulación/ prácticas	272
Actividad 3: ejercicios propuestos	274
Referencias	276XS

Guía didáctica

Sistemas eléctricos, neumáticos e hidráulicos

Presentación de la asignatura

Descripción de la asignatura

En esta asignatura se ofrece al estudiante los principios y fundamentos de los sistemas neumáticos, hidráulicos, electroneumáticos y electrohidráulicos desde un punto de vista teórico – práctico.

La asignatura describe los diferentes elementos que constituyen los sistemas hidráulicos y neumáticos, como los reguladores de presión, elementos para tratamiento del aire, reguladores de presión, válvulas de control, actuadores, accesorios de hidráulica y neumática, aplicaciones secuenciales, seguridad, localización de fallas y mantenimiento.

En esta asignatura se hará énfasis en sus características, funcionamiento, instalación, regulación, control y los fundamentos del cálculo y operación, además, el diseño de circuitos hidráulicos, neumáticos, electrohidráulicos y electroneumáticos.

Competencias de la asignatura que aporta al perfil profesional

El estudiante que apruebe esta asignatura estará capacitado en:

Instalar, gestionar y proveer mantenimiento en sistemas electrónicos, control y telecomunicaciones, mediante el estudio de elementos semiconductores, aplicada a la automatización industrial, así como para la transmisión y recepción de señales en comunicaciones analógicas y digitales.

- Implementa sistemas en base a las necesidades de cada uno de los requerimientos de los procesos, por medio de normas, así como su correcta utilización para garantizar un nivel adecuado de seguridad.
- Relaciona los fundamentos teóricos del Control con su aplicación práctica.

Objetivos de la asignatura

Diseñar, implementar planos y reparar sistemas neumáticos, hidráulicos con los diferentes elementos y procesos electrónicos.

Unidad 1
Neumática

Planificación

Resultados de aprendizaje:	Conoce los diferentes elementos como compresores, pistones y válvulas utilizados en la neumática e hidráulica. Crea tableros y dimensiona adecuadamente circuitos neumáticos e hidráulicos. Conoce los procesos para el mantenimiento adecuado de los sistemas neumáticos e hidráulicos			
Contenidos de la unidad 1	Horas/ Semana	Actividades de aprendizaje		
		Actividades de docencia	Actividades de aplicación / Prácticas	Actividades de trabajo autónomo
1.1. Sistemas de unidades de presión. 1.2. Simbología. 1.3. Elementos e instalaciones. 1.3.1 Válvulas direccionales. 1.3.2 Válvulas limitadoras de presión. 1.3.3 Válvulas reguladores de presión. 1.3.4 Válvulas de cheque 1.3.5 Dimensionamiento de válvulas para sistemas neumáticos. 1.3.6 Elementos complementarios: filtros, mangueras, 1.4. Actuadores. 1.4.1 Cilindros neumáticos. 1.4.2 Motores neumáticos. 1.4.3 Dimensionamiento de actuadores neumáticos. 1.4.4 Análisis de falla en actuadores neumáticos 1.5. Métodos de control de cilindros. 1.5.1 Formas de representación de las fases operativas del trabajo de una máquina. 1.5.2 Esquemas de circuitos de mando y técnicas de diseño. 1.5.3 Aplicaciones secuenciales de circuitos neumáticos.	20 horas 4 semanas	Videoconferencia relacionada a los contenidos de la Unidad en curso. Aprendizaje con simulación y videos. Tutorías sincrónicas y asincrónicas personalizadas	Identificación y manejo de simbología. Manejo de elementos neumáticos mediante simulación. Implementación de circuitos de mando y secuenciales.	Consultas on line Foros Chats Blogs Cuestionario

Metodología

Estrategia metodológica	Recursos didácticos
Constructivista-participativa	Diapositivas

Estrategia metodológica	Recursos didácticos
Aprendizaje basado en problemas	Bibliografía Guías prácticas Internet Manuales Guía didáctica
Aprendizaje en línea	Aula virtual Herramientas web 2.0 Internet Guía didáctica
Aprendizaje por descubrimiento	Guía didáctica Manuales Internet Periódicos Bibliografía Guías prácticas

Ponderación para la evaluación del estudiante:

Criterios de Evaluación: Se analiza el desempeño del estudiante al comprobar los conocimientos alcanzados a través de las actividades de aprendizaje planteadas			
Métodos:	Diagnóstica	Formativa	Sumativa
Técnicas:	Documentación	Encuesta	Análisis de grabación de audio o video
	Encuesta	Evaluación compartida o colaborativa	Evaluación compartida o colaborativa
	Autoevaluación	Documentación	Observación directa del alumno
Instrumentos:	Cuestionario	Cuestionario	Cuestionario
	Exposiciones	Pruebas orales de actuación	Examen
	Entrevista	Informes	Prueba objetiva
	Foros de discusión	Trabajo escrito	Actividades prácticas
Ponderación:	N/A	65%	35%

Desarrollo de la Unidad 1

Sistemas de unidades de presión.

Introducción a la neumática.

La palabra neumática se refiere al estudio del movimiento del aire y así en sus comienzos el hombre utilizó el viento en la navegación y en el uso de los molinos para moler grano y bombear agua. En 1868 George Westinghouse fabricó un freno de aire que

revolucionó la seguridad en el transporte ferroviario. Es a partir de 1950 que la neumática se desarrolla ampliamente en la industria con el desarrollo paralelo de los sensores (Solé, 2007a).

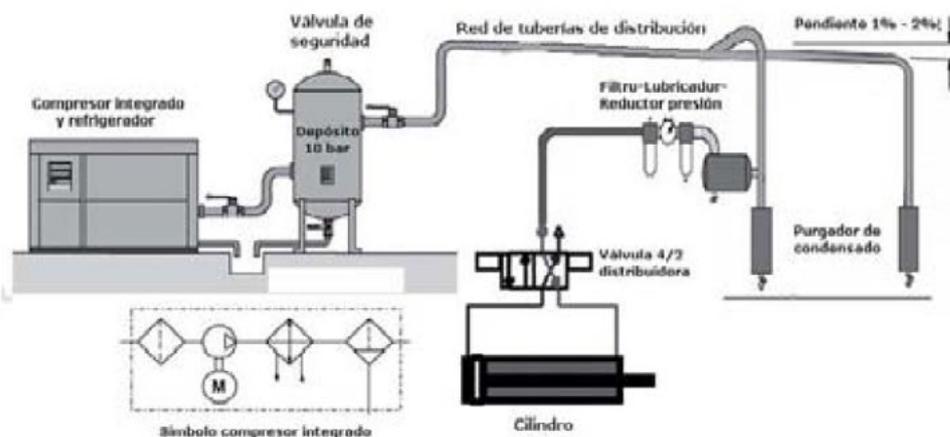
Los sistemas de aire comprimido proporcionan un movimiento controlado con el empleo de cilindros y motores neumáticos y se aplican en herramientas, válvulas de control y posicionadores, martillos neumáticos, pistolas para pintar, motores neumáticos, sistemas de empaquetado, elevadores, herramientas de impacto, prensas neumáticas, robots industriales, vibradores, frenos neumáticos, etc. (Solé, 2012).

Las ventajas que presenta el uso de la neumática son el bajo coste de sus componentes, su facilidad de diseño e implementación y el bajo par o la fuerza escasa que puede desarrollar a las bajas presiones con que trabaja (típico 6 bar) lo que constituye un factor de seguridad. Otras características favorables son el riesgo nulo de explosión, su conversión fácil al movimiento giratorio, así como al lineal, la posibilidad de transmitir energía a grandes distancias, una construcción y mantenimiento fáciles y la economía en las aplicaciones (Solé, 2012).

Entre las desventajas figura la imposibilidad de obtener velocidades estables debido a la compresibilidad del aire, los altos costes de la energía neumática y las posibles fugas que reducen el rendimiento (Solé, 2012).

La neumática precisa de una estación de generación y preparación del aire comprimido formada por un compresor de aire, un depósito, un sistema de preparación del aire (filtro, lubricador y regulador de presión), una red de tuberías para llegar al utilizador y un conjunto de preparación del aire para cada dispositivo neumático individual como se puede observar en la figura 1 (Solé, 2007).

Figura 1. Preparación del aire



Fuente: Solé (2007a).

Los sistemas neumáticos se complementan con los eléctricos y electrónicos lo que les permite obtener un alto grado de sofisticación y flexibilidad. Utilizan válvulas solenoide, señales de realimentación de interruptores magnéticos, sensores e interruptores eléctricos de final de carrera. El PLC (programmable logic controller) les permite programar la lógica de funcionamiento de un cilindro o de un conjunto de cilindros realizando una tarea específica (Solé, 2007a).

Magnitudes Fundamentales.

Presión.

Cuando ponemos en contacto dos sólidos, éstos ejercen entre sí fuerzas de penetración. Ésta depende de dos parámetros:

- Fuerza(F): Ejercida por los cuerpos, normalmente el peso. La unidad de medida en el sistema internacional es el Newton (N).
- Superficie(S): De la superficie de contacto de los dos cuerpos. La unidad de medida en el sistema internacional es el m^2 . (Cidead, 2010)

$$p=F/s=[N/m^2]=Pa$$

Aunque la unidad de presión en el S.I. es el Pascal, no es de uso habitual. Otras unidades que se usan habitualmente son:

- atmósferas: 1 atm = 101300 Pa
- bares: 1 bar = 100000 Pa
- kg-fuerza por cm²: 1kgf/cm²= 98000 Pa
- pound per square inch 1 psi= 6894,76 Pa

Presión en los gases.

Los sólidos tienen forma propia, y ocupan un volumen definido ya que las moléculas están fuertemente unidas entre sí. Los gases, no tienen ni forma ni volumen propio, sino que toman la forma y el volumen del recipiente donde están contenidos, debido a que sus moléculas están muy separadas y en continuo movimiento. Un gas no tiene ni forma, ni volumen propio (Cidead, 2010).

Presión Hidrostática I.

Los líquidos no tienen forma, pero sí volumen propio.

Vamos a estudiar el caso, en que no existe ninguna sollicitación (fuerza) externa sobre el fluido. Se puede comprobar que la presión en un punto cualquiera del fluido depende de tres factores:

- De la gravedad (g): Medida en m/s².
- De la densidad del fluido (d): Medida en kg/m³
- De la altura (h): Medida en m. (Cidead, 2010)

$$p = d \cdot g \cdot h = [\text{Pa}] = [\text{N/m}^2]$$

Esta presión es perpendicular a las paredes del recipiente, e igual en cualquier punto a una misma altura. La presión hidrostática en un punto del interior de un líquido es directamente proporcional a la densidad del fluido, d, a la profundidad, h, y a la gravedad del lugar, g (Cidead, 2010).

Presión Hidrostática II.

Vamos a considerar ahora el caso de un fluido sometido a la acción de una fuerza externa (F). Supongamos, como en la animación de la derecha, que tenemos un depósito cubierto con una tapa de peso (P). La tapa tiene una sección s.

Se puede demostrar que, en esta situación, la presión en cualquier punto del fluido es la misma y de valor (Cidead, 2010):

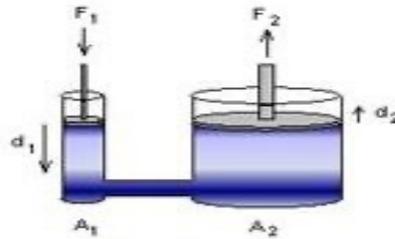
$$p = P/s = [\text{Pa}] = [\text{N/m}^2]$$

Esta característica es la que aprovechamos para hacer transmisiones hidráulicas, como veremos en el siguiente apartado. La presión p es igual en todos los puntos del fluido (Cidead, 2010).

Principios de Pascal.

Como hemos dicho en el apartado anterior, en un fluido sometido a una fuerza externa, la presión es igual en todos sus puntos. Supongamos un fluido, y dos émbolos desplazables, como se puede ver en la figura 2 (Cidead, 2010):

Figura 2. Aplicación de Pascal



Fuente: Cidead (2010).

Supongamos que ejercemos una fuerza F_1 , sobre el émbolo de menor sección (s_1). La presión ejercida por el fluido será: $p = F_1/s_1$

Como esta presión es constante en todo el fluido, la fuerza ejercida sobre el émbolo de mayor tamaño valdrá: $F_2 = p \cdot s_2$

Sustituyendo: $F_2 = F_1 \cdot s_2/s_1$ y como sabemos que $s_2 \gg s_1$, entonces $F_2 < F_1$. Es decir, la fuerza ejercida en el émbolo es inversamente proporcional a la relación de secciones (Cidead, 2010).

Volumen.

El volumen es el espacio que ocupa un cuerpo. La unidad de volumen en el sistema internacional es el m^3 . Existen también otras unidades de uso común, cuyas equivalencias son las mostradas en la tabla 1 (Cidead, 2010):

Tabla 1. Algunas unidades de volumen

	m³	l(dm³)	cm³(cc)	ft³
m ³	1	103	106	35,31
l(dm ³)	10-mar	1	103	0,04
cm ³ (cc)	10-jun	10-mar	1	3,5*10 ⁻⁵
ft ³	28,3*10 ⁻³	28,3	28,3*103	1

Fuente: Cidead (2010).

Como recordarás, los líquidos son incompresibles (no se puede variar su volumen), pero los gases no. Y, ¿cómo se relacionan presión y volumen? La respuesta la tenemos en la ley de Boyle/Mariotte Cidead (2010).

El producto de la presión por el volumen debe mantenerse constante (Cidead, 2010):

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = \text{cte.}$$

De lo anterior se deduce, que presión y el volumen son inversamente proporcionales: si aumenta la presión, disminuye el volumen y viceversa (Cidead, 2010).

Velocidad.

La velocidad es el espacio que recorre el fluido por unidad de tiempo; se representa por una v y se mide en **m/s**. (Cidead, 2010).

$$v=[m/seg]$$

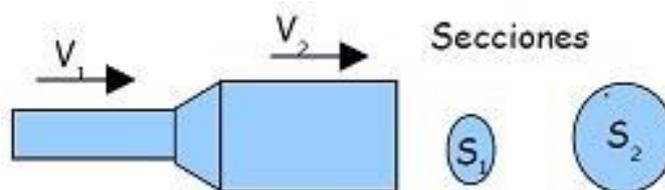
Muy unido a la velocidad en los fluidos está otra magnitud denominada caudal, que es la cantidad de fluido que se desplaza por unidad de tiempo. Representamos el caudal con la letra **Q** y lo medimos en **m³/s** (Cidead, 2010).

$$Q=[m^3/s].$$

Caudal y velocidad se relacionan: $Q=v*s$, siendo s la sección en **m²/s**.

Supongamos la tubería de la figura 3.

Figura 3. Tubería con reducción de secciones



Fuente: Cidead (2010).

Como los caudales se tienen que mantener ($Q_1=Q_2$), entonces:

$$v_1*s_1=v_2*s_2 \text{ por lo que } v_2= v_1*s_1/s_2.$$

Como $s_2 \gg s_1$, entonces $v_1 \gg v_2$.

Esto indica que, a mayor sección, menor velocidad, y viceversa.

La ley de la continuidad nos dice que un fluido que fluye en una tubería de sección mantiene constante su caudal (Cidead, 2010).

Tablas de unidades de medida

En forma de resumir algunas de las unidades más utilizadas en neumática presentamos algunas tablas que ayudaron a entender cierta terminología física del proceso.

Tabla 2. Algunas unidades de conversión de presión.

	PSI	Atmosf.	kg/cm ²	cm c.a	mm HG	Bar	Pa
PSI	1	0,068	0,0703	70,31	51,72	0,0689	7.142
Atmósfera	14,7	1	1,033	1033	760	1,0131	1,01 x10 ⁵
kg/cm ²	14,22	0,9678	1	1000	735,6	0,96	98.100
cm c.a	0,0142	0,00096	0,001	1	0,7355	0,0009	100
mm HG	0,0193	0,0013	0,0013	0,0013	1	0,0013	133
Bar	14,5	0,987	1,02	1024	750	1	105
Pa	1,4 x 10 ⁻⁴	0,987x 10 ⁻⁵	0,102 x 10 ⁻⁴	0,01	0,0075	10 ⁻⁵	1

Fuente: Nuñez (2020).

Tabla 3. Algunas Terminologías de unidades de medida.

at, atmósfera técnica	lbf, libra-fuerza (pounds force)	MPa, Megapascal	inH ₂ O, Pulgada columna de agua	mmH ₂ O, Milímetros columna de agua	ft, Pies (feet)	Torr, Torr
atm, atmósfera standard	mbar, Millibar	mWC, Meter water column	inHg, Pulgada columna de mercurio	mmHg, Milímetros columna de mercurio	mm, Milímetros	cm, Centímetros
bar, Bar	mca, Metros columna agua	N, Newton	kp, Kiloponds	mmWC, Milimeter Water column	PSI, Libras por pulgada cuadrada (pounds per square inch)	mH ₂ O, Metros columna de agua
Pa, Pascal	kPa, Kilopascal	mmca, Milímetros columna agua	in, Pulgadas (inches)			

Fuente: Nuñez (2020).

Simbología

En este apartado se verá las normas empleadas para realizar las simbologías empleadas para realizar circuitos neumáticos, así como la simbología utilizadas para representar: Instrumentos, bombas, mecanismos, válvulas y accionamientos.

Norma UNE -101 149 88 (ISO 1219 1 y ISO 1219 2).

A nivel internacional la norma ISO 1219 1 y ISO 1219 2, que se ha adoptado en España como la norma UNE-101 149 86, se encarga de representar los símbolos que se deben utilizar en los esquemas neumáticos e hidráulicos. En esta unidad solamente nos

ceñiremos a la citada norma, aunque existen otras normas que complementan a la anterior y que también deberían conocerse (Bueno, s. f.). Estas son:

Tabla 4. Normas Para representación simbología Neumática e hidráulica

Norma	Descripción
UNE 101-101-85	Gama de presiones.
UNE 101-149-86	Símbolos gráficos.
UNE 101-360-86	Diámetros de los cilindros y de los vástagos de pistón.
UNE 101-362-86	Cilindros gama básica de presiones normales.
UNE 101-363-86	Serie básica de carreras de pistón.
UNE 101-365-86	Cilindros. Medidas y tipos de roscas de los vástagos de pistón.

Fuente: Bueno (s. f.)

Designación de conexiones normas básicas de representación

Las válvulas de regulación y control se nombran y representan con arreglo a su constitución, de manera que se indica en primer lugar el número de vías (orificios de entrada o salida) y a continuación el número de posiciones se puede ver esto en la figura 4 y posterior en un ejemplo en la figura 5.

Figura 4. Simbología de válvulas por posiciones

□	Una posición.
□□	Dos posiciones.
□□□	Tres posiciones.

Fuente: Bueno (s. f.).

La utilización de las posiciones vine a ser fundamental al momento de utilizar válvulas para ello representamos los siguientes ejemplos figura 5. La representación de estas sigue algunas reglas.

Figura 5. Representación de válvulas, vías y posiciones.

	Válvula de dos vías y dos posiciones.
	Válvula de tres vías y dos posiciones.
	Válvula de cinco vías y tres posiciones.
	Válvula de cuatro vías y dos posiciones.

Fuente: Bueno (s. f.).

Reglas de representación de válvulas:

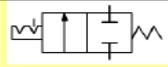
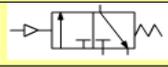
- 1.- Cada posición se indica por un cuadrado.
- 2.- Se indica en cada casilla (cuadrado), las canalizaciones, el sentido del flujo y la situación de las conexiones (vías).
- 3.- Las vías de las válvulas se dibujan en la posición de reposo.
- 4.- El desplazamiento a la posición de trabajo se realiza transversalmente, hasta que las canalizaciones coinciden con las vías en la nueva posición.
- 5.- También se indica el tipo de mando que modifica la posición de la válvula (señal de pilotaje). Puede ser manual, por muelle, por presión ...

Figura 6. Manejo de vías de aire en posiciones.

Por ejemplo:	
	El aire circula de 1 a 2
	El aire circula de 3 a 4
	El trazo transversal indica que no se permite el paso de aire.
	El punto relleno, indica que las canalizaciones están unidas.
	El triángulo indica la situación de un escape de aire sobre la válvula.
	El escape de aire se encuentra con un orificio roscado, que permite acoplar un silenciador si se desea.

Fuente: Bueno (s. f.).

Figura 7. Válvulas completas.

Válvulas completas:	
	Válvula 2/2 con activación manual por mando con bloqueo y retorno mecánico por muelle.
	Válvula 3/2 con activación por presión y retorno mecánico por muelle.

Fuente: Bueno (s. f.).

La norma establece la identificación de los orificios (vías) de las válvulas, debe seguir la siguiente norma: Puede tener una identificación numérica o alfabética (Bueno, s. f.).

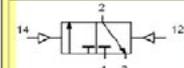
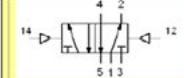
Figura 8. Designación Alfanumérica de válvulas según sus vías.

Designación de conexiones	Letras	Números
Conexiones de trabajo	A, B, C ...	2, 4, 6 ...
Conexión de presión, alimentación de energía	P	1
Escapes, retornos	R, S, T ...	3, 5, 7 ...
Descarga	L	
Conexiones de mando	X, Y, Z ...	10,12,14 ...

Fuente: Bueno (s. f.).

Una representación completa según la designación de conexiones se puede apreciar en la figura 9.

Figura 9. Representación Completa De Válvulas

Por ejemplo: La representación completa de las válvulas puede ser:	
	Válvula 3/2 pilotada por presión.
	Válvula 5/2 pilotada por presión.

Fuente: Bueno (s. f.).

Conexiones e instrumentos de medición y mantenimiento.

A continuación, se muestra la representación de conexiones que se pueden representar en circuitos neumáticos en la figura 10.

Figura 10. Representación completa de válvulas

Conexiones	
Símbolo	Descripción
	Unión de tuberías.
	Cruce de tuberías.
	Manguera.
	Acople rotante.
	Línea eléctrica.
	Silenciador.
	Fuente de presión, hidráulica, neumática.
	Conexión de presión cerrada.
	Línea de presión con conexión.
	Acople rápido sin retención, acoplado.
	Acople rápido con retención, acoplado.
	Desacoplado línea abierta.
	Desacoplado línea cerrada.
	Escape sin rosca.
	Escape con rosca.
	Retorno a tanque.

Fuente: Bueno (s. f.).

En la figura 11 se muestra instrumentos de medición y mantenimiento.

Figura 11. Simbología de medición y mantenimiento neumático

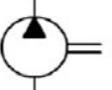
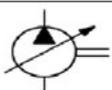
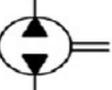
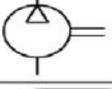
Medición y mantenimiento	
Símbolo	Descripción
	Unidad de mantenimiento, símbolo general.
	Filtro.
	Drenador de condensado, vaciado manual.
	Drenador de condensado, vaciado automático.
	Filtro con drenador de condensado, vaciado manual.
	Filtro con drenador de condensado, vaciado automático.
	Filtro con indicador de acumulación de impurezas.
	Lubricador.
	Secador.
	Separador de neblina.
	Limitador de temperatura.
	Refrigerador.
	Filtro micrónico.
	Manómetro.
	Manómetro diferencial.
	Unidad de mantenimiento, filtro, regulador, lubricador. Gráfico simplificado.
	Válvula de control de presión, regulador de presión de alivio, regulable.
	Combinación de filtro y regulador.
	Combinación de filtro, regulador y lubricador.
	Combinación de filtro, separador de neblina y regulador.
	Termómetro.
	Caudalímetro.
	Medidor volumétrico.
	Indicador óptico. Indicador neumático.
	Sensor.
	Sensor de temperatura.
	Sensor de nivel de fluidos.
	Sensor de caudal.

Fuente: Bueno (s. f.).

Bombas y compresores.

La representación de la simbología utilizada en bombas y compresores se muestra en la figura 12.

Figura 12. Simbología de medición y mantenimiento neumático

Símbolo	Descripción
	Bomba hidráulica de flujo unidireccional.
	Bomba hidráulica de caudal variable.
	Bomba hidráulica de caudal bidireccional.
	Bomba hidráulica de caudal bidireccional variable.
	Mecanismo hidráulico con bomba y motor.
	Compresor para aire comprimido.
	Depósito. Símbolo general.
	Depósito hidráulico.
	Depósito neumático.

Fuente: Bueno (s. f.).

Mecanismos (actuadores).

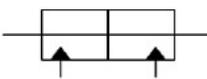
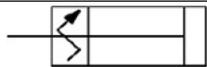
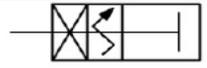
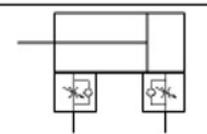
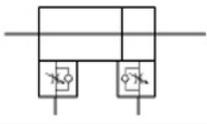
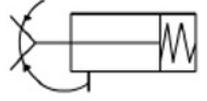
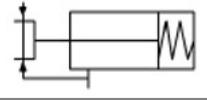
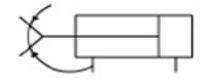
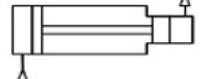
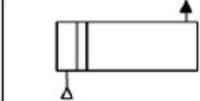
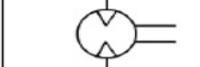
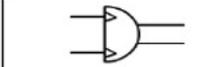
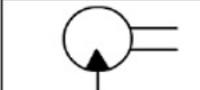
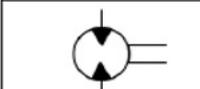
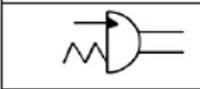
Los mecanismos utilizados en neumática son actuadores como cilindros, motores, pinzas transductores, en la siguiente figura 13 se detalla los símbolos de estos:

Figura 13. Simbología de actuadores neumáticos parte 1

Símbolo	Descripción
	Cilindro de simple efecto, retorno por esfuerzos externos.
	Cilindro de simple efecto, retorno por esfuerzos externos.
	Cilindro de simple efecto, retorno por muelle.
	Cilindro de simple efecto, retorno por muelle.
	Cilindro de simple efecto, carrera por resorte (muelle), retorno por presión de aire.
	Cilindro de simple efecto, carrera por resorte (muelle), retorno por presión de aire.
	Cilindro de simple efecto, vástago simple anti giro, carrera por resorte (muelle), retorno por presión de aire.
	Cilindro de simple efecto, vástago simple anti giro, carrera por resorte (muelle), retorno por presión de aire.
	Cilindro de doble efecto, vástago simple.
	Cilindro de doble efecto, vástago simple.
	Cilindro de doble efecto, vástago simple anti giro.
	Cilindro de doble efecto, vástago simple anti giro.
	Cilindro de doble efecto, vástago simple montaje muñón trasero.
	Cilindro de doble efecto, doble vástago.
	Cilindro de doble efecto, doble vástago.
	Cilindro de doble efecto, doble vástago anti giro.
	Cilindro de doble efecto, vástago telescópico.
	Cilindro diferencial de doble efecto.
	Cilindro de posición múltiple.
	Cilindro de doble efecto sin vástago.
	Cilindro de doble efecto sin vástago, de arrastre magnético.
	Cilindro de doble efecto, con amortiguación final en un lado.
	Cilindro de doble efecto, con amortiguación ajustable en ambos extremos.
	Cilindro de doble efecto, con amortiguación ajustable en ambos extremos.
	Cilindro de doble efecto, con doble vástago, con amortiguación ajustable en ambos extremos.
	Cilindro de doble efecto, con doble vástago, con amortiguación ajustable en ambos extremos.
	Cilindro de doble efecto hidroneumático. Hidráulico.

Fuente: Bueno (s. f.).

Figura 14. Simbología de actuadores neumáticos parte 2

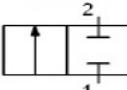
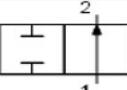
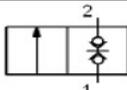
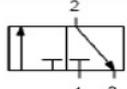
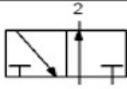
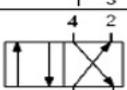
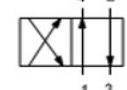
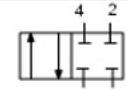
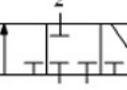
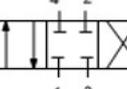
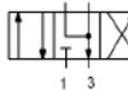
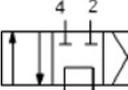
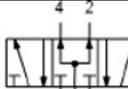
Símbolo	Descripción
	Cilindro de doble efecto, con doble vástago hidroneumático. Hidráulico.
	Cilindro con lectura de carrera. Vástago simple.
	Cilindro con lectura de carrera, con freno. Vástago simple.
	Cilindro de doble efecto, con bloqueo, vástago simple.
	Cilindro de doble efecto, con regulador de caudal integrado, vástago simple.
	Cilindro de doble efecto, con regulador de caudal integrado, doble vástago.
	Pinza de apertura angular de simple efecto.
	Pinza de apertura paralela de simple efecto.
	Pinza de apertura angular de doble efecto.
	Pinza de apertura paralela de doble efecto.
	Multiplicador de presión mismo medio.
	Multiplicador de presión para distintos medios.
	Transductor para distintos medios.
	Motor neumático 1 sentido de giro.
	Motor neumático 2 sentidos de giro.
	Cilindro basculante 2 sentidos de giro.
	Motor hidráulico 1 sentido de giro.
	Motor hidráulico 2 sentidos de giro.
	Cilindro hidráulico basculante 1 sentido de giro, retorno por muelle.
	Bomba/motor hidráulico regulable.

Fuente: Bueno (s. f.).

Válvulas direccionales.

La representación de símbolos de control de paso de aire se lo realiza mediante válvulas en la figura 15 se puede apreciar las simbologías utilizadas en válvulas neumáticas.

Figura 15. Simbología de válvulas neumáticas

Símbolo	Descripción
	Válvula 2/2 en posición normalmente cerrada.
	Válvula 2/2 en posición normalmente abierta.
	Válvula 2/2 de asiento en posición normalmente cerrada.
	Válvula 3/2 en posición normalmente cerrada.
	Válvula 3/2 en posición normalmente abierta.
	Válvula 4/2.
	Válvula 4/2.
	Válvula 4/2 en posición normalmente cerrada.
	Válvula 3/3 en posición neutra normalmente cerrada.
	Válvula 4/3 en posición neutra normalmente cerrada.
	Válvula 4/3 en posición neutra escape.
	Válvula 4/3 en posición central con circulación.
	Válvula 5/2.
	Válvula 5/3 en posición normalmente cerrada.
	Válvula 5/3 en posición normalmente abierta.
	Válvula 5/3 en posición de escape.

Fuente: Bueno (s. f.).

Accionamientos

En una misma válvula pueden aparecer varios de estos símbolos, también se les conoce con el nombre de elementos de pilotaje. Los esquemas básicos de los símbolos son como se muestra en la figura 16 (Bueno, s. f.):

Figura 16. Accionamientos neumáticos

Símbolo	Descripción
	Mando manual en general, pulsador.
	Botón pulsador, seta, control manual.
	Mando por palanca, control manual.
	Mando por pedal, control manual.
	Mando por llave, control manual.
	Mando con bloqueo, control manual.
	Muelle, control mecánico.
	Palpador, control mecánico en general.
	Rodillo palpador, control mecánico.
	Rodillo escamoteable, accionamiento en un sentido, control mecánico.
	Mando electromagnético con una bobina.

	Mando electromagnético con dos bobinas actuando de forma opuesta.
	Control combinado por electroválvula y válvula de pilotaje.
	Mando por presión. Con válvula de pilotaje neumático.

	Presurizado neumático.
	Pilotaje hidráulico. Con válvula de pilotaje.
	Pilotaje hidráulico. Con válvula de pilotaje.
	Presurizado hidráulico.

Fuente: Bueno (s. f.).

Válvulas de bloqueo, flujo y presión

Las válvulas de control bloqueo flujo y presión utilizadas en neumática se pueden observar en la figura 17.

Figura 17. Válvulas de bloqueo, flujo y control

Símbolo	Descripción		
	Válvula de cierre.		Válvula estranguladora doble, antirretorno con regulador de caudal doble con conexión instantánea.
	Válvula de bloqueo (antirretorno).		Válvula estranguladora de caudal de dos vías.
	Válvula de retención pilotada. Pe > Pa -> Cierre.		Distribución de caudal.
	Válvula de retención pilotada. Pa > Pe -> Cierre.		Eyector de vacío. Válvula de soplado de vacío.
	Válvula O (OR). Selector.		Eyector de vacío. Válvula de soplado de vacío con silenciador incorporado.
	Válvula de escape rápido. Válvula antirretorno.		Válvula limitadora de presión.
	Válvula de escape rápido, Válvula antirretorno, doble efecto con silenciador.		Válvula limitadora de presión pilotada.
	Válvula Y (AND).		Válvula de secuencia por presión.
	Orificio calibrado. El primer símbolo es fijo, el segundo regulable.		Válvula reguladora de presión de dos vías. (reductora de presión).
	Estrangulación. El primer símbolo es fijo, el segundo regulable.		Válvula reguladora de presión de tres vías. (reductora de presión).
	Válvula estranguladora unidireccional a diafragma.		Multiplicador de presión neumático. Accionamiento manual.
	Válvula estranguladora unidireccional. Válvula antirretorno de regulación regulable en un sentido		Presostato neumático.

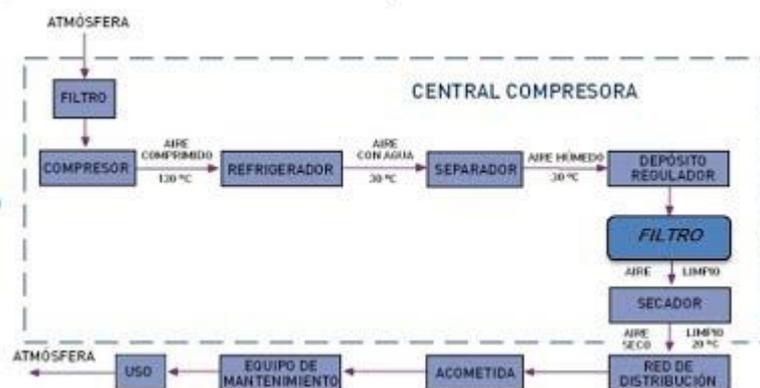
Fuente: Bueno (s. f.).

Elementos e instalaciones.

En todo sistema neumático se pueden distinguir los siguientes elementos:

- **Elementos generadores de energía.** Tanto si se trabaja con aire como con un líquido, se ha de conseguir que el fluido transmita la energía necesaria para el sistema. En los sistemas neumáticos se utiliza un compresor, mientras que en el caso de la hidráulica se recurre a una bomba. Tanto el compresor como la bomba han de ser accionados por medio de un motor eléctrico o de combustión interna (Sistemas neumáticos,s.f.).

Figura 18. Proceso de generación de energía neumática



Fuente: San Martín de Balcarce (s. f.).

- **Elemento de tratamiento de los fluidos.** En el caso de los sistemas neumáticos, debido a la humedad existente en la atmósfera, es preciso proceder al secado del aire antes de su utilización; también será necesario filtrarlo y regular su presión, para que no se introduzcan impurezas en el sistema ni se produzcan sobrepresiones que pudieran perjudicar su funcionamiento. Los sistemas hidráulicos trabajan en circuito cerrado, y por ese motivo necesitan disponer de un depósito de aceite y también, al igual que en los sistemas neumáticos, deberán ir provistos de elementos de filtrado y regulación de presión (Sistemas neumáticos, s.f.).

- **Elementos de mando y control.** Tanto en sistemas neumáticos como en hidráulicos, se encargan de conducir de forma adecuada la energía comunicada al fluido en el compresor o en la bomba hacia los elementos actuadores (Sistemas neumáticos, s.f.).

- **Elementos actuadores.** Son los elementos que permiten transformar la energía del fluido en movimiento, en trabajo útil. Son los elementos de trabajo del sistema y se pueden dividir en dos grandes grupos: cilindros, en los que se producen movimientos lineales y motores, en los que tienen lugar movimientos rotativos (Sistemas neumáticos, s.f.).

Válvulas direccionales.

Válvula.

Definición Válvulas Direccionales

Una válvula es una pieza que sirve para cerrar o abrir un orificio o conducto, o para interrumpir la comunicación entre dos órganos (Micro automatización, 2019).

En neumática, la válvula es el elemento de mando que determina las características del circuito, debiendo poseer cualidades decisivas para actuar sobre los elementos o parámetros que intervienen en el proceso operativo del circuito neumático para la automatización industrial (Micro automatización, 2019).

Las válvulas neumáticas son los dispositivos que dirigen y regulan aire comprimido; gobiernan la salida y entrada, el cierre o habilitación, la dirección, la presión y el caudal de aire comprimido (Micro automatización, 2019).

Tipos de válvulas neumáticas:

Según sus propiedades y la función que realiza dentro del sistema, las válvulas neumáticas se clasifican como:

- Válvulas de control de dirección
- Válvulas de control de caudal
- Válvulas de control de presión

Las válvulas de control de caudal y las de presión se denominan válvulas auxiliares (Micro automatización, 2019).

Definición de válvula direccional o de vías.

Las válvulas direccionales son aquellas que en un circuito neumático distribuyen o guían el aire comprimido hacia los elementos de trabajo. Por esta razón, también se las conoce como válvulas distribuidoras. Constituyen los órganos de mando de un circuito, es decir, aquellos que gobiernan el movimiento de los órganos motores del mismo (cilindros, actuadores, etc.) (Micro automatización, 2019).

También son utilizadas en sus tamaños más pequeños como emisoras o captadoras de señales para el mando de las válvulas principales del sistema (Micro automatización, 2019).

Clasificación de las válvulas direccionales

Se puede dar una clasificación a las válvulas direccionales según (Universidad del País Vasco, s. f.):

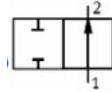
- 1) N° de vías y posiciones
- 2) Tipo de accionamiento
- 3) Misión que desempeña
 - Elementos de mando
 - Elementos de procesamiento
 - Elementos de entrada
- 4) Construcción interna

N° de vías y posiciones

Estas válvulas cuentan con distinta cantidad de vías y de posiciones. La suma de las roscas corresponde a la cantidad de vías que posee. Las combinaciones más comunes son las siguientes:

Válvula de 2/2(dos vías dos posiciones) vías abiertas en reposo

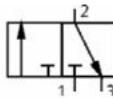
Figura 19. Válvula de 2/2 abierta en reposo



Fuente: Universidad del País Vasco (s. f.).

Válvula de 3/2 (tres vías dos posiciones) vías cerradas en reposo

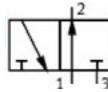
Figura 20. Válvula de 3/2 cerrada en reposo



Fuente: Universidad del País Vasco (s. f.).

Válvula de 3/2 (tres vías dos posiciones) vías abiertas en reposo

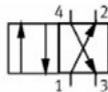
Figura 21. Válvula de 3/2 abierta en reposo



Fuente: Universidad del País Vasco (s. f.).

Válvula de 4/2 (cuatro vías dos posiciones) vías

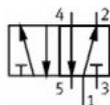
Figura 22. Válvula de 4/2



Fuente: (Universidad del País Vasco, s. f.)

Válvula de 5/2 (cinco vías dos posiciones) vías

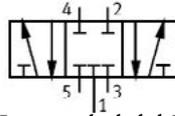
Figura 23. Válvula de 5/2



Fuente: (Universidad del País Vasco, s. f.)

Válvula de 5/3 (*cinco vías tres posiciones*) vías centro cerrado

Figura 24. Válvula de 5/3 centro cerrado



Fuente: (Universidad del País Vasco, s. f.)

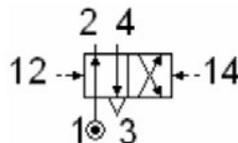
Nº de vías: nº de orificios de conexión externa

Nº de posiciones: combinaciones de conexión interna

Representación:

- 1 cuadro por posición
- En cada cuadro con flechas las conexiones internas
- Las conexiones externas se representan sobre la posición de reposo o la inicial
- Se representa la red de aire por: y la de escape por:
- Tuberías de conexión son líneas continuas
- Cruces y conexiones (con un punto)

Figura 25. Representación numérica Válvula Direccional



Fuente: (Universidad del País Vasco, s. f.)

Tabla 5. Normas Para representación simbología Neumática e hidráulica

DE PRESIÓN	1
DE TRABAJO	2,4,6,8,.....
ESCAPE	3,5,7,.....
PILOTAJE	12,14,...

Fuente: (Universidad del País Vasco, s. f.)

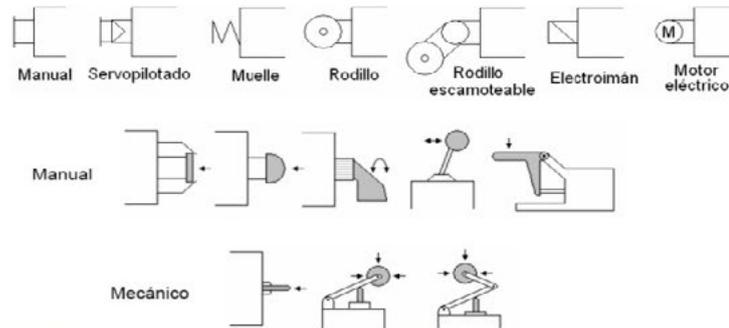
Tipo de accionamiento

Dependiendo de su forma de controlar o conmutar las vías estas pueden ser:

- accionamiento manual

- accionamiento mecánico
- accionamiento por aire comprimido
- accionamiento eléctrico
- combinaciones de tipos de accionamiento

Figura 26. Tipos de accionamientos

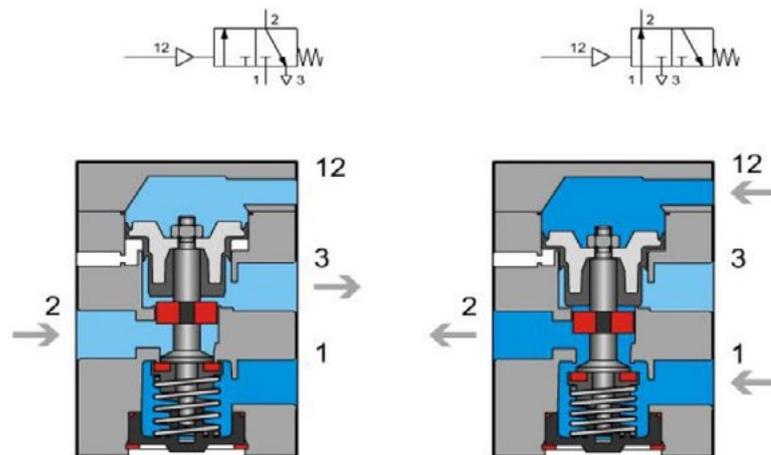


Fuente: (Universidad del País Vasco, s. f.)

Ejemplos de válvulas direccionales

Válvulas de pilotaje simple:

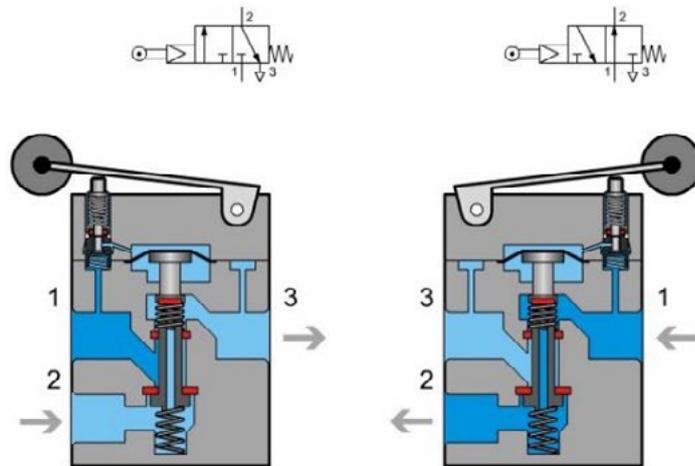
Figura 27. Válvulas de pilotaje Simple.



Fuente: (Universidad del País Vasco, s. f.)

Válvulas servo pilotadas:

Figura 28. Válvulas servo pilotadas.

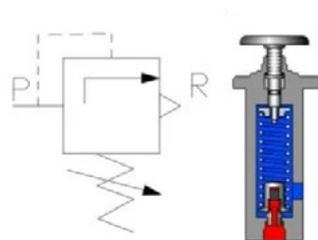


Fuente: (Universidad del País Vasco, s. f.)

Válvulas limitadoras de presión

Su función es proteger una instalación neumática de una sobrepresión. Se coloca donde no queremos que la presión supere un valor previamente establecido. Una aplicación típica es su colocación en todos los depósitos de aire comprimido. En este caso, si se desea almacenar aire comprimido proveniente de un compresor que se para cuando la presión en el depósito llega a los 7 bar, se coloca una limitadora de presión tarada a 7,5 bar. En caso de que el presostato no pare el motor eléctrico del compresor, cuando la presión llegue a 7,5 bar, esta válvula descargará el aire a la atmósfera, impidiendo daños en el circuito y en las personas (Válvulas de presión. | PSAFM02.- Tecnología neumática., s. f.).

Figura 29. Símbolo e imagen de una válvula limitadora de presión.

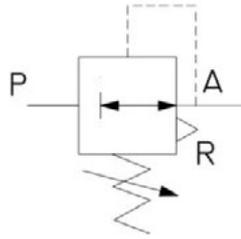


Fuente: Válvulas de presión. | PSAFM02. Tecnología neumática (s. f.).

Válvulas reguladoras de presión.

Llamadas también válvulas manorreductoras. La válvula reguladora de presión tiene como misión mantener lo más constante posible la presión de trabajo a pesar de que la presión de entrada pueda variar, en la figura 28 se puede ver el símbolo neumático de este tipo de válvula (*Válvulas de presión.* | *PSAFM02.- Tecnología neumática.*, s. f.).

Figura 30. Símbolo válvula reguladora de presión.

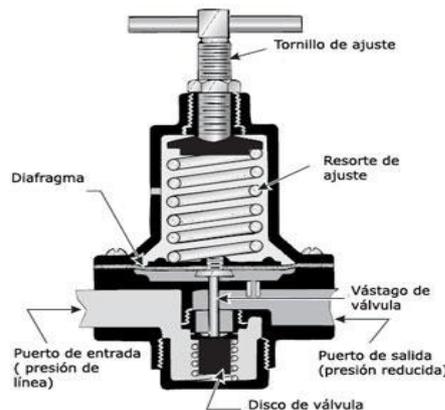


Fuente: Válvulas de presión. | *PSAFM02.- Tecnología neumática* (s. f.).

Existen algunos tipos de válvulas reguladores de presión (*Neumática e Hidráulica*, s. f.-a):

- Reductor por resorte.

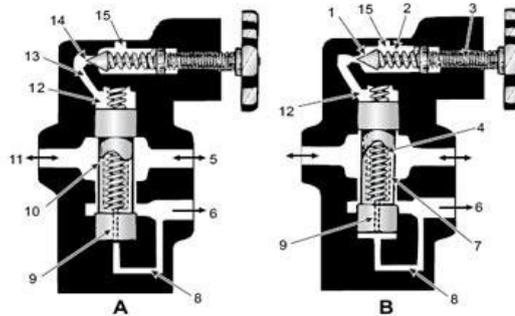
Figura 31. Símbolo válvula reductora de presión de resorte.



Fuente: *Neumática e Hidráulica* (s. f.-a)

- Controlada por piloto

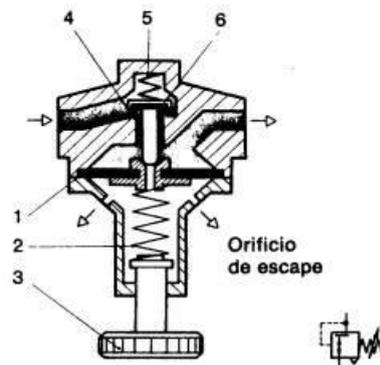
Figura 32. Símbolo válvula reguladora de presión controlada por piloto.



Fuente: Neumática e Hidráulica (s. f.-a).

- Con orificio de escape

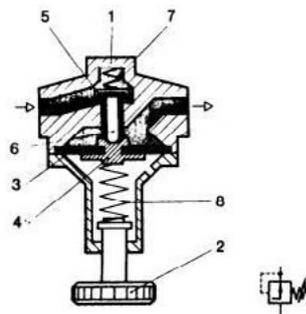
Figura 33. Símbolo válvula reguladora de presión con orificio de escape.



Fuente: Neumática e Hidráulica (s. f.-a).

- Sin orificio de escape

Figura 34. Símbolo válvula reguladora de presión.



Fuente: (Neumática e Hidráulica, s. f.-a)

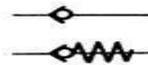
Válvulas de cheque.

También conocida como válvula antirretorno, este tipo de válvula bloquea el paso del fluido en una dirección, dejando que pase en la dirección contraria, eso sí, con una pérdida de presión, aunque mínima. En la imagen, se puede observar cómo el fluido circularía de izquierda a derecha superando la fuerza del muelle y en el sentido contrario no circularía, Aplicación: esta válvula se utiliza en la conexión de enchufes rápidos de las tuberías y como un componente más de la válvula reguladora de caudal unidireccional (*Válvulas de bloqueo.* | *PSAFM02.- Tecnología neumática.*, s. f.).

Se puede ser:

Válvula antirretorno que cierra por el efecto de una fuerza que actúa sobre la parte a bloquear.

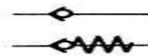
Figura 35. Símbolo válvula de cheque o antirretorno.



Fuente: Válvulas de bloqueo. | *PSAFM02.- Tecnología neumática* (s. f.).

Válvula antirretorno con cierre por contrapresión por ejemplo por muelle. Cierra cuando la presión de salida es mayor o igual que la de entrada.

Figura 36. Símbolo válvula de cheque con cierre por contrapresión



Fuente: Válvulas de bloqueo. | *PSAFM02.- Tecnología neumática* (s. f.).

Dimensionamiento de válvulas para sistemas neumáticos

El caudal que fluye por una válvula está relacionado, obviamente, con la pérdida de carga producida por la misma; ambas variables son muy importantes en el momento de su selección. En este caso la pérdida de carga es igual a la caída de presión, pues obviamente la cota a la entrada y salida es prácticamente la misma y las velocidades también son iguales (Castañeda, s. f.).

Aunque las cotas no fuesen iguales, la pérdida de carga sería igual a la caída de presión, puesto que la energía de posición del aire es prácticamente nula. Para la elección de las válvulas deben conocerse (Castañeda, s. f.):

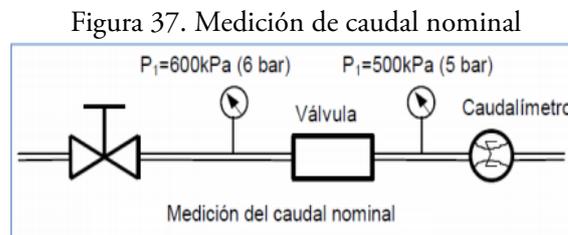
- Volumen del cilindro y velocidad deseable de su vástago
- Cantidad de conmutaciones exigidas
- Pérdida de presión admisible

En el cálculo de las variables de una válvula han de tenerse en cuenta los siguientes factores:

- P_1 = presión en la entrada de la válvula
- P_2 = presión en la salida de la válvula
- Δp = presión diferencial ($p_1 - p_2$) o pérdida de carga
- T_1 = Temperatura
- Q_n = Caudal nominal

Se denomina caudal nominal a aquél que circula por la válvula cuando la pérdida de carga es de un bar y la presión a la entrada es de 6 bares, siendo la temperatura del aire de 293 °K (20 ° C).

Los catálogos comerciales facilitan esta variable obtenida mediante un ensayo en laboratorio según el esquema de la siguiente figura.



Fuente: Válvulas de bloqueo. | PSAFM02.- Tecnología neumática (s. f.).

Como información adicional, se indican en la siguiente tabla los tiempos de respuesta del conjunto cilindro-válvula distribuidora en un ciclo de trabajo (Castañeda, s. f.):.

Figura 38. Tiempos de respuesta del conjunto cilindro-válvula

Datos del cilindro	Orificio	Entrada válvula	K_v	C_v	Tiempo (milisegundos)
Cilindro de doble efecto de 150 mm de carrera, un ciclo de avance y retroceso, válvula de solenoide de 5/2 con retorno por muelle, alimentación de 6 bares, 1 m de tubería entre válvula y cilindro, el pistón sin carga.	20	1/8"	0,26	0,3	225
	60	1/8"	0,34	0,4	700
	63	1/4"	0,85	1	525
	100	1/4"	0,85	1	1100
	160	1/2"	2,98	3,5	950
	200	1/2"	2,98	3,5	1560
	200	1	6,65	7,8	650
	320	1	6,65	7,8	1280

Fuente: Castañeda (s. f.).

La capacidad de caudal de la válvula distribuidora está representada por los coeficientes K_v y C_v .

C_v : es el caudal de agua en galones por minuto (USGAL) a una temperatura de 60°F (15,5°C) que pasa a través de la válvula en posición completamente abierta y con una pérdida de carga de 1 PSI.

K_v : es el caudal de agua a 20°C en m³/h que pasa a través de la válvula a una apertura dada y con una pérdida de carga de 1 bar

Cuando se selecciona la válvula distribuidora, es necesario calcular su tamaño de modo que pueda accionar el cilindro en el tiempo adecuado en ambos sentidos. El factor más importante es la capacidad de caudal (K_v o C_v) que indica el grado de resistencia que la válvula presenta al flujo de fluido en el circuito. En instalaciones críticas se debe prestar atención a la resistencia de los conectores y a los tubos que unen la válvula al resto de la instalación. Unos centímetros adicionales de tubería o una mala conexión pueden marcar la diferencia entre que el circuito trabaje correctamente o no (Castañeda, s. f.).

En el pasado se solía escoger los orificios de la válvula del mismo tamaño de los del actuador, pero esta selección resulta errónea ya que las válvulas distribuidoras poseen actualmente una gran capacidad de caudal comparada con los modelos antiguos; además son más rápidas al ser accionadas, consumen menos potencia debido a las bobinas de solenoide de tamaño reducido y son más baratas. La equivalencia entre los coeficientes de caudal es (Castañeda, s. f.):

$$K_v = 0,853 C_v \text{ m}^3/\text{h}$$

$C_v = 1,16 K_v$ galones/minuto

$$Q = K \cdot \sqrt{\frac{\Delta P}{SG}}$$

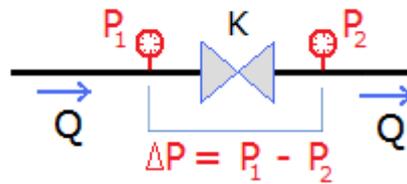
Q: Caudal

ΔP : Diferencia de presión

Sg: Gravedad específica (1 para agua)

K: Coeficiente de caudal K_v o C_v

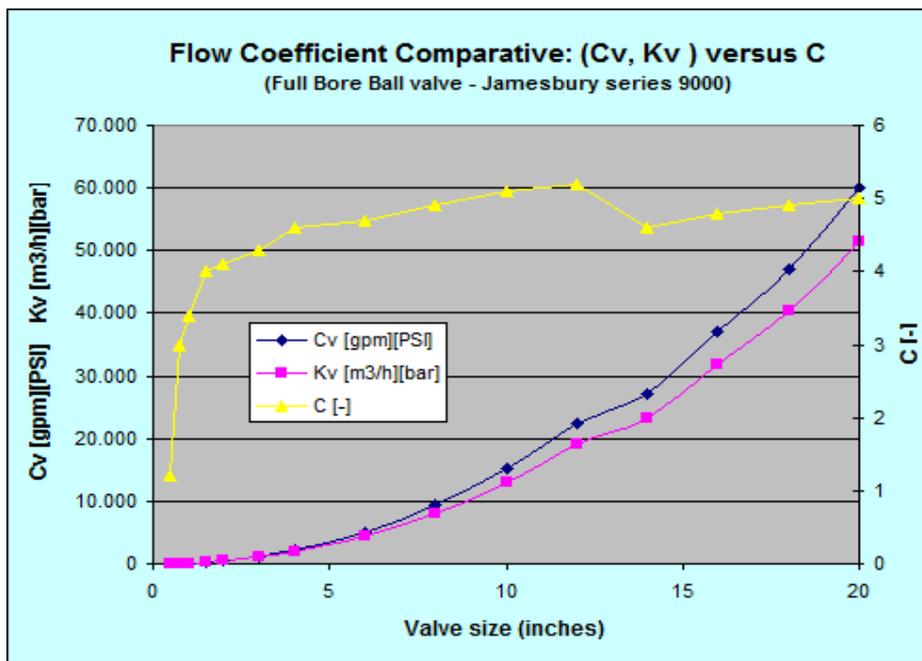
Figura 39. Medición de caudal nominal



Fuente: Coeficiente de Caudal-Valvias (s. f.).

Una vez encontrado el K_v o C_v se procederá a encontrar el diámetro adecuado para la válvula de acuerdo a la siguiente figura:

Figura 40. Medición de caudal nominal



Fuente: Coeficiente de Caudal-Valvias (s. f.).

Elementos complementarios filtros y mangueras

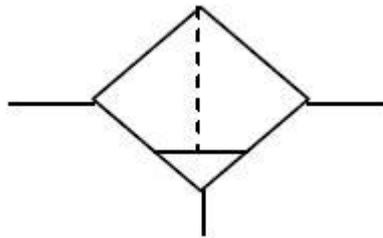
Filtros

Donde hay aire comprimido hay agua, lo que significa que el tratamiento del condensado es un paso crítico en el suministro de aire comprimido limpio y seco para sus herramientas equipos y procesos.

Las válvulas de drenaje son una parte crucial del sistema de aire comprimido. Las válvulas de drenaje de condensado eliminan el condensado del sistema de aire sin pérdida excesiva del aire comprimido y sin necesidad de lavar la lubricación de herramientas. El condensado puede tener efectos nocivos en un sistema cuando no se elimina. Por ejemplo, la humedad de producción produciendo paradas de producción y mantenimiento, una irregularidad en el suministro de aire se causará problemas de calidad de la producción que pueden formar una oxidación excesiva y escorias en el sistema de distribución de aire (Neumática (Filtrado del aire comprimido., s. f.).

Además, el agua puede acumularse en el compresor y destruir la maquinaria, los secadores de aire pueden sobrecargarse y los filtros en línea pueden ser destruidos (Neumática. Filtrado del aire comprimido., s. f.)

Figura 41. Símbolo de filtro neumático.



Fuente: Circuito neumático y oleohidráulico—Silvia Tecnología Industrial (s. f.).

Mangueras o tuberías neumáticas.

El diámetro de las tuberías debe elegirse de manera que, si el consumo aumenta, la pérdida de presión entre el depósito y el consumidor no sobrepase 10 kPa (0,1 bar). Si la caída de presión excede de este valor, la rentabilidad del sistema estará amenazada y el rendimiento disminuirá considerablemente. En la planificación de instalaciones nuevas debe preverse una futura ampliación de la demanda de aire, por cuyo motivo deberán dimensionarse generosamente las tuberías. El montaje posterior de una red más importante supone costos dignos de mención (*Neumática e Hidráulica*, s. f.-b).

El diámetro de las tuberías no debería elegirse conforme a otros tubos existentes ni de acuerdo con cualquier regla empírica, sino en conformidad con:

- el caudal
- la longitud de las tuberías
- la pérdida de presión (admisible) la presión de servicio la cantidad de estrangulamientos en la red

En la práctica se utilizan los valores reunidos con la experiencia. Un nomograma ayuda a encontrar el diámetro de la tubería de una forma rápida y sencilla.

Figura 42. Caudal máximo recomendado en tuberías de aire

Presión inicial kg/cm ²	DIAMETRO NOMINAL EN ROSCA GAS DE LAS TUBERIAS STANDARD								
	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
	CAUDAL MAXIMO RECOMENDADO (Litros minuto de aire libre)								
0,7	14	65	156	340	708	1133	2548	3539	7079
1,4	25	108	255	566	1133	1840	4247	5946	12743
2,1	34	142	340	849	1557	2831	5663	9061	16990
2,8	42	198	453	1046	1982	3539	7079	10619	21238
3,5	57	241	566	1274	2407	4248	9203	12742	25483
4,2	65	269	651	1557	2831	4814	9911	15574	29783
4,9	76	325	765	1699	3398	5380	12743	18406	32564
5,6	85	368	849	1840	3681	6513	13450	19822	36812
6,3	93	396	963	1982	4247	7079	14158	22653	42475
7,-	105	425	1048	2124	4814	8495	15854	25845	50970
8,7	119	510	1274	2973	5663	9911	20388	28317	59465
10,5	142	651	1416	3398	6513	11326	24069	31148	67960
12,3	173	708	1699	3828	7362	12742	26901	36812	76456
14,0	190	793	1982	4247	9061	14442	29732	42475	84950
18	232	1098	2664	5814	11651	20388	33495	58252	116504
20	256	1300	3000	6460	12960	23100	37400	66600	132540
25	317	1725	3850	8075	16250	28875	47000	85125	169500

Fuente: Neumatica hidráulica y electricidadapli.pdf (s. f.).

Figura 43. Perdidas por rozamiento en tuberías o mangueras neumáticas

Elemento de la instalación	DIAMETRO DE LA TUBERIA							
	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
Válvula de compuesta	0,009	0,009	0,010	0,013	0,017	0,022	0,026	0,033
Válvula en ángulo	0,240	0,240	0,286	0,352	0,460	0,590	0,690	0,880
Válvula cónica	0,427	0,427	0,568	0,706	0,900	0,875	1,380	1,795
Codo a 45°	0,015	0,015	0,023	0,029	0,037	0,048	0,057	0,073
Codo a 90°	0,042	0,042	0,051	0,064	0,079	0,107	0,125	0,158
Te (recta en el interior)	0,015	0,015	0,021	0,033	0,046	0,055	0,067	0,090
Te (salida lateral)	0,076	0,096	0,100	0,126	0,162	0,214	0,246	0,317

Fuente: Neumatica hidráulica y electricidad apli.pdf (s. f.).

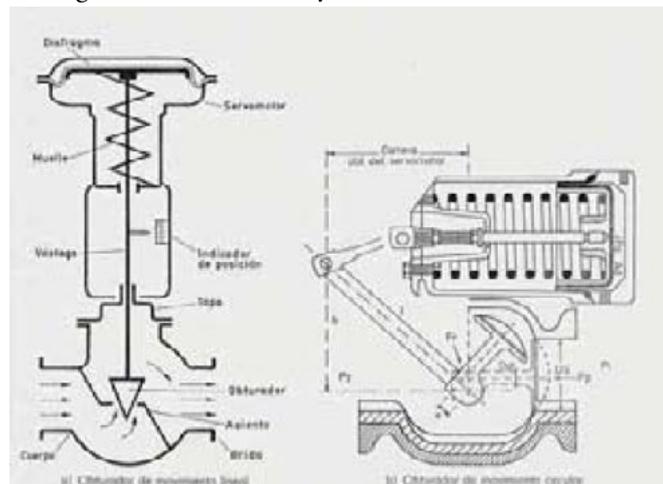
Actuadores

Generalidades

Los actuadores neumáticos convierten la energía del aire comprimido en trabajo mecánico generando un movimiento lineal mediante servomotores de diafragma o cilindros, o bien un movimiento giratorio con motores neumáticos (Solé, 2012).

La aplicación principal de los servomotores de diafragma reside en las válvulas de control neumáticas en las que el servomotor está accionado por la señal neumática de 0,2–1 bar (3 – 15 psi) y actúa directamente sobre un vástago que posiciona el obturador con relación al asiento (figura 41). La posición relativa entre el obturador y el asiento permite pasar el fluido desde un caudal nulo hasta el caudal máximo (Solé, 2012).

Figura 44. Servomotor y cilindro neumático lineal.



Fuente: Creus (2007), Neumática e Hidráulica.

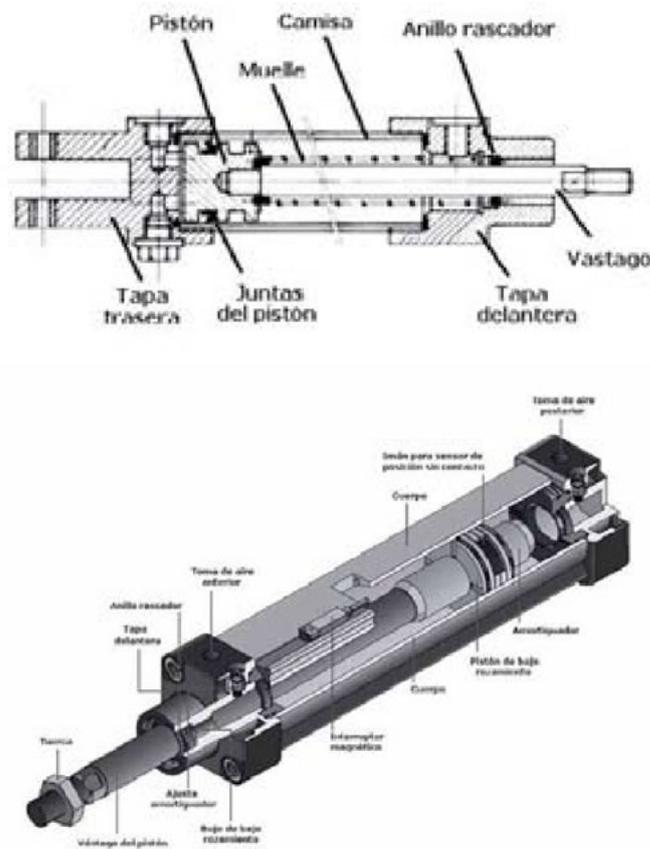
Los cilindros neumáticos de movimiento lineal son utilizados comúnmente en aplicaciones donde la fuerza de empuje del pistón y su desplazamiento son elevados. Entre los mismos se encuentran los cilindros de simple y doble efecto, el cilindro tándem, el de multiposición, el cilindro neumático guiado, el cilindro sin vástago y el cilindro neumático de impacto (Cruz et al., s. f.).

Los actuadores neumáticos de movimiento giratorio pueden ser: Cilindro giratorio de pistón-cremallera-piñón y de dos pistones con dos cremalleras en los que el movimiento lineal del pistón es transformado en un movimiento giratorio mediante un conjunto de piñón y cremallera.

Cilindros neumáticos.

El cilindro neumático consiste en un cilindro cerrado con un pistón en su interior que desliza y que transmite su movimiento al exterior mediante un vástago. Se compone de las tapas trasera y delantera, de la camisa donde se mueve el pistón, del propio pistón, de las juntas estáticas y dinámicas del pistón y del anillo rascador que limpia el vástago de suciedad.

Figura 45. Cilindro neumático de simple efecto y doble efecto.



Fuente: Hoerbiger-Origa

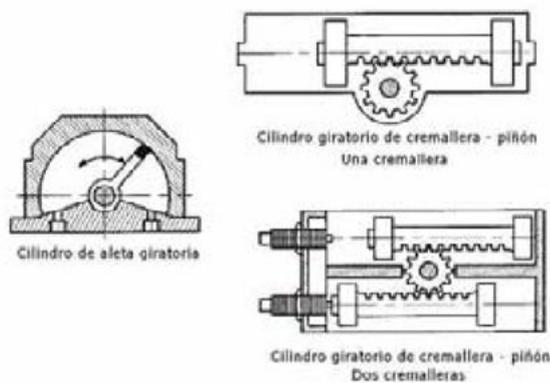
En el cilindro neumático de doble efecto, el aire a presión entra por el orificio de la cámara trasera y, al llenarla, hace avanzar el vástago, que en su carrera comprime el aire de la cámara delantera que se escapa al exterior a través del correspondiente orificio. En la carrera inversa del vástago se invierte el proceso, penetrando ahora el aire por la cámara delantera y siendo evacuado al exterior por el orificio de la cámara trasera (Solé, 2012).

El cilindro neumático de simple efecto funciona de forma similar exceptuando que la carrera inversa se efectúa gracias a la acción del muelle. En el cilindro neumático guiado,

dos o más vástagos rígidos guiados proporcionan una antirotación al mecanismo acoplado al cilindro, evitando las fuerzas radiales y de torsión que la carga ejercería en un cilindro normal (Solé, 2012).

El cilindro neumático de impacto mueve el vástago a gran velocidad (10 m/s) y se utiliza en las prensas para trabajos de embutición, remachado, etc. El cilindro neumático de rotación proporciona un movimiento de rotación gracias a una cremallera unida al vástago o a un elemento rotativo de paletas (figura 43) (Solé, 2012).

Figura 46. Diferentes movimientos de cilindros neumáticos.



Fuente: Creus (2007), Neumática e Hidráulica

Motores neumáticos

El servomotor neumático consiste en un diafragma con resorte que trabaja (con algunas excepciones) entre 0,2- 1 bar (3 y 15 psi), es decir, que las posiciones extremas de la válvula corresponden a 0,2- 1 bar (3 y 15 psi).

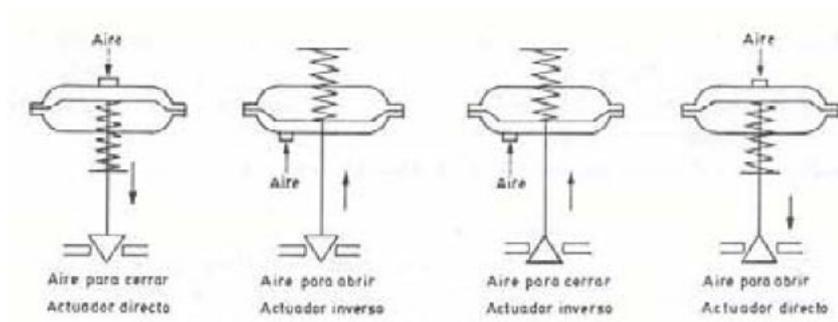
Al aplicar una cierta presión sobre el diafragma, el resorte se comprime de tal modo que el mecanismo empieza a moverse y sigue moviéndose hasta que se llega a un equilibrio entre la fuerza ejercida por la presión del aire sobre el diafragma y la fuerza ejercida por el resorte. El servomotor puede ser de acción directa o inversa (Solé, 2012).

Es de acción directa cuando la presión de gobierno actúa en la cámara superior del servomotor, es decir, cuando la fuerza sobre el diafragma es ejercida hacia abajo. Es de acción inversa cuando la presión de gobierno actúa en la cámara inferior del servomotor, es decir, cuando la fuerza sobre el diafragma es ejercida hacia arriba. Al acoplar el servomotor a la válvula, los términos aplicables desde el punto de vista de seguridad son: En fallo de aire (o sin aire) la válvula cierra, o en fallo de aire (o sin aire) la válvula abre.

Los cuerpos de las válvulas de control pueden tener dos tipos de acciones. Se dividen en válvulas de acción directa, cuando tienen que bajar para cerrar, e inversa cuando tienen

que bajar para abrir (derivado de los grifos domésticos donde al girar el volante a derechas, el vástago baja y la válvula cierra) (figura 47).

Figura 47. Tipos de acciones en las válvulas de control.



Fuente: Creus (2007), Neumática e Hidráulica

Esta misma división se aplica a los servomotores, que son de acción directa cuando aplicando aire, el vástago se mueve hacia abajo, e inversa cuando al aplicar aire el vástago se mueve hacia arriba. Al combinar estas acciones se considera siempre la posición de la válvula sin aire sobre su diafragma, con el resorte manteniendo el diafragma y por tanto la válvula en una de sus posiciones extremas (Solé, 2012).

Cuando la válvula se cierra al aplicar aire sobre el diafragma o se abre cuando se quita el aire debido a la acción del resorte, se dice que la válvula sin aire abre o aire para cerrar (acción directa). Al abrir la válvula cuando se aplica aire sobre el diafragma y se cierra por la acción del resorte cuando se quita el aire, se dice que la válvula sin aire cierra o aire para abrir (acción inversa).

Dimensionamiento de actuadores neumáticos

Cilindros Neumáticos

Las principales variables a considerar en la selección de los cilindros neumáticos son la fuerza del cilindro, la carga, el consumo de aire y la velocidad del pistón (Cruz et al., s. f.).

Fuerza del cilindro

La fuerza del cilindro es una función del diámetro del cilindro, de la presión del aire y del roce del émbolo, que depende de la velocidad del émbolo y que se toma en el momento de arranque. La fuerza que el aire ejerce sobre el pistón es:

$$F = P_{\text{aire}} * \text{Area pistón}$$

Trabajando en unidades del Sistema Internacional de Unidades (SI), la longitud es el metro (m), la fuerza viene dada en newton (N) y la presión en Pascal (Pa) que es la presión ejercida por una fuerza de 1 N (Newton) sobre una superficie de 1 m² normal a la misma, o sea N/m². Como el Pascal es una unidad muy pequeña se utiliza el bar equivalente a 100.000 pascal. Otras equivalencias del bar con unidades de presión son:

$$1 \text{ Bar} = 0,987 \text{ atmósferas} = 1,02 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 1020 \text{ cm c. d. a.} = 750 \text{ mmHg}$$

Para comodidad de cálculo se utiliza la fuerza en newton, la presión en bar, el diámetro en mm. y la superficie en mm². De este modo, la fórmula anterior pasa a ser:

$$F = P_{\text{aire}}(\text{bar}) * 100000 \frac{\text{Area pistón (mm}^2\text{)}}{1000000} = \frac{P_{\text{aire}}(\text{bar}) * \text{Area pistón (mm}^2\text{)}}{10}$$

Para los cilindros de simple efecto, la fuerza es la diferencia entre la fuerza del aire y la del muelle.

$$F = \frac{P_{\text{aire}}(\text{bar}) * \text{Area pistón (mm}^2\text{)}}{10} - f_{\text{muelle}} = P_{\text{aire}} * \frac{\pi * D^2}{40} - f_{\text{muelle}}$$

Con: F = Fuerza (newton).

D = diámetro cilindro [mm].

P_{aire} = presión del aire [bar].

F_{muelle} = fuerza muelle [newton].

Los cilindros de doble efecto no cuentan con un resorte para volver a su posición de equilibrio, así su fuerza no disminuye en la carrera de avance, pero sí en su carrera de retroceso, debido a la disminución del área del émbolo por la existencia del vástago. Las expresiones matemáticas correspondientes son (Solé, 2012):

$$F_{\text{avance}} = P_{\text{aire}} * \frac{\pi * D^2}{40} \qquad F_{\text{retroceso}} = P_{\text{aire}} * \frac{\pi * (D^2 - d^2)}{40}$$

Fuerzas en el servomotor neumático

Idealmente, con una señal de 0,2 bar (3 psi) la válvula debe estar en la posición 0% de su carrera y para una señal de 1 bar (15 psi) en la posición 100%. Asimismo, debe existir una proporcionalidad entre las señales intermedias y sus correspondientes posiciones. En la práctica las válvulas de control se desvían de este comportamiento debido a las causas siguientes:

1. Rozamientos en la estopada.
2. Histéresis y falta de linealidad del resorte.
3. Área efectiva del obturador que varía con la carrera del vástago de la válvula.
4. Esfuerzo en el obturador de la válvula creado por la presión diferencial del fluido.
5. Fuerza adicional del servomotor necesaria para conseguir un cierre efectivo entre el obturador y el asiento (fuerza de asentamiento).

En la válvula existe un equilibrio entre estas diversas fuerzas que viene dado por la siguiente fórmula:

$$F_a \geq F_r + F_s + F_w + F_{b1} \pm F_{b2} + F_p$$

en la que:

F_a = Fuerza resultante obtenida por el servomotor, en kg.

F_r = Fuerza de rozamiento, en kg.

F_s = Fuerza de asentamiento, en kg.

F_w = Peso del obturador, en kg.

F_{b1} = Fuerza elástica del fuelle de estanqueidad, en kg.

F_{b2} = Fuerza de desequilibrio del fuelle de estanqueidad, en kg.

F_p = Fuerza estática y dinámica sobre el obturador, en kg.

La fuerza resultante F_a obtenida por el actuador depende de la acción de la válvula:

En una válvula de acción directa (la válvula abre al aumentar la señal de aire) la fuerza F_a vale:

$$F_a = A_d * P_a * 1,02 - F_{sr} = A_d(P_a - F_2) * 1.02 \quad \text{con} \quad F_{sr} = A_d * F_2 * 1,02$$

en la que:

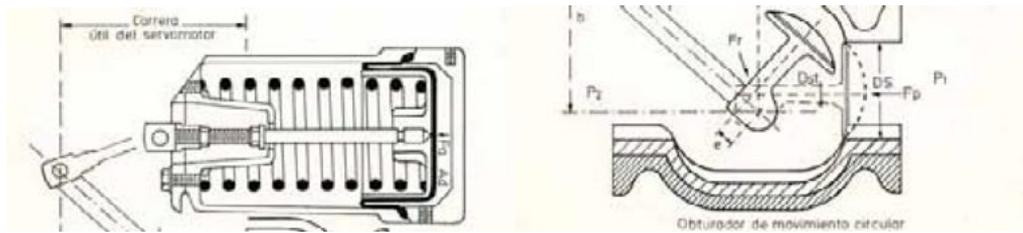
A_d = área efectiva del diafragma, en cm².

P_a = presión de aire sobre el diafragma, en bar.

F_{sr} = fuerza debida a la compresión final del muelle a carrera total, en kg.

F_2 = compresión final del muelle a carrera total, en bar.

Figura 48. Fuerzas que actúan en una válvula de control.



Fuente: Creus (2007), Neumática e Hidráulica

En una válvula de acción inversa (la válvula abre con disminución de la señal de aire) es:

$$F_a = A_d * F_1 * 1,02$$

en la que F_1 = compresión inicial del muelle a carrera cero, en bar.

La fuerza de asentamiento permite cerrar la válvula y conseguir que la fuga de fluido sea mínima. Su valor depende del grado de mecanización del asiento y del obturador.

La fuerza de asentamiento en kg equivale aproximadamente a 0,5 veces la circunferencia en cm del aro del asiento.

$$F_s = 0,5 * \pi * D_s$$

en la que:

F_s = fuerza de asentamiento, en kg

D_s — \varnothing interior del asiento, en cm

Ejemplo 1—Determinar la fuerza máxima del servomotor en una válvula de control de las siguientes características:

$A_d = 940 \text{ cm}^2$

Campo de trabajo del muelle = 0,4-2 bar

Carrera del servomotor = 51 mm

Válvula de tamaño 2" (50 mm) con obturador en V

\varnothing interior del asiento = 5,08 cm. Área del asiento = 20,27 cm²

Carrera del obturador = 23,8 mm. Área transversal del vástago = 0,97 cm²

Peso del obturador = 8 kg

Acción inversa = aire abre

Margen de trabajo del muelle para un recorrido del obturador de 23,8 mm

$$\frac{2 - 0.4}{51} * 23.8 = 0,74 \text{ bar}$$

Compresión inicial del muelle: $2 - 0,74 = 1,26 \text{ bar}$

Margen de compresión será: $1,26 - 2 \text{ bar}$

Luego la fuerza del actuador con la válvula en posición de cierre es:

$$F_a = A_d * F_1 = 940 * 1,26 * 1,02 = 1208 \text{ kg}$$

La fuerza de rozamiento es aproximadamente:

$$F_r = 10 \text{ kg (válvulas de } 1\frac{1}{2}'' \text{ a } 2\frac{1}{2}'')$$

La fuerza de asentamiento es:

$$F_s = 0,5 * \pi * 5,08 \text{ cm} = 8 \text{ kg}$$

El peso del obturador $F_w = 8 \text{ kg}$

La fuerza estática sobre el obturador:

$$F_p = (A_s - A_{st}) * P_1 * 1,02 = (20,27 - 0,97) * P_1 * 1,02$$

y finalmente:

$$1208 \text{ kg} = F_a \geq 10 + 8 + 8 + (20,27 - 0,97) * P_1 * 1,02$$

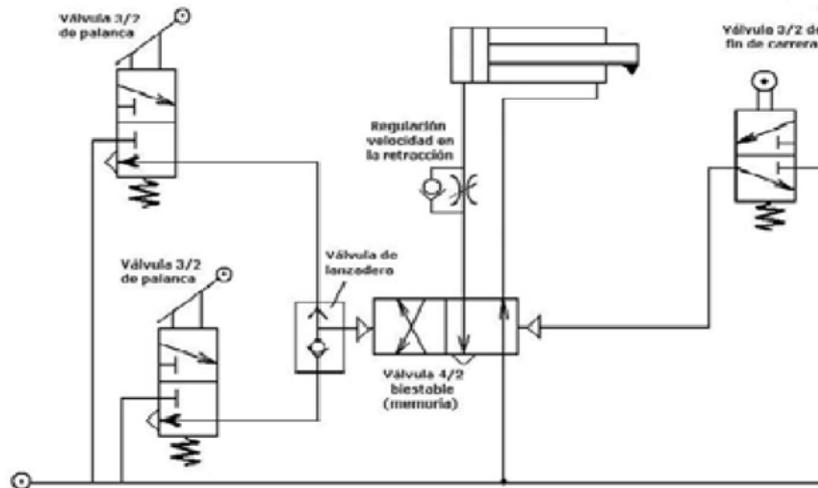
Resolviendo esta ecuación $P_1 = 58,8 \text{ bar}$ (60 kg/cm^2) es decir, la máxima presión de cierre o la presión de entrada del fluido será de $58,8 \text{ bar}$ (60 kg/cm^2). (A. Solé, 2012)

Métodos de control de cilindros

Formas de representación de las fases operativas del trabajo de una máquina.

Es necesario emplear otros métodos de soluciones secuenciales, entre los que se encuentran el método de cascada, paso a paso y secuenciador que pueden ser complementados por sistemas neumáticos y/o eléctricos (Solé, 2012).

Figura 49. Cilindro de ciclo continuo.



Fuente: Creus (2007), Neumática e Hidráulica

Método de cascada

Se ha visto que el método intuitivo puede dar lugar a señales opuestas en la misma válvula distribuidora. Por ejemplo, así ocurre en la secuencia (A+ B+ B- B+A- B-) y para evitarlo, en el método cascada se usan dos conjuntos de válvulas direccionales, uno trabajando sobre los actuadores, formado por tantas válvulas como cilindros y el otro sobre un banco de memoria formado por un grupo de válvulas cascada que suministran aire a presión a las líneas de los grupos que pueden estar con presión (ON) o sin ella (OFF). El papel que juegan las válvulas cascadas es eliminar presión en una línea y dar presión a otra línea al pasar de un grupo de secuencia de movimientos a otro y como en cada grupo no hay ninguna letra repetida es imposible que se presenten interferencias en las señales que van a las válvulas de accionamiento de los cilindros (Solé, 2012).

Para entender bien el método utilizaremos el circuito simple de la figura 47, donde la secuencia es A+ B+ B- A-.

La secuencia se divide en el punto en que se produce el retorno de B, o sea B-. De este modo, las dos partes se denominan grupos I y II, es decir:

- Grupo I = A+ B+
- Grupo II = B- A-

La válvula distribuidora 5/2 de doble piloto (biestable), o válvula de memoria, sin resorte de retorno, es la válvula cascada que controla los dos cilindros y recibe las señales de los dos grupos (grupo I en la puerta 4 y grupo II en la puerta 2).

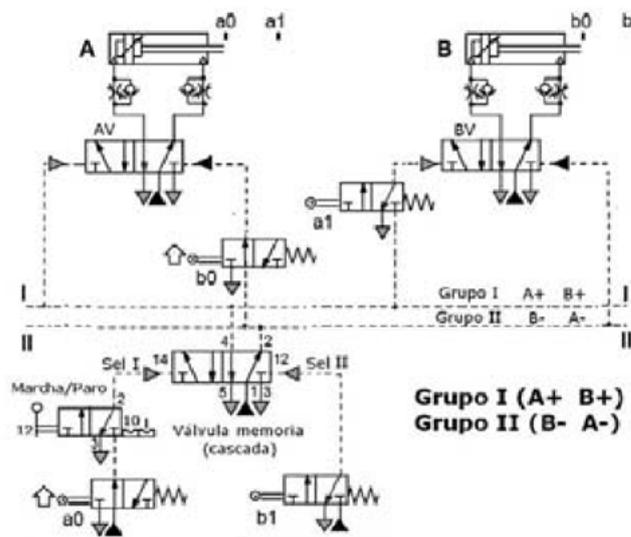
Las válvulas de final de carrera 3/2 de rodillo y retorno por resorte proporcionan las señales de realimentación de las posiciones del pistón vástago extendido (a1 y b1) y vástago retraído (a0 y b0) (Solé, 2012).

La secuencia es la siguiente:

- (A+): Al accionar el interruptor Marcha/Paro el aire pasa de a0 a Sel I (memoria)– se anula la presión en II y se presuriza I. Se excita AV y se expande el pistón del cilindro A.
- (B+): El vástago de A cierra a1–El aire de I excita BV y el pistón del cilindro B se expande.
- Se cierra b1 y el aire pasa a Sel II (memoria)–se anula la presión en I y se presuriza II.
- (B-): Se excita BV y se retrae el pistón del cilindro B.
- (A-): Se excita AV y se retrae el pistón del cilindro A.
- Al abrir b1 la presión Sel II se anula.
- b0 se cierra y el aire del piloto derecho de AV se elimina.
- a0 se cierra y el aire pasa de a0 a Sel I (memoria).

Y así sucesivamente, hasta que se acciona el interruptor de Marcha/Paro. Para el caso de tres grupos, habría dos válvulas 5/2 de memoria y una válvula manual 3/2 para la marcha y paro del circuito (Solé, 2012).

Figura 50. Método Cascada secuencia A+ B+ B- A-. Grupo I (A+ B+) y Grupo II (B- A-).



Fuente: Creus (2007), Neumática e Hidráulica

De estas figuras pueden deducirse las reglas del método cascada:

1–Establecer la secuencia correcta de movimientos y dibujar el diagrama espacio-tiempo que muestra en cada ciclo, el estado de los cilindros, las señales de entrada y las señales de realimentación. De este modo, al dividir en grupos la señal, puede verse fácilmente si el cambio de las señales se presenta dos veces, con lo cual estarían presentes señales opuestas.

Se inicia el esquema del circuito dibujando los cilindros en la posición que les corresponde al comienzo del ciclo y debajo las válvulas distribuidoras de accionamiento.

Debajo de las válvulas distribuidoras se trazan tantas líneas horizontales (líneas de presión) como grupos haya en la secuencia y se numeran con números romanos.

Debajo de las líneas de presión se dibujan las memorias (válvula 4/2 o 5/2) conectadas de forma escalonada y de aquí proviene el nombre de cascada del método.

2 – Se inicia la secuencia de movimientos con la válvula Marcha/Paro o de Arranque y se divide en grupos de tal modo que no haya ninguna letra repetida en cada grupo y que el número de grupos sea el menor posible. Cada grupo será designado por cifras romanas.

3–El número necesario de válvulas final de carrera es igual al número total de letras de la secuencia. La representación de estas válvulas suele ser debajo de los actuadores, si bien si se dibujan en posición normal, el dibujo es más claro desde el punto de vista de funcionamiento.

4–El número necesario de válvulas distribuidoras (5/2) de accionamiento de los cilindros es igual al número total de cilindros.

5–Se escoge un número de memorias (distribuidores selectores) de cascada igual al número de grupos menos uno.

6 – Las memorias (distribuidores selectores) cascada son pilotadas por las últimas señales de los grupos de las válvulas de final de carrera.

7–El suministro de aire para las señales de pilotaje de cada grupo se conecta a una línea de presión común y por lo tanto hay tantas líneas de presión como grupos.

Estas líneas son puestas a presión o en escape por las memorias (distribuidores selectores) en cascada (Solé, 2012).

Ejemplo 1: Circuito formado por tres cilindros A, B y C, que deben actuar al pulsar una válvula distribuidora manual 3/2, según la secuencia iniciada:

Arranque: A+, B+, B-, A-, C+, C-

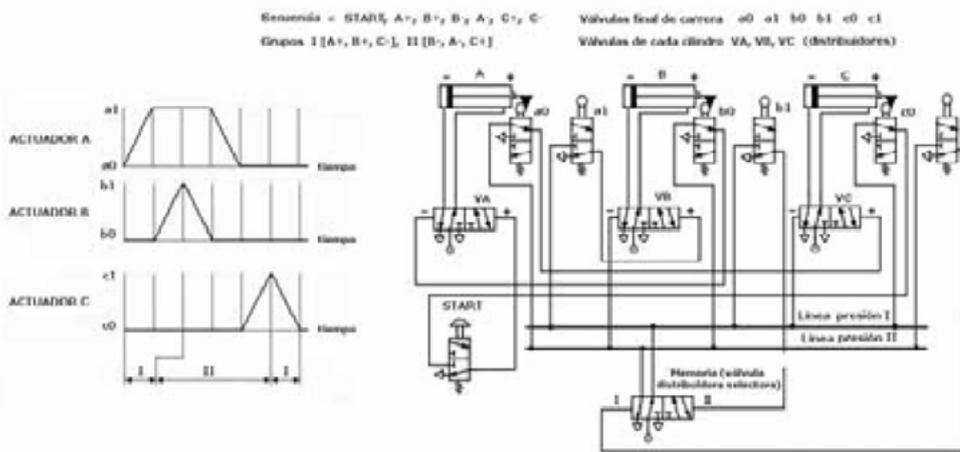
Los grupos son: I {A+, B+, C-}, II {B-, A-, C+}

Las acciones de cada uno de los cilindros pueden ser muy variadas.

- A puede agarrar una pieza.
- B puede realizar una operación sobre la pieza, por ejemplo, taladrar o tornear o marcar o pegar.
- C extrae la pieza de la estación de trabajo.

De acuerdo con las reglas anteriores, existirán:

Figura 51. Circuito desarrollado con el método de cascada.



Fuente: Purdue University

- 3 válvulas distribuidora 5/2 (VA, VB, VC) de accionamiento de los cilindros, ya que hay 3 cilindros.
- 6 válvulas 3/2 de final de carrera (a0, a1, b0, b1, c0, c1), ya que 6 es el número total de letras de la secuencia.
- 1 memoria (válvula distribuidora selectora) de cascada 5/2, ya que el número de grupos es de 2. Sus dos puertos de salida están conectados a una de las dos líneas de presión que suministra aire a las válvulas final de carrera.
- 2 líneas de presión, ya que hay 2 grupos.

Método paso a paso

El método paso a paso recibe este nombre porque un grupo es activado por el grupo anterior y desactivado por el siguiente. Análogamente al método cascada se establece la secuencia o sucesión de movimientos a realizar. Por ejemplo,

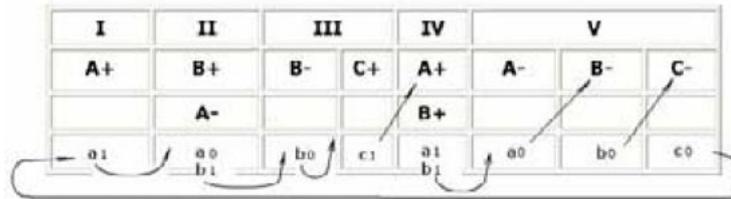
$$(A+, B+ A-, B-, C+, A+ B+, A-, B- C-)$$

Se divide la secuencia de movimientos en grupos, de tal modo que en los grupos no haya ninguna letra repetida y que el número de grupos sea el menor posible.

Los grupos y las señales de las válvulas fin de carrera pueden verse en la figura x.14.

Figura 52. Secuencia movimientos y grupos del método paso a paso.

I{A+}, II{ B+ A-}, III{B- C+}, IV{A+ B+}, V{A- B- C-}



Fuente: Manuel Escorza

Cada grupo es activado por el grupo anterior (último final de carrera del grupo anterior). Y así:

- Grupo I: Activado por el grupo V y la válvula final de carrera c0.
- Grupo II: Activado por el grupo I y la válvula final de carrera a1.
- Grupo III: Activado por el grupo II y la válvula final de carrera a0 y b1.
- Grupo IV: Activado por el grupo III y la válvula final de carrera c1.
- Grupo V: Activado por el grupo IV y la válvula final de carrera a1 y b1.

Se empieza el esquema del circuito dibujando los cilindros en la posición que les corresponde al comienzo del ciclo. Cada cilindro estará gobernado por una válvula distribuidora 4/2 ó 5/2 de accionamiento neumático y biestable (VA, VB, VC) (Solé, 2012).

Debajo de las válvulas distribuidoras (pero dejando un espacio para posibles finales de carrera y otras válvulas) se trazan tantas líneas horizontales (líneas de presión) como grupos hay en la secuencia y se numeran con números romanos.

Debajo de las líneas de presión se dibujarán tantas memorias (válvulas 3/2) como grupos hay (en cambio en el método cascada hay un número de memorias igual al número de grupos menos 1). Y se colocan en línea horizontal distribuidas a lo largo de las líneas de presión. Todas las memorias serán normalmente cerradas, excepto la de la derecha que será normalmente abierta.

La primera memoria de la izquierda conecta su salida única con la línea de presión I (grupo 1), la segunda a la línea II, la tercera a la línea III, etc. Al ser la memoria de la

derecha normalmente abierta, la línea última, es decir la V en el ejemplo, tiene presión por defecto, lo que hace que prepare al circuito para dar presión a la línea I (Cruz et al., s. f.).

Cada memoria (excepto la de la derecha M5) está pilotada por la izquierda por la presión de la línea o grupo anterior al que está conectada su salida junto con la señal correspondiente al último movimiento del grupo anterior, y está pilotada por la derecha por la línea o grupo que debe desactivarla. Por ejemplo, la que da señal a la línea I, por la línea II, la que da señal a la línea II, por la línea III, etc.

Por ejemplo:

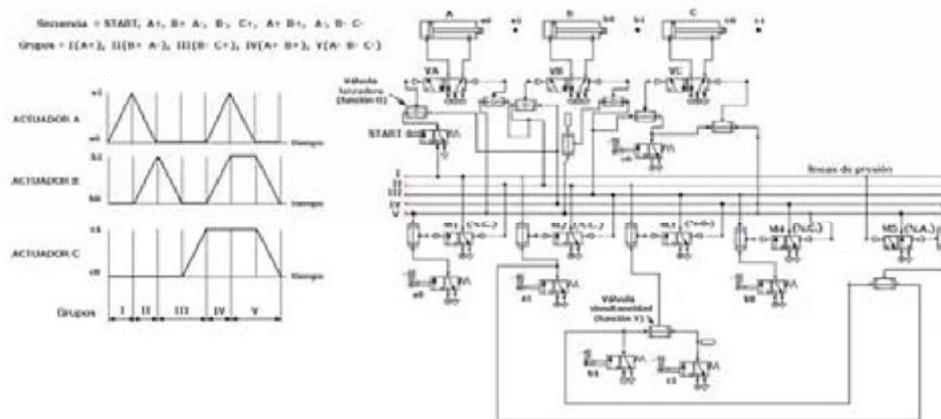
- La válvula M1 cuya salida dará presión a la línea I, es pilotada por la izquierda con las señales de la línea V junto con el último final de carrera del grupo V, es decir c0. Es pilotada por la derecha por la línea o grupo que la desactiva (II).
- La válvula M2 cuya salida dará presión a la línea II, es pilotada por la izquierda con las señales de la línea I junto con el último final de carrera del grupo I, es decir a1. Es pilotada por la derecha por la línea o grupo que la desactiva (III).
- La válvula M3 cuya salida dará presión a la línea III, es pilotada por la izquierda con las señales de la línea II junto con el último final de carrera del grupo II, es decir a0. Es pilotada por la derecha por la línea o grupo que la desactiva (IV).
- La válvula M4 cuya salida dará presión a la línea IV, es pilotada por la izquierda con las señales de la línea III junto con el último final de carrera del grupo III, es decir c1. Es pilotada por la derecha por la línea o grupo que la desactiva (V).

La válvula de la derecha M5 tiene los mismos pilotajes, pero cambiando los lados de actuación. Así por su izquierda es pilotada (para cerrarla) por la línea siguiente, es decir la línea I, y por su derecha es pilotada (para abrirla) por la línea anterior (en el ejemplo la IV) y el final de carrera último del grupo anterior (Cruz et al., s. f.).

En el primer movimiento del grupo, cada válvula distribuidora está pilotada por la línea de presión que le corresponde de acuerdo al grupo en que se encuentra.

Y en los siguientes movimientos, toma presión de la línea que le corresponde junto con la señal que indica que el anterior movimiento del grupo está terminado. Por ejemplo, M4 inicialmente toma presión de la línea IV y después por las líneas IV y III.

Figura 53. Método paso a paso.



Fuente: Manuel Escorza.

Si un movimiento se repite en la secuencia, deberá utilizarse una o varias válvulas de simultaneidad (función Y) intercaladas antes de la válvula distribuidora correspondiente.

En la figura x.15 puede verse el esquema correspondiente al circuito del ejemplo. El método paso a paso es aparentemente sencillo, pero se complica si hay movimientos repetidos en la secuencia que obligan a utilizar una o varias válvulas de simultaneidad, por lo que es aconsejable complementarlo con el método intuitivo (Cruz et al., s. f.).

Método de secuenciador

En circuitos secuenciales complejos con movimientos que se repiten durante la evolución de la secuencia, es de interés aplicar circuitos secuenciadores o de cadenas secuenciales modulares formados por un conjunto de módulos adosados que excitan individualmente cada una de las fases que componen la secuencia.

Hay un módulo inicial que recibe las condiciones iniciales de la secuencia para el inicio de la operación y uno final que indica que la secuencia ha terminado satisfactoriamente.

Dependiendo de los fabricantes, el módulo inicial dispone de los orificios “P”, “Y”, “Z” y “R” con las señales:

- P = Aire comprimido de alimentación de toda la cadena secuencial.
- Y = Señal que activa al primer módulo (estado “1”).
- Z = Señal que anula al último módulo (estado “0”).
- R = Señal de RESET que pone a “0” todos los módulos de etapa.

El módulo final dispone de los orificios “Y” y “Z” con las señales:

- Y = Señal que activa al primer módulo (estado “1”).
- Z = Señal que anula al último módulo (estado “0”).

Los módulos intermedios constan de los siguientes elementos:

- Válvula de simultaneidad (función “Y”).
- Selector de circuito (función “O”).
- Memoria o válvula biestable 3/2.
- Salida “S” (señal de mando).
- Entrada “r” procedente de la señal de la válvula final de carrera que confirma el movimiento.

En todo momento sólo uno de los módulos está activo.

Ejemplo: Secuenciador A + A-B + B -

El funcionamiento del sistema parte del inicio de la secuencia con el módulo correspondiente activado (estado “1”) enviando su señal de mando, mientras que el resto está desactivado (estado “0”) sin enviar ninguna señal de mando. (Cruz et al., s. f.)

Cada módulo de la secuencia se va activando a medida que la señal de salida de la función “Y” del módulo anterior le llega. La memoria (válvula biestable) de este módulo se pone en estado “1” y efectúa tres acciones:

1–Su señal de salida origina el movimiento (por ejemplo b1). La válvula final de carrera confirma dicho movimiento y envía la señal de confirmación a la otra entrada de la función “Y”. De esta manera la función “Y” al haber recibido dos señales envía a su vez la señal necesaria para que el siguiente módulo se ponga en estado “1”.

2–Pone en estado “0” el módulo de la etapa anterior mediante su propia función “O” .

3–Alimenta una entrada de la función “Y” del módulo que está en estado “1”.

Y así se van repitiendo los módulos hasta llegar al final de la secuencia de movimientos.

Ejemplo: Circuito formado por tres cilindros A, B y C, que deben actuar al pulsar una válvula distribuidora manual 3/2, según la secuencia iniciada:

Arranque: A+, A -, B+, C+, B- C-

Los cuatro grupos formarán una cadena secuencial de cuatro módulos.

Figura 54. Cadena secuencial del movimiento.

Módulos	Movimientos	Confirmación del movimiento (Válvula final de carrera,...)
I	A+	a1
II	A - B+	a0, b1
III	C + B-	c1, b0
IV	C-	c0

Fuente: Creus (2007), Neumática e Hidráulica

Puede verse un circuito de tres cilindros desarrollado con el método secuenciador. Este circuito podría corresponder a un dispositivo de marcado de piezas, el primer cilindro empujando la pieza, el segundo marcándola y el tercero empujando la pieza ya marcada a la salida.

Su funcionamiento es el siguiente:

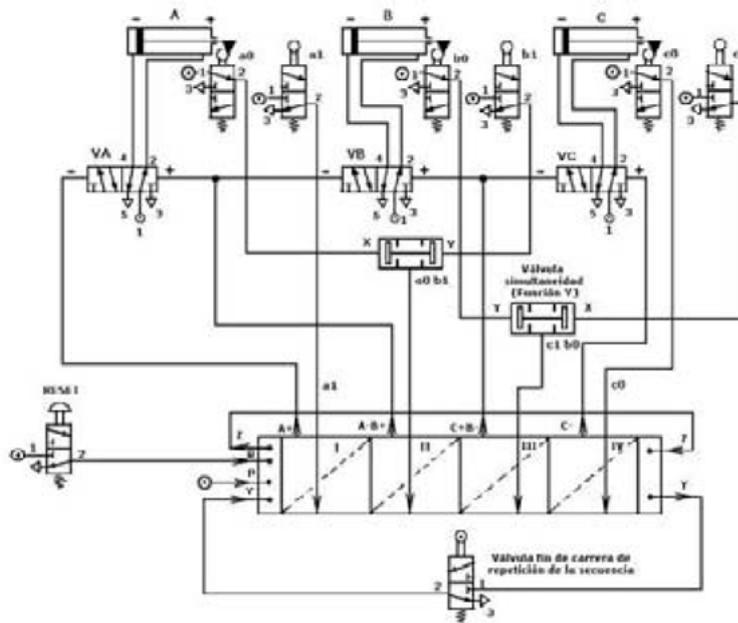
El secuenciador, consta de 4 módulos (uno para cada fase). El ciclo se inicia mediante el accionamiento de la válvula de pulsador RESET, el cual manda la señal al secuenciador para que inicie la primera fase, extender el cilindro A, pilotando a la válvula distribuidora VA. Al llegar el cilindro A, a su final de carrera a1, éste manda señal al secuenciador para que dé por finalizada la primera fase y de comienzo la segunda (Solé, 2012).

Cuando el secuenciador inicia la segunda fase, pilota las válvulas distribuidoras VA y VB simultáneamente, extendiéndose el cilindro B y retrayéndose el A, simultáneamente.

El secuenciador no dará comienzo a la tercera fase hasta que no termine la segunda, la cual terminará cuando los finales de carrera a0 y b1 manden señal a la válvula de simultaneidad (función "Y"), para que ésta de la señal al secuenciador de que la segunda fase ha terminado.

La tercera fase consiste en recoger el cilindro B y extender C, para lo cual el secuenciador pilota la válvula distribuidora VB y al recogerse el cilindro B, y extender se el C, los finales de carrera b0 y c1 le indicarán al secuenciador de que la tercera fase ha terminado (Solé, 2012).

Figura 55. Circuito desarrollado con el método secuenciador.



Fuente: Creus (2007), Neumática e Hidráulica

Para la cuarta y última fase, la retracción del cilindro C, el secuenciador pilota la válvula distribuidora VC, y la señal que recibe el secuenciador de que el ciclo ha terminado es del final de carrera c0.

Un final de carrera adicional, si es accionado, permite repetir la secuencia (Solé, 2012).

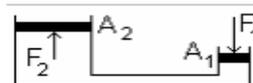
Actividades unidad 1

Actividad 1: Preguntas

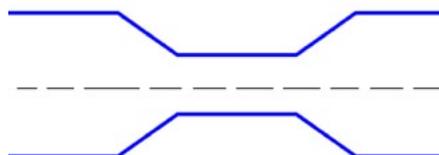
- ¿Cuál es la magnitud que mide la velocidad de un fluido?
- ¿Cuántos Bares tiene 1 PSI?
- ¿Qué normas maneja la simbología neumática e hidráulica?
- ¿Qué elementos se distinguen en toda instalación de un sistema neumático?
- ¿Qué es una válvula?
- ¿Cuál es la clasificación de las válvulas direccionales?
- ¿Cuáles la característica principal de las válvulas reguladoras de presión?
- ¿En que ayudan la válvula antirretorno en los procesos neumáticos?
- ¿Cuáles son las variables de dimensionamiento de válvulas?

Actividad 2: Ejercicios

1. El émbolo grande de una prensa hidráulica tiene un radio de 30 cm. ¿Qué fuerza se debe aplicar al émbolo pequeño de radio 5 cm para elevar un cuerpo de 200 kg de masa? ($g=9.81 \text{ m/s}^2$).



2. ¿Qué velocidad, en m/s, lleva el agua que circula por una tubería de 80 cm^2 de sección, si vierte 20 m^3 a un depósito en 25 minutos?
3. ¿Se puede aplicar la ecuación de continuidad en un circuito neumático?Cuál sería la ecuación
4. La imagen representa una tubería en la que produce un estrechamiento. El diámetro de la tubería mayor es de 1,20 cm y el de la tubería menor de 0,5 cm. Determina la velocidad del fluido en cada una de las tuberías (en cm/s), sabiendo que el caudal que circula es de $1 \text{ cm}^3/\text{s}$.

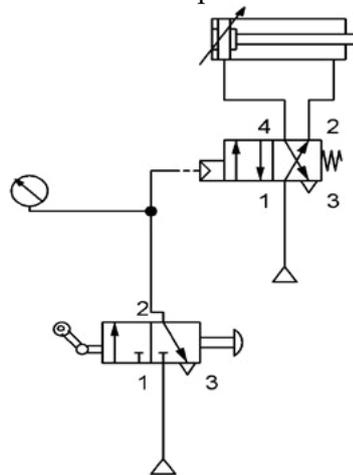


Actividad 3: Actividades de simulación/ prácticas.

Las practicas se realizarán utilizando FluidSIM 4.5 en la misma se deja el enlace de descarga, NOTA: las personas que no cuenten con disponibilidad tecnológica como computador o internet se pide realizar las gráficas a mano con esfero color azul.

Link descarga FluidSim: <https://mega.nz/folder/tCBQDIjb#dvZiBgQaU56e1jdeS-JRxpA>

- 1 Utilizando fluidSim se pide graficar una válvula 3/2 con accionamiento mecánico y retorno por muelle.
- 2 Utilizando fluidSim se pide graficar una válvula 5/2 con accionamiento por pilotaje y retorno por accionamiento neumático, según la nomenclatura de numeración asignar la fuente de aire y salida de desfogue.
- 3 Utilizando fluidSim se pide realizar el siguiente circuito básico con la finalidad de identificar símbolos neumáticos. Describir que hace el sistema.



- 4 Para la resolución de los ejercicios utilizaremos el software Festo FluidSim V4.5
Obtener las siguientes secuencias neumáticas:
 - a) A+ B+ A- B-
 - b) A- B+ C- A+ B- C+
 - c) A+ B+ B- A-
 - d) A+ B+ B- A- C+ C-
 - e) A- A+ C+ B+ B- C-

Actividad 4: autoevaluaciones:

Autoevaluación 1

1.- La neumática estudia el movimiento de aire comprimido?

Verdad

Falso

Por qué?.....

2.- El primer proceso de preparación de aire para un proceso neumático es:

Compresor Integrado y refrigerador

Válvula de seguridad

Unidad de mantenimiento

3.- La unidad de volumen en el sistema internacional es el ?

Verdad

Falso

Por qué?.....

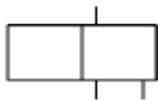
4.- A la velocidad de un fluido se lo denomina:

Densidad

Presión

Caudal

5.- Cuál es la denominación correcta de la siguiente válvula?



Válvula 2/2

Válvula 3/2

Válvula 4/2

6.- El símbolo neumático representa: “El escape de aire se encuentra con un orificio roscado que permite acoplar un silenciador”

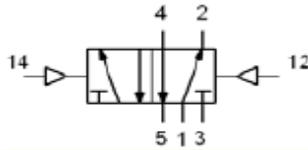


Verdad

Falso

Por qué?.....

7.- Escriba el nombre completo del símbolo de la válvula en representación:



.....

8.- El siguiente símbolo representa:



- Unidad de mantenimiento, misma que se utiliza como protección y regulación inicial de un proceso neumático.
- Unidad de mantenimiento, misma que se utiliza como protección y regulación final de un proceso neumático.
- Filtro, misma que se utiliza como protección y regulación en cualquier lugar de un proceso neumático
- Filtro y regulador, misma que se utiliza como protección y regulación en cualquier lugar de un proceso neumático

9.- Dado el siguiente cuadro escriba la denominación correcta de los símbolos de válvulas neumáticas.

Símbolo	Denominación

10. utilizar la simbología adecuada para realizar un accionamiento de un cilindro doble efecto utilizando válvulas neumáticas, unidad de mantenimiento, filtros, acople de desfogue, manómetro y un cilindro doble efecto. (se puede utilizar FluidSim para el ejercicio).

Autoevaluación 2:

1. ¿Cuáles son los actuadores en un circuito neumático?
2. Enumere las partes de las que se conforma un cilindro.
3. Determinar la fuerza máxima del servomotor en una válvula de control de las siguientes características:

$$A_d = 800 \text{ cm}^2$$

$$\text{Campo de trabajo del muelle} = 0,2\text{-}3 \text{ bar}$$

$$\text{Carrera del servomotor} = 60 \text{ mm}$$

Válvula de tamaño 2" (50 mm) con obturador en V

$$\varnothing \text{ interior del asiento} = 5,12 \text{ cm. Área del asiento} = 20,54 \text{ cm}^2$$

$$\text{Carrera del obturador} = 25 \text{ mm. Área transversal del vástago} = 1,02 \text{ cm}^2$$

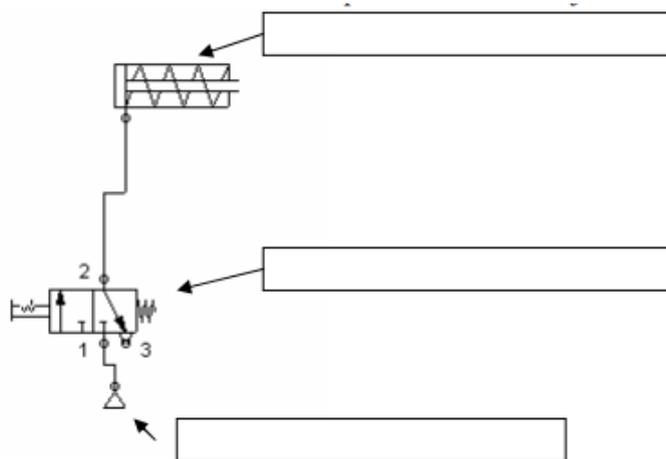
$$\text{Peso del obturador} = 8 \text{ kg}$$

Acción directa

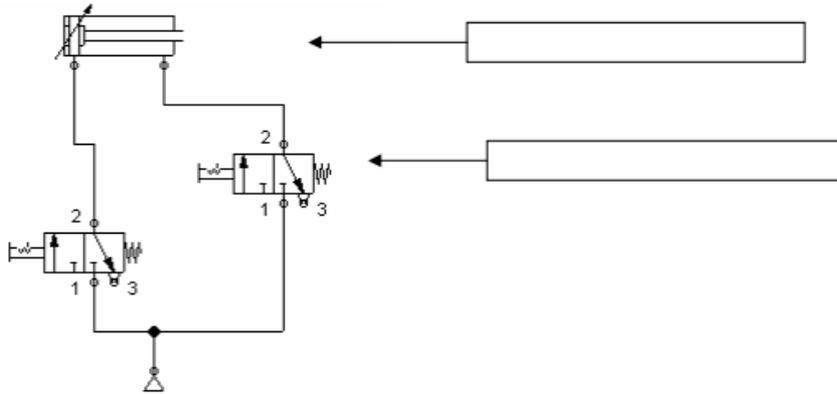
4. ¿Cuáles son los métodos para el control de cilindros?

Los siguientes enunciados realizar con el programa Festo FluidSIM.

5. Realiza el circuito neumático de la figura. Indicar el nombre de cada elemento en los espacios que tiene en el dibujo.

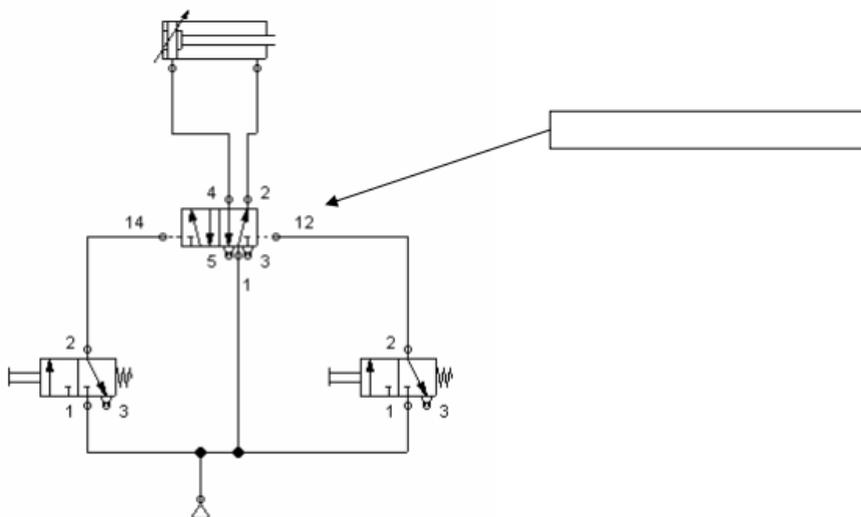


6. Realizar el siguiente circuito:

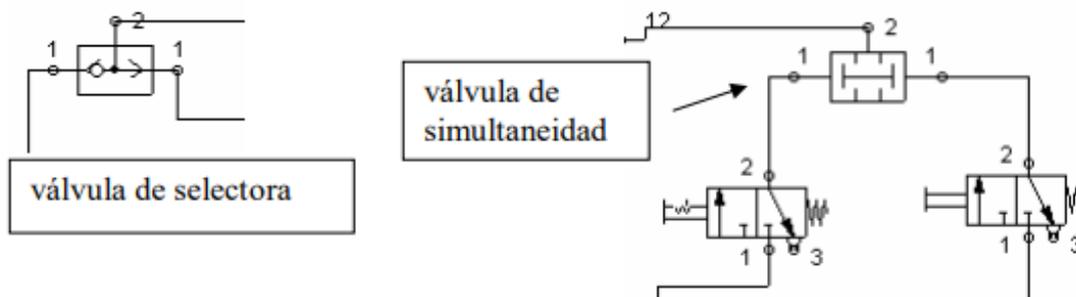


Observe que tiene que estar actuando sobre las válvulas para poder maniobrar el cilindro.

7. Explique el funcionamiento del siguiente circuito y nombra los elementos.



8. Introduce una modificación con una válvula de selector de forma que la carrera de ida del cilindro se pueda accionar desde dos válvulas (pulsando cualquiera de ellas). Incorpora una válvula de simultaneidad para que el retorno solo se pueda hacer si tengo pulsadas dos válvulas a la vez, utiliza para ello dos válvulas con anclaje.



9. Representar un circuito sencillo que indique el mando pilotado de un cilindro de doble efecto utilizable desde dos puntos diferentes indistintamente. Se utiliza: válvula 5/2, válvula 3/2, válvula selectora y cilindro de doble efecto.

AVISO

Los productos de las actividades realizadas en esta unidad temática se entregarán al profesor en el correspondiente portafolio estudiantil en formato digital o impreso.

En la misma fecha de entrega del portafolio tendrá que realizar la evaluación de fin de la unidad temática..., según las instrucciones del profesor.

Fecha de entrega del portafolio estudiantil y evaluación de la unidad temática:

Unidad 2

Electroneumática

Contenido

Resultados de aprendizaje:	Diseña e implementa circuitos electroneumáticos y electrohidráulicos. Conoce los procesos para el mantenimiento adecuado de los sistemas electroneumáticos y electrohidráulicos.			
Contenidos de la unidad 1	Horas/ Semana	Actividades de aprendizaje		
		Actividades de docencia	Actividades de aplicación / Prácticas	Actividades de trabajo autónomo
2.1. Simbología. 2.2. Válvulas distribuidoras. 2.3. Secuencias. 2.3.1 Formas de representación de las fases operativas del trabajo de una máquina. 2.3.2 Esquemas de circuitos de mando y técnicas de diseño. 2.3.3 Aplicaciones secuenciales de circuitos hidráulicos. 2.4. Software de Aplicación y Simulación. 2.4.1 Simulación de accionamiento directo e indirecto con cilindros neumáticos. 2.4.2 Simulación de retención de señal con finales de carrera. 2.4.3 Simulación con válvula temporizadora. 2.4.4 Simulación de retorno automático en circuitos electroneumáticos.	20 horas 4 semanas	Videoconferencia relacionada a los contenidos de la Unidad en curso. Aprendizaje con simulación y videos. Tutorías síncronas y asíncronas personalizadas	Identificación y manejo de simbología. Manejo de elementos neumáticos mediante simulación. Implementación de circuitos de mando y secuenciales.	Consultas online Foros Chats Blogs Cuestionario

Metodología

Estrategia metodológica	Recursos didácticos
Constructivista-participativa	Diapositivas
Aprendizaje basado en problemas	Bibliografía Guías prácticas Internet Manuales Guía didáctica
Aprendizaje en línea	Aula virtual Herramientas web 2.0 Internet Guía didáctica
Aprendizaje por descubrimiento	Guía didáctica Manuales Internet Periódicos Bibliografía Guías prácticas

Ponderación para la evaluación del estudiante:

Criterios de Evaluación: Se analiza el desempeño del estudiante al comprobar los conocimientos alcanzados a través de las actividades de aprendizaje planteadas			
Métodos:	Diagnóstica	Formativa	Sumativa
Técnicas:	Documentación	Encuesta	Análisis de grabación de audio o video
	Encuesta	Evaluación compartida o colaborativa	Evaluación compartida o colaborativa
	Autoevaluación	Documentación	Observación directa del alumno
Instrumentos:	Cuestionario	Cuestionario	Cuestionario
	Exposiciones	Pruebas orales de actuación	Examen
	Entrevista	Informes	Prueba objetiva
	Foros de discusión	Trabajo escrito	Actividades prácticas
	Ponderación:	N/A	65%

Desarrollo de la unidad 2

La neumática básica o pura, como se ha explicado anteriormente, produce la fuerza mediante los actuadores o motores neumáticos, lineales o rotativos, pero además el gobierno de éstos y la introducción de señales, fines de carrera, sensores y captadores, se efectúa mediante válvulas exclusivamente neumáticas, es decir el mando, la regulación y la automatización se realiza de manera totalmente neumática (Figuroa, 2014).

Pues bien, esta manera de proceder se reserva a circuitos neumáticos muy sencillos y a casos en que, por cuestiones de seguridad, no se pueden admitir elementos eléctricos. En la electroneumática los actuadores siguen siendo neumáticos, los mismos que en la neumática básica, pero las válvulas de gobierno mandadas neumáticamente son sustituidas por electroválvulas activadas con electroimanes en lugar de pilotadas con aire comprimido (Figuroa, 2014).

Las electroválvulas son convertidores electroneumáticos que transforman una señal eléctrica en una actuación neumática. Por otra parte, los sensores, fines de carrera y captadores de información son elementos eléctricos, con lo que la regulación y la automatización son, por tanto, eléctricas o electrónicas (Figuroa, 2014).

Las ventajas de la electroneumática sobre la neumática pura son obvias y se concretan en la capacidad que tienen la electricidad y la electrónica para emitir, combinar, transportar y secuenciar señales, que las hacen extraordinariamente idóneas para cumplir tales fines. Se suele decir que la neumática es la fuerza y la electricidad los nervios del sistema (Figuroa, 2014).

Simbología

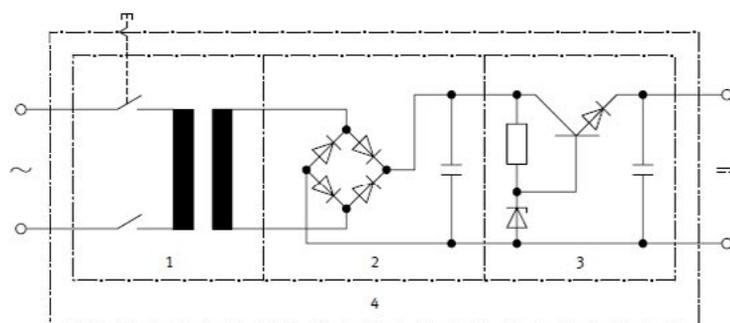
A continuación, describiremos la simbología más utilizada en Electroneumática, se dará una breve descripción empezando desde su fuente de alimentación hasta elementos y dispositivos que se utilizan para brindar una automatización del control neumático.

Fuente de alimentación

Las unidades de control electroneumáticas reciben energía alimentada a través de la red eléctrica. Por ello, la unidad de control incluye una fuente de alimentación. Los grupos de la unidad de alimentación tienen las siguientes funciones (Ebel & Idler, 2019):

- El transformador reduce la tensión de funcionamiento. La tensión de la red está conectada a la entrada del transformador (por ejemplo, tensión alterna de 230 V); en la salida, la tensión es menor (por ejemplo, tensión alterna de 24 V).
- El rectificador convierte la tensión alterna en tensión continua. El condensador que se encuentra en la salida del rectificador se utiliza para filtrar los picos de tensión.
- La regulación de la tensión en la salida de la unidad de alimentación es necesaria para que la tensión eléctrica sea constante, independientemente del flujo de la corriente (Ebel & Idler, 2019).

Figura 56. Simbología de una fuente de alimentación



Fuente: Ebel & Idler (2019).

En la figura anterior se describe en orden:

1: Transformador 2: Rectificador 3: Estabilización 4: Fuente de alimentación.

Indicaciones de seguridad:

- Considerando la elevada tensión de entrada, las unidades de alimentación son consideradas parte de la instalación de alta intensidad (IEC 60364-1).
- Deberán respetarse las instrucciones de seguridad aplicables a instalaciones de alta intensidad.
- Únicamente personas autorizadas pueden manipular unidades de alimentación.

Pulsador y selector

Para alimentar corriente a una unidad consumidora incluida en un circuito eléctrico o para interrumpir el flujo de corriente, se incluyen interruptores en el circuito. Estos interruptores pueden ser pulsadores o selectores (Ebel & Idler, 2019).

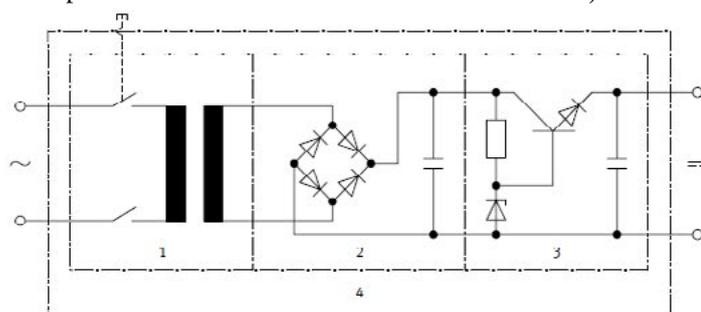
- Los pulsadores mantienen la posición de conmutación únicamente mientras se mantienen pulsados. Una aplicación típica de pulsadores es, por ejemplo, el timbre de una casa.
- Los selectores, por lo contrario, mantienen su posición de conmutación. Estos interruptores mantienen su posición hasta que son accionados nuevamente. Una aplicación típica de selectores es, por ejemplo, los interruptores de luz en una casa.

Contacto normalmente abierto

En el caso de un contacto normalmente abierto, el circuito de corriente está interrumpido mientras el interruptor (pulsador) se encuentra en su posición normal (es decir, mientras no se activa). Presionando el pulsador, se cierra el circuito de corriente, con lo que la corriente fluye hacia la unidad consumidora (Ebel & Idler, 2019).

Soltándolo, el interruptor tipo pulsador recupera su posición normal por acción de un muelle, por lo que se interrumpe nuevamente el circuito eléctrico (Ebel & Idler, 2019).

Figura 57. Interruptor de contacto normalmente abierto – Dibujo en sección y símbolo



Fuente: Ebel & Idler (2019).

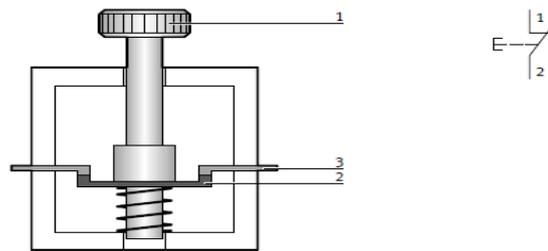
En la figura anterior se puede enumerar:

1: Pulsador de accionamiento 2: Elemento de conmutación 3: Contacto

Contacto normalmente cerrado

En el caso de un contacto normalmente cerrado, el circuito de corriente está cerrado por efecto de la fuerza del muelle mientras el interruptor se encuentra en su posición normal. Al accionar el pulsador, se interrumpe el circuito de corriente (Ebel & Idler, 2019).

Figura 58. Interruptor de contacto normalmente cerrado – Dibujo en sección y símbolo



Fuente: Ebel & Idler (2019).

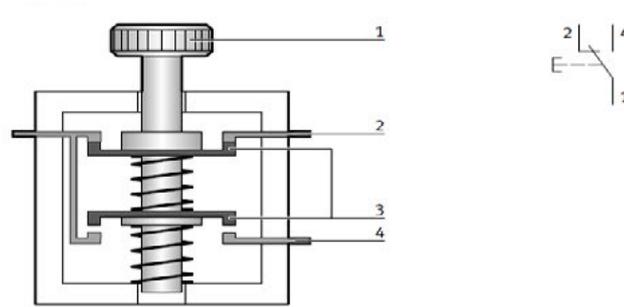
En la figura anterior se puede enumerar:

1: Pulsador de accionamiento 2: Contacto 3: Elemento de conmutación.

Contacto conmutador

Un conmutador combina en una sola unidad las funciones de un contacto normalmente cerrado y de un contacto normalmente abierto. Los conmutadores se utilizan para cerrar un circuito y abrir otro con una sola operación. Durante la operación de conmutación, los dos circuitos están interrumpidos durante unos breves instantes (Ebel & Idler, 2019).

Figura 59. Conmutador – Dibujo en sección y símbolo



Fuente: Ebel & Idler (2019).

En la figura anterior se puede enumerar:

1: Pulsador de accionamiento 2: Contacto normalmente cerrado 3: Elemento de conmutación 4: Contacto normalmente abierto.

Sensores para detección de posiciones y para control de la presión

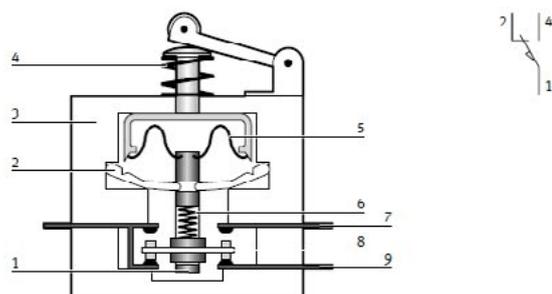
Los sensores tienen la función de captar informaciones y de transmitir señales procesables a las unidades de evaluación. En sistemas de control electroneumáticos, los sensores se utilizan principalmente con los siguientes fines:

- En cilindros, para detectar la posición final delantera y posterior del vástago.
- Para comprobar la presencia y la posición de piezas.
- Para medir y vigilar la presión.

Detectores de final de carrera

Cuando la parte de una máquina o una pieza llegan a una determinada posición, se activa un interruptor de posición final. Por lo general, la parte de la máquina o la pieza actúan sobre una leva al llegar a dicha posición. Los detectores de posiciones finales suelen ser interruptores. Dependiendo de las circunstancias, pueden ser de contacto normalmente cerrado, de contacto normalmente abierto o de contacto conmutador (Ebel & Idler, 2019).

Figura 60. Interruptor mecánico de final de carrera – Dibujo en sección y símbolo

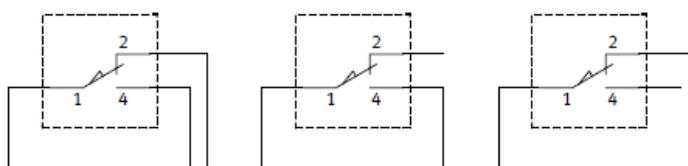


Fuente: Ebel & Idler (2019).

En la figura (60) anterior se puede enumerar:

1: Perno de guía 2: Palanca de separación forzada 3: Cuerpo 4: Muelle compresor 5: Muelle de lámina 6: Muelle de contacto 7: Contacto normalmente abierto 8: Lengüeta de contacto 9: Contacto normalmente cerrado (Ebel & Idler, 2019).

Figura 61. Detector mecánico de final de carrera – Posibles conexiones



Fuente: Ebel & Idler (2019).

Detectores de proximidad

A diferencia de los detectores de posiciones finales, los detectores de proximidad funcionan sin contacto y, además, conmutan sin aplicación de una fuerza mecánica exterior (Ebel & Idler, 2019).

Por ello, los detectores de proximidad tienen una duración mayor y, además, conmutan de modo plenamente fiable. Se puede diferenciar entre los siguientes tipos:

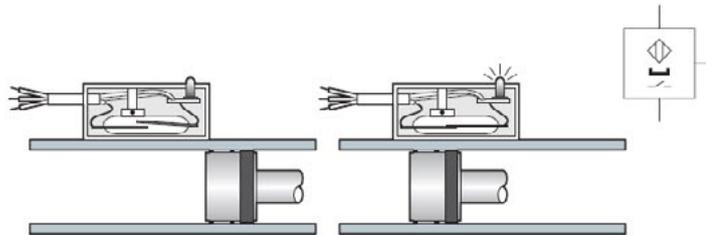
- Contacto Reed
- Detectores de proximidad inductivos
- Detectores de proximidad capacitivos
- Detectores de proximidad ópticos

Contacto Reed

Los contactos Reed son detectores de proximidad de accionamiento magnético. Estos detectores tienen dos lengüetas de contacto que se encuentran en un tubo de vidrio lleno de gas inerte. Por efecto de un campo magnético se cierra el contacto entre las dos lengüetas, de modo que puede fluir corriente eléctrica. Tratándose de contactos Reed normalmente cerrados, las lengüetas están pretensadas mediante un pequeño imán. Esta precarga se supera mediante el campo magnético mucho más potente de un imán de conmutación. Los contactos Reed tienen una gran duración y su tiempo de respuesta es muy corto (aprox. 0,2 ms) (Ebel & Idler, 2019).

Además, no precisan de mantenimiento, aunque no deben utilizarse en zonas expuestas a campos magnéticos fuertes (por ejemplo en las cercanías de máquinas de soldadura por resistencia) (Ebel & Idler, 2019).

Figura 62. Contacto Reed (normalmente abierto) – Ejemplo de aplicación y símbolo



Fuente: Ebel & Idler (2019).

Detectores electrónicos

Los detectores o sensores electrónicos pueden ser inductivos, ópticos y capacitivos. Normalmente están provistos de tres conexiones eléctricas (Ebel & Idler, 2019):

- Conexión para la alimentación de tensión
- Conexión a masa
- Conexión para la señal de salida

En estos detectores, la conmutación no está a cargo de un contacto móvil. En vez de ello, la salida se conecta electrónicamente a la tensión de alimentación o a masa (= tensión de salida 0 V).

Sensores de conmutación a positivo y a negativo

En lo que respecta a la polaridad de la señal de salida, existen dos tipos de sensores electrónicos de posición (Ebel & Idler, 2019):

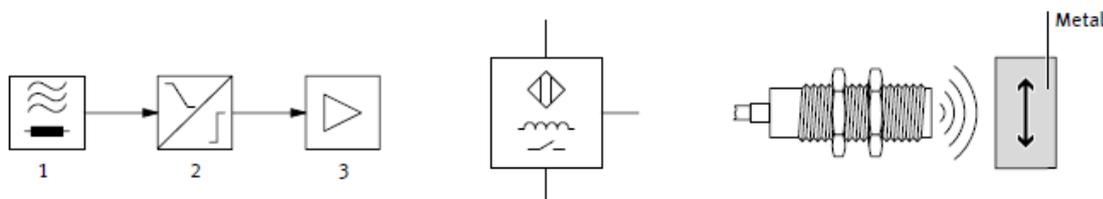
- En el caso de los sensores que conmutan a positivo, la salida tiene la tensión cero si en la zona de reacción del detector no se encuentra una pieza. La aproximación de una pieza provoca la conmutación de la salida, de modo que se aplica tensión de alimentación.
- En el caso de sensores que conmutan a negativo, se aplica tensión de alimentación en la salida si en la zona de reacción del detector no se encuentra una pieza. La aproximación de una pieza provoca la conmutación de la salida, con lo que la tensión es de 0 V.

Detector de proximidad inductivo

Un detector de proximidad inductivo está compuesto de un circuito oscilante (1), un flip-flop (2) y un amplificador (3). Al aplicar una tensión en las conexiones, el circuito oscilante genera un campo magnético alterno de alta frecuencia en el frente del detector. Si se introduce un conductor eléctrico en este campo alterno, se atenúa la oscilación del circuito. La unidad electrónica conectada detrás, compuesta de flip-flop y amplificador, evalúa el comportamiento del circuito oscilante y activa la salida (Ebel & Idler, 2019).

Los detectores de proximidad inductivos pueden utilizarse para detectar todos los materiales que son buenos conductores, es decir, metales y, también, grafito.

Figura 63. Detector inductivo de proximidad – Principio de funcionamiento, símbolo, esquema funcional



Fuente: Ebel & Idler (2019).

En la figura anterior se puede enumerar:

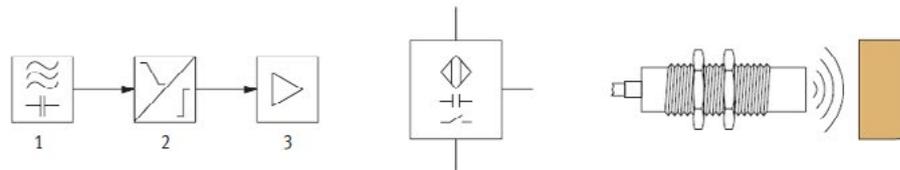
1: Circuito oscilante 2: Contacto biestable 3: Amplificador

Detector de proximidad capacitivo

Un detector de proximidad capacitivo consta de una resistencia eléctrica y de un condensador que juntos componen un circuito oscilante RC y, además, de una unidad electrónica para evaluar la oscilación. Entre el electrodo activo y el electrodo conectado a masa del condensador, se crea un campo electrostático. En la parte frontal del detector se forma un campo de dispersión. Si una pieza entra en ese campo de dispersión, cambia la capacidad del condensador (Ebel & Idler, 2019).

Por lo tanto, se atenúa la oscilación del circuito. La unidad electrónica montada detrás, activa la salida. Los detectores de proximidad capacitivos no solamente reaccionan en presencia de materiales muy conductivos (por ejemplo, metales), sino, también, en presencia de un aislante con elevada constante dieléctrica (por ejemplo, plásticos, vidrio, cerámica, líquidos y madera) (Ebel & Idler, 2019).

Figura 64. Detector capacitivo de proximidad – Principio de funcionamiento, símbolo, esquema funcional



Fuente: Ebel & Idler (2019).

En la figura anterior se puede enumerar:

1: Circuito oscilante 2: Contacto biestable 3: Amplificador

Detector de proximidad óptico

Los sensores ópticos recurren a sistemas ópticos y electrónicos para detectar piezas. Con ese fin se utiliza luz roja o infrarroja. Los diodos luminosos semiconductores (LED) son emisores especialmente fiables de luz roja e infrarroja. Los diodos luminosos son pequeños, robustos, tienen una gran duración y su modulación es sencilla. Los receptores de los detectores ópticos suelen ser fotodiodos o fototransistores. La luz roja tiene la ventaja que es visible sin necesidad de usar medios auxiliares, lo que el ajuste de los ejes ópticos de los detectores puede realizarse a simple vista. Además, los conductores de luz de polímero son especialmente apropiados en esta aplicación, ya que la supresión de esta longitud de onda es mínima (Ebel & Idler, 2019).

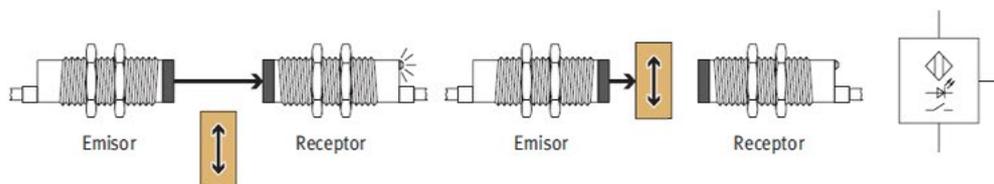
Puede diferenciarse entre tres tipos de detectores ópticos:

- Barrera de luz unidireccional
- Barrera de luz de reflexión
- Detectores por reflexión

Barrera de luz unidireccional:

La barrera de luz unidireccional tiene un emisor y un receptor separados en el espacio. Los componentes se montan de tal manera que la luz emitida cae directamente en la unidad receptora. Si se interrumpe el haz de luz, se activa la salida (Ebel & Idler, 2019).

Figura 65. Barrera de luz unidireccional – Esquema de funcionamiento, símbolo

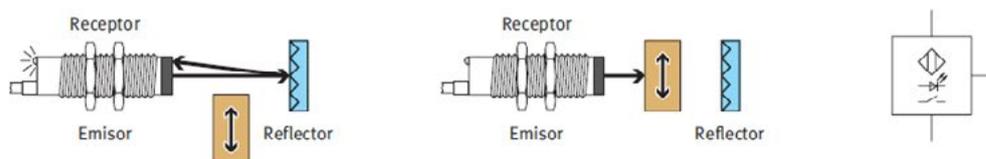


Fuente: Ebel & Idler (2019).

Barrera de luz de reflexión:

En las barreras de luz de reflexión, el emisor y el receptor se encuentran uno junto a otro, montados en el mismo cuerpo. El montaje se realiza de tal manera que el haz de luz emitido por el emisor se refleja casi totalmente hacia el receptor. Si se interrumpe el haz de luz, se activa la salida (Ebel & Idler, 2019).

Figura 66. Detector por reflexión – Esquema de funcionamiento, símbolo



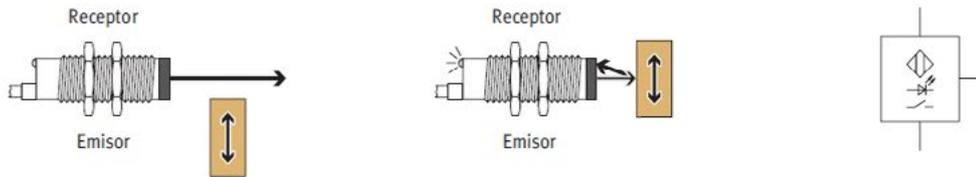
Fuente: Ebel & Idler (2019).

Detectores por reflexión

El emisor y el receptor del detector por reflexión están montados uno junto al otro en un mismo cuerpo. Si el haz de luz se topa con una pieza de superficie reflectante, la luz

es dirigida hacia el receptor y así conmuta la salida del detector. Considerando esta forma de funcionamiento, el detector por reflexión únicamente puede utilizarse para detectar piezas que tienen una gran capacidad de reflexión (por ejemplo, superficies metálicas, colores claros) (Ebel & Idler, 2019).

Figura 67. Detector por reflexión – Esquema de funcionamiento, símbolo



Fuente: Ebel & Idler (2019).

Sensores de presión

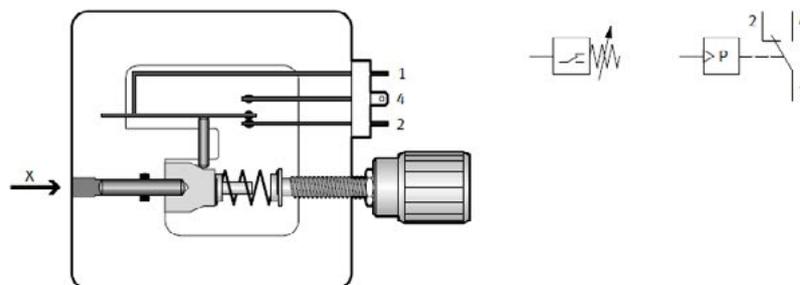
Existen diversos tipos de sensores de presión:

- Presostato con contacto mecánico (señal binaria de salida)
- Presostato con contacto electrónico (señal binaria de salida)
- Sensores de presión electrónicos con señal de salida analógica

Presostatos mecánicos:

En el caso de un presostato mecánico, la presión actúa sobre la superficie de un émbolo. Si la presión es superior a la fuerza del muelle, el émbolo se desplaza y actúa sobre el conjunto de contactos conmutadores (Ebel & Idler, 2019).

Figura 68. Sensor de presión – Dibujo en sección, símbolos según ISO 1219-1 y EN 60617-2



Fuente: Ebel & Idler (2019).

Presostatos electrónicos:

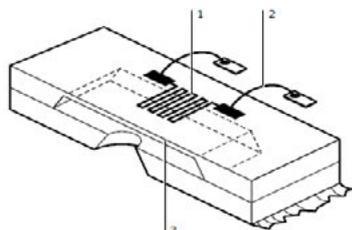
Los presostatos de membrana están adquiriendo una importancia cada vez mayor.

En vez del accionamiento mecánico de un contacto, en estos presostatos se activa la salida electrónicamente. Sobre una membrana se montan sensores sensibles a la presión o a la fuerza. La señal emitida se evalúa por una unidad electrónica. Cuando la presión supera un valor determinado, conmuta la salida (Ebel & Idler, 2019).

Sensores de presión analógicos:

A continuación, se explica la construcción y el funcionamiento de un sensor de presión analógico. La resistencia eléctrica (1) de la célula de medición piezorresistiva cambia su valor cuando una presión actúa sobre la membrana (3). La resistencia está conectada al verificador electrónico a través de los contactos (2). El verificador emite la señal de salida (Ebel & Idler, 2019).

Figura 69. Célula de medición de un sensor de presión

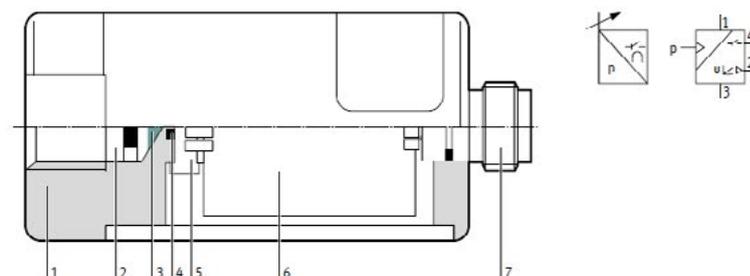


Fuente: Ebel & Idler (2019).

En la figura anterior se puede enumerar:

- 1: Resistencias incorporadas
- 2: Contactos
- 3: Membrana

Figura 70. Presostato de émbolo – Dibujo en sección, símbolos según ISO 1219-1 y EN 60617-2



Fuente: Ebel & Idler (2019).

1: Cuerpo 2: Diafragma 3: Gel de silicona 4: Junta tórica 5: Célula de medición 6: Amplificador 7: Conector

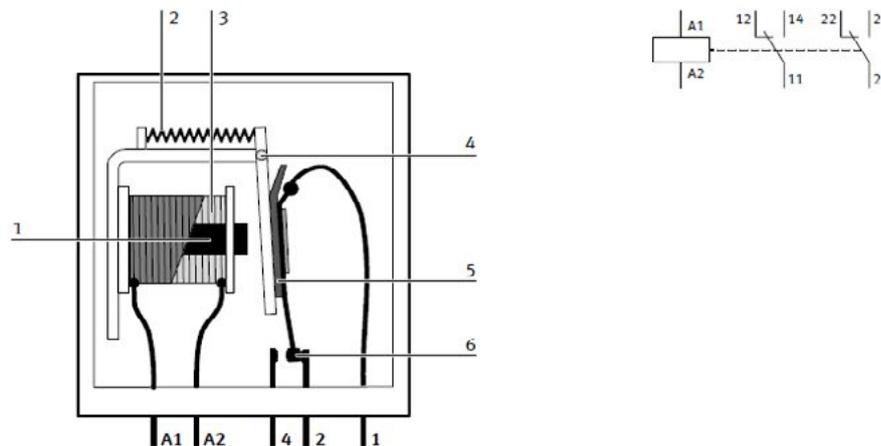
Relés y contactores

En esta sección se verá cómo utilizar los relés y contactores y su simbología principal

Construcción de un relé

Un relé es un interruptor de accionamiento electromagnético. Al conectar una tensión en la bobina del electroimán se produce un campo electromagnético. De esta manera, el inducido móvil es atraído por el núcleo de la bobina. El inducido actúa sobre los contactos del relé. Dependiendo del tipo de relé, los contactos se abren o cierran. Si se interrumpe el flujo de corriente a través de la bobina, el inducido recupera su posición inicial mediante la fuerza de un muelle (Ebel & Idler, 2019).

Figura 71. Relé – Dibujo en sección y símbolo



Fuente: Ebel & Idler (2019).

En la figura anterior se puede enumerar:

1: Núcleo de la bobina 2: Muelle de reposición 3: bobina del relé 4: Inducido 5: Aislamiento 6: Contacto

En la bobina de un relé se pueden activar uno o varios contactos. Además del tipo de relé antes descrito, existen otros tipos de interruptores o conmutadores accionados eléctricamente, como, por ejemplo, el relé de remanencia, el relé de temporización y el contactor (Ebel & Idler, 2019).

Relés de remanencia

Un relé de adherencia (relé biestable) reacciona a impulsos de corriente eléctrica.

- Si el impulso es positivo, se excita el inducido del relé.
- Si el impulso es negativo, se desexcita el inducido.
- Sin no hay una señal de entrada, el relé mantiene su posición de conmutación.

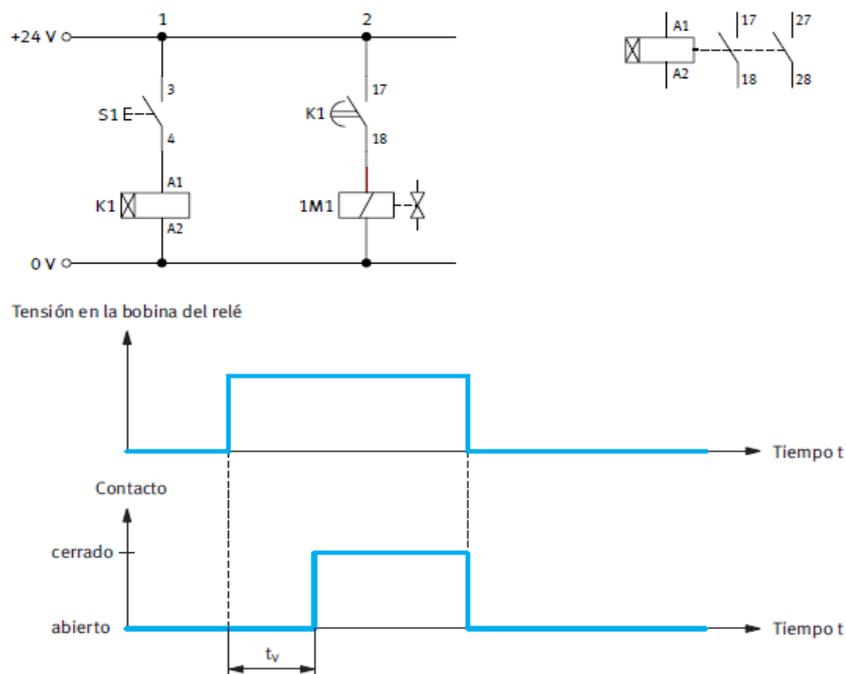
Un relé de adherencia funciona igual que una válvula neumática biestable, que reacciona frente a impulsos de presión (Ebel & Idler, 2019).

Relé de temporización

Los relés temporizadores se clasifican en relés con retardo de conexión y relés con retardo de desconexión.

En el caso de los relés con retardo de conexión, el inducido reacciona después de transcurrido un tiempo determinado, mientras que la desconexión se produce de inmediato. En el caso de los relés con retardo de desconexión sucede exactamente lo contrario. Los contactos conmutan correspondientemente. Es posible ajustar el tiempo de retardo t_v (Ebel & Idler, 2019).

Figura 72. Relé temporizador (retardo de desactivación) – Esquema de distribución, símbolo y comportamiento según señales



Fuente: Ebel & Idler (2019).

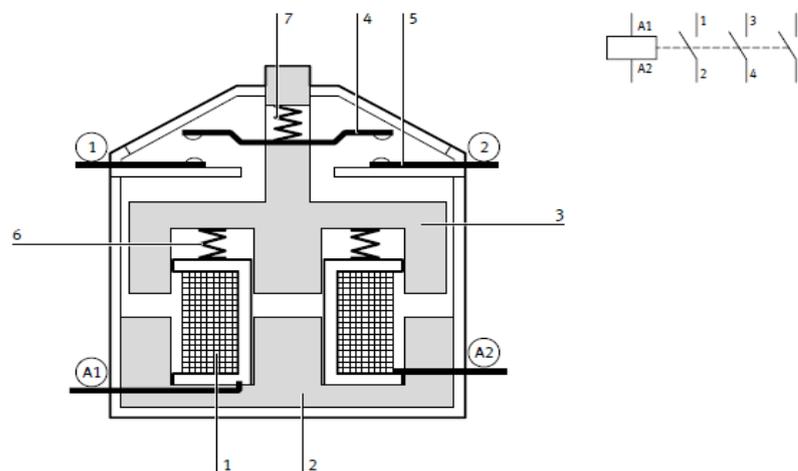
Construcción de un contactor

En principio, un contactor funciona igual que un relé. Características principales de un contactor:

- Interrupción doble (por cada contacto, dos puntos de interrupción)
- Contactos forzados
- Cámaras cerradas (cámaras de supresión de arco voltaico)

Considerando estas características específicas, los contactores funcionan con corriente de mayor intensidad que los relés.

Figura 73. Contactor – Dibujo en sección y símbolo



Fuente: Ebel & Idler (2019).

Un contactor tiene varios elementos de conmutación, y es usual que tenga entre cuatro y diez contactos. Al igual que los relés, también los contactores pueden ser de diverso tipo, con combinaciones de contactos normalmente cerrados, contactos normalmente abiertos, temporizadores, etc. En el caso de los contactos, se diferencia entre elementos de conmutación principales y elementos auxiliares de conmutación. Los contactores que únicamente tienen contactos de control, se llaman contactores auxiliares. Los contactores que tienen elementos de conmutación principales y auxiliares se llaman contactores principales o disyuntores (Ebel & Idler, 2019).

Resumen simbología

Símbolos correspondientes a funciones básicas

Figura 74. Símbolos eléctricos – Funciones básicas

Función	Símbolo
Tensión continua, corriente continua	
Tensión alterna, corriente alterna	
Rectificador (unidad de alimentación eléctrica)	
Aviso luminoso	
Imán permanente	
Resistencia (general)	
Bobina (inducción)	
Condensador	
Conexión a tierra (general)	

Fuente: (Ebel & Idler, 2019)

Figura 75. Símbolos de elementos de conmutación – Funciones básicas

	Símbolos funciones básicas	Símbolos Función con reposición automática	Símbolos Función sin reposición automática
Contacto normalmente abierto			
Contacto normalmente cerrado			
Contacto conmutador			

Fuente: Ebel & Idler (2019).

Figura 76. Símbolos de elementos de conmutación – Funcionamiento con retardo

Función	Símbolo Accionamiento retardado	Símbolo Reposición retardada	Símbolo de accionamiento y reposición retardados
Contacto normalmente abierto			
Contacto normalmente cerrado			

Fuente: Ebel & Idler (2019).

Figura 77. Símbolos de elementos de conmutación de accionamiento manual

Función	Símbolo Pulsador	Símbolo Selector
Contacto normalmente abierto, accionamiento manual		
Contacto normalmente abierto, accionamiento manual presionando		

Fuente: Ebel & Idler (2019).

Figura 79. Símbolos de elementos de conmutación de accionamiento manual Símbolos de elementos de conmutación de accionamiento manual (continuación)

Función	Símbolo Pulsador	Símbolo Selector
Contacto normalmente cerrado, accionamiento manual con tracción		
Contacto normalmente abierto, accionamiento manual girando		

Fuente: Ebel & Idler (2019).

Símbolos de actuadores electromecánicos

Figura 80. Símbolos de actuadores electromecánicos

Función	Símbolo
Actuador electromecánico (general)	
Actuador electromecánico con dos bobinados de efecto en el mismo sentido	
Actuador electromecánico con dos bobinados de efecto en sentidos contrarios	
Actuador electromecánico con activación retardada	
Actuador electromecánico con desconexión retardada	
Actuador electromecánico con activación y desconexión retardadas	

Fuente: Ebel & Idler (2019).

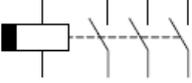
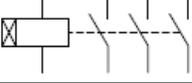
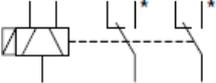
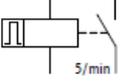
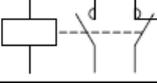
Figura 81. Símbolos de actuadores electromecánicos (continuación)

Función	Símbolo
Actuador electromecánico de un relé de corriente continua	
Actuador electromecánico de un relé de remanencia	
Actuador electromecánico de una válvula distribuidora	

Fuente: Ebel & Idler (2019).

Símbolos de relés y contactores

Figura 82. Símbolos de relés y contactores (representación conexas)

Función	Símbolo
Relé con tres contactos normalmente abiertos y un contacto normalmente cerrado	
Relé con retardo de desconexión	
Relés con retardo de conexión	
Relé de remanencia Si en la conexión del bobinado marcado con * se aplica una tensión, se produce un contacto en los elementos de conmutación marcados con *.	
Relé intermitente	
Contactor con un contacto normalmente cerrado y un contacto normalmente abierto	

Fuente: Ebel & Idler (2019).

Símbolos de sensores/detectores

Figura 83. Símbolos de sensores

Función	Símbolo
Detector de posiciones finales (contacto normalmente abierto)	
Detector de posiciones finales (contacto normalmente cerrado)	
Detector de posición (activación en aproximación)	
Detector de posición (contacto normalmente abierto), accionamiento por imán	
Detector de proximidad inductivo	
Detector óptico	
Detector de posición capacitivo	
Presostato electromecánico	
Presostato electrónico	

Fuente: Ebel & Idler (2019).

Válvulas distribuidoras

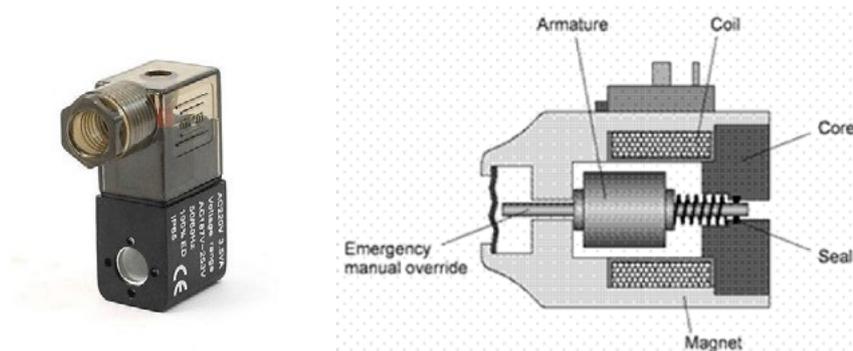
La diferencia de una válvula neumática distribuidora de una electroválvula distribuidora radica en la forma de ser pilotada, el elemento principal de pilotaje en una electroválvula son los solenoides, y pueden ser utilizados en válvulas biestables o monoestables.

Solenoides

Los solenoides hacen posible operar las electroválvulas con la ayuda de energía eléctrica. Un solenoide consiste en un bobinado el cual lleva en su núcleo un elemento desplazable el cual a su vez lleva adosado una corredera, carrete o spool.

Cuando se energiza el solenoide el campo magnético en el núcleo desplaza a la corredera con lo cual se logra cambiar de una posición a otra a la electroválvula (Tecsup, s. f.).

Figura 84. Solenoide



Fuente: (Tecsup, s. f.)

Tipos Solenoides por la alimentación:

Solenoides Discretos:

Actúan de tal manera que la corredera presenta solo dos posiciones: Cuando no está energizado (posición “NORMAL”) y cuando se energiza. Es decir, o no está activada o está activada.

Los solenoides discretos se alimentan con tensión:

12 V, 24V, 36V, 190V Continuos

110 V, 220 V Alternos

De estos valores el de 24 V Continuos es un valor común muy usado en hidráulica.

Solenoides Continuos o Proporcionales:

Actúan en forma proporcional a la señal de entrada. Por ejemplo, si es alimentada con 100 mA se desplazara una distancia y si se alimenta con 200 mA se desplazara el doble. Esto quiere decir que a mayor intensidad de corriente como señal de entrada, mayor desplazamiento de la corredera. El objetivo de estos solenoides es de guardar una proporcionalidad lineal entre la señal de entrada y el desplazamiento.

Comúnmente una tarjeta electrónica alimenta con corriente a estos solenoides siendo el rango de alimentación de aproximadamente: [0.2500 mA].

Tipos solenoides por sellado de su vastágo :

Solenoides De Pin Seco:

El elemento desplazable ubicado dentro del núcleo del solenoide está sellado con respecto a la cámara donde se encuentra el aceite hidráulico, en cambio puede presentar una extensión hacia fuera del solenoide para el accionamiento manual.

Solenoides De Pin Húmedo:

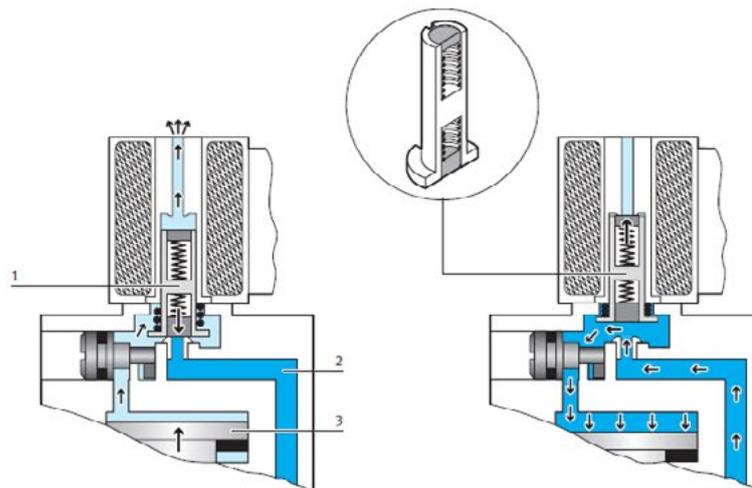
El elemento desplazable ubicado dentro del núcleo del solenoide está en contacto con el aceite de las cámaras hidráulicas, pero está sellado con respecto al exterior. Mediante un dispositivo se logra accionar al elemento externamente.

Funcionamiento del servopilotaje en válvulas distribuidoras de accionamiento eléctrico

Si no fluye corriente a través de la bobina, el muelle presiona la armadura sobre la junta del asiento inferior.

De esta manera, se vacía la cámara que se encuentra en la parte superior del émbolo. Si fluye corriente a través de la bobina, la fuerza que aplica el electroimán consigue que la armadura se eleve. De esta manera, se aplica presión en la cámara que se encuentra en la parte superior del émbolo (Ebel & Idler, 2019).

Figura 85. Servopilotaje de una válvula distribuidora accionada eléctricamente



Fuente: Ebel & Idler (2019).

En la figura anterior se puede enumerar:

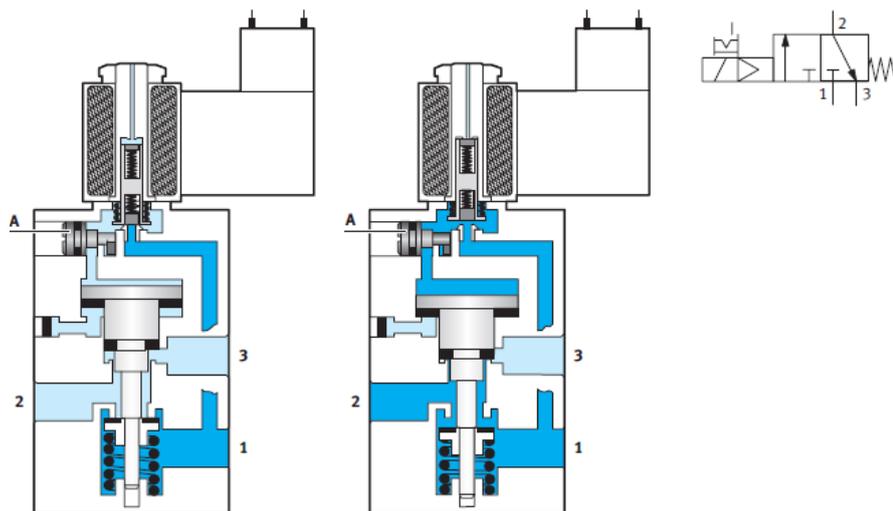
1: Armadura 2: Canal de aire 3: Émbolo de la válvula

Electroválvula de 3/2 vías, servopilotada

La Fig. 80 muestra dos dibujos en sección de una electroválvula servopilotada de 3/2 vías (Ebel & Idler, 2019).

- En posición normal, solamente actúa la presión atmosférica sobre la superficie del émbolo, de modo que el muelle presiona el émbolo hacia arriba. Las conexiones 2 y 3 están unidas.
- Si fluye corriente a través de la bobina, la cámara superior del émbolo de la válvula se une a la conexión de alimentación de presión 1. Así aumenta la fuerza que se aplica en la parte superior del émbolo de la válvula, por lo que el émbolo desciende. Se bloquea el paso entre las conexiones 2 y 3, y se abre el paso entre las conexiones 1 y 2. La posición se mantiene únicamente mientras fluye corriente eléctrica a través de la bobina (Ebel & Idler, 2019).
- Si no se aplica corriente en la bobina, la válvula vuelve a asumir su posición normal. Para que el émbolo de una válvula servopilotada se desplace en contra de la fuerza que aplica el muelle, es necesario disponer de una presión previa mínima (presión mínima de pilotaje) determinada. Esta presión se indica en la documentación técnica y puede variar entre 200 y 300 kPa (2 y 3 bar), según el tipo de válvula (Ebel & Idler, 2019).

Figura 86. Electroválvula servopilotada de 3/2 vías, normalmente cerrada, con accionamiento manual auxiliar, con muelle de reposición; Izquierda: sin activar. Derecha: activada



Fuente: Ebel & Idler (2019).

De la figura anterior:

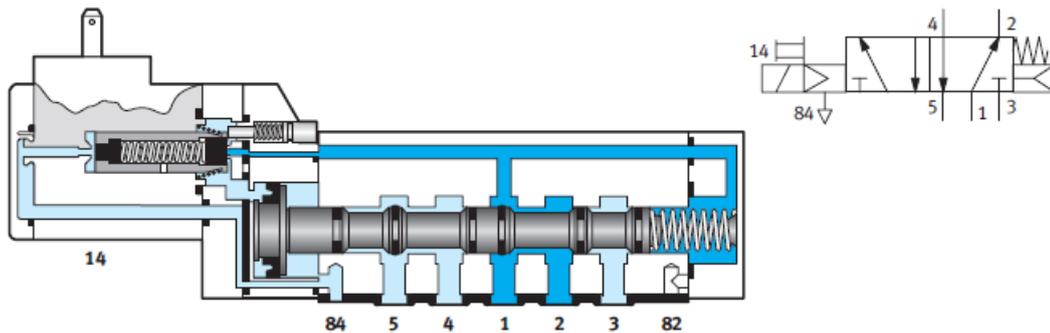
A: Accionamiento manual auxiliar

Electroválvula de 5/2 vías, servopilotada

Muestra las dos posiciones que puede asumir una electroválvula servopilotada de 5/2 vías (Ebel & Idler, 2019).

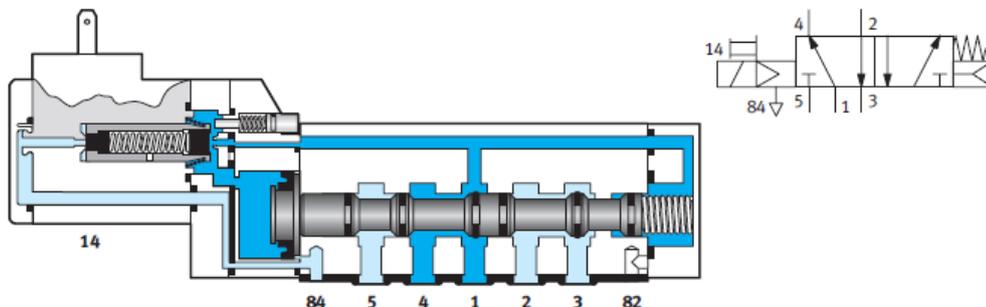
- En posición normal, el émbolo se encuentra junto al tope del lado izquierdo. De este modo están unidas las conexiones 1 y 2 y las conexiones 4 y 5.
- Si fluye corriente a través de la bobina, el émbolo de la válvula se desplaza hasta el tope de lado derecho. En esta posición se establece una conexión entre las conexiones 1 y 4, así como entre las conexiones 2 y 3.
- Si no se aplica corriente en la bobina, el émbolo retorna a la posición normal debido a la fuerza aplicada por el muelle de reposición.
- Así se produce el escape del aire de pilotaje a través de la conexión 84.

Figura 87. Electroválvula servopilotada de 5/2 vías, sin activar



Fuente: Ebel & Idler (2019).

Figura 88. Electroválvula servopilotada de 5/2 vías, activada



Fuente: Ebel & Idler (2019).

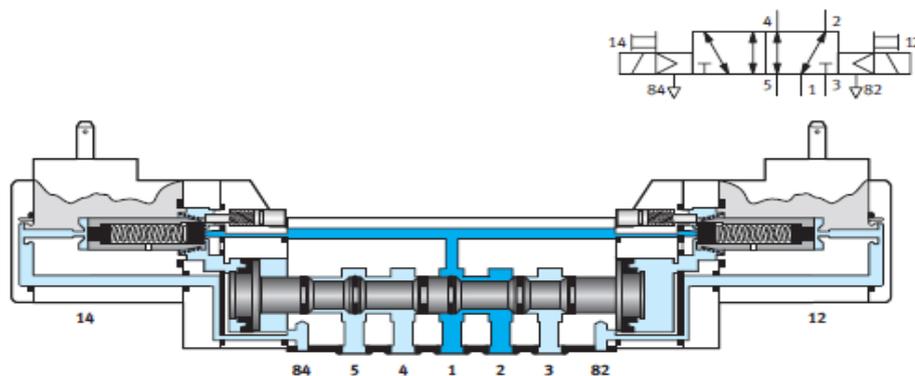
Electroválvula biestable de 5/2 vías, servopilotada

Las Figs. 83 y 84 y muestran dos dibujos en sección de una electroválvula biestable servopilotada de 5/2 vías (Ebel & Idler, 2019).

- Si el émbolo se encuentra en la posición final del lado izquierdo, están unidas entre sí las conexiones 1 y 2, así como las conexiones 4 y 5.
- Si fluye corriente a través de la bobina del lado izquierdo, el émbolo se desplaza hacia la posición final de la derecha, con lo que quedan unidas entre sí las conexiones 1 y 4 y las conexiones 2 y 3.
- Si la válvula debe conmutar a su posición normal, no basta con interrumpir la alimentación de corriente eléctrica en la bobina del lado izquierdo. Más bien es necesario cerrar adicionalmente el circuito de la bobina del lado derecho (Ebel & Idler, 2019).

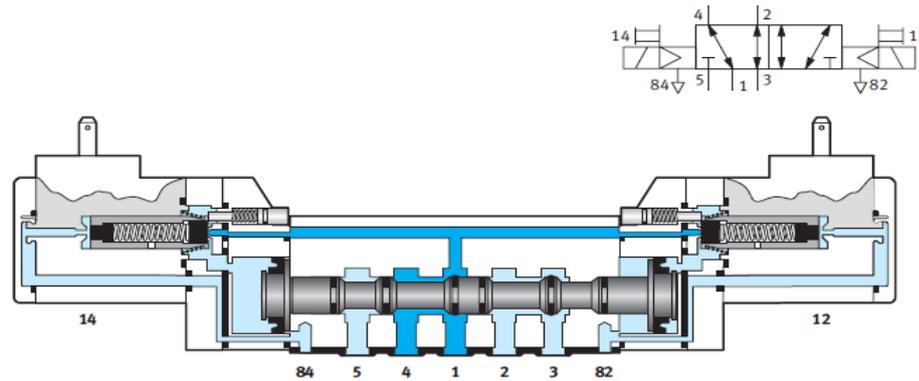
Si no se excita ninguna de las bobinas, el émbolo mantiene su última posición, debido a la fricción estática. Lo mismo sucede si se cierran los circuitos de ambas bobinas a la vez, ya que se producen fuerzas iguales contrapuestas (Ebel & Idler, 2019).

Figura 89. Electroválvula biestable servopilotada de 5/2 vías, caudal desde 1 hacia 2 y desde 4 hacia 5



Fuente: Ebel & Idler (2019).

Figura 90. Electroválvula biestable servopilotada de 5/2 vías, caudal desde 1 hacia 4 y desde 2 hacia 3



Fuente: Ebel & Idler (2019).

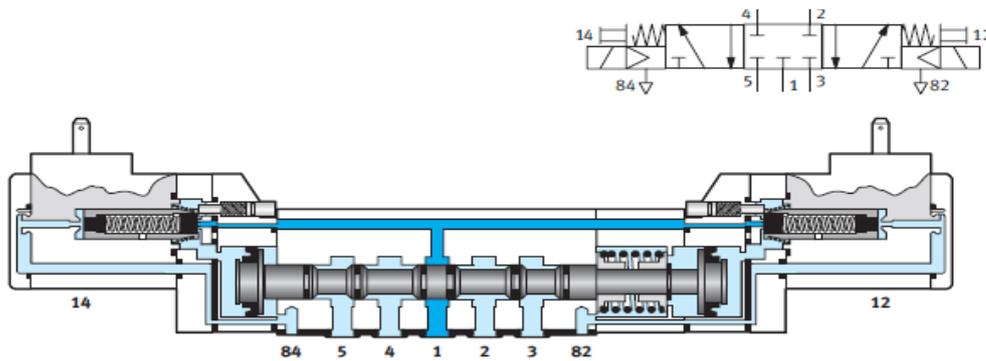
Electroválvula servopilotada de 5/3 vías con centro a escape

Una válvula de 5/3 vías tiene 5 conexiones y 2 posiciones. Con estas válvulas es posible detener cilindros de doble efecto en cualquier parte de la carrera. Si en las tomas de pilotaje no se recibe señal alguna, la válvula mantiene su posición central por efecto del muelle (Ebel & Idler, 2019).

Las Figs. 85, 86 y 87 muestran las tres posiciones de una electroválvula servopilotada de 5/3 vías.

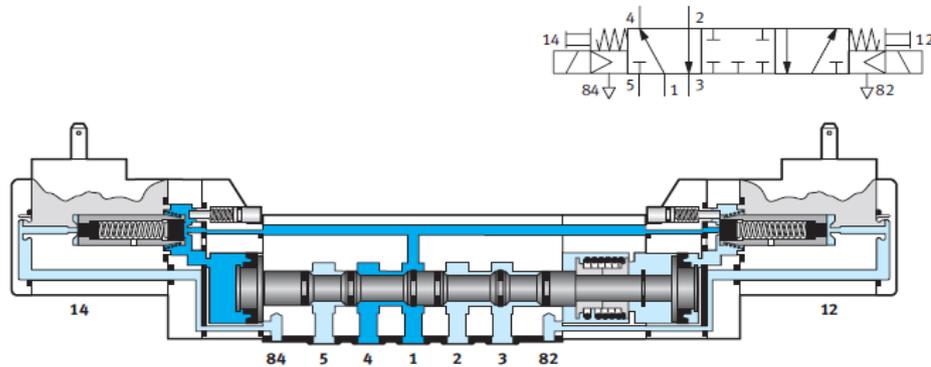
- En posición central, las bobinas no reciben corriente y el émbolo se mantiene en la posición central por acción de los dos muelles. De este modo están unidas las conexiones 2 y 3 y las conexiones 4 y 5. La conexión 1 está bloqueada.
- Si fluye corriente a través de la bobina del lado izquierdo, el émbolo se desplaza hasta el tope de lado derecho. Así se establece una unión entre las conexiones 1 y 4 y entre 2 y 3, respectivamente.
- Si fluye corriente a través de la bobina del lado derecho, el émbolo se desplaza hacia el tope del lado izquierdo. En esta posición se establece una conexión entre las conexiones 1 y 2, así como entre las conexiones 4 y 5.
- Cada una de las posiciones se mantiene mientras fluye corriente a través de la bobina correspondiente. Si se interrumpe el flujo de corriente, el émbolo vuelve a la posición central.

Figura 91. Electroválvula servopilotada de 5/3 vías, centro cerrado



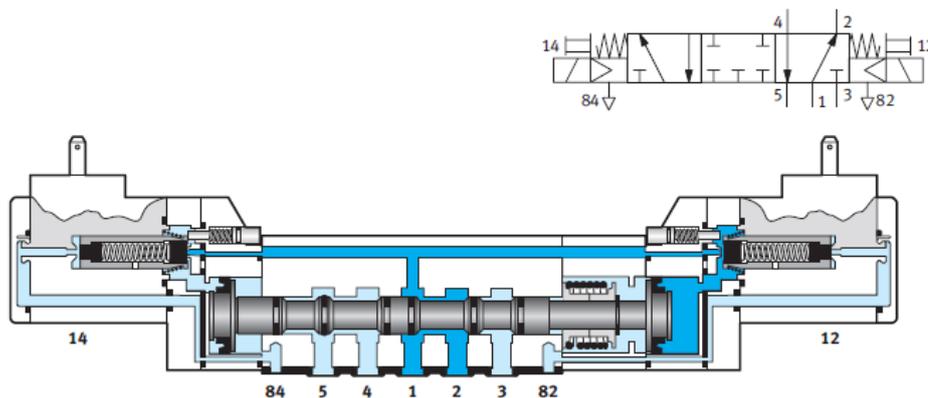
Fuente: Ebel & Idler (2019).

Figura 92. Electroválvula servopilotada de 5/3 vías, caudal desde 1 hacia 4 y desde 2 hacia 3



Fuente: Ebel & Idler (2019).

Figura 93. Electroválvula servopilotada de 5/3 vías, caudal desde 1 hacia 2 y desde 4 hacia 5



Fuente: Ebel & Idler (2019).

Significado de la posición central

Las válvulas distribuidoras con dos posiciones (por ejemplo, válvulas de 3/2 vías y válvulas de 5/2 vías) permiten que un cilindro avance o retroceda. Las válvulas con

tres posiciones (por ejemplo, válvulas de 5/3 vías) ofrecen más posibilidades para el accionamiento del cilindro, gracias a la posición central adicional. Las explicaciones que se ofrecen a continuación se hacen en base a tres válvulas de 5/3 vías con posiciones intermedias diferentes. Se analizará el comportamiento del cilindro cuando las válvulas posicionadoras ocupan sus respectivas posiciones centrales (Ebel & Idler, 2019).

Secuencias

Para que las máquinas o instalaciones puedan trabajar por si solos, es decir en forma automática, deben estar equipadas con dispositivos de mando y/o regulación. La naturaleza de estos dispositivos puede ser de origen mecánico, eléctrico, electrónico, neumático o hidráulico.

Cuando queremos describir una serie de eventos de naturaleza secuencial, utilizamos un diagrama de flujo.

Los sistemas secuenciales son aquellos sistemas en los cuales se pasan de etapas y transiciones una tras otra, siempre teniendo en cuenta que vengan de un estado anterior, que es una de las condiciones para el paso de etapa a etapa (Ebel & Idler, 2019).

Suele ser conveniente realizar una representación gráfica de cómo se va a realizar la secuencia de trabajo, entre los principales diagramas tenemos (Ebel & Idler, 2019):

- Diagrama Espacio-Face.
- Diagrama Espacio tiempo.
- Grafcet.

Para dar solución a un problema secuencial electroneumático existen algunos métodos:

- Método paso a paso máximo.
- Método paso a paso mínimo.
- Método de cascada.

Formas de representación de las fases operativas del trabajo de una máquina.

Diagrama de funciones de máquinas y equipos

El diagrama de funciones tiene la finalidad de simplificar el diseño y la configuración de sistemas de control de máquinas y equipos. El diagrama de funciones puede emplearse independientemente del tipo de control y de la tecnología utilizada.

Además, es un medio auxiliar útil al localizar fallos. Las reglas y los símbolos deben ser los mismos en todos los casos, para que el diagrama pueda entenderse en cualquier parte, sin que se produzcan confusiones. En muchos casos, las formas más sencillas del diagrama son suficientes, para describir claramente las secuencias (Ebel & Idler, 2019).

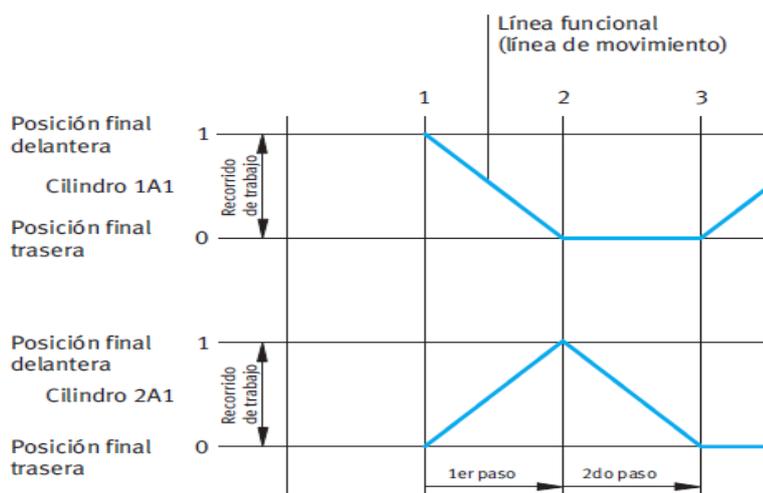
Ámbito de aplicación del diagrama de funciones

Los diagramas de funciones se utilizan para representar secuencias de funciones en sistemas de control mecánicos, neumáticos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos, así como también en combinaciones de estos sistemas de control. Por ejemplo, puede tratarse de sistemas electroneumáticos, electrohidráulicos, etc. Los diagramas de funciones están compuestos del diagrama de movimientos y del diagrama de mando. El diagrama de movimientos puede ser un diagrama de espacio-pasos o un diagrama de espacio-tiempo. A continuación, se explica el diagrama espacio-pasos.

Diagrama espacio-pasos

Los movimientos (recorridos de trabajo, carreras) de los vástagos de los cilindros 1A1 y 2A1 desde el estado secuencial 1 hacia el estado secuencial 2, y desde éste hacia el estado secuencial 3, se muestran en la gráfica mediante líneas funcionales (líneas de movimiento).

Figura 94. Diagrama espacio-pasos correspondiente a los movimientos de los cilindros 1^a1 y 2^a1



Fuente: Ebel & Idler (2019).

En un diagrama espacio-pasos se pueden incluir las líneas funcionales y, además, las líneas de las señales. Una línea de señal empieza en el elemento transmisor de la señal, y

finaliza donde se produce un cambio de estado a raíz de dicha señal. Las flechas en las líneas de señales indica el sentido de flujo de la señal.

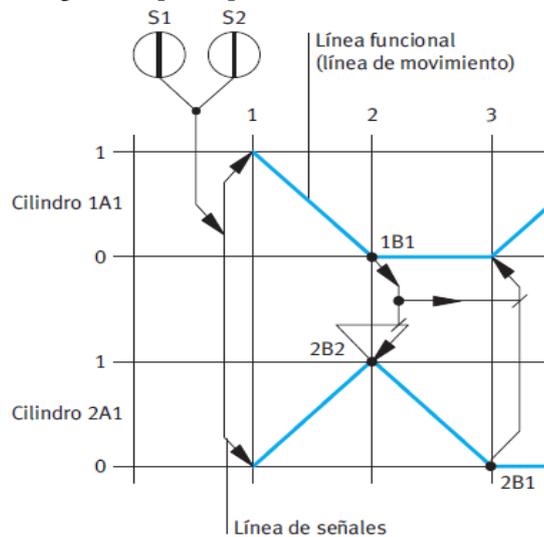
Figura 95. Representación de líneas de señales y de módulos de entrada

Función	Símbolo	Función	Símbolo
Enlace de O		Sensor ON	
Enlace de Y		Sensor (detector de final de carrera)	
Bifurcación de señales			

Fuente: Ebel & Idler (2019).

Las denominaciones de cada uno de los módulos de entrada se indican en el punto de inicio de cada una de las líneas.

Figura 96. Diagrama espacio-pasos con líneas de transmisión de señales

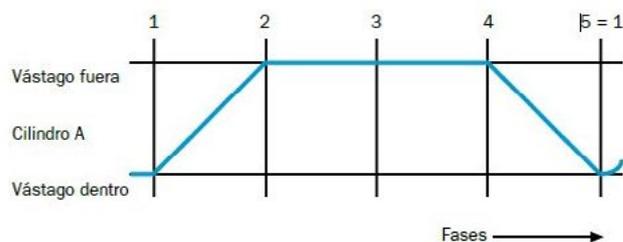


Fuente: Ebel & Idler (2019).

Diagrama espacio-fase

En ellos se representa el ciclo de un elemento de trabajo en función de las fases respectivas y se anota el espacio recorrido. Para un cilindro neumático A resulta, por ejemplo, el diagrama de espacio y fase (Ibañez, 2017).

Figura 97. Diagrama espacio-fase



Fuente: Ibañez (2017).

Al pasar de la fase 1 a la fase 2, el cilindro avanza desde la posición de reposo hasta que el vástago queda completamente fuera, acción que ocurre al llegar a la fase 2. Desde ese momento se mantiene parado (fase 3), para volver a retroceder a partir de la fase 4, alcanzando en la fase 5 la posición inicial (Ibañez, 2017).

Para realizar este tipo de diagrama hay algunas recomendaciones muy útiles:

- Las fases deberán quedar representadas horizontalmente y con distancias idénticas.
- El espacio no se representará a escala, sino en magnitud idéntica para todos los actuadores. Con varias unidades, no es conveniente elegir demasiado pequeña la distancia vertical entre los recorridos (1/2 a 1 fase).
- Si durante el movimiento se modifica el estado, por ejemplo, por el accionamiento de un detector en la posición intermedia del cilindro o por modificación de la velocidad de avance, pueden quedar introducidas fases intermedias.
- La numeración de las fases las elige el diseñador.
- La designación del estado también es libre. Puede tener lugar, como en el ejemplo, por indicación de la posición del cilindro (detrás-delante, arriba-abajo, etc.) o también por números (por ejemplo, 0 para la posición «vástago retraído» y 1 para la posición «vástago fuera»).
- La designación de la unidad respectiva se apuntará a la izquierda en el diagrama; por ejemplo, cilindro A o 1.0.

Diagrama espacio-tiempo

El espacio de una unidad operatoria se representa en función del tiempo. En contraposición al diagrama de espacio-fase, se aplica aquí el tiempo (t) a escala (Ibañez, 2017).

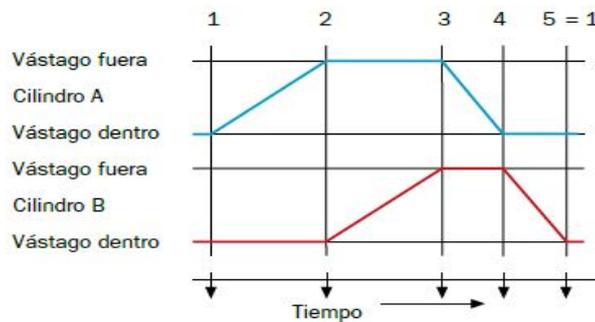
Pueden representarse en el diagrama de espacio-tiempo con más nitidez las interferencias y las diferentes velocidades de trabajo. Este diagrama permite comprender

con claridad no solo el tiempo que tardará en ejecutarse cada operación, sino cómo se desarrollará el circuito neumático una vez activado y el orden de trabajo de cada actuador (Ibañez, 2017).

De este modo, si se ha cometido un error en la fase previa de diseño, podrá ser fácilmente evidenciado y solventado.

En la Figura 92 se ilustra un diagrama espacio-tiempo correspondiente a la operación de dos cilindros neumáticos. Se observa que ambos cilindros parten desde la posición «vástago retraído» y finalizan en la misma posición, siendo el cilindro A el primero en alcanzar la posición «vástago fuera» (Ibañez, 2017).

Figura 98. Diagrama espacio-tiempo

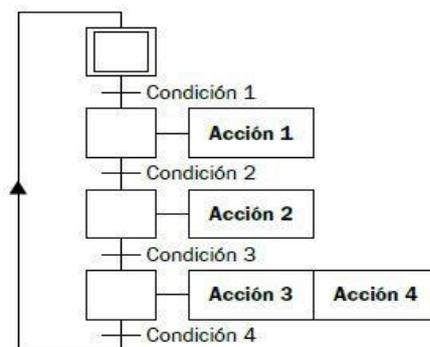


Fuente: Ibañez (2017).

Diagrama Grafset

El diagrama Grafset es una herramienta de representación gráfica sencilla del comportamiento de las sucesivas etapas de un sistema lógico. Esta herramienta permite elaborar un modelo del proceso que queremos automatizar, contemplando las entradas, las acciones que deben realizarse y los procesos intermedios que provocan estas acciones (Ibañez, 2017).

Figura 99. Diagrama Grafset



Fuente: Ibañez (2017).

A partir del diagrama Grafcet se diseña el circuito provisional, representándolo con un esquema neumático (plano de situación), que es la base del diseño (Ibañez, 2017).

El diseñador también debe determinar las dimensiones de los elementos neumáticos para obtener las fuerzas, velocidades, recorridos y tiempos deseados. Para aprender a realizar un diseño que responda a un funcionamiento determinado no es preciso saber determinar el tamaño de los componentes que lo integran. Por último, una vez comprobado el circuito, solo queda construirlo. El montaje del circuito corresponde al instalador (Ibañez, 2017).

Principio básico de GRAFCET:

1. Las secuencias se dividen en
 - Pasos y
 - Transiciones, que se alternan.
2. Siempre está activo un solo paso a la vez.
3. A cada paso le puede seguir una cantidad indistinta de acciones.
4. Las secuencias pueden bifurcarse y volverse a unir,
 - ya sea como bifurcación alternativa o
 - bifurcación paralela.

Deberá tenerse en cuenta el paso 1.

Esquemas de circuitos de mando y técnicas de diseño.

Cuando se presenta la necesidad de realizar un trabajo en un mecanismo o una máquina, primero debe plantearse el tipo de energía que va a mover los elementos mecánicos. Una vez se haya elegido la técnica neumática, el proyectista inicia el proceso de diseño para seleccionar los elementos que van a componer el circuito neumático y electroneumático, calculando dimensiones y capacidades de dichos elementos, disponiendo los sistemas de seguridad necesarios, etc. Para ello se puede listar los siguientes pasos a considerar para realizar un diseño de un proceso electroneumático:

- Proceso de diseño
 - El diagrama Grafcet
- Plano de situación
 - Representación esquemática del Físico del mecanismo
- Diagrama de movimientos
 - Diagrama espacio-fase.

Diagrama espacio-tiempo.

- Diagrama electroneumático en base a métodos secuenciales

Método secuencial paso máximo

Método secuencial paso mínimo

Método secuencial en cascada

Método secuencial paso máximo

También llamado método secuencial de paso a paso con válvulas distribuidoras biestables

Este método, denominado así, por comparación con los métodos utilizados en mando neumático, es muy parecido al GRAFCET (método gráfico de control etapa transición), quizá uno de los métodos de control de circuitos secuenciales más útiles hoy por hoy.

Se basa en que, en lugar de trabajar por grupos, se trabaja realmente por fases (etapas en el grafcet), por eso, no debería denominarse paso a paso, ya que en ese método sigue trabajándose por grupos (Escorza, s. f.).

Se intentará explicar el método sin recurrir a la teoría del grafcet, dejando dichas explicaciones para cuando se utilice un controlador lógico programable, a continuación, mostramos los pases para realizar este método (Escorza, s. f.).

Suponemos conocida la secuencia.

Figura 100. Secuencia de funcionamiento ejemplo.

A +	B +	B -	C +	A +	A -	B -	C -
	A -			B +			
1	2	3	4	5	6	7	8

Fuente: Escorza (s. f.).

Ligada a la secuencia: A+, A-, B+, B-, C+, C-

Se numeran las fases.

Cada fase se hará corresponder con un relé, que hará de memoria, es decir recordará qué parte de la secuencia se ha producido y cual todavía no.

Primera parte del circuito de control será la encargada de activar y desactivar cada relé, memoria o fase, asegurando que únicamente haya en cada momento uno de ellos activo.

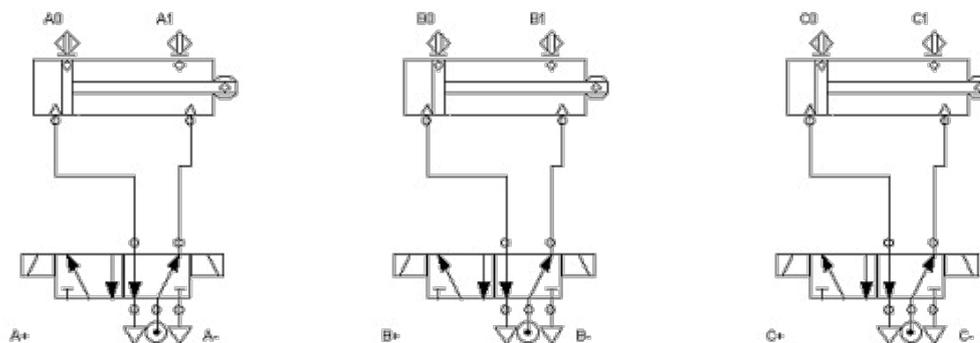
Figura 101. Tabla de control de fases método de paso máximo.

FASE	¿QUIÉN ACTIVA?	¿QUIÉN DESACTIVA?
Número fase	Fase anterior y finales de carrera de la fase anterior	Grupo siguiente
Fase 1	Fase 8 y c_0	Fase 2
Fase 2	Fase 1 y a_1	Fase 3
Fase 3	Fase 2 y b_1 y a_0	Fase 4
.....
Fase 8	Fase 7 y b_0	Fase 1

Fuente: Escorza (s. f.).

La parte de fuerza sigue siendo neumática y la única diferencia con los circuitos anteriores son los pilotajes de las electroválvulas, en este caso biestables, y los detectores finales de carrera que son detectores magnéticos.

Figura 102. Diagrama de potencia de la secuencia de paso máximo de ejemplo



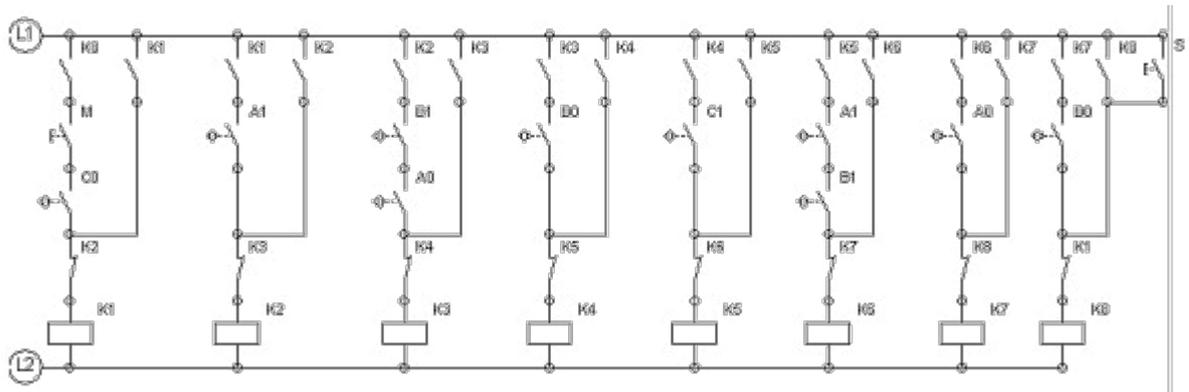
Fuente: Escorza (s. f.).

La tabla anterior se plasma en un circuito eléctrico en el que se deberá tener en cuenta:

- Las señales que deben aparecer a la vez “Y” son conectadas en serie.
- Hay un relé por fase, de tal manera que activar una fase, significa que se excita la bobina del relé.
- Cuando un relé se activa, sus contactos cambian, los cerrados se abren y los abiertos se cierran.
- Para desactivar un grupo se pone un contacto del relé correspondiente a la fase siguiente, en serie y normalmente cerrado.

- Si se sigue al pié de la letra este método, es necesario realimentar cada relé con un contacto normalmente abierto de sí mismo.
- Es necesario dar señal al último grupo la primera vez que se da corriente, ya que en caso contrario nunca se activará el grupo uno. Suele hacerse con un pulsador de RESET.
- El primer relé llevará en serie el pulsador de marcha, aunque éste también podría colocarse en la segunda parte del circuito.

Figura 103. Diagrama Mando y control de la secuencia paso máximo de ejemplo.



Fuente: Escorza (s. f.).

En base a la figura 103 podemos mencionar que el pulsador M es con retención, y viene hacer la parte de mando del sistema, si se requiere un pulsador se deberá generar la retención del mismo con un sistema de enclavamiento eléctrico previo.

Falta por realizar la última parte del circuito en la que se activarán los solenoides que pilotarán las distribuidoras.

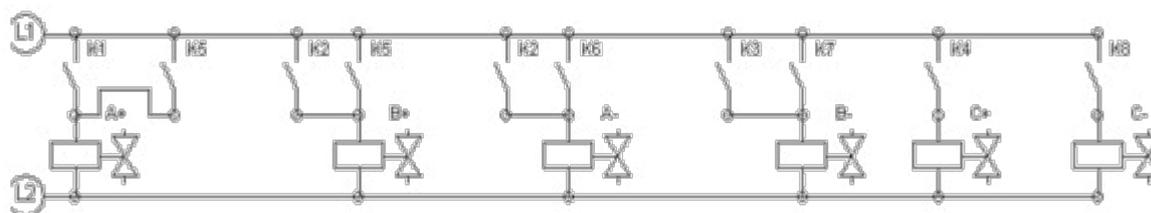
Figura 104. Tabla de control de solenoides método paso máximo.

SOLENOIDE	CUANDO SE ACTIVA
NO PUEDEN REPETIRSE	LA FASE EN LA QUE SE PRODUCE EL MOVIMIENTO.
A +	FASE 1 FASE 5
A -	FASE 2 FASE 6
B +	FASE 2 FASE 5
B -	FASE 3 FASE 7
C +	FASE 4
C -	FASE 8

Fuente: Escorza (s. f.)

Como cada electroválvula debe activarse cuando esté activa una fase “o” la otra (en el caso de que se repita el movimiento a lo largo de la secuencia), en caso de que haya dos fases para un mismo movimiento, se representará como dos contactos de los relés correspondientes a las fases colocados en paralelo.

Figura 105. Diagrama Mando y control de la secuencia paso máximo de ejemplo.



Fuente: Escorza (s. f.)

Método secuencial paso mínimo

También llamado método secuencial de paso a paso con válvulas distribuidoras monoestables.

Hay varios métodos que permiten modificar los circuitos de mando con el fin de conseguir que el circuito funcione correctamente cuando se colocan válvulas distribuidoras monoestables.

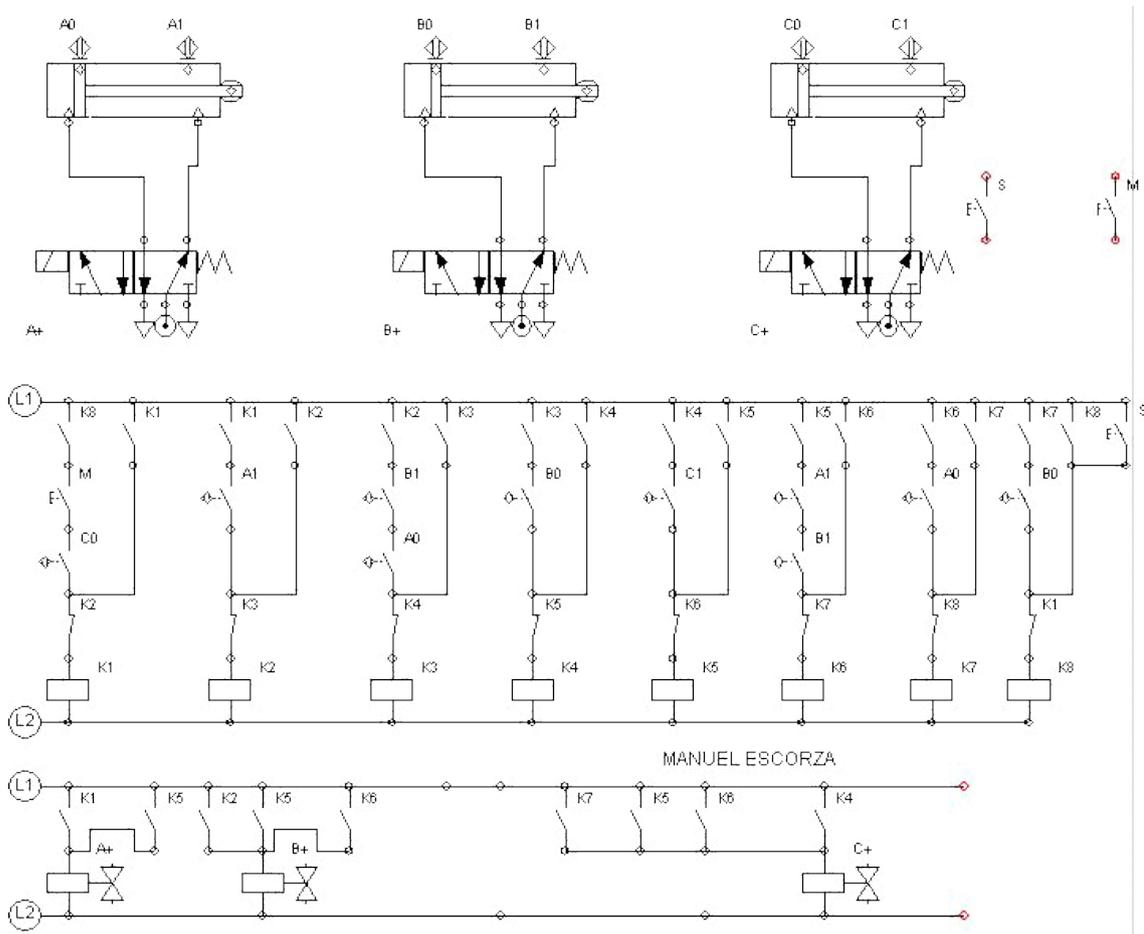
En este curso se va a utilizar el más sencillo de implementar.

La parte superior del circuito eléctrico, la que se encarga de que se activen y desactiven los relés debe permanecer exactamente igual que si las distribuidoras fuesen biestables, es decir como en el caso explicado anteriormente.

La parte inferior del circuito eléctrico, el que se encarga de activar las electroválvulas que pilotan a las válvulas distribuidoras es el que se debe modificar.

Estudiaremos el método con la misma secuencia del ejemplo anterior, y no se repite todo el método, únicamente las modificaciones.

Figura 106. Diagrama Mando y control caso secuencial paso mínimo.



Fuente: Escorza (s. f.).

Método secuencial en cascada

Se va a explicar este método con una secuencia larga, de más de dos grupos, ya que en el caso de que únicamente haya dos grupos se actuará de otra manera. En los siguientes pasos indicamos los pasos.

Suponemos conocida la secuencia como ejemplo.

Figura 109. Tabla sistema secuencial por método secuencial en cascada

A +	B +	B -	C +	A +	A -	B -	C -
	A -			B +			

Fuente: Escorza (s. f.).

Se separa la secuencia en grupos de tal forma que cualquier movimiento de un cilindro (cualquier letra prescindiendo del signo), debe aparecer una sola vez en cada grupo y se formarán el mínimo número de grupos posibles. Se formarán los grupos comenzando por el principio.

Figura 110. Tabla sistema secuencial por método secuencial en cascada

I	II	III		IV	V		
A +	B +	B -	C +	A +	A -	B -	C -
	A -			B +			

Fuente: Escorza (s. f.).

Designar cada uno de los grupos con cifras romanas.

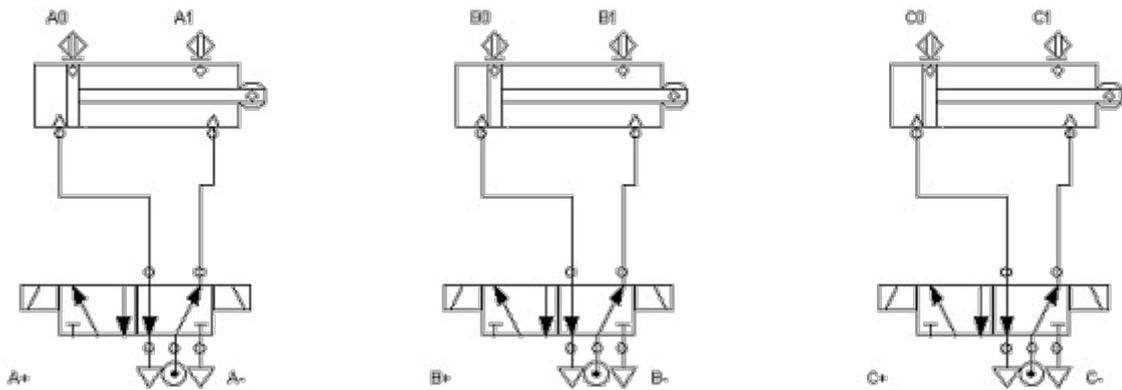
Como en los circuitos con maniobra neumática, hay dos partes en el circuito, una encargada de activar y desactivar cada grupo, asegurando que únicamente haya en cada momento un grupo activo.

Figura 111. Tabla de control de fases método de cascada.

GRUPO	¿QUIÉN ACTIVA?	¿QUIÉN DESACTIVA?
Número de grupo	Grupo anterior y último final de carrera del grupo anterior	Grupo siguiente
Grupo I	Grupo V y c ₀	Grupo II
Grupo II	Grupo I y a ₁	Grupo III
Grupo III	Grupo II y b ₁ y a ₀	Grupo IV
Grupo IV	Grupo III y c ₁	Grupo V
Grupo V	Grupo IV y a ₁ y b ₁	Grupo I

Fuente: Escorza (s. f.).

Figura 112. Diagrama de potencia de la secuencia de paso máximo de ejemplo



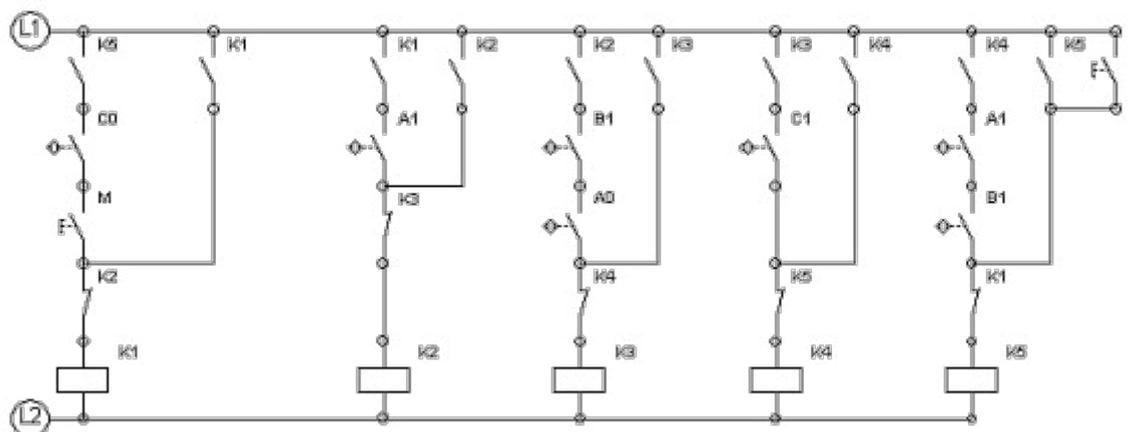
Fuente: Escorza (s. f.).

La parte de fuerza sigue siendo neumática y la única diferencia con los circuitos anteriores son los pilotajes de las electroválvulas, en este caso biestables, y los detectores finales de carrera que son detectores magnéticos (Escorza, s. f.).

La tabla anterior se plasma en un circuito eléctrico en el que se deberá tener en cuenta:

- Las señales que deben aparecer a la vez “Y” son conectadas en serie.
- Hay un relé por grupo, de tal manera que activar un grupo significa que se excita la bobina del relé (Escorza, s. f.).
- Cuando un relé se activa, sus contactos cambian, los cerrados se abren y los abiertos se cierran.
- Para desactivar un grupo se pone un contacto del relé del grupo siguiente, en serie y normalmente cerrado
- Si se sigue al pié de la letra este método, es necesario realimentar cada relé con un contacto normalmente abierto de sí mismo.
- Es necesario dar señal al último grupo la primera vez que se da corriente, ya que en caso contrario nunca se activará el grupo uno. Suele hacerse con un pulsador de RESET.
- El primer relé llevará en serie el pulsador de marcha, aunque éste también podría colocarse en la segunda parte del circuito.

Figura 113. Diagrama Mando y control de la secuencia en cascada de ejemplo.



Fuente: Escorza (s. f.).

Falta por realizar la última parte del circuito en la que se activarán los solenoides que pilotarán las distribuidoras.

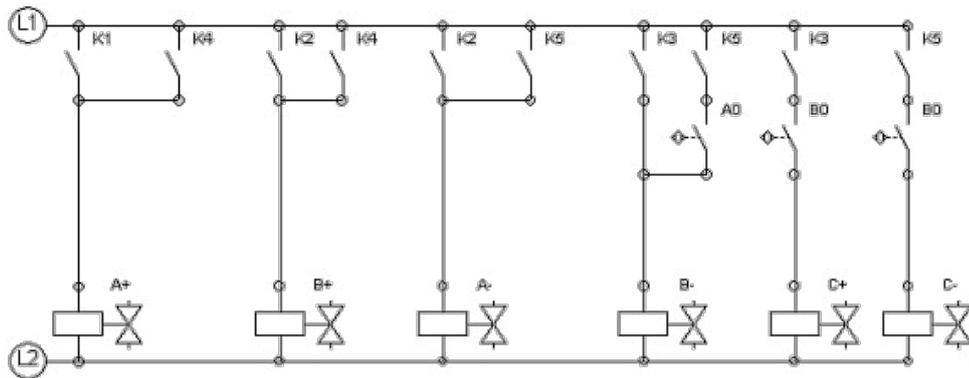
Figura 114. Tabla de control de solenoides método en cascada.

SOLENOIDE	CUANDO SE ACTIVA
NO PUEDEN REPETIRSE	SI ES PRIMER MOVIMIENTO DEL GRUPO, EL RELÉ DEL GRUPO, SI ES SEGUNDO O SIGUIENTES, EL RELÉ DEL GRUPO Y EL FINAL DE CARRERA ANTERIOR.
A +	GRUPO I GRUPO IV
A -	GRUPO II GRUPO V
B +	GRUPO II GRUPO IV
B -	GRUPO III GRUPO V y a ₀
C +	GRUPO III y b ₀
C -	GRUPO V y b ₀

Fuente: Escorza (s. f.).

Como cada solenoide se activará cuando se cumpla una de las condiciones, “O”, es decir conexiones en paralelo.

Figura 115. Figura 94. Diagrama Mando y control de la secuencia en cascada de ejemplo.



Fuente: Escorza (s. f.).

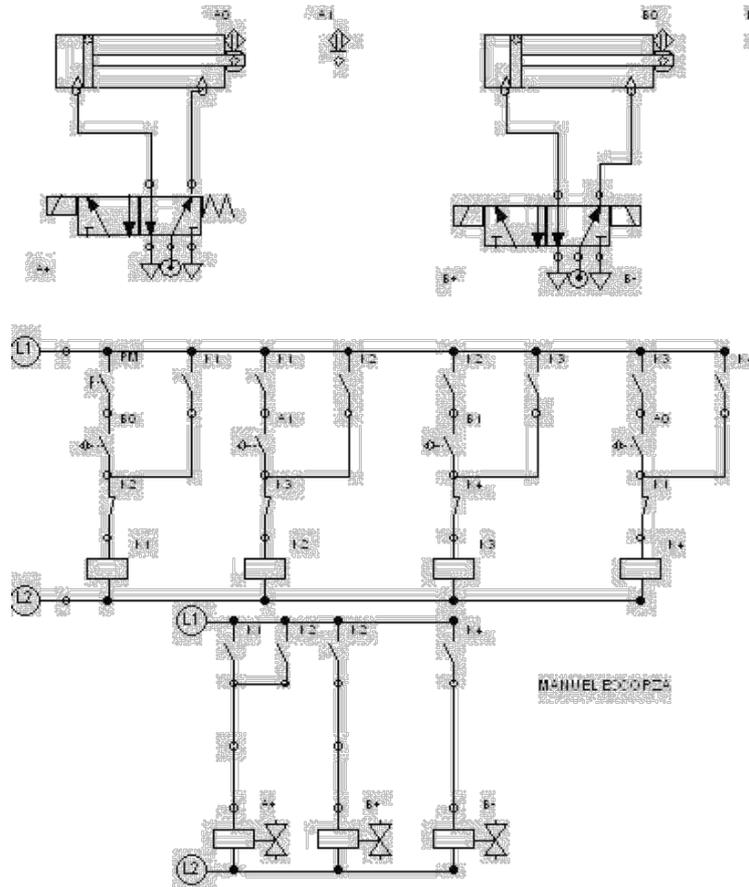
Aplicaciones secuenciales de circuitos electroneumáticas.

En la siguiente sección describimos ejemplos práctico desarrollados en los cuales se enfatiza la aplicación práctica de secuenciales de circuito.

Ejemplo para la solución de la secuencia: A+, B+, A-, B-

Esta secuencia se da resolución mediante el método de paso máximo:

Figura 116. Diagrama de potencia, mando y control de la secuencia A+, B+, A-, B-

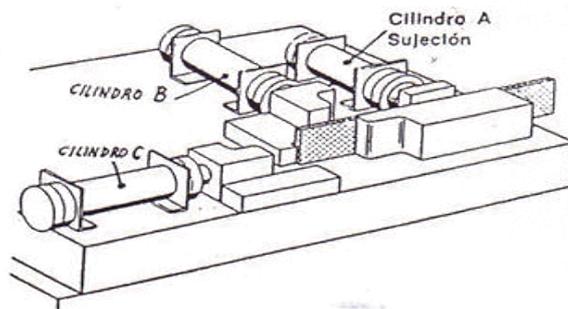


Fuente: Escorza (s. f.).

Ejemplo para la solución de la secuencia: A+, B+, B-, C+, C-, A-

Con una plegadora neumática, han de doblarse piezas de chapa. La sujeción de la pieza lo realiza el cilindro de simple efecto A. El primer doblado el cilindro de doble efecto B y el segundo doblado el cilindro de doble efecto C. El ciclo se inicia accionando un pulsador de marcha. Como se observa en la figura siguiente:

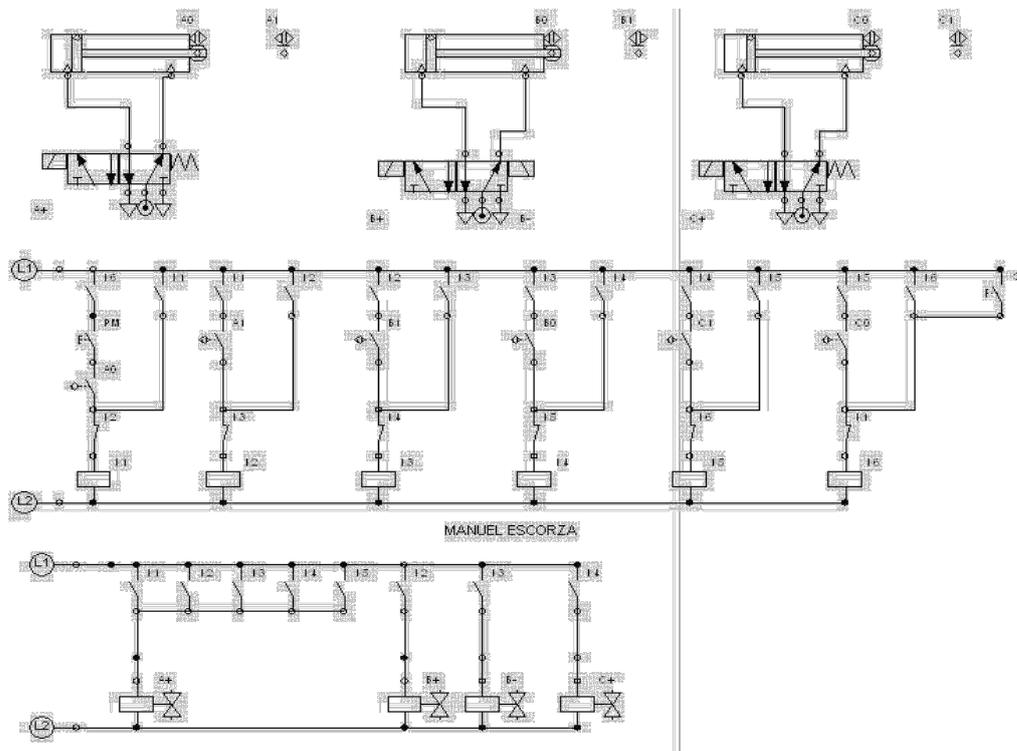
Figura 117. Plano de situación de la secuencia A+, B+ B-,C+,C-,A-



Fuente: Escorza (s. f.).

Esta secuencia se da resolución mediante el método de paso máximo:

Figura 118. Diagrama de potencia, mando y control de la secuencia A+, B+ B-, C+, C-, A-



Fuente: Escorza (s. f.).

Ejemplo para la solución de la secuencia: A+, B+, B-, A-, C+, C-

Planteamiento

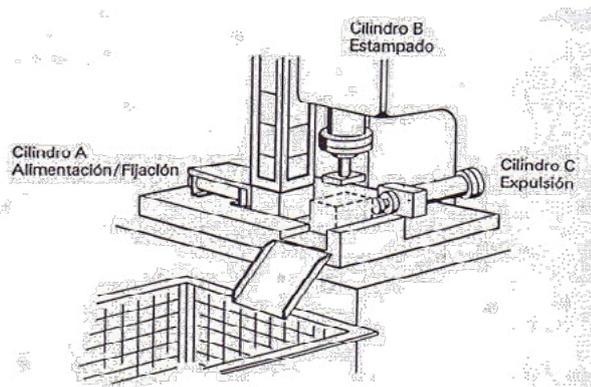
En una máquina especial han de marcarse unas piezas. La alimentación de las piezas es a través de un depósito de caída, siendo empujadas con velocidad moderada contra un topo y sujetadas mediante el cilindro de doble efecto A, marcadas mediante el cilindro de doble efecto B y expulsadas mediante el cilindro C, también de doble efecto.

Condiciones Adicionales

El desarrollo de las fases ha de realizarse automáticamente con la posibilidad de que se desarrolle a ciclo único o a ciclo continuo.

Un final de carrera (en la simulación lo sustituiremos por un pulsador manual) detectará la existencia de piezas en el depósito. Cuando no hay piezas en el depósito, no debe poder ponerse en marcha la máquina.

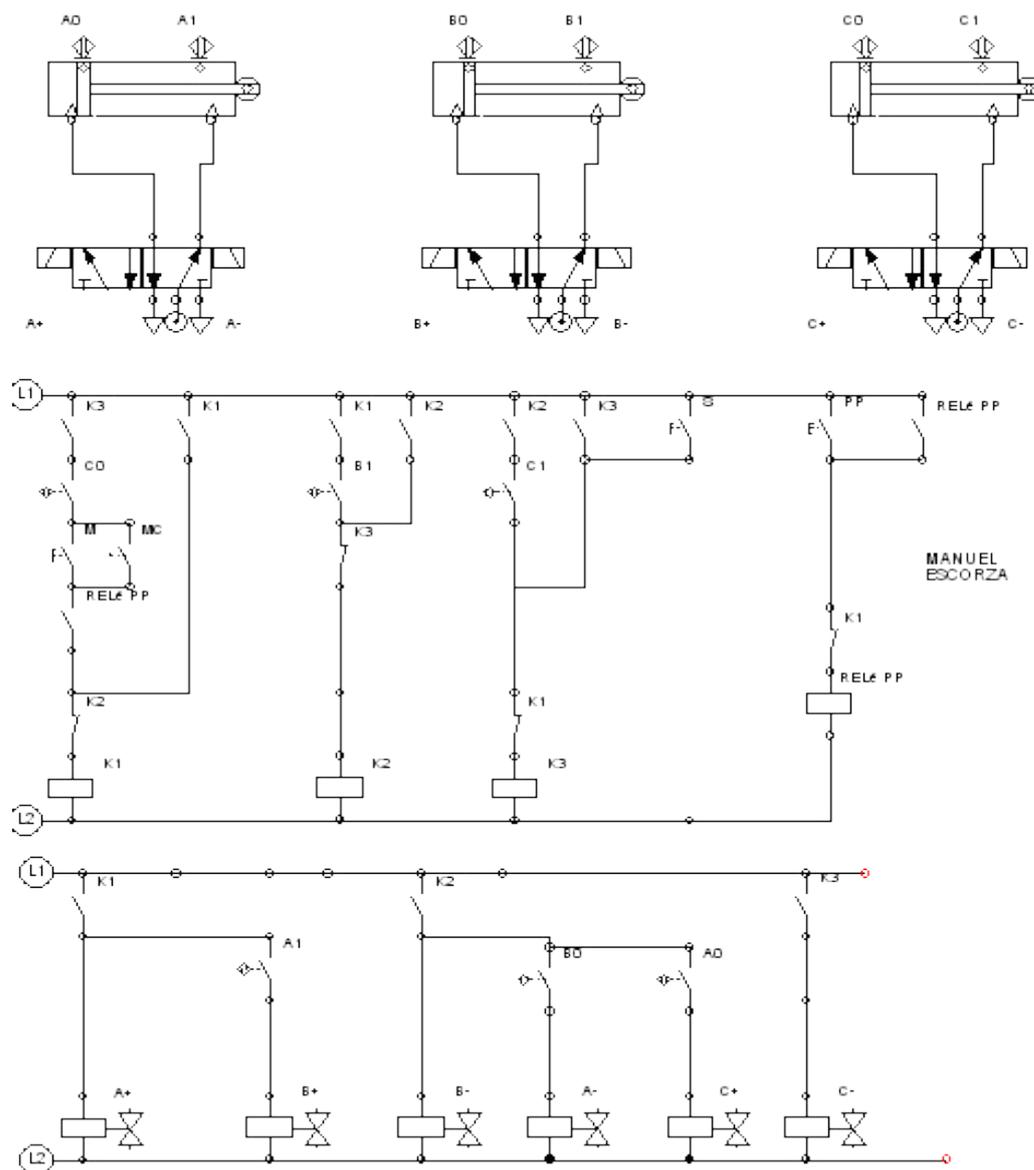
Figura 119. Plano de situación de la secuencia A+, B+, B-, A-, C+, C-



Fuente: Escorza (s. f.).

Esta secuencia se da resolución mediante el método de cascada:

Figura 120. Plano de situación de la secuencia A+, B+, B-, A-, C+, C-



Fuente: Escorza (s. f.).

Software de Aplicación y Simulación.

Hace más de 20 años que FluidSIM constituye el programa de simulación y diseño de esquemas de circuitos líder en todo el mundo para la neumática y la hidráulica. El diseño libre de los controles es estimulante. Por un lado, aumenta la creatividad y, por otro lado, el trabajo metódico. Además, FluidSIM ofrece al profesor una gran cantidad de textos, imágenes y películas para realizar una clase con material multimedia (Festo, 2020).

Una herramienta para todas las exigencias

Tanto los profesores como los instructores son expertos que controlan gran cantidad de funciones necesarias para preparar las actividades docentes. FluidSIM 4.5 ofrece la modalidad de experto. Los estudiantes se concentran desde el principio en los aspectos más importantes. En el modo estándar pueden trabajar y aprender con éxito gracias a las facilidades para el aprendizaje, así como a un conjunto reducido de funciones (Festo, 2020).

Ensayos en tiempo real

No importa si se utiliza para la formación profesional o en una empresa de ingeniería: la simulación de controles y procesos se considera un estándar industrial desde hace bastante tiempo, minimiza las pérdidas por colapso y sirve para aumentar tanto la eficiencia como la calidad. Los parámetros de todos los componentes son idénticos a los de los paquetes de entrenamiento de Festo Didactic y, además, pueden adaptarse en todas las dimensiones a las características de otros componentes (Festo, 2020).

GRAFCET en varias dimensiones

GRAFCET ha sustituido desde hace ya bastante tiempo en la formación al diagrama espacio-pasos. Gracias a GRAFCET, FluidSIM 4.5 consigue, además (Festo, 2020):

- Editar: para conseguir documentación conforme a la norma.
- Visualizar: para lograr una mayor claridad.
- Supervisar: las señales en color indican qué punto del proceso no está en funcionamiento o se está ejecutando correctamente.
- Controlar: para un control de todas las instalaciones con técnicas de fluidos y electrónica, sin importar el fabricante.

Aprender con magníficos resultados

La teoría es muy útil, pero las prácticas reales ofrecen la motivación necesaria y el éxito en el aprendizaje. FluidSIM® 5 puede utilizarse en muchas situaciones como un control para la instalación real: con EasyPort es posible y, además de manera cómoda digital y analógica (Festo, 2020).

Amplia extensión

Neumática, hidráulica y electrotécnica: las bibliotecas están disponibles por separado o compartidas en el mismo programa. El usuario decide cuáles de sus bibliotecas se pueden utilizar en el programa. Todas las tecnologías se combinan a la perfección en un esquema del circuito o en un proyecto (Festo, 2020).

Flexibilidad de instalación y utilización

Registro online, licencia de red, utilización doméstica: FluidSIM ofrece varios modelos de licencia que presentan ventajosos escenarios de aprendizaje en las escuelas o en la empresa. Gracias a una administración de alumnos nuevos se puede, además, preparar y controlar licencias para grupos de estudio y hacer un uso doméstico del software (Festo, 2020).

CAD profesional conforme a la norma

- Comodidad para dibujar planos gracias a líneas de fuga, nuevas funciones de retención.
- Sencilla inserción de nuevos símbolos en las conexiones existentes.
- Marcos de dibujo variables.
- Escala y rotación progresivas.
- Funciones de trazado de cotas.
- Cálculo del punto de intersección de líneas, rectángulos y elipses.

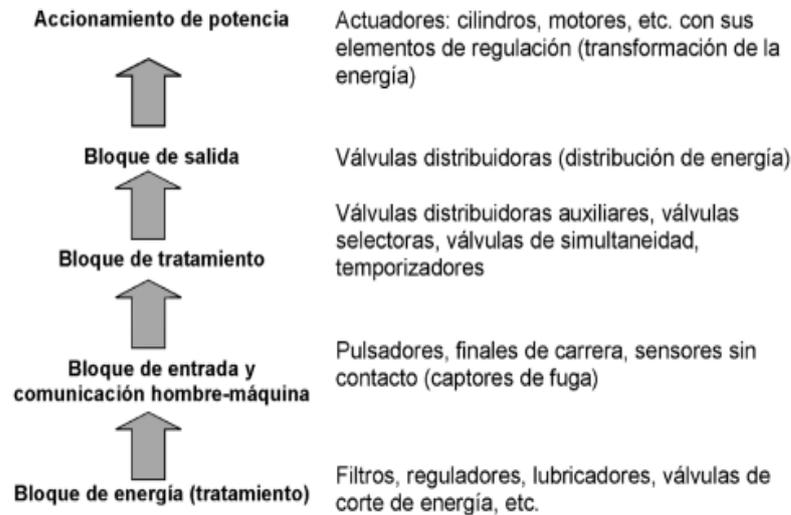
Todos los símbolos son de conformidad con las normas DIN ISO 1219 o DIN EN 81346-2 con designación de tomas conforme a la nueva identificación del utillaje, GRAFCET conforme a la norma actual (Festo, 2020).

Simulación de accionamiento directo e indirecto con cilindros neumáticos.

Un esquema circuital representa en forma gráfica la relación entre los distintos componentes del mando, dando a conocer la lógica operativa del mismo.

El esquema circuital constituye un elemento de inestimable valor para el hombre de mantenimiento; es el comienzo del camino a recorrer para la detección sistemática de fallas. Sin él poco podría hacerse en forma racional, lo que finalmente concluiría en una búsqueda por tanteos de los desperfectos con las siguientes pérdidas de tiempo, materializadas en cuantiosas pérdidas de producción (Moreno, 2006).

Figura 121. Disposición de los elementos en el esquema circuital.



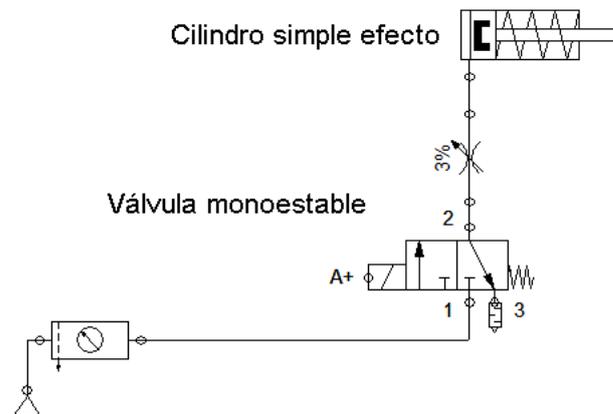
Fuente: Moreno (2006).

Es conveniente tener en cuenta las siguientes reglas básicas:

1. La posición de actuación de los finales de carrera se indica con un trazo vertical en las posiciones que son realmente actuados, con su correspondiente identificación. El elemento se dibujará según la posición anterior, es decir, en el bloque de entrada y en la posición que resulte más adecuada, apuntando a simplificar el trazado de líneas de interconexión.
2. Los elementos se dibujan en el estado determinado por su pilotaje, con el equipo en reposo y listo para el arranque.
3. Aquellos elementos que en la condición inicial estén actuados (fines de carrera), se dibujan actuados, indicando la presencia del elemento actuador sobre el mando.
4. Las conducciones se representan por líneas rectas, evitando cruces innecesarios. Las conducciones de trabajo se dibujan con líneas continuas. Las conducciones de pilotaje se dibujan con líneas de trazo.
5. Puede evitarse el trazado de las conducciones de alimentación a las válvulas direccionales y válvulas fines de carrera, indicando el símbolo simplificado de fuente de presión (Moreno, 2006).

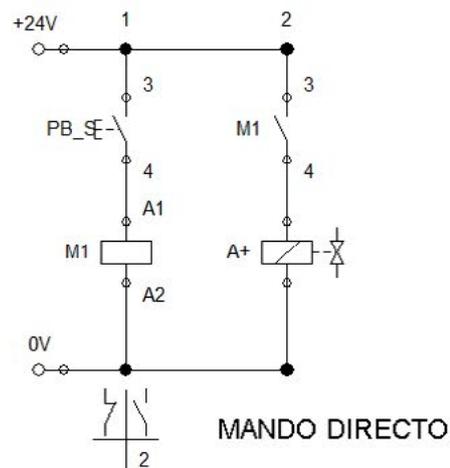
Los siguientes esquemas hacen referencia al circuito de mando directo de cilindros de simple y de doble efecto.

Figura 123. Mando directo del cilindro de simple efecto.



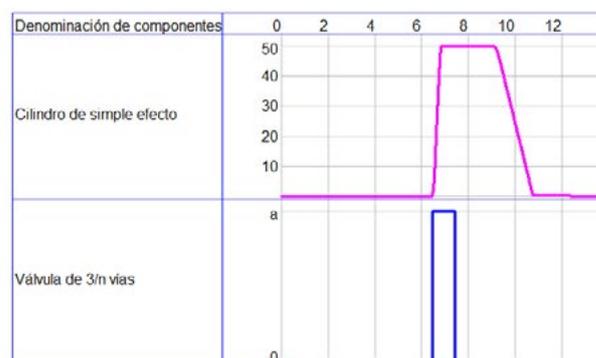
Fuente: elaboración propia

Figura 124. Esquema eléctrico para la activación del cilindro de simple efecto.



Fuente: elaboración propia

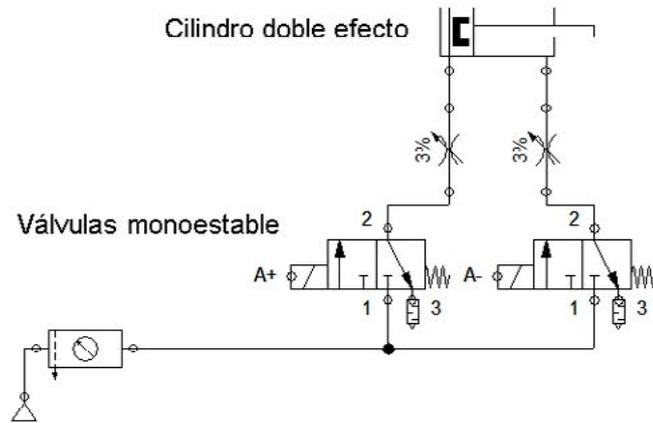
Figura 125. Diagramas de espacio-fase del cilindro de simple efecto.



Fuente: elaboración propia

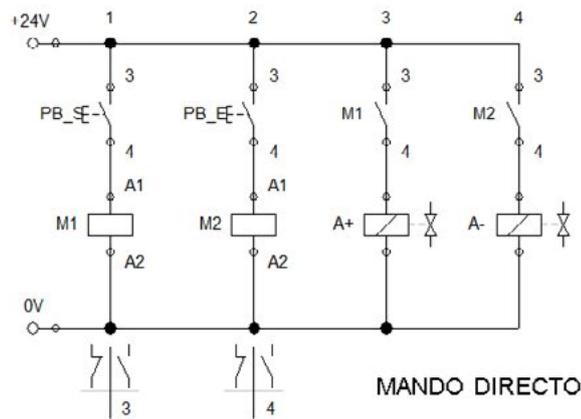
A continuación, se mostrará el mando directo del cilindro de doble efecto.

Figura 126. Mando directo del cilindro de doble efecto.



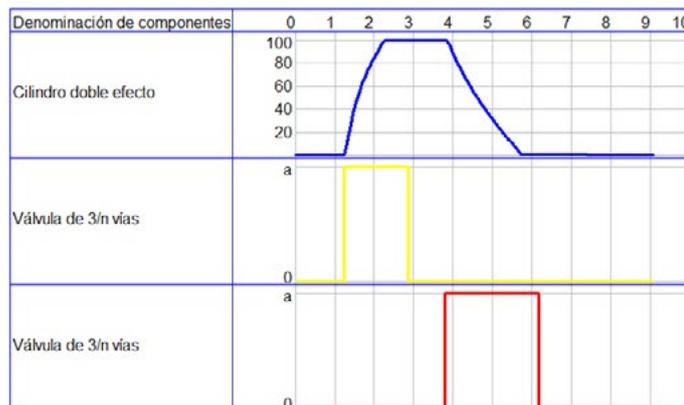
Fuente: elaboración propia

Figura 127. Esquema eléctrico para la activación del cilindro de doble efecto.



Fuente: elaboración propia

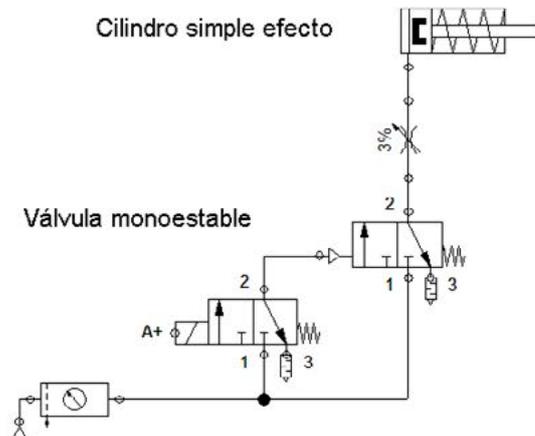
Figura 128. Diagramas de espacio–fase del cilindro de doble efecto.



Fuente: elaboración propia

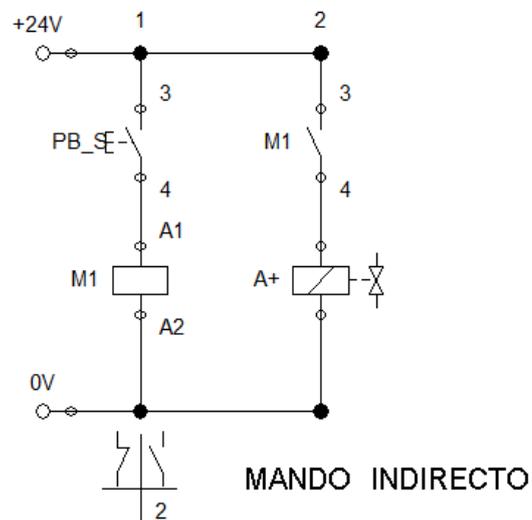
El mando indirecto se recomienda usar debido a que la activación de la válvula de potencia se lo hace a través de una válvula auxiliar, haciendo el sistema muy seguro para el operador.

Figura 129. Mando indirecto del cilindro de simple efecto.



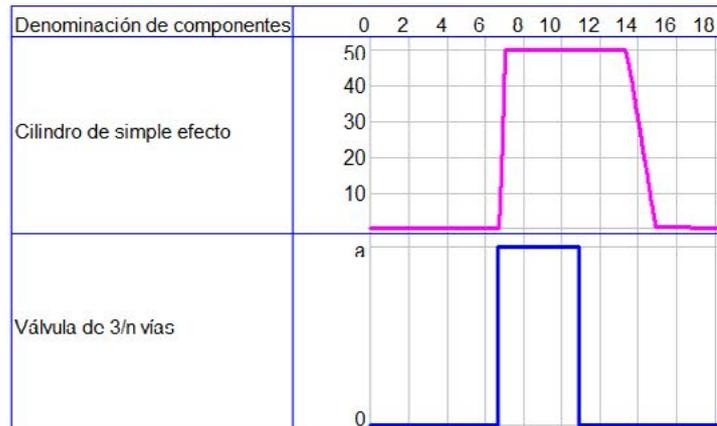
Fuente: elaboración propia

Figura 130. Esquema eléctrico para la activación del cilindro de simple efecto.



Fuente: elaboración propia

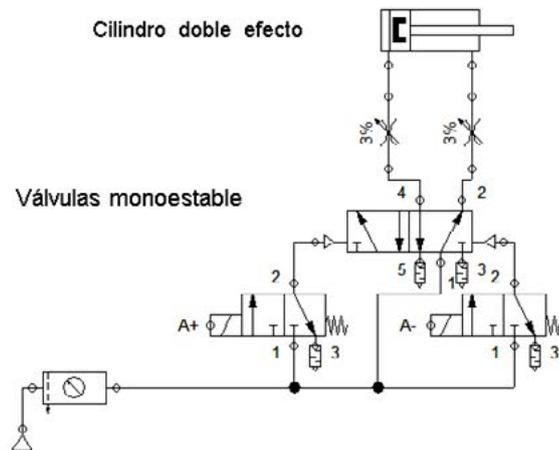
Figura 131. Diagramas de espacio–fase del cilindro de simple efecto.



Fuente: elaboración propia

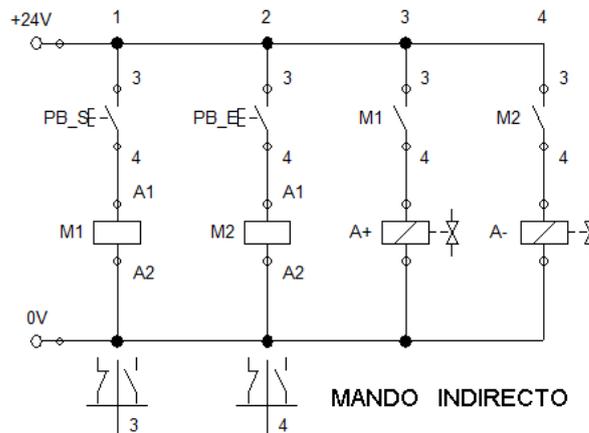
A continuación, se mostrará el mando indirecto del cilindro de doble efecto.

Figura 132. Mando directo del cilindro de doble efecto.



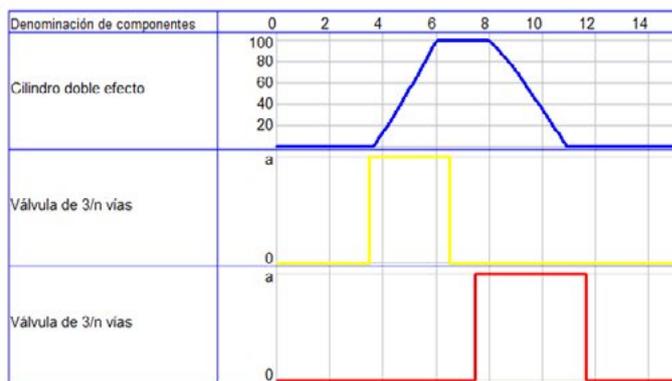
Fuente: elaboración propia

Figura 133. Esquema eléctrico para la activación del cilindro de doble efecto.



Fuente: elaboración propia

Figura 134. Diagramas de espacio-fase del cilindro de doble efecto.



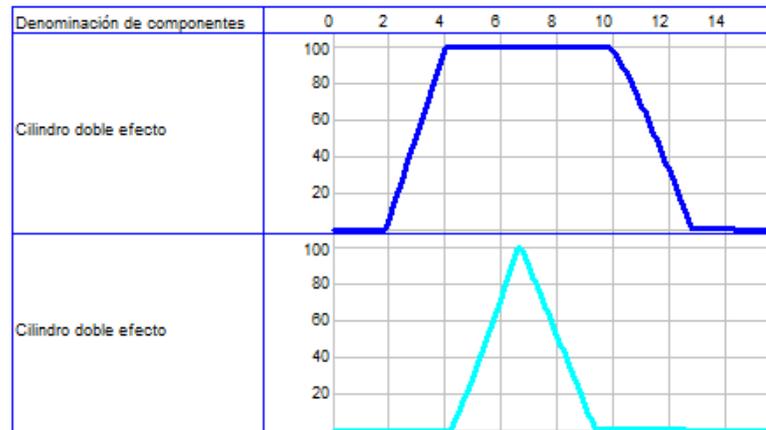
Fuente: elaboración propia

Simulación de retención de señal con finales de carrera.

Un final de carrera es el encargado de proporcionar una señal de testigo cuando exista presencia del embolo en la posición deseada, en base a lo expuesto se puede considerar a estos como los principales elementos para transiciones de procesos electroneumáticos.

A continuación, se propone la secuencia A+ B+ B- A- el cual se tiene una retención en la válvulas biestables. El diagrama de espacio – fase es el siguiente:

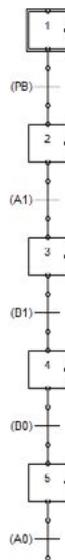
Figura 135. Diagramas de espacio-fase de la secuencia A+ B+ B- A-.



Fuente: elaboración propia

Una vez se tiene claro el funcionamiento del circuito se realiza la lógica grafcet.

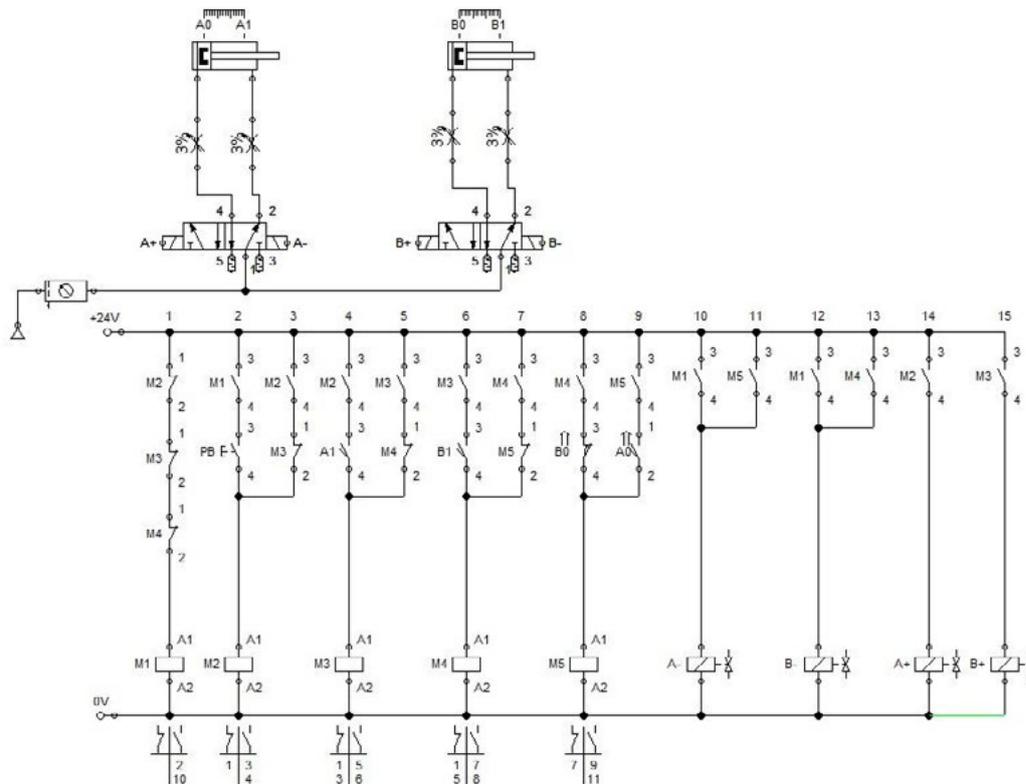
Figura 136. Diagrama grafcet del circuito.



Fuente: elaboración propia

En la siguiente figura se muestra el circuito neumático, el diagrama Ladder para la solución del circuito.

Figura 137. Diagrama electroneumático y circuito Ladder de la secuencia.



Fuente: elaboración propia

Simulación con válvula temporizadora.

Un temporizador es un dispositivo que se utiliza para controlar la conexión o desconexión de un circuito, todo dependiendo del tipo que sea ya que pueden ser eléctricos, neumáticos, hidráulicos, mecánicos, etc. (Mecafenix, 2019).

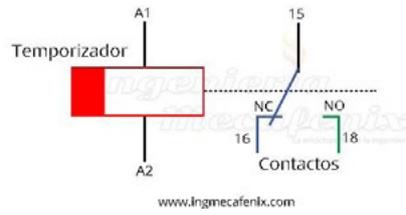
Figura 138. Diferentes tipos de temporizadores.



Fuente: Mecafenix (2019).

En cuanto a su funcionamiento se asemeja mucho al de un relevador, ya que los relés al recibir un pulso inmediatamente cambian la posición de sus contactos y en cuanto a los temporizadores necesita agotarse el tiempo programado para intercambiar sus contactos (Mecafenix, 2019).

Figura 139. Esquema de contactos de un temporizador.



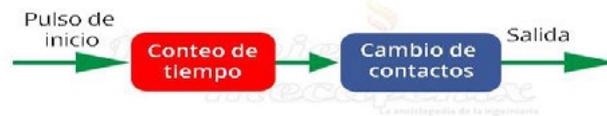
Fuente: Mecafenix (2019).

Partes de un temporizador

Cada temporizador está construido con piezas totalmente diferentes ya que no tienen la misma construcción, ni principio de funcionamiento, como, por ejemplo: un temporizador mecánico está constituido por resortes y engranes, mientras que uno electrónico está compuesto por capacitores, resistencias, circuitos integrados, etc. (Mecafenix, 2019).

Aunque a pesar de esto todos los temporizadores funcionan bajo el mismo principio y este es: contabilizar un tiempo y cambiar de posición sus contactos (Mecafenix, 2019).

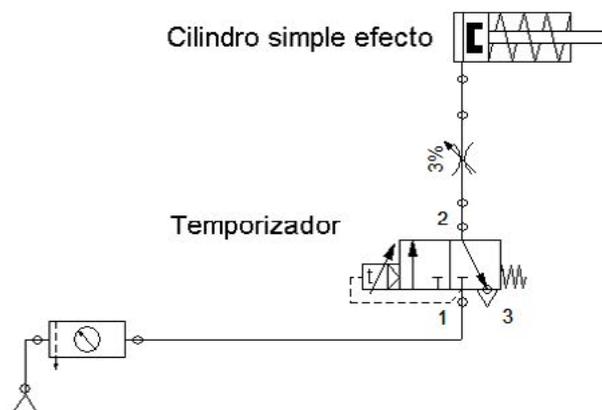
Figura 140. Diagrama de bloques del funcionamiento de un temporizador.



Fuente: Mecafenix (2019).

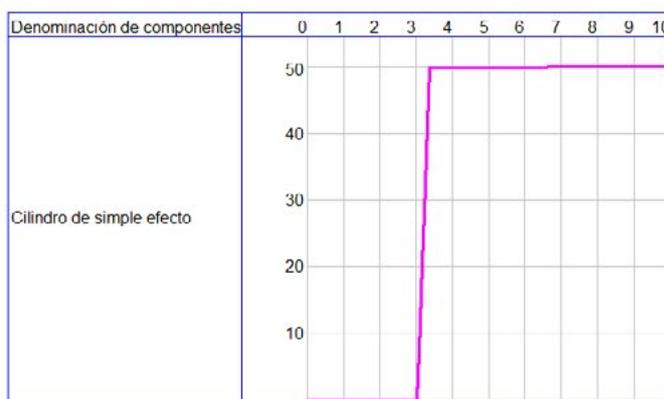
La representación del circuito de funcionamiento es el siguiente:

Figura 141. Temporizador neumático.



Fuente: elaboración propia

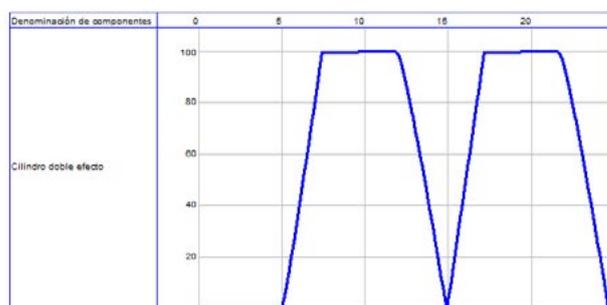
Figura 142. Diagrama de espacio–fase de un temporizador neumático seteado en 3 segundos.



Fuente: elaboración propia

También se debe considerar incluir a los temporizadores dentro del graficet para el desenvolvimiento del circuito. La forma adecuada de hacerlo es como se representa en las figuras siguientes:

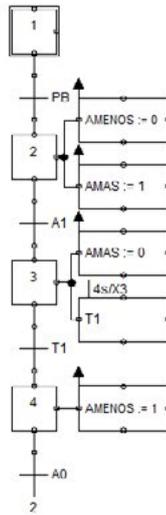
Figura 143. Diagrama de espacio–fase de un temporizador seteado en 3 segundos.



Fuente: elaboración propia

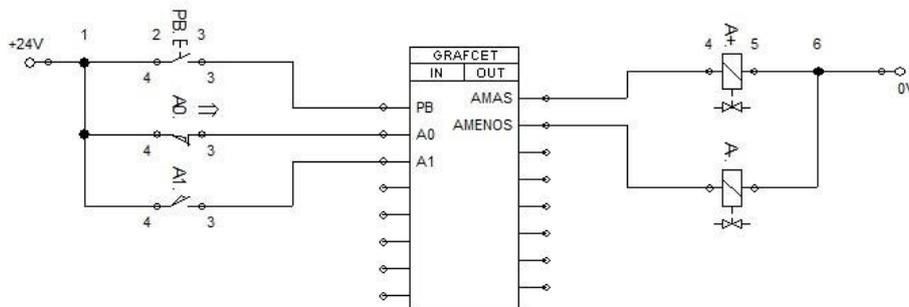
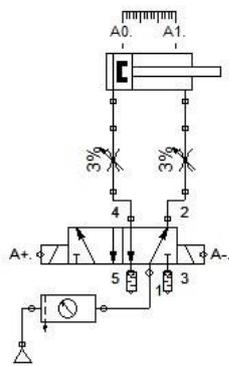
Se puede observar el funcionamiento que tendrá el cilindro, para ello se implementa el graficet que será el encargado de proporcionar la parte lógica y solución del circuito.

Figura 144. Grafcet considerado temporizadores.



Fuente: elaboración propia

Figura 145. Implementación del circuito electroneumático en controladores (PLC).



Fuente: elaboración propia

Como se puede apreciar en la figura 145, es la implementación usada en controladores

lógicos programables, en los cuales para su correcto funcionamiento se debe: conocer el funcionamiento de la planta, obtener la parte lógica (grafcet) y finalmente la configuración y programación del controlador.

Simulación de retorno automático en circuitos electroneumáticos.

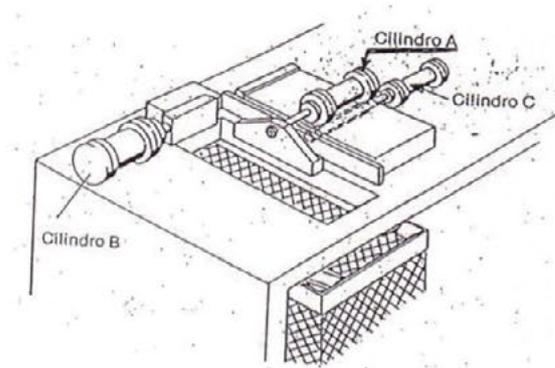
Planteamiento

Las tiras de chapa deben estar cortadas con una arista aguda, en uno de los lados con objeto de su mecanizado posterior. La tira de chapa es colocada en el dispositivo y sujeta por el cilindro neumático A. El cilindro B corta con la cuchilla la tira de chapa. El cilindro A afloja la tira y el cilindro C la expulsa.

Nota

Ojo al establecer la secuencia de trabajo. El cilindro A para sujetar la pieza lo hace en su movimiento de retroceso. Todos los cilindros son de doble efecto.

Figura 146. Cortadora de tiras de chapas.

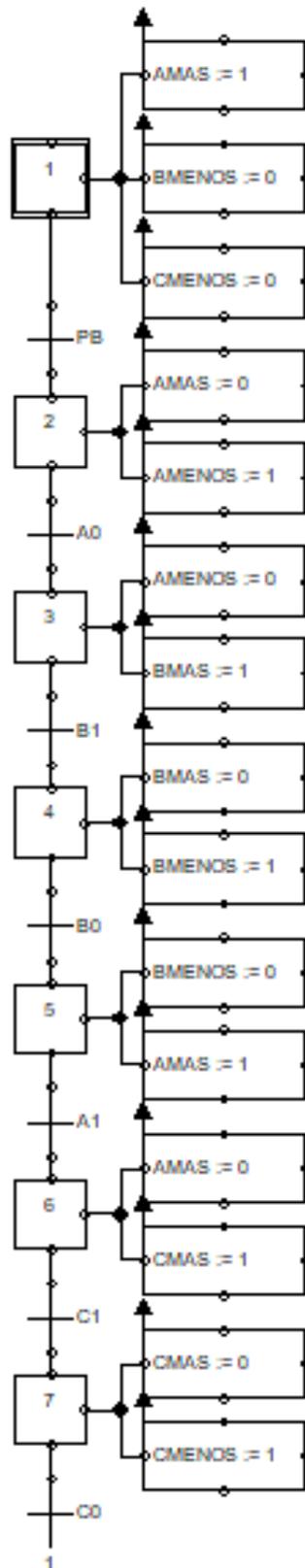


Fuente: Escorza (s. f.).

La solución del problema es el siguiente:

Obtenemos el grafcet del circuito.

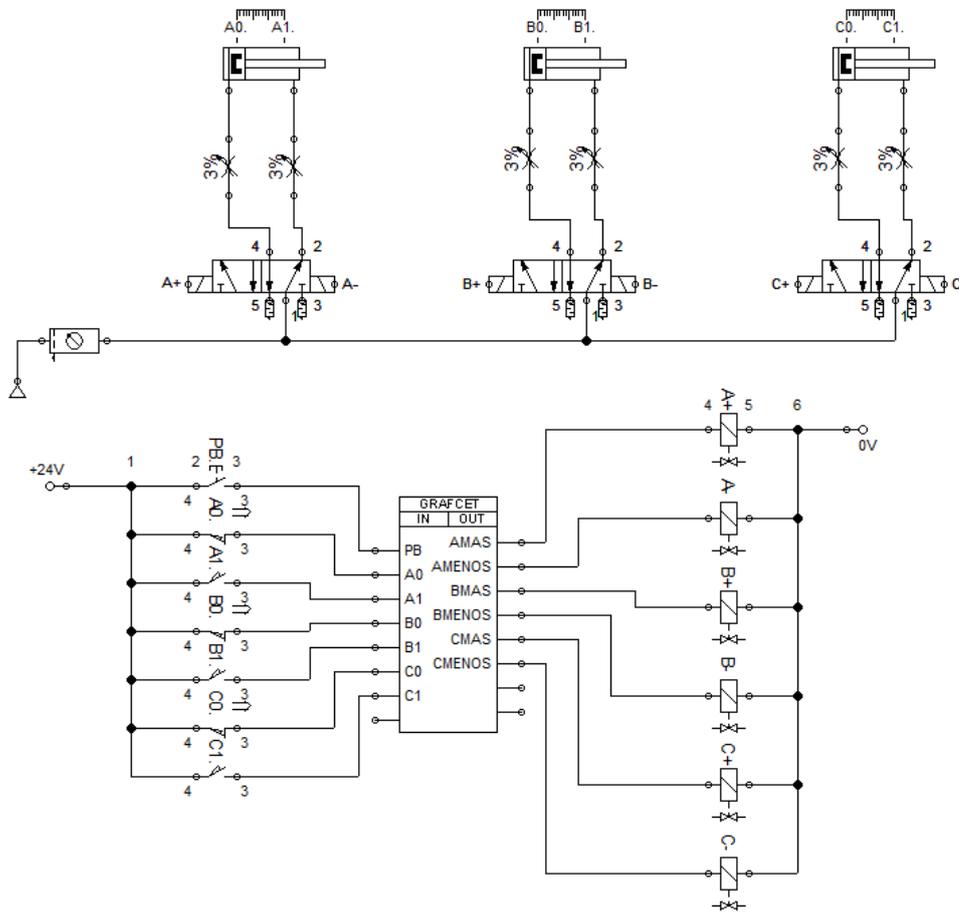
Figura 147. Grafcet del proceso de la cortadora de chapas.



Fuente: elaboración propia

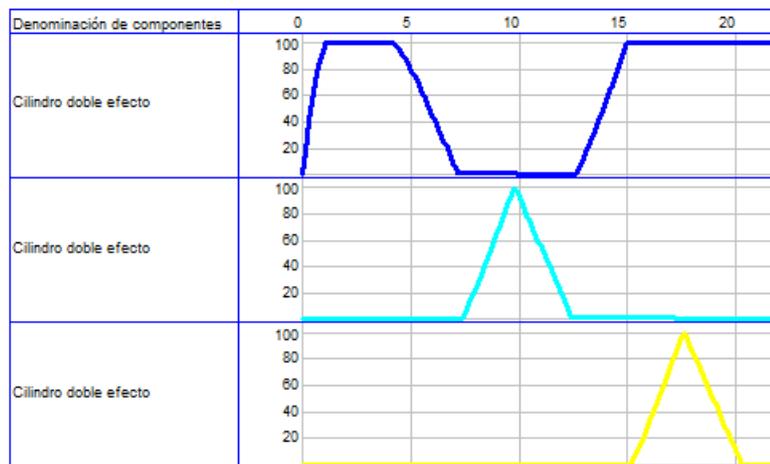
A continuación, realizamos el esquema electroneumático y la conexión hacia el controlador.

Figura 148. Esquema electroneumático y conexiones del controlador.



Fuente: elaboración propia

Figura 149. Diagrama de espacio-fase de la cortadora de chapas.



Fuente: elaboración propia

Actividades unidad 2

Actividad 1: Preguntas

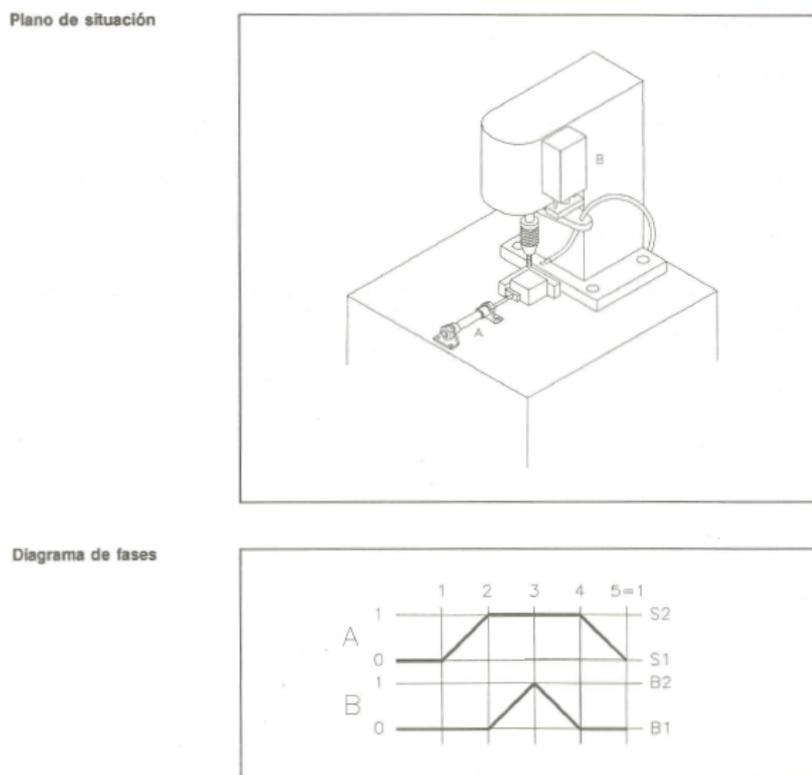
1. En electroneumática las válvulas por qué elementos son gobernadas y mediante que son activadas.
2. Enumere los elementos de mando y control que usted considera que son parte electroneumática y que funcionan bajo la dependencia de la electricidad.
- 3.Cuál es la diferencia entre un Contacto conmutador y un contacto normalmente abierto.
4. Que tipos de detectores de proximidad se pudieron conocer en esta unidad enumérelos.
5. Que contiene un detector de proximidad inductivo
6. Describa el funcionamiento de un sensor de luz de reflexión
7. Dibuje el símbolo de sensor de presión según la EN 60617-2
8. ¿Que son los solenoides y como se los ocupa?
9. ¿Con que niveles de tensión permitidos, los solenoides continuos se pueden alimentar?
10. Como funciona una electroválvula 5/2 servopilotada?
11. ¿Qué se puede representar en los diagramas de espacio fase y en los diagramas espacio tiempo?
12. En qué se diferencia el método secuencial paso máximo del paso mínimo.
13. Un final de carrera es una válvula que por su función se dice que es:
 - Órgano de mando
 - Emisora de señal
 - Órgano de regulación
14. Taladro de mesa

Ejercicio planteado

Las piezas son colocadas manualmente en el sistema de sujeción. El pulsador Descripción del ejercicio de arranque hace avanzar el cilindro presor. Una vez sujeta, la pieza es taladrada y el cilindro vuelve a su posición inicial. Al mismo tiempo, las virutas son expulsadas por una tobera. A continuación, el cilindro tensor suelta la pieza.

- Conocer el principio de la cadena secuencial fija
- Confeccionar el esquema neumático y el eléctrico
- Ejecutar conexiones neumáticas y eléctricas
- Comprobar el funcionamiento del circuito

Figura 150. Diagrama de situaciones y fases del problema 14.



Fuente: Rouff (1991).

15. Avance de flejes de chapa

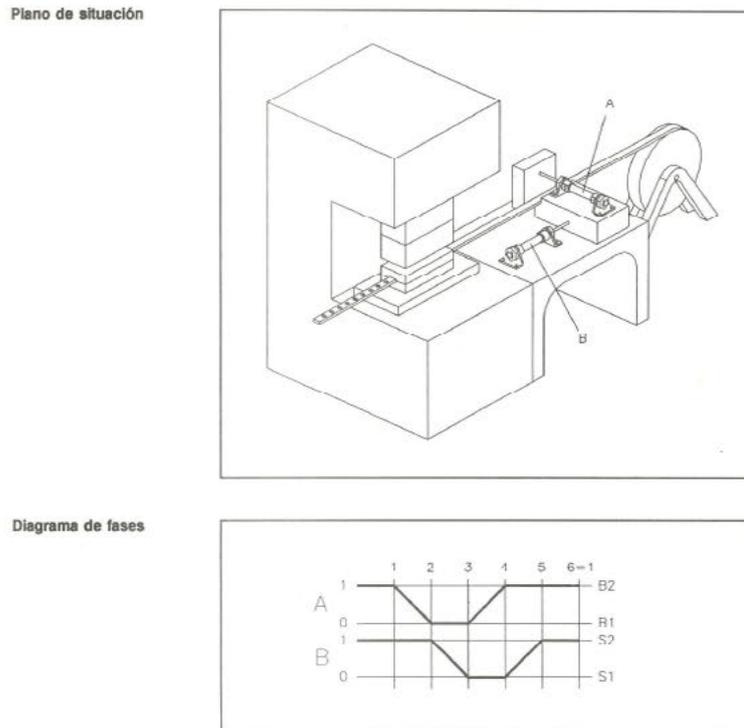
Ejercicio planteado

Posicionamiento de cinta de chapa bobinada, en la herramienta de corte. Accionamiento del avance sólo cuando la herramienta se encuentra en posición superior. El cilindro A recoge la cinta de chapa. El cilindro B se retira. El cilindro A suelta la cinta y el cilindro B se desplaza nuevamente a la posición delantera de final de carrera.

El sistema de avance para cinta de chapa tiene que estar provisto de un interruptor principal 5. Cuando el cilindro B se encuentra en posición de principio de carrera y el cilindro A ha soltado la cinta, deberá transmitirse una señal (indicación luminosa), indicando que la prensa puede proceder al corte de la siguiente pieza.

- Confeccionar el esquema neumático y el eléctrico.
- Ejecutar conexiones neumáticas y eléctricas.
- Comprobar el funcionamiento del circuito.

Figura 151. Diagrama de situaciones y fases del problema 15.



Fuente: Rouff (1991).

Actividad 2: Actividades de simulación/ prácticas.

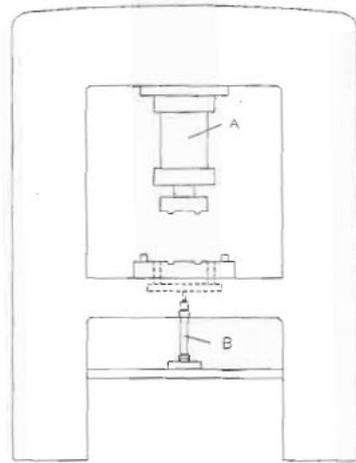
Las practicas se realizarán utilizando FluidSIM 4.5 en la misma se deja el enlace de descarga, NOTA: las personas que no cuenten con disponibilidad tecnológica como computador o internet se pide realizar las gráficas a mano con esfero color azul.

Link descarga FluidSim: <https://mega.nz/folder/tCBQDIjb#dvZiBgQaU56e1jdeS-JRxpA>

1. Dar solución al proceso de automatización de una dobladora que tiene la siguiente secuencia movimiento: A+ / A- / B+ / B-, utilizar el método de secuencia de paso máximo y obtenga los diagramas de fuerza, mando y control
2. Dada la siguiente secuencia A+ / B+ / B- / A-, utilizar el método de secuencia de paso mínimo y obtenga los diagramas de fuerza, mando y control

3. Dada la siguiente secuencia $A- / B+ / B- / A+ / C+, / C-$, utilizar el método de secuencia de cascada y obtenga los diagramas de fuerza, mando y control
4. Una máquina de chapa es colocada manualmente en la máquina. Un mando bimanual pone en funcionamiento la prensa para perfilar la chapa. Una vez concluido el proceso de perfilación, la pieza es expulsada.

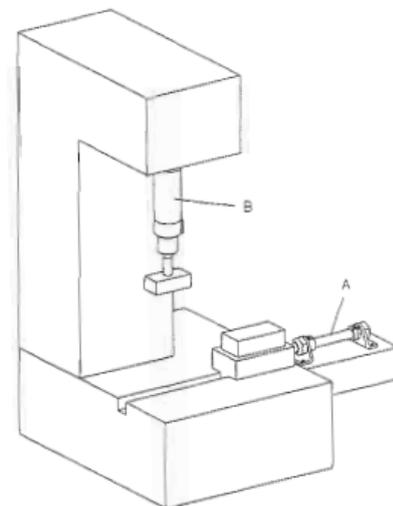
Figura 152. Prensa perfiladora.



Fuente: Mecafenix (2019).

5. Las piezas que serán estampadas son colocadas manualmente en un sistema de alimentación; el cilindro A se encarga de colocar la pieza debajo de la estampadora. El cilindro B avanza y estampa la pieza. A continuación, los cilindros A y B vuelven a su posición normal simultáneamente.

Figura 153. Estampadora.



Fuente: Mecafenix (2019).

AVISO

Los productos de las actividades realizadas en esta unidad temática se entregarán al profesor en el correspondiente portafolio estudiantil en formato digital o impreso.

En la misma fecha de entrega del portafolio tendrá que realizar la evaluación de fin de la unidad temática..., según las instrucciones del profesor.

Fecha de entrega del portafolio estudiantil y evaluación de la unidad temática:

Unidad 3
Hidráulica

Contenido

Resultados de aprendizaje:	Conoce los diferentes elementos como compresores, pistones y válvulas utilizados en la neumática e hidráulica. Crea tableros y dimensiona adecuadamente circuitos neumáticos e hidráulicos. Diseña e implementa circuitos electroneumáticos y electrohidráulicos. Conoce los procesos para el mantenimiento adecuado de los sistemas neumáticos e hidráulicos.			
Contenidos de la unidad 3	Horas/ Semana	Actividades de aprendizaje		
		Actividades de docencia	Actividades de aplicación / Prácticas	Actividades de trabajo autónomo
3.1. Simbología. 3.2. Elementos e instalaciones. 3.2.1 Válvulas direccionales 3.2.2 Válvulas limitadoras de presión. 3.2.3 Válvulas reguladores de presión. 3.2.4 Válvulas de cheque 3.2.5 Dimensionamiento de válvulas para sistemas hidráulicos. 3.2.6 Elementos complementarios: filtros, mangueras 3.3. Actuadores 3.3.1 Cilindros Hidráulicos 3.3.2 Motores Hidráulicos 3.3.3 Dimensionamiento de actuadores hidráulicos 3.3.4 Análisis de falla en actuadores hidráulicos 3.4. Circuitos 3.4.1 Formas de representación de las fases operativas del trabajo de una máquina. 3.4.2 Esquemas de circuitos de mando y técnicas de diseño 3.4.3 Aplicaciones secuenciales de circuitos hidráulicos	20 horas 4 semanas	Videoconferencia relacionada a los contenidos de la Unidad en curso. Aprendizaje con simulación y videos. Tutorías síncronas y asíncronas personalizadas	Identificación y manejo de simbología. Manejo de elementos neumáticos mediante simulación. Implementación de circuitos de mando y secuenciales.	Consultas on line Foros Chats Blogs Cuestionario

Metodología

Estrategia metodológica	Recursos didácticos
Constructivista-participativa	Diapositivas
Aprendizaje basado en problemas	Bibliografía
	Guías prácticas
	Internet
	Manuales
	Guía didáctica

Estrategia metodológica	Recursos didácticos
Aprendizaje en línea	Aula virtual Herramientas web 2.0 Internet Guía didáctica
Aprendizaje por descubrimiento	Guía didáctica Manuales Internet Periódicos Bibliografía Guías prácticas

Ponderación para la evaluación del estudiante:

Criterios de Evaluación: Se analiza el desempeño del estudiante al comprobar los conocimientos alcanzados a través de las actividades de aprendizaje planteadas			
Métodos:	Diagnóstica	Formativa	Sumativa
Técnicas:	Documentación	Encuesta	Análisis de grabación de audio o video
	Encuesta	Evaluación compartida o colaborativa	Evaluación compartida o colaborativa
	Autoevaluación	Documentación	Observación directa del alumno
Instrumentos:	Cuestionario	Cuestionario	Cuestionario
	Exposiciones	Pruebas orales de actuación	Examen
	Entrevista	Informes	Prueba objetiva
	Foros de discusión	Trabajo escrito	Actividades prácticas
Ponderación:	N/A	65%	35%

Desarrollo de la unidad 3

A diferencia de la neumática, la hidráulica se encarga del estudio del comportamiento control y distribución de aceites para lograr mediante este una acción final sobre un actuador final en la que se produzca un cambio de energía como es la de presión hidráulica a la de desplazamiento. La hidráulica es la rama de la física que estudia el comportamiento de los líquidos en función de sus propiedades específicas. Es decir, estudia las propiedades mecánicas de los líquidos dependiendo de las fuerzas a las que son sometidos. Todo esto depende de las fuerzas que se interponen con la masa y a las condiciones a las que esté sometido el fluido, relacionadas con la viscosidad de este.

En esta unidad se estudiará desde la simbología utilizada en hidráulica, elementos de instalación, dimensionamiento de equipos así como diseño de circuitos y control de actuadores finales.

Simbología

En esta sección se mostrará la mayoría de los símbolos utilizados en planos hidráulicos, ya sea para el diseño o lectura de los mismos.

Símbolos de rayado de líneas

En la siguiente figura se puede apreciar las líneas y formas que se utilizan para designar o llamar a un elemento hidráulico.

Figura 154. Diagrama de rayados de líneas para esquemas hidráulicos

Líneas	
	Línea continua – línea de caudal
	Trazos discontinuos - piloto, drenaje
	Rectángulo – trazos largos y cortos dibujados alrededor de dos o más símbolos de componentes
Círculos	
	Radio grande – bomba, motor
	Radio pequeño - Aparatos de medida
	Semicírculo – actuador rotativo
Cuadrado	
	Un cuadrado - funciones de control de presión - dos o más cuadrados adyacentes - control direccional
Diamante	
	Diamante – Acondicionador de fluido (filtro, separador, lubricador, intercambiador de calor).
Símbolos varios	
	Resorte
	Restricción de caudal
Triángulo	
	Sólido - Dirección del flujo de fluido hidráulico
	

Fuente: Solé (2007).

Símbolos de bombas y compresores

Para describir una bomba o un artefacto de succión o compresor de líquido o aceite hidráulico se puede apreciar los modos de simbología en la figura 131.

Figura 155. Diagrama de bombas y compresores esquemas hidráulicos

Bombas y Compresores	
Bomba hidráulica de desplazamiento fijo	
	Unidireccional
	Bidireccional
Bomba hidráulica de desplazamiento variable	
	Unidireccional
	Bidireccional

Fuente: Solé (2007).

Símbolos de Motores hidráulicos

La representación de motores hidráulicos utilizados para realizar el diseño o lectura de un plano hidráulico se pueden dividir como se muestra la siguiente figura 156

Figura 156. Diagrama de motores hidráulicos

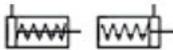
Motores	
Motor hidráulico de desplazamiento fijo	
	Unidireccional
	Bidireccional
Motor hidráulico de desplazamiento variable	
	Unidireccional
	Bidireccional
Motor neumático	
	Unidireccional
	Bidireccional
Actuador rotativo	
	Unidireccional
	Bidireccional

Fuente: Solé (2007).

Símbolos de Cilindros Hidráulicos

Uno de los principales actuadores hidráulicos utilizados son sin duda los cilindros mismos que evidencian una gran fuerza de empuje sobre vástago a diferencia de los cilindros neumáticos, puede apreciar los tipos o formas de graficar un cilindro hidráulico.

Figura 157. Diagrama de Cilindros hidráulicos

Cilindro de simple efecto	
	Retorno por fuerza externa
	Retorno por resorte o extendido por resorte
Cilindro de doble efecto	
	Simple vástago del pistón (el fluido extiende y retrae el pistón)
	Doble vástago del pistón
Cilindro con amortiguamiento	
	Amortiguamiento fijo simple
	Amortiguamiento fijo doble
	Amortiguamiento ajustable simple
	Amortiguamiento ajustable doble

Fuente: Solé (2007).

Símbolos de Válvulas Direccionales

La simbología es la misma utilizada en neumática considerando las vías y las posiciones como se muestra en la figura 158

Figura 158. Diagrama de válvulas direccionales

Válvulas de control direccional	
Válvula de control direccional (2 vías / 2 posiciones)	
	Válvula de control direccional normalmente cerrada con 2 vías y 2 posiciones finitas
	Válvula de control direccional normalmente abierta con 2 vías y 2 posiciones finitas
Válvula de control direccional (3 vías / 2 posiciones)	
	Válvula de control direccional normalmente cerrada con 3 vías y 2 posiciones finitas

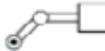
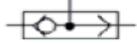
	Válvula de control direccional normalmente abierta con 3 vías y 2 posiciones finitas
Válvula de control direccional (4 vías / 2 posiciones)	
	Válvula de control direccional con 4 vías y 2 posiciones finitas
Válvula de control direccional (4 vías / 3 posiciones)	
	Válvula de control direccional con 4 vías y 3 posiciones finitas. La posición central puede tener varias vías de flujo
Válvula de control direccional (5 vías / 2 posiciones). Normalmente es una válvula neumática	
	Válvula de control direccional con 5 vías y 3 posiciones finitas
Válvula de control direccional (5 vías / 3 posiciones). Normalmente es una válvula neumática	
	Válvula de control direccional con 5 vías y 3 posiciones finitas
Válvula de control direccional proporcional. Servoválvula electro-hidráulica	Las posiciones del émbolo son variables permitiendo condiciones variables de caudal
	Unidad de operación directa de un solo estado que acepta una señal analógica y proporciona una potencia hidráulica análoga similar
	Unidad de operación indirecta de dos estados con realimentación mecánica que acepta una señal analógica y proporciona una potencia hidráulica análoga similar

Fuente: Solé (2007).

Símbolos de Métodos de control

Al igual que la simbología utilizada en neumáticas se presentan en similitud los métodos de control para el pilotaje de las válvulas en este caso hidráulicas, como lo muestra la figura 159.

Figura 159. Diagrama de Métodos de control Hidráulico

Métodos de control	
Control manual	
	Símbolo general (sin mostrar el tipo de control)
	Pulsador
	Palanca
	Pedal de pie
Mechanical Control	
	Émbolo o trazador
	Resorte
	Rodillo
	Rodillo (una sola dirección)
Control eléctrico	
	Solenoide (una bobina)
Operación piloto	
	Neumático
	Hidráulico
Válvula de dos etapas operada por piloto	
	Neumática: Primera etapa
	Neumático: Piloto de aire en la segunda etapa
	Hidráulico: Primera etapa
	Hidráulico: Piloto hidráulico en la segunda etapa
Válvulas de retención (antirretorno), lanzadera y de escape rápido	
	Válvula de retención – caudal libre en un sentido, bloqueado en el otro
	Válvula de retención operada por piloto, el piloto cierra
	Válvula de retención operada por piloto, el piloto abre
Válvula de lanzadera	
	Para aislar una parte de un sistema de otra parte alternativa del circuito
Válvula de escape rápido/Neumática	
	Instalada próxima a un actuador para permitir un movimiento rápido del actuador

Fuente: Solé (2007).

Símbolos de Válvulas de control de presión

Una de las funciones principales en hidráulica es el control de la presión de los aceites hacia los elementos finales, la simbología utilizada se puede ver en la figura 136

Figura 160. Símbolos de las válvulas de control de presión Hidráulico

<u>Válvulas de control de presión</u>	
Válvula de alivio de presión (válvula de seguridad) normalmente cerrada	
	La presión de la tubería está limitada al punto de disparo de la válvula, la parte secundaria va directamente al tanque
Válvula de alivio proporcional	
	La presión de la tubería está limitada y es proporcional a una señal electrónica
Válvula de secuencia	
	Cuando la presión de la línea alcanza el punto de disparo de la válvula, esta abre para permitir el flujo a la vía secundaria. El piloto debe ser drenado externamente al tanque
Válvula reductora de presión	
	La presión aguas debajo de la válvula está limitada al punto de disparo de la válvula

Fuente: Solé (2007).

Símbolos de las Válvulas de control de caudal

Al igual que la presión el control del caudal del fluido que drena por los conductos de las mangueras hidráulicas necesita ser controlado para poder entregarlos al actuador final, en la figura 137 se puede apreciar la simbología utilizada para este tipo de válvulas.

Figura 161. Símbolos de las válvulas de control de caudal Hidráulico

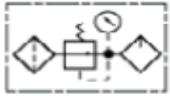
Válvulas de control de caudal	
Válvula de control	
	Ajustable al caudal de salida
Válvula de control de caudal	
	Con salida fija (las variaciones en la presión de entrada no afectan el caudal)
	Con salida fija y vía de alivio al depósito con alivio para el exceso de caudal (las variaciones en la presión de entrada no afectan el caudal)
	Con variable de salida
	Orificio fijo
	El caudal medido hacia la derecha y el caudal libre hacia la izquierda
	El control del caudal compensado con relación a la presión fija el caudal de salida independientemente de la carga
	Compensado con relación a la presión y la temperatura
	Con salida variable y vía de alivio al depósito
Válvula de división de caudal	
	El caudal es dividido en flujos iguales hacia dos salidas
Válvula de cierre	Símbolo simplificado
	
Acumuladores	
	
Filtros, Purgadores de agua, Lubricadores y Aparatos	

Fuente: Solé (2007).

Símbolos de elementos varios de Hidráulica

Existen sin duda varios elementos o accesorios que se utilizan dentro del grupo de circuitos hidráulicos que hacen que el funcionamiento de este sea el adecuado, en la figura 138 se puede apreciar los símbolos de varios accesorios que no fueron nombrados en las anteriores secciones.

Figura 162. Símbolos de elementos y accesorios varios de Hidráulica

Varios	
Filtro	
	
Purgador de agua	
	Con drenaje manual
	Con drenaje automático
Filtro con purgador de agua	
	Con drenaje manual
	Con drenaje automático
Secador de Aire	
	Refrigeración o eliminación química del agua de la tubería de aire comprimido
Lubricador	
	El vapor de aceite es inyectado en la tubería neumática
Unidad de Acondicionamiento	
	Símbolo compuesto del filtro, el regulador y la unidad de lubricación
	Símbolo simplificado
Intercambiadores de Calor	
	Unidad de refrigeración de aire o agua proyectada para eliminar el calor del aceite que retorna al depósito

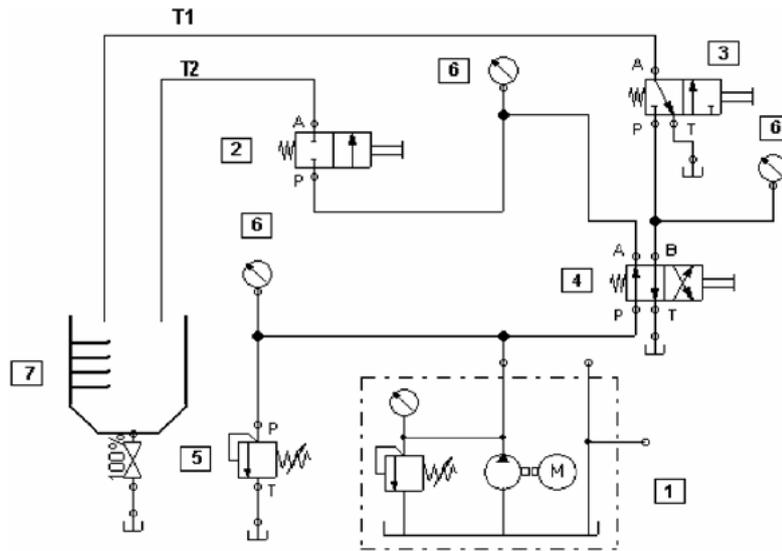
Fuente: Solé (2007).

Elementos e instalaciones.

Válvulas distribuidoras.

Las válvulas distribuidoras gobiernan los conductos de la corriente del líquido en determinadas direcciones. Como lo muestra el sistema hidráulico del esquema siguiente, las válvulas de vías o distribuidoras solo cumplen la función de gobernar la corriente de líquido. Manipulando las válvulas distribuidoras se puede llevar el aceite al depósito 7 ya sea por la tubería T1 o por la tubería T2 (Duque, 2007).

Figura 163. Ejemplo de utilización de válvulas distribuidoras.

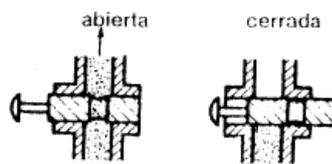


Fuente: Duque (2007).

Para representar las válvulas en los esquemas de circuito se utilizan símbolos. Estos muestran solamente las funciones de las válvulas, pero NO los distintos tipos de construcción (Duque, 2007).

Las piezas móviles de las válvulas pueden ocupar diversas posiciones de conmutación, por ejemplo, abierta – cerrada.

Figura 164. Posiciones de las piezas móviles.



Fuente: Duque (2007).

Cada posición de conmutación se representa mediante un cuadrado

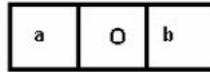
Figura 165. Representación de las posiciones en las válvulas.



Fuente: Duque (2007).

Las posiciones de conmutación pueden señalarse con letras. La representación muestra una válvula de tres posiciones de conmutación (a-O-b). La posición media está señalada con la O

Figura 166. Señalización de las posiciones en las válvulas.



Fuente: Duque (2007).

Dentro de los cuadrados, los conductos se representan mediante líneas, y las direcciones de flujo, mediante puntas de flechas, como se puede ver en la figura 166.

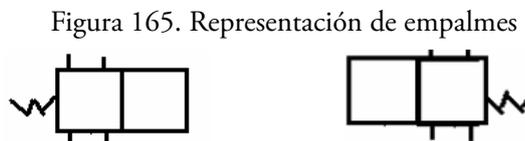
Los cierres se señalan mediante líneas transversales dentro de los cuadrados.

Figura 164. Representación de cierres mediante líneas trasversales



Fuente: Duque (2007).

Los empalmes se marcan en el cuadrado de la «posición de reposo».



Fuente: Duque (2007).

Los empalmes pilotados pueden señalarse con letras mayúsculas:

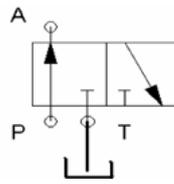
Conductos de trabajo y de alimentación hacia los cilindros **A, B, C**

Entrada, presión **P**

Escape, salida **R, S, T**

El escape y la corriente de retorno a los depósitos se señalan acoplando el símbolo del depósito (Duque, 2007).

Figura 166. Representación del escape y la corriente de retorno

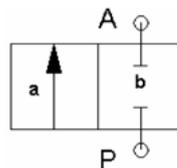


Fuente: Duque (2007).

Ejemplos de empalmes pilotados (empalmes principales)

- Dos empalmes pilotados dos empalmes principales.

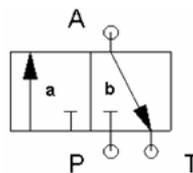
Figura 167. Representación de 2 empalmes pilotados dos empalmes principales



Fuente: Duque (2007).

- Tres empalmes pilotados–tres empalmes principales

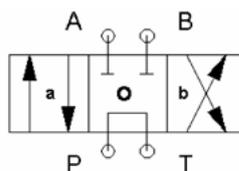
Figura 168. Representación de 3 empalmes pilotados tres empalmes principales



Fuente: Duque (2007).

- Cuatro empalmes pilotados cuatro empalmes principales

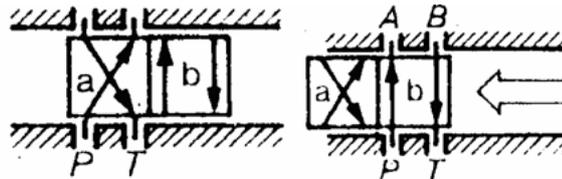
Figura 169. Representación de 4 empalmes pilotados cuatro empalmes principales



Fuente: Duque (2007).

El líquido de fuga se evacua, por la tubería de fuga. Para simplificar la representación, ésta ya no se dibuja en los símbolos ni en los esquemas de circuito. Los empalmes de fuga y de los conductos de pilotaje no son empalmes principales. La conmutación se efectúa desplazando los cuadrados, hasta que los empalmes coincidan con las líneas del otro cuadrado (los empalmes no varían) (Duque, 2007).

Figura 170. Representación de evacuación del líquido por tubería de fuga



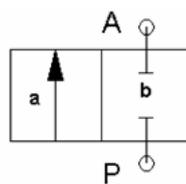
Fuente: Duque (2007).

Las válvulas distribuidoras van acompañadas de cifras. La primera indica el número de empalmes (conductos) y la segunda, el número de las posiciones de conmutación. Las dos cifras se separan por medio de una barra oblicua.

Ejemplos:

La válvula más sencilla: válvula de cierre 2 empalmes 2 posiciones de conmutación (cuadrados) se obtiene una válvula distribuidora 2/2 (Se habla de una válvula distribuidora dos–dos).

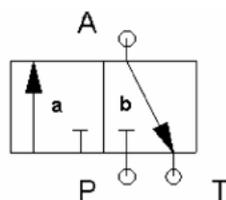
Figura 171. Representación de válvula distribuidora 2/2



Fuente: Duque (2007).

Empalmes y 2 posiciones de conmutación (cuadrados) se obtiene una válvula distribuidora 3/2. (Se habla de una válvula distribuidora tres–dos)

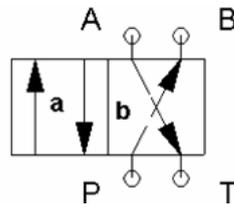
Figura 172. Representación de válvula distribuidora 3/2



Fuente: Duque (2007).

4 empalmes y 2 posiciones de conmutación (cuadrados) se obtiene una válvula distribuidora 4/2. (Se habla de una válvula distribuidora cuatro–dos)

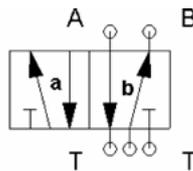
Figura 173. Representación de válvula distribuidora 4/2



Fuente: Duque (2007).

5 empalmes y 2 posiciones de conmutación (cuadrados) se obtiene una válvula distribuidora 5/2. (Se habla de una válvula distribuidora cinco–dos). Poco usada en hidráulica.

Figura 174. Representación de válvula distribuidora 5/2



Fuente: Duque (2007).

Tipos de accionamiento

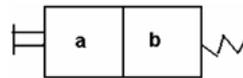
El accionamiento de una válvula es el medio físico usado para conmutarla y se representa también mediante un símbolo. Puede ser por pulsador, rodillo, eléctrico, pedal, etc.

Estos elementos de accionamiento se aplican lateralmente a los cuadrados de los símbolos de las posiciones de conmutación.

Posiciones de conmutación

En las válvulas con dispositivo de reposición (p. Ej., mediante muelle), se califica de posición de reposo aquella en que las piezas móviles de la válvula se encuentran si no se acciona la válvula. En válvulas de dos posiciones de conmutación con retorno por muelle corresponde a la posición b.

Figura 175. Representación de posiciones de una válvula

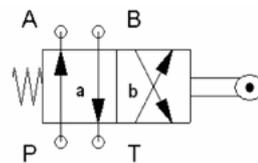


Fuente: Duque (2007).

Posición inicial: es la posición que toman las piezas móviles de una válvula después de montar está en un equipo. La presión del sistema actúa entonces sobre las piezas móviles de la válvula.

En la válvula a continuación descrita se distingue que la posición de reposo (a) es idéntica a la inicial (a).

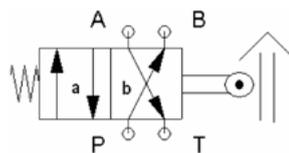
Figura 176. Representación de posición inicial de una válvula



Fuente: Duque (2007).

La figura siguiente representa la misma válvula anterior solo que en su posición inicial se encuentra accionada y por tanto su posición inicial no es la misma posición de reposo.

Figura 177. Representación de posición inicial accionada de una válvula



Fuente: Duque (2007).

En los planos hidráulicos las válvulas de vías deben aparecer en su posición inicial (como están en el montaje de la máquina o equipo).

Designación completa de las válvulas distribuidoras.

La denominación completamente de las válvulas de vías (distribuidoras) debe en general contener los siguientes aspectos:

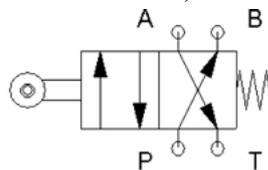
1. Un número fraccionario cuyo numerador indica el número de empalmes o vías y un denominador que indica el número de posiciones de conmutación, ejemplo 2/2, 3/2, 4/3 etc.

2. Si es normalmente abierta o normalmente cerrada. (si es el caso)
3. El tipo de accionamiento. Ejemplo, rodillo, eléctrico, pedal, palanca etc.
4. Si tiene retorno o centrado por resorte.
5. En caso de una válvula 4/3 indicar el tipo de centro, ejemplo, tandem, cerrado, abierto etc.

A continuación, se presentan ejemplo de designación de algunas válvulas distribuidoras.

- Válvula 4/2 flujo cruzado en posición de reposo, accionamiento por rodillo y retorno por muelle.

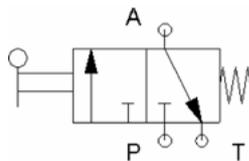
Figura 178. Válvula distribuidora 4/2 flujo cruzado en posición de reposo



Fuente: Duque (2007).

- Válvula 3/2 normalmente cerrada (NC), accionamiento por palanca y retorno por muelle.

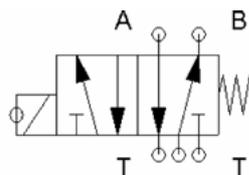
Figura 179. válvula distribuidora 3/2 normalmente cerrada (NC)



Fuente: Duque (2007).

- Válvula 5/2 (monoestable) accionamiento eléctrico y retorno por muelle.

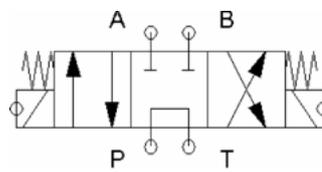
Figura 180. Válvula distribuidora 5/2 (monoestable) accionamiento eléctrico y retorno muelle



Fuente: Duque (2007).

- Válvula 4/3 centro tandem con doble accionamiento eléctrico y centrado por resortes.

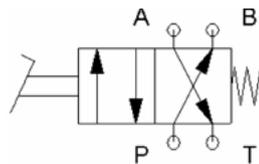
Figura 181. Válvula distribuidora 4/3 centro tandem con doble accionamiento eléctrico y centrado por resortes.



Fuente: Duque (2007).

- Válvula 4/2 flujo cruzado en posición de reposo accionamiento por palanca y retorno por muelle.

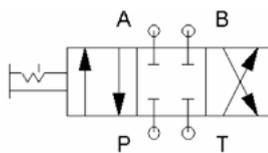
Figura 182. Válvula distribuidora 4/2 flujo cruzado en posición de reposo



Fuente: Duque (2007).

- Válvula 4/3 centro cerrado, accionamiento por enclavamiento mecánico (clavija).

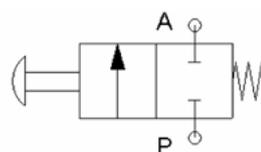
Figura 183. válvula distribuidora 4/3 centro cerrado, accionamiento por enclavamiento mecánico



Fuente: Duque (2007).

- Válvula 2/2 normalmente cerrada (NC), accionamiento por pulsador y retorno por muelle.

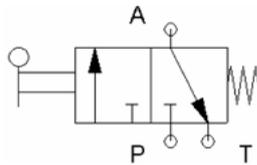
Figura 184. válvula distribuidora 2/2 normalmente cerrada (NC), accionamiento por pulsador y retorno por muelle.



Fuente: Duque (2007).

- Válvula 3/2 normalmente cerrada (NC), accionamiento por palanca y retorno por muelle.

Figura 185. válvula distribuidora 3/2 normalmente cerrada (NC), accionamiento por palanca y retorno por muelle.



Fuente: Duque (2007).

Válvulas limitadoras de presión.

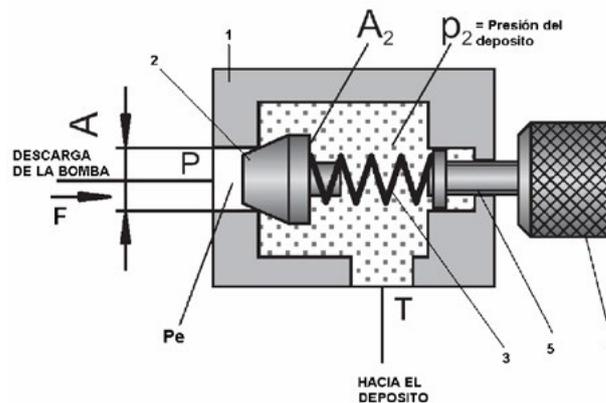
La válvula limitadora de presión sirve:

- para limitar la presión de trabajo a un determinado valor ajustable
- para ajustar la presión máxima en el sistema hidráulico
- para proteger la instalación de una carga excesiva por demasiada presión

Construcción

La válvula limitadora de presión consta de los siguientes componentes importantes para su funcionamiento (1) Cuerpo, (2) Cono, (3) Muelle de compresión, (4) Tornillo de ajuste, (5) tuerca

Figura 186. Construcción válvula limitadora de presión



Fuente: Duque (2007).

Funcionamiento

En la posición inicial, el cono es empujado por el muelle de compresión contra la abertura del taladro. El líquido que entra con la presión P actúa sobre el cono. Sobre dicha superficie actúa una fuerza

$$F = P_e * A$$

Siendo P_e = presión delante del cono en Kpa y A = superficie circular del cono en cm². La fuerza del muelle que actúa sobre el cono puede ajustarse por medio del tornillo de ajuste y del muelle de compresión. Al sobrepasar la fuerza F lentamente la fuerza del muelle ajustada (presión de apertura), el cono se levanta de su asiento. Por el intersticio anular producido, el líquido sale sin presión en dirección hacia el depósito.

Al aumentar repentinamente la presión, en la abertura de entrada, por la inercia del cono y del muelle se producen puntas de presión que sobrepasan el valor máximo admisible. En la válvula limitadora de presión, de mando directo, también hay que tener en cuenta que la presión del sistema varía independientemente de la presión máxima ajustada junto con el caudal que sale.

Aplicación

En todos los sistemas hidráulicos hay que montar una válvula limitadora de presión de la bomba con el objeto de evitar accidentes y daños por una presión excesiva. Las válvulas limitadoras de presión cerradas por muelles se utilizan para ajustar la presión de trabajo y limitar la presión de servicio o como válvulas de seguridad para finalidades secundarias. Esta ejecución sencilla es económica y dentro de grandes límites insensible a líquidos sucios sometidos a presión. Para caudales grandes se emplean válvulas limitadoras de presión con mando indirecto (servopilotadas).

Representación mediante símbolos

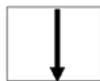
Para representar las válvulas en esquemas de circuitos se emplean símbolos. Estos símbolos muestran solamente las funciones de las válvulas, pero no los distintos tipos de construcción.

Los símbolos están normalizados según ISO 1219. Las válvulas durante su funcionamiento pueden ocupar dos a más posiciones finales fijas o pueden ocupar posiciones intermedias conforme al valor de ajuste de una variable (aquí presión), clasificándose estas como válvulas sin posiciones de conmutación fija. La válvula limitadora de presión es una válvula de este tipo.

Las válvulas se representan por medio de cuadrados.

Dentro de los cuadrados los conductos se representan mediante líneas y las direcciones de flujo mediante puntas de flechas.

Figura 187. Pasos para la representación válvula limitadora de presión



Fuente: Duque (2007).

Si al conmutar la posición se une la entrada (1) o la salida (2) con un empalme, la línea de la flecha recibe en este extremo una línea transversal que se entiende unida a la flecha al desplazar el cuadrado.

Las válvulas se deben representar en la posición de reposo. Por posición de reposo se entiende la posición en que las piezas móviles ocupan una posición determinada si no se acciona la válvula. En válvulas con dispositivo de reposición (p, ej mediante muelle) la posición de reposo corresponde al cuadrado que tiene a su lado el muelle.

El cambio de posición hay que imaginarlo esquemáticamente con un desplazamiento del cuadrado con todas sus líneas y flechas hasta los empalmes. Para facilitar la comprensión se representa aquí la posición final.

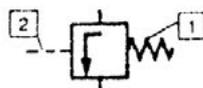
Figura 188. Pasos para la representación posición final válvula limitadora de presión



Fuente: Duque (2007).

La válvula es accionada por presión hidráulica. Simbólicamente se representa con una línea de pilotaje 2 que actúa en sentido opuesto al de la presión del muelle de reposición 1.

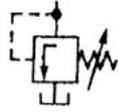
Figura 189. Representación de la numeración válvula limitadora de presión



Fuente: Duque (2007).

Símbolo según ISO 1219 Válvula limitadora de presión

Figura 190. Representación según ISO 1219 válvula limitadora de presión



Fuente: Duque (2007).

Válvula para limitar la presión en la entrada; se abre venciendo la fuerza del muelle recuperador.

La flecha diagonal significa que la fuerza del muelle puede regularse.

Válvulas reguladoras de presión.

Dentro de las válvulas reguladoras de presión existentes se verá:

- Regulador de presión, de dos vías (regulador sin orificio de escape)
- Regulador de presión, de tres vías (regulador de presión con orificio de escape)
- Regulador de presión, de dos vías (regulador sin orificio de escape)

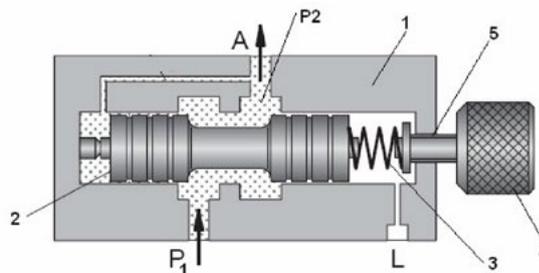
Objeto

El regulador de presión sirve para reducir la presión de entrada al valor de una presión de salida ajustable.

Construcción

El regulador de presión consta de los siguientes componentes importantes para su funcionamiento: (1) Cuerpo, (2) embolo, (3) muelle de compresión, (4) tornillo de ajuste y (5) junta.

Figura 191. Representación de la Construcción de una válvula regulador de presión, de dos vías

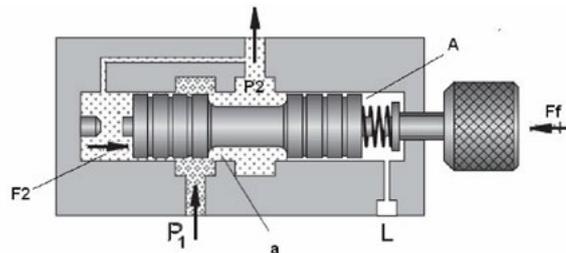


Fuente: Duque (2007).

Funcionamiento

En la posición inicial, el émbolo es empujado por el muelle de compresión contra el fondo de la válvula. El líquido que entra con la presión P_1 pasa hasta la salida con la presión que se forma aquí, pasa por el conducto a la parte inferior de la superficie A del émbolo.

Figura 192. Representación del funcionamiento de una válvula regulador de presión, de dos vías



Fuente: Duque (2007).

Sobre el émbolo actúan las siguientes fuerzas:

Ff = Fuerza del muelle, constante o ajustable (N)

F2 = $P_2 \cdot A$ (N)

P2 = Presión en el lado de salida (Pa)

A = Superficie del émbolo (cm²)

La presión P_1 no genera ninguna fuerza sobre el émbolo, porque actúa sobre dos superficies en sentido opuesto, con lo que F_1 es igual a cero. Como no actúan otras fuerzas sobre el émbolo, el caudal de líquido en el intersticio anular (a) se ajusta de modo que la fuerza del muelle viene a resultar igual a la fuerza de la presión del líquido

$$F_f = F_2 \quad F_f = P_2 \cdot A \quad P_2 = F_f / A$$

De la ecuación se desprende, que la presión P_2 depende únicamente de la magnitud de la fuerza del muelle F_f . Si aumenta ésta, también aumentará la presión P_2 ; si disminuye, también disminuirá dicha presión (de modo directamente proporcional). La fuerza del muelle F_f se ajusta mediante un tornillo y es prácticamente constante ya que la deformación del muelle es muy pequeña. La regulación puede tener lugar únicamente cuando P_1 es mayor que P_2 .

Aplicación

Se utiliza en máquinas herramientas, cilindros de fijación, con presión reducida en un circuito secundario.

Desventajas

Los reguladores de presión en ejecución de dos vías tienen las siguientes desventajas:

1. Si no hay flujo hacia el consumidor, no pueden ajustarse de una presión mayor a otra más baja.

2. Se necesita una válvula Limitadora de presión, adicional para los golpes de presión hacia atrás provenientes del consumidor.

Símbolo según ISO 1219

Regulador de presión, de dos vías (llamado también válvula reductora de presión). Es una válvula que mantiene en gran medida constante la presión de salida, aunque varíe la de entrada (ésta debe ser empero mayor). La posibilidad de regulación del muelle está marcada con la flecha.

Figura 193. Símbolo según ISO 1219 de una válvula regulador de presión, de dos vías



Fuente: Duque (2007).

Regulador de presión, de tres vías (regulador de presión con orificio de escape)

Objeto

El regulador de presión con orificio de escape sirve para regular (aminorar) la presión de entrada a un valor ajustable de la presión de salida. Al mismo tiempo pueden eliminarse los golpes de presión provenientes del consumidor; la presión puede ajustarse también a un valor más bajo, sin flujo.

Construcción

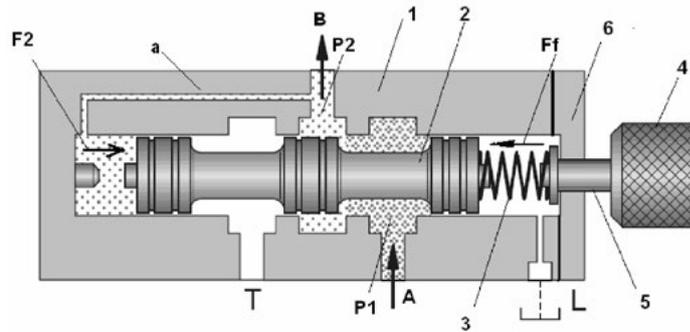
El regulador de presión consta de los siguientes componentes importantes para su funcionamiento: (1) Cuerpo, (2) émbolo, (3) muelle de compresión, (4) tornillo de ajuste, (5) junta y (6) tapa del cuerpo.

Funcionamiento

En la posición inicial, el muelle empuja el émbolo (2) contra el cuerpo (1). El líquido que entra con la presión P_1 pasa hasta la salida B. La presión que se forma por el punto amortiguador de estrangulación (a) produce una fuerza F_2 . El émbolo es desplazado hacia el muelle hasta que reina equilibrio de fuerzas con F_f . Al mismo tiempo se estrecha el borde de regulación. La presión P_2 disminuye. El mecanismo de regulación es el mismo que en el regulador de presión sin orificio de salida, con la diferencia de que se amortiguan

los golpes de presión provenientes del consumidor o un aumento de la presión, y de que el líquido puede fluir al depósito por T. En ello, se cierra la tubería A. Este regulador de presión funciona, pues, también como una válvula Limitadora de presión.

Figura 194. Representación del funcionamiento de una válvula regulador de presión, de tres vías con escape



Fuente: Duque (2007).

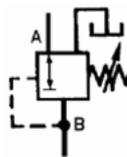
Aplicación

En las instalaciones hidráulicas se utilizan hoy casi sin excepción reguladores de presión, de 3 vías, puesto que con ellos se ahorra la válvula limitadora de presión. Los reguladores de presión, de 2 vías, se emplean principalmente en botellas de gas y en instalaciones domésticas de agua.

Símbolo según ISO 1219

Regulador de presión, de 3 vías (regulador con orificio de salida).

Figura 195. Símbolo según ISO 1219 de una válvula regulador de presión, de tres vías con escape



Fuente: Duque (2007).

Válvulas check o antirretorno

Objeto

La válvula antirretorno debe cerrar el paso del líquido a presión en un sentido y dejarlo pasar en el otro.

Aplicación

Permite el paso del líquido en un sentido y bloquea en sentido contrario. Se emplea para evitar el retorno del líquido del sistema hidráulico a la bomba hidráulica. Evita que se «vacíen» las tuberías rígidas y los tubos flexibles (acoplamiento rápidos).

Construcción

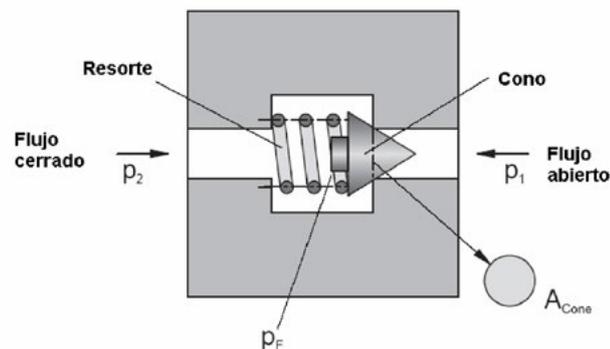
La válvula antirretorno consta de los siguientes componentes importantes para su funcionamiento: Cuerpo, cono y muelle de compresión

Funcionamiento

Al actuar la presión P_{e1} sobre el cono, éste se levanta de su asiento y deja pasar el líquido. La presión P_{e1} tiene que vencer la fuerza pequeña del muelle de compresión.

Al aplicar una contrapresión, el cono es empujado contra su asiento por la fuerza del muelle y adicionalmente por P_{e2} . El paso queda cerrado. Si actúan las dos presiones P_{e1} y P_{e2} , el líquido pasa cuando P_{e1} es mayor que la suma de P_{e2} y la fuerza del muelle.

Figura 196. Funcionamiento de una válvula antirretorno o check



Fuente: Duque (2007).

Símbolo según ISO 1219

Válvula antirretorno con contrapresión

Figura 197. Símbolo según ISO 1219 válvula antirretorno con contrapresión



Fuente: Duque (2007).

Símbolo según ISO 1219

Válvula antirretorno, desbloqueable hidráulicamente

Figura 198. Símbolo según ISO 1219 válvula antirretorno desbloqueable hidráulicamente



Fuente: Duque (2007).

Dimensionamiento de válvulas para sistemas hidráulicos.

La gama de diseños y tipos de Válvulas industriales disponibles en el mercado actual, independientemente de marcas y características diferenciadoras de tipo comercial, es muy amplia y ofrece múltiples posibilidades al técnico responsable de aplicación y cualquier persona técnico o comercial que tiene que tomar una decisión acerca de la selección de los correctos equipos para cada escenario.

Debemos, por tanto, seguir una lógica secuencia de parámetros a tener en cuenta ante una elección. Naturalmente todos estos parámetros están influenciados por factores ajenos al aspecto técnico tales como disponibilidad del producto, logística, economía, tendencias en planta, mantenimiento y otros de similar naturaleza que deben de influir también en la justa elección del producto.

Se deberá tener en cuenta 9 criterios:

1. Los valores normales y límites de presión que soporta el cuerpo de la válvula
2. Dimensionamiento y capacidad de flujo
3. Característica de flujo y rangeabilidad
4. Límites de temperatura
5. Caudal de fuga
6. Pérdidas de presiones normales y cuando la válvula está cerrada
7. Requerimientos de las conexiones de la válvula al sistema de cañería
8. Compatibilidad del material con la aplicación y durabilidad
9. Costo y vida útil

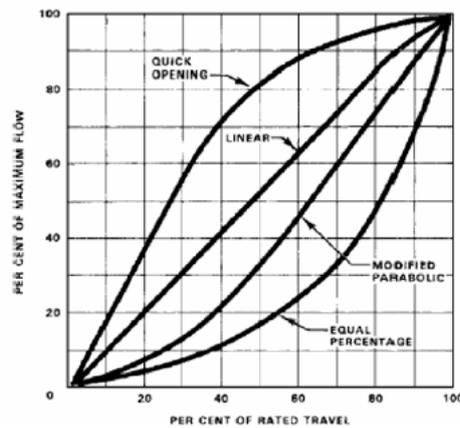
Los proveedores de válvulas suministran al usuario tablas de selección en función de la aplicación.

Comentaremos, en particular, las características de flujo de las válvulas de control.

Característica de flujo

Un criterio importante en la selección de las válvulas es la característica inherente de flujo que define la relación caudal–apertura del elemento final de control cuando la caída de presión a través de la válvula se mantiene constante. En forma equivalente, la característica de flujo inherente es la relación entre coeficiente de flujo C_v y la apertura. Las características inherentes de flujo típicas son: lineal, igual porcentaje, parabólica y apertura rápida. La elección de la característica de flujo inherente tiene influencia en la estabilidad y controlabilidad debido a la influencia de la ganancia del cuerpo de la válvula en la ganancia global de los elementos del lazo. La Figura 199 muestra las distintas características de flujo de las válvulas comerciales.

Figura 199. Característica inherente de válvulas de control comerciales



Fuente: Solé (2007).

En la siguiente tabla se describen algunas recomendaciones para la selección de la característica de flujo inherente de acuerdo a la variable que se desea controlar y al fluido.

Figura 200. Recomendaciones para elegir la característica de flujo de válvulas de control en lazos de caudal, nivel y presión

Control Valve Pressure Drop		Best Inherent Characteristic	
Constant ΔP		Linear	
Decreasing ΔP with increasing load, ΔP at maximum load > 20% of minimum-load ΔP		Linear	
Decreasing ΔP with increasing load, ΔP at maximum load < 20% of minimum-load ΔP		Equal percentage	
Increasing ΔP with increasing load, ΔP at maximum load < 200% of minimum-load ΔP		Linear	
Increasing ΔP with increasing load, ΔP at maximum load > 200% of minimum-load ΔP		Quick opening	

Application		Best Inherent Characteristic	
Liquid process		Equal percentage	
Gas process, small volume, less than 10 ft of pipe between control valve and load valve		Equal percentage	
Gas process, large volume (process has receiver, distribution system, or transmission line exceeding 100 ft of nominal pipe volume), decreasing ΔP with increasing load, ΔP at maximum load > 20% of minimum-load ΔP		Linear	
Gas process, large volume, decreasing ΔP with increasing load, ΔP at maximum load < 20% of minimum load ΔP		Equal percentage	

Flow measurement signal to controller	Location of control valve in relation to measuring element	Best Inherent Characteristic	
		Wide range of flow set point	Small range of flow but large ΔP change at valve with increasing load
Proportional to flow	In series	Linear	Equal percentage
Proportional to flow squared	In bypass [†]	Linear	Equal percentage
	In series	Linear	Equal percentage
	In bypass	Equal percentage	Equal percentage

^{*} Based on a combination of applied control theory and actual experience. (Fisher Controls International, Inc.)
[†] When control valve closes, flow rate increases in measuring element.

Fuente: Solé (2007).

Dimensionamiento de válvulas de control

Una vez seleccionado el tipo de válvula teniendo en cuenta los aspectos enunciados anteriormente se la debe dimensionar.

La ecuación general de flujo de una válvula de control se obtuvo gracias a los esfuerzos de Daniel Bernoulli y a pruebas experimentales

$$F = C_v \sqrt{\frac{\Delta P_v}{\gamma}}$$

F = Caudal [gpm]

Cv = Coeficiente de dimensionamiento de la válvula. Determinado midiendo el caudal de que circula a caída de presión constante a 60 F

P1 = presión aguas arriba

P2 = Presión aguas abajo

γ = Densidad relativa

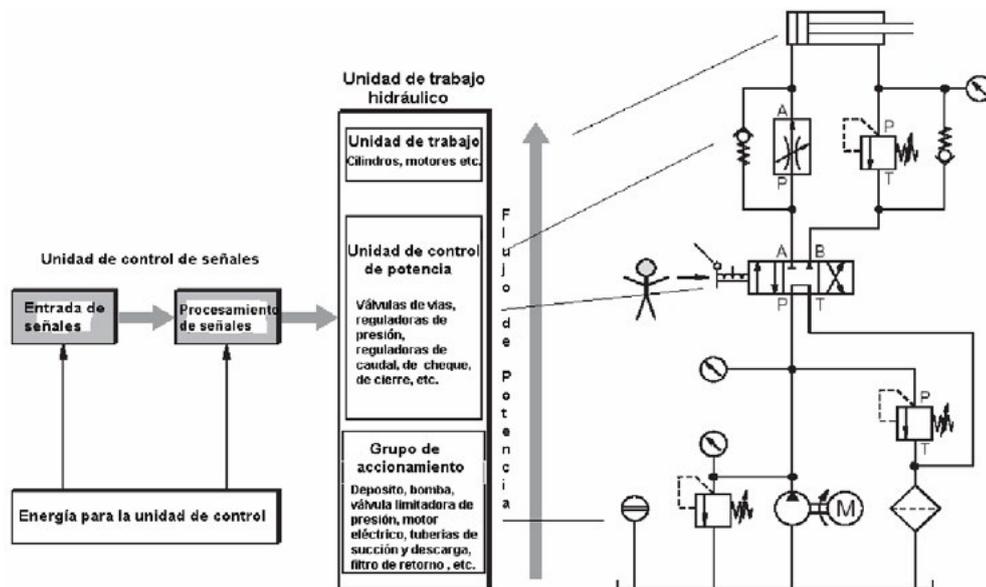
Dimensionar una válvula significa determinar el diámetro del orificio de manera que cuando deba circular el caudal normal mínimo y normal máximo las aperturas se encuentren en el tramo intermedio de su carrera (entre el 30 y el 70 %). La apertura será del 100 % para el caudal máximo. Con estas condiciones de cálculo se aseguran capacidad de regulación y rangeabilidad adecuadas.

Elementos complementarios: filtros, mangueras

Representación esquemática de la cadena de mando

En los sistemas hidráulicos se genera un caudal constante de aceite en el grupo de accionamiento el cual es controlado por válvulas de vías, reguladoras de presión o de caudal para por fin ser llevado al actuador que es quien realiza el trabajo requerido (Duque, 2007).

Figura 201. Esquema de cadena de mando hidráulico



Fuente: Duque (2007).

Líquido a presión

El líquido a presión tiene que satisfacer diversas tareas en una instalación hidráulica (Duque, 2007):

- Debe transmitir la energía hidráulica
- Se genera en la bomba hidráulica; Se transforma en el cilindro o motor
- Debe lubricar todas las piezas de una instalación hidráulica (cojinetes, superficies de deslizamiento, etc.).
- Debe evitar que las piezas interiores móviles sean atacadas por la corrosión
- Debe evacuar suciedades, abrasión, etc.
- Debe evacuar el calor

El líquido a presión debe satisfacer diversas exigencias mínimas. Estas ya están fijadas en la mayoría de los casos (Duque, 2007).

Una selección adecuada del aceite asegura una vida y funcionamiento satisfactorios de los componentes del sistema, principalmente de las bombas y motores hidráulicos y en general de los actuadores.

Algunos de los factores especialmente importantes en la selección del aceite para el uso en un sistema hidráulico industrial, son los siguientes (Duque, 2007):

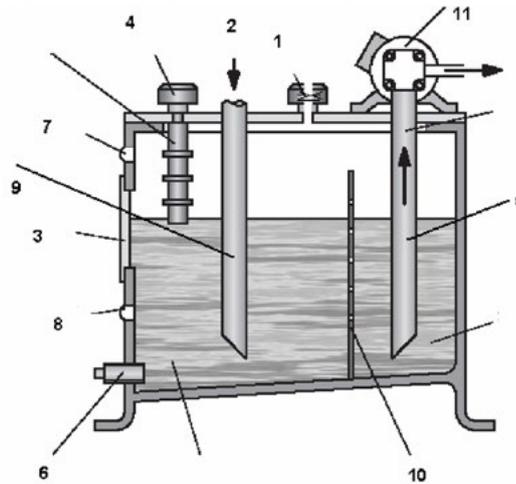
1. El aceite debe contener aditivos que permitan asegurar una buena característica antidesgaste. No todos los aceites presentan estas características de manera notoria.
2. El aceite debe tener una viscosidad adecuada para mantener las características de lubricante y limitante de fugas a la temperatura esperada de trabajo del sistema hidráulico.
3. El aceite debe ser inhibidor de oxidación y corrosión.
4. El aceite debe presentar características antiespumantes. Para obtener una óptima vida de funcionamiento, tanto del aceite como del sistema hidráulico; se recomienda una temperatura máxima de trabajo de 65°C

Depósito

Toda instalación hidráulica tiene un depósito que ha de satisfacer diversas tareas: Depósito de reserva, separador de líquido a presión y aire, evacuador de calor, portador de una bomba incorporada o montada encima y del motor de accionamiento, así como placa base para diversas piezas de mando (Duque, 2007).

Filtro de aire, 2) Empalme de retorno, 3) Tapa desmontable, 4) Tornillo de la abertura de llenado, con varilla indicadora de nivel y cesta de tamiz, 5) Tubo de aspiración, 6) Tornillo de purga de líquido, 7) Mirilla de control (nivel máximo), 8) Mirilla de control (nivel mínimo), 9) Tubo de retorno, 10) Chapa tranquilizadora, 11) Bomba.

Figura 202. Representación depósito hidráulico



Fuente: Duque (2007).

Racor de llenado (4)

Debería tener siempre un tamiz de malla, a fin de cribar sustancias ajenas al rellenar el depósito.

Tornillo de purga (6)

Debería hallarse en el lugar más bajo del depósito. En caso de sustituir el líquido, limpiar el depósito y el filtro.

Verificación del nivel del líquido (7 y 8)

El nivel del líquido se verifica continuamente por medio de la varilla indicadora o por la mirilla de control. Los niveles mínimo y máximo deberían estar marcados.

Purga de aire (1)

Todo depósito debe disponer de un sistema suficiente de aireación y desaireación, provisto de un filtro de aire. Es necesario airearlo y desairearlo, para que la presión atmosférica pueda actuar sin ningún impedimento sobre el nivel del líquido, con el objeto de que la bomba pueda aspirar y el aceite se mantenga sin burbujas de aire (Duque, 2007).

Chapas tranquilizadoras (10)

Dividen el depósito en una cámara de aspiración y otra de retorno. En ésta última, el líquido puede tranquilizarse y los cuerpos ajenos pueden depositarse (Duque, 2007).

Símbolos según ISO 1219

Depósito, ventilado, con una tubería por debajo del nivel del líquido

Figura 203. Símbolo según ISO 1219 depósito hidráulico



Fuente: Duque (2007).

Filtro

El filtraje del líquido a presión en las instalaciones tiene gran importancia para conservar las funciones y la duración de los equipos hidráulicos. La abrasión metálica, la abrasión de los elementos de estanqueidad, el polvo y la suciedad del aire se entremezclan con el líquido a presión, especialmente durante el rodaje (Duque, 2007).

Estas partículas, más o menos grandes, deben ser filtradas continuamente, pues de lo contrario obstruirán poco a poco los conductos y las aberturas importantes de la instalación. Las perturbaciones producidas pueden ser grandes. Las impurezas producen un desgaste muy grande en las piezas móviles de la instalación hidráulica. Los filtros de tamiz imantado garantizan un filtraje suficiente con el montaje de un elemento filtrante consistente en un tejido de alambre de malla estrecha preimantado y un fuerte imán (Duque, 2007).

El propósito de la filtración no es solo prolongar la vida útil de los componentes hidráulicos, si no también evitar paradas producidas por la acumulación de impurezas en las estrechas holguras y orificios de las modernas válvulas y servoválvulas. Para prolongar la vida útil de los aparatos hidráulicos es de vital importancia emplear aceites limpios, de buena calidad y no contaminado (Duque, 2007).

La limpieza de los aceites se puede lograr reteniendo las partículas nocivas o dañinas y efectuando los cambios de aceite en las fechas y periodos que establecen los fabricantes o que determinan las especificaciones técnicas del aceite y/o elementos del circuito (Duque, 2007).

Los elementos que constituyen contaminantes para el aceite pueden ser entre otros:

- Agua
- Ácidos
- Hilos y fibras
- Polvo, partículas de junta y pintura

El elemento que debe retener estos contaminantes es el filtro. Para evitar que los aceites entren en contacto con elementos contaminantes; puede procurarse lo siguiente:

1. En reparaciones, limpiar profusamente
2. Limpiar el aceite antes de hacerlo ingresar al sistema
3. Cambiar el aceite contaminado periódicamente
4. Contar con un programa de mantenimiento del sistema hidráulico
5. Cambiar o limpiar los filtros cuando sea necesario

El filtro mostrado al lado está previsto para ser montado en la tubería de retorno, Se diferencia entre:

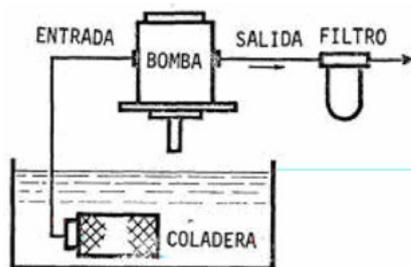
Filtraje por aspiración

El filtro se monta en la tubería de aspiración, se emplea para proteger la bomba de daños producidos por cuerpos ajenos se pueden producir daños por cavitación, (véase el ejercicio: Motor hidráulico) cuando los filtros están sucios. En muchos casos se opta por usar una coladera que es una malla metálica que evita solo que partículas metálicas ó sólidas ingresen a la bomba sin causar mucha restricción (Duque, 2007).

Filtraje de presión

El filtro se monta en la tubería de presión para proteger los elementos hidráulicos (p. ej., válvulas servopilotadas) contra cuerpos ajenos, (se utiliza poco). En la figura vemos un filtro instalado a la salida de la bomba y delante de la válvula reguladora de presión y alivio. Estos filtros deben poseer una estructura que permite resistir la máxima presión del sistema. Por seguridad deben poseer una válvula de retención interna. La máxima pérdida de carga recomendada con el elemento limpio es de 5 PSI (Duque, 2007).

Figura 204. Representación Filtro en Línea

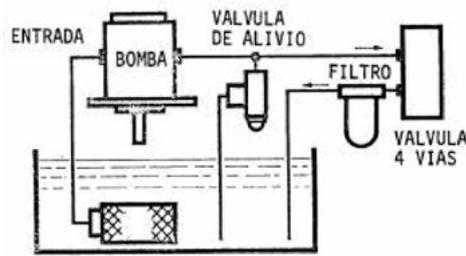


Fuente: Duque (2007).

Filtraje de retorno

El filtro se monta en la tubería de retorno (es el más empleado)

Figura 205. Representación Filtro de Retorno

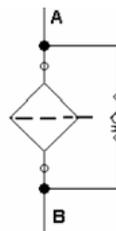


Fuente: Duque (2007).

Símbolo según ISO 1219

El filtro más utilizado se considera para la representación el filtro de retorno:

Figura 206. Símbolo según ISO 1219 Filtro de Retorno



Fuente: Duque (2007).

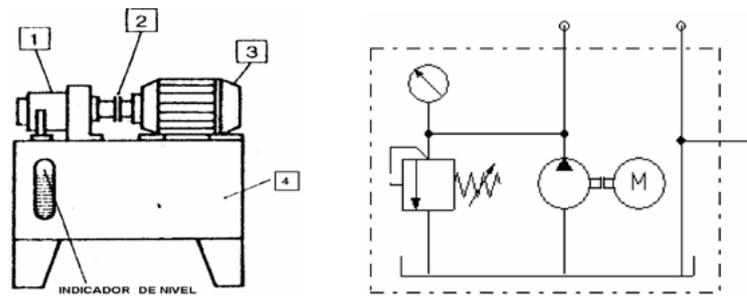
Grupo de accionamiento

El grupo de accionamiento comprende:

La bomba hidráulica (de engranajes u otro tipo), el motor eléctrico, el depósito, La válvula limitadora de presión (válvula de seguridad) y las tuberías rígidas y los racores. La bomba de engranajes (1) está unida al motor eléctrico (3) por medio de un embrague (2). La bomba de engranajes, el depósito y a válvula de seguridad están unidos entre sí mediante tuberías rígidas.

El extremo de las tuberías que penetra en el depósito se encuentra por debajo del nivel del líquido, para que en ellas no pueda entrar aire.

Figura 207. Símbolo grupo de accionamiento



Fuente: Duque (2007).

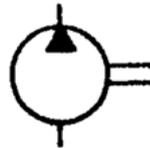
Para simplificar la representación gráfica de los elementos y tuberías en los sistemas hidráulicos se emplean símbolos. Cada símbolo muestra un elemento y su función, pero no el tipo de construcción. Para estandarizar su empleo, estos símbolos están normalizados

La norma ISO 1219 estandariza los elementos y símbolos para los sistemas fluido – técnicos (como son los hidráulicos y neumáticos).

Bomba hidráulica (bomba de engranajes)

Elemento para transformar la energía mecánica en energía hidráulica Bomba hidráulica con un sentido de flujo de impulsión.

Figura 208. Símbolo bomba hidráulica.

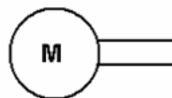


Fuente: Duque (2007).

Motor eléctrico (Con velocidad casi constante)

El motor eléctrico representado en la hidráulica:

Figura 209. Símbolo motor eléctrico.



Fuente: Duque (2007).

Depósito

Ventilado; aquí, con dos tuberías debajo del nivel del líquido

Figura 210. Símbolo deposito ventilado hidráulico.

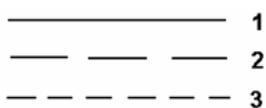


Fuente: Duque (2007).

Tuberías

Los elementos hidráulicos se unen mediante tuberías: Tubería de trabajo (1) (para transmitir energía) o tubería de retorno, Tubería de pilotaje (2) (para accionar elementos hidráulicos) y tubería de fuga (3) (para la salida de las fugas de líquido que se producen)

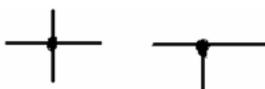
Figura 211. Símbolo tuberías hidráulicas.



Fuente: Duque (2007).

Uniones de tuberías desmontables (p. ej, por rosca), fijas (p. ej, soldadas)

Figura 212. Símbolo Unión tuberías hidráulicas.

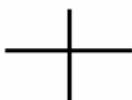


Fuente: Duque (2007).

Cruce de tuberías

Tuberías cruzadas que no están unidas

Figura 213. Símbolo Cruce tuberías hidráulicas.



Fuente: Duque (2007).

Actuadores Hidráulicos.

Cilindros Hidráulicos

Los actuadores hidráulicos, que son los más usuales y de mayor antigüedad en las instalaciones hidráulicas, pueden ser clasificados de acuerdo con la forma de operación, y aprovechan la energía de un circuito o instalación hidráulica de forma mecánica, generando movimientos lineales (Pedroza, 2018).

Los cilindros hidráulicos pueden ser de simple efecto, de doble efecto y telescópicos. En el primer tipo, el fluido hidráulico empuja en un sentido el pistón del cilindro y una fuerza externa (resorte o gravedad) lo retrae en sentido contrario (Pedroza, 2018).

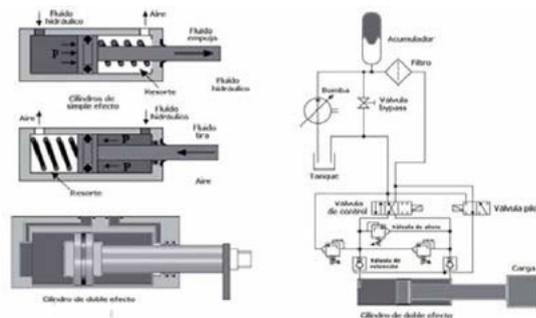
Figura 214. Tipos de cilindros hidráulicos.



Fuente: Pedroza (2018).

El cilindro de acción doble utiliza la fuerza generada por el fluido hidráulico para mover el pistón en los dos sentidos, mediante una válvula de solenoide. El cilindro telescópico contiene otros de menor diámetro en su interior y se expanden por etapas, muy utilizados en grúas, etc. (Pedroza, 2018).

Figura 215. Cilindro hidráulico de simple efecto y de doble efecto.



Fuente: Pedroza (2018).

Los actuadores hidráulicos proporcionan pares y fuerzas elevadas y un buen control del movimiento y ésta es su principal ventaja frente a los sistemas neumáticos y eléctricos. Los fluidos hidráulicos son virtualmente incompresibles y gracias a las altas presiones con que trabajan (35 a 350 bar) permiten un control del caudal lo suficientemente preciso para el actuador. Sus desventajas son el coste elevado y la necesidad de acondicionar, contener y filtrar el fluido hidráulico a temperaturas seguras y en centrales hidráulicas o unidades de potencia (power pack). Las aplicaciones típicas residen en vehículos, elevadores, grúas hidráulicas, máquinas herramientas, simuladores de vuelo, accionamiento de timones en los aviones, etc. (LabVolt, 1992).

Figura 216. Cilindros hidráulicos.



Fuente: LabVolt (1992).

Generalidades

Los cilindros hidráulicos de movimiento lineal son utilizados comúnmente en aplicaciones donde la fuerza de empuje del pistón y su desplazamiento son elevados. Los cilindros hidráulicos de movimiento giratorio pueden ser de pistón-cremallera-piñón y de dos pistones con dos cremalleras en los que el movimiento lineal del pistón es transformado en un movimiento giratorio mediante un conjunto de piñón y cremallera y el cilindro de aletas giratorias de doble efecto para ángulos entre 0° y 270° (Pedroza, 2018).

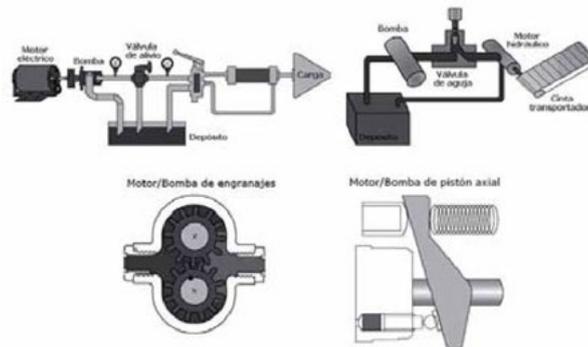
Motores Hidráulicos

Generalidades

En un sistema hidráulico, la bomba aporta la presión necesaria sobre el fluido hidráulico para que el circuito pueda proporcionar la potencia requerida por los equipos que alimenta, mientras que el cilindro o el motor realizan el trabajo externo requerido por una carga. Hay que señalar que, si bien en el texto se estudian los motores hidráulicos, la descripción de las bombas es parecida (Pedroza, 2018).

La presión de trabajo del circuito se consigue al ser los fluidos hidráulicos prácticamente incompresibles y emplearse varios pistones que los comprimen a través de una fuerza mecánica proporcionada por un motor eléctrico o de gasolina o por cualquier otro dispositivo (Pedroza, 2018).

Figura 217. Esquemas de circuitos hidráulicos (bomba y motor).



Fuente: Pedroza (2018).

La velocidad predeterminada relativamente constante a través de su variada gama de presiones. Cuando alcanzan su máximo par, su velocidad cae rápidamente debido a que el fluido hidráulico se escapa a través de una válvula de alivio dejando el motor sin alimentar. La generación de calor que tiene lugar durante su funcionamiento puede hacerse mínima utilizando un sistema de bombeo volumétrico de presión compensada en lugar de la válvula de alivio. Con relación a los demás motores pueden proporcionar puntas de potencia con menor esfuerzo. Por otro lado, estos motores al ser unidades compactas pueden sumergirse o trabajar en condiciones de servicio muy duras (Pedroza, 2018).

Entre los tipos de motores hidráulicos se encuentran:

1. Motor de paletas. Son las más populares si bien tienen algunas limitaciones en el par de arranque y a bajas velocidades debido al alto porcentaje de deslizamiento o a las fugas internas de fluido. Asimismo, no pueden emplearse en sistemas de muy alta presión.
2. Motor de pistón axial o radial. El axial tiene los pistones dispuestos a lo largo de un eje, mientras que en el radial están posicionados radialmente a la generación de energía. Son más caros, pero pueden adaptarse mejor a alto par, bajas velocidades de operación y en aplicaciones de alta presión.
3. Motor de engranajes. Son los más baratos pero los más ruidosos. Pueden trabajar a altas velocidades, pero de forma análoga a los motores de paletas, su rendimiento cae a bajas velocidades.

4. Motor gerotor. Son motores de engranajes con engranajes internos de diferente número de dientes. Son excelentes motores de baja velocidad, alto par gracias a su inherente operación reducida de los engranajes.

Los motores hidráulicos proporcionan fuerzas y pares elevados con un alto nivel de control del movimiento. Sus aplicaciones típicas son en motores de elevación de bajo peso y alta potencia, movimiento de los controles de los aviones comerciales, poleas hidráulicas, máquinas herramientas, simuladores de vuelo y de movimiento, y en máquinas de agricultura y uso automático industrial. Los datos de los motores hidráulicos pueden venir dados en unidades europeas o americanas. Para facilitar su uso se muestra en la tabla una equivalencia entre las mismas. (Pedroza, 2018)

Figura 218. Equivalencia entre unidades

Medida	Unidad	Unidad imperial/US	Factor de conversión
Presión	bar	Pa	1 bar = 10 ⁵ Pa
Volumen	litro	m ³	1 litro = 10 ⁻³ m ³
Viscosidad cinemática	cSt	m ² /s	1 cSt = 10 ⁻⁴ m ² /s = 1 mm ² /s
Desplazamiento	c.c./Rev.	Pulgadas cúbicas/Rev. (In ³ /Rev)	1 c.c./Rev = 0,061 in ³ /Rev
Par específico	Nm /bar	lb.ft/psi (libras.pie/psi)	1 Nm /bar = 0,0509 lb.ft/psi
Par	Nm	lb.ft (libras.pie)	1 Nm = 0,73757 lb.ft
Presión	bar	psi	1 bar = 14,5052 psi
Potencia	KW	HP (US)	1 KW = 1,3410 HP(US)
Peso	kg	lb	1 kg = 2,2046 lb
Capacidad	litros	Galones US Galones imperiales	1 litro = 0,2642 Galones US 1 litro = 0,2200 galones imperiales
Temperatura	°C	°F	°C = (°F - 32)/1,8
Longitud	mm	pulgada	1 mm = 0,03937 pulgadas

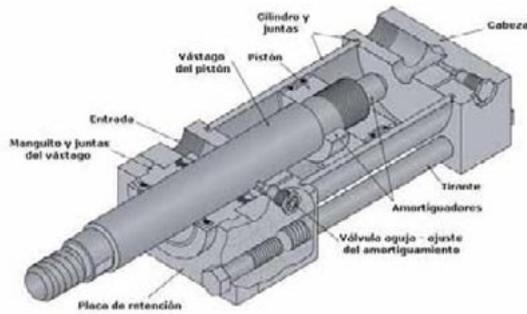
Fuente: Pedroza (2018).

Dimensionamiento de actuadores hidráulicos

Cálculo del cilindro y tamaño del cilindro

Las fuerzas generadas en un cilindro en la extensión del pistón son:

Figura 219. Cilindro hidráulico simple.



Fuente: LabVolt (1992).

$$F_{\text{extensión}}(\text{Newton}) = P(\text{MPa}) * \frac{\pi * D^2}{4} * 0,9 = P(\text{bar}) * \frac{\pi * D^2}{40} * 0,9$$

$$F_{\text{retracción}}(\text{Newton}) = P(\text{MPa}) * \frac{\pi * (D^2 - d^2)}{4} * 0,9 = P(\text{bar}) * \frac{\pi * (D^2 - d^2)}{40} * 0,9$$

Siendo

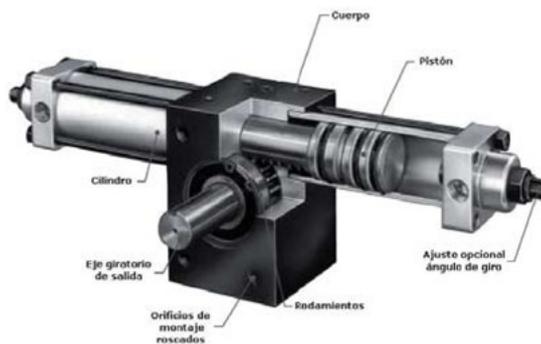
P = Presión de operación (MPa o bar)

D = Diámetro interior del cilindro (mm)

d = Diámetro del vástago del pistón (mm)

0,9 = Coeficiente de rozamiento de rodamientos, juntas y partes móviles del cilindro

Figura 219. Actuador hidráulico giratorio.



Fuente: LabVolt (1992).

El factor de carga es la relación entre la carga real y la fuerza teórica de salida del cilindro. La tabla indica la relación entre el factor de carga y la velocidad del pistón.

Tabla 6. Relación entre el factor de carga y la velocidad del pistón

Velocidad del pistón (mm/s)	Factor máximo de carga
8 a 100	70%
101 a 200	30%
201 a 300	10%

Fuente: LabVolt (1992).

Ejemplo:

Sea un cilindro con los datos:

Carga = 5.000 N

Presión de servicio = 10 MPa = 100 bar

Velocidad del pistón = 150 mm/s

Factor de carga = 30%

La fuerza de salida del cilindro es:

$5.000/0,3 = 16.667 \text{ N}$

Y de la fórmula de la fuerza de extensión del cilindro se deduce:

$$D = \sqrt{\frac{4 * F_{extensión}}{0,9 * \pi * P(MPa)}} = \sqrt{\frac{40 * F_{extensión}}{0,9 * \pi * P(bar)}} = \sqrt{\frac{4 * 16,667}{0,9 * \pi * 10(MPa)}} = 48,5 \text{ mm}$$

Se considera un diámetro interior comercial del cilindro de 50 mm.

Como comprobación, la fuerza generada sería de:

$$F_{extensión(Newton)} = P(MPa) * \frac{\pi * D^2}{4} * 0,9 = 10 * \frac{\pi * 50^2}{4} * 0,9 = 17,662 \text{ N}$$

Y en el caso de que la fuerza de salida del cilindro se refiriera a la de retracción, con un diámetro del vástago de 28 mm.

$$D = \sqrt{\frac{4 * F_{extensión}}{0,9 * \pi * P(MPa)}} = \sqrt{\frac{40 * F_{extensión}}{0,9 * \pi * P(bar)}} + d^2 = \sqrt{\frac{4 * 16,667}{0,9 * \pi * 10(MPa)}} + 28^2$$

$$= 56,05 \text{ mm}$$

El diámetro interior comercial del cilindro sería de 63 mm.

$$F_{retracción(Newton)} = P(MPa) * \frac{\pi * (D^2 - d^2)}{4} * 0,9 = 10 * \frac{\pi * (63^2 - 28^2)}{4} * 0,9$$

$$= 22,513 \text{ N}$$

Retracción del pistón en el cilindro de acuerdo con la presión de servicio, el diámetro interior del cilindro y el diámetro del vástago.

Carrera del pistón

Existen límites en la carrera del pistón en diversos montajes para prevenir que el vástago se doble cuando ejerce una determinada fuerza contra una carga. En la figura pueden verse tipos de montaje y las curvas de los límites en la carrera del pistón (Pedroza, 2018).

Para prevenir daños en el cilindro y en los accesorios periféricos, es necesario instalar un amortiguador de choque que absorba la máxima energía de inercia del pistón en su movimiento al final de su carrera (Pedroza, 2018).

El amortiguamiento no es necesario a velocidades inferiores a 6 metros/minuto. Entre 6 y 20 metros/minuto el amortiguamiento se logra con restrictores o válvulas de freno y a velocidades superiores a 20 metros/minuto se precisan amortiguamientos especiales (Pedroza, 2018).

En el ejemplo representativo de la figura 198, se procede del modo siguiente:

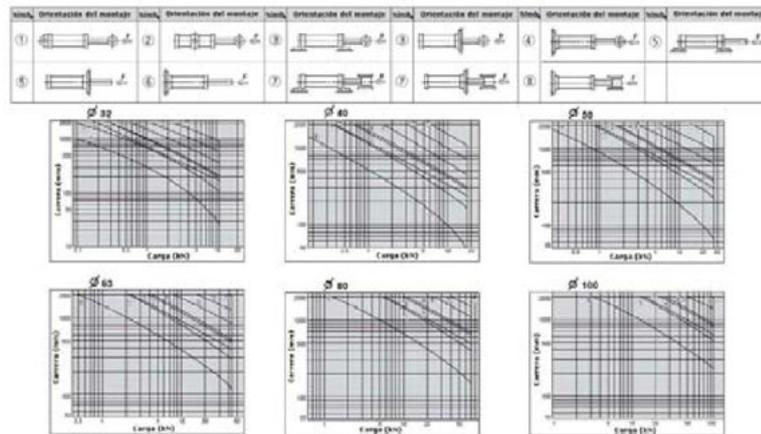
- Presión de servicio = 7 MPa = 70 bar
- Peso en la rampa (sometido solo a la acción de la gravedad) = 400 Kg
- Velocidad del pistón en el punto de contacto con el amortiguador = 0,2 m/s
- Ángulo de la rampa $\alpha = 30^\circ$

El pistón trabaja en extensión.

La energía de inercia de la carga en el punto de contacto con el amortiguador es:

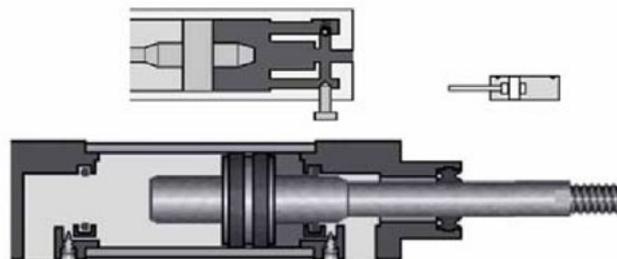
$$Energía = \frac{mV^2}{2} = \frac{400 * 0,2^2}{2} = 8 J$$

Figura 220. Tipos de montaje y curvas de límites de carrera del pistón.



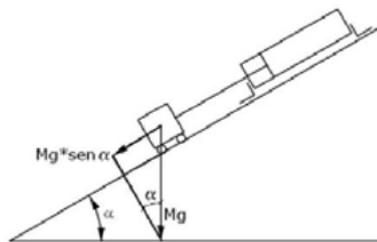
Fuente: Pedroza (2018).

Figura 221. Amortiguamiento de final de carrera del pistón.



Fuente: Pedroza (2018).

Figura 222. Ejemplo de cálculo de un cilindro hidráulico.



Fuente: Pedroza (2018).

La fuerza F aplicada axialmente al cilindro en el punto de contacto con el amortiguador es:

$$F = mg * \text{sen} \alpha = 400 * 9,8 * \text{sen} 30^\circ = 1960 \text{ N}$$

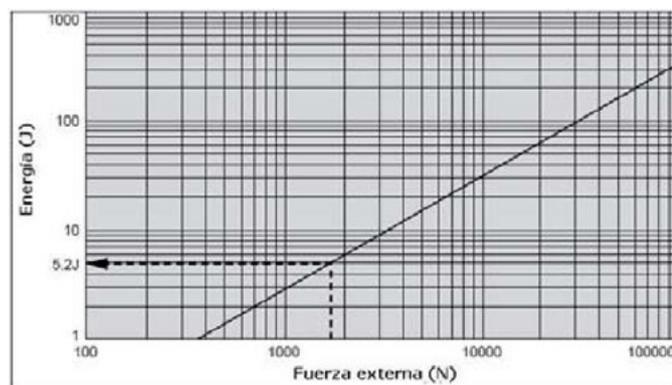
La suma de la energía de inercia de la carga en el punto de contacto con el amortiguador (8 J) más la energía debida a la fuerza externa (5,2 J) gráfico de la figura 199 proporcionado

por el fabricante del cilindro, no debe superar la máxima energía de absorción (21 J) dada por el gráfico de la figura 3.10 proporcionado también por el fabricante del cilindro. (Pedroza, 2018)

Como se cumple: $8 + 5,2 = 13,2 \text{ J} < 21 \text{ J}$, el amortiguador del cilindro realizará bien su función de amortiguamiento. Suponiendo una velocidad del fluido de 4 m/s , el caudal de fluido hidráulico requerido en la extensión del pistón es:

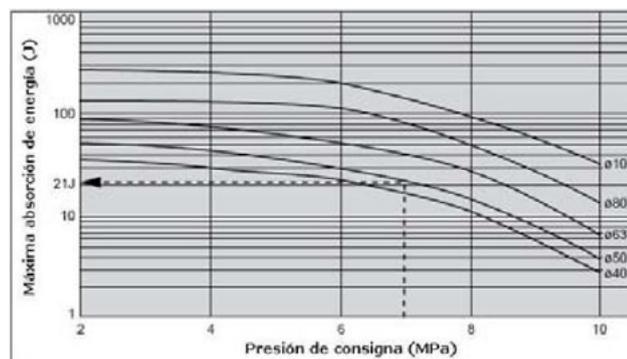
$$Q \left(\frac{l}{min} \right) = \frac{\pi * D^2 (mm^2)}{4} * V \left(\frac{mm}{s} \right) * \frac{60}{1000} = \frac{\pi * 50^2}{4} * 4000 * \frac{60}{1000} = 47,746 \frac{l}{min}$$

Figura 223. Energía de la fuerza externa al cilindro en el punto de contacto con el amortiguador.



Fuente: Pedroza (2018).

Figura 224. Máxima energía de absorción en el punto de contacto con el amortiguador.



Fuente: Pedroza (2018).

Y en la retracción:

$$Q \left(\frac{l}{min} \right) = \frac{\pi * (D^2 - d^2) (mm^2)}{4} * V \left(\frac{mm}{s} \right) * \frac{60}{1000} = \frac{\pi * (50^2 - 28^2)}{4} * 4000 * \frac{60}{1000}$$

$$= 323,459 \frac{l}{min}$$

La velocidad efectiva del fluido hidráulico dentro de la tubería de diámetro interior 10 mm es de:

$$V \left(\frac{m}{s} \right) = \frac{Q \left(\frac{\text{litros}}{\text{min}} \right) * 4000}{\pi * (d_{\text{interior}}^2) (\text{mm}^2) * 60} = \frac{47,746 * 4000}{3,1416 * 10^2 * 60} = 607 \frac{mm}{s}$$

La velocidad del fluido hidráulico dentro de la tubería que conecta al cilindro no debe superar los 5 m/s en mangueras de goma ni los 4,5 m/s en el caso de tubos de acero. En caso de exceder estos límites, se presenta un flujo turbulento con lo que puede existir una mayor pérdida de carga y un sobrecalentamiento. Por otro lado, las velocidades sugeridas del fluido en los sistemas hidráulicos son:

- Aspiración de la bomba hidráulica 0,6 a 1,2 m/s
- Caudal de fluido en la impulsión 2,0 a 5,0 m/s
- Caudal de retorno 1,5 a 4,0 m/s

La determinación de la velocidad del fluido hidráulico dentro de la tubería puede realizarse mediante las curvas de la figura 200 de la siguiente página. Otro gráfico de interés es el caudal de fluido hidráulico que puede pasar a través de un orificio de diámetro definido según la presión del sistema.

Cálculo de la potencia de los motores hidráulicos. Las variables que permiten calcular cuales han de ser las características del motor son:

- Par: Par de rotación generado por el motor hidráulico para convertir la potencia del motor en fuerza mecánica por medio de la rotación del eje.
- Desplazamiento: Caudal del fluido necesario para alcanzar una determinada velocidad de rotación.
- Presión de operación: Presión a la que trabaja el motor hidráulico.
- Velocidad de operación: Velocidad a la que giran los componentes del motor hidráulico.
- Temperatura de operación: Temperatura a la cual el motor hidráulico trabaja de forma segura y eficiente.
- Viscosidad del fluido: Viscosidad del fluido de trabajo utilizado en el motor hidráulico.

El volumen de fluido hidráulico que es bombeado en cada revolución viene calculado por la geometría de las cámaras que transportan el aceite. Una bomba nunca desarrolla el volumen calculado o teórico del fluido, de modo que se usa un factor llamado rendimiento volumétrico que es la relación entre el caudal calculado con relación al real. El rendimiento volumétrico varía con la velocidad, la presión y la forma de construcción de la bomba (Pedroza, 2018).

Asimismo, el rendimiento mecánico tampoco es del 100% debido básicamente a la energía gastada en los rozamientos. De modo que se considera que el rendimiento global de una bomba hidráulica es el producto de su rendimiento volumétrico y el rendimiento mecánico (Pedroza, 2018).

En general, las bombas se caracterizan por su presión máxima de servicio (bar o Pascal) y su caudal de salida (litros/minuto) a una velocidad de rotación determinada (rpm). Las fórmulas utilizadas el cálculo del caudal, el par, la potencia y la velocidad son:

$$Q\left(\frac{l}{min}\right) = \frac{\text{Desplazamiento}\left(\frac{cm^3}{revolución}\right) * \text{Velocidad}(rpm)}{1000 * \text{Rendimiento volumétrico}}$$

$$Q(gpm) = \frac{\text{Desplazamiento}\left(\frac{pulg^3}{revolución}\right) * \text{Velocidad}(rpm)}{231 * \text{Rendimiento volumétrico}}$$

$$\text{Par}(N * m) = \frac{\text{Desplaz.}\left(\frac{cm^3}{rev.}\right) * (\text{Alta presión} - \text{Baja presión})(bar) * \text{rend. mecánico}}{20 * \pi}$$

$$\text{Par}(lb * pulg) = \frac{\text{Desplaz.}\left(\frac{pulg^3}{rev.}\right) * (\text{Alta presión} - \text{Baja presión})(bar) * \text{rend. mec.}}{2 * \pi}$$

$$\text{Potencia}(kW) = \frac{Q\left(\frac{l}{min}\right) * (\text{Alta presión} - \text{Baja presión})(bar) * \text{rend. global}}{600}$$

$$\text{Potencia}(kW) = \frac{Q\left(\frac{l}{min}\right) * (\text{Alta presión} - \text{Baja presión})(bar) * \text{rend. global}}{600}$$

$$\text{Potencia}(HP) = \frac{\text{Caudal}(gpm) * (\text{Alta presión} - \text{Baja presión})(bar) * \text{rend. global}}{1714}$$

$$\text{Velocidad del motor}(rpm) = \frac{\text{Caudal}\left(\frac{l}{min}\right) * 1000 * \text{Rendimiento volumétrico}}{\text{Desplazamiento}\left(\frac{cm^3}{revolución}\right)}$$

$$\text{Velocidad del motor}(rpm) = \frac{\text{Caudal}\left(\frac{pulg^3}{min}\right) * 231 * \text{Rendimiento volumétrico}}{\text{Desplazamiento}\left(\frac{pulg^3}{revolución}\right)}$$

Ejemplo de cálculo:

- Desplazamiento = 20 cm³/min
- Velocidad 3.000 rpm
- Rendimiento mecánico 88%

- Rendimiento volumétrico = 93%
- Presión en la línea de entrada = 200 bar
- Presión en la línea de retorno = 7 bar

$$Q \left(\frac{l}{min} \right) = \frac{20 * 3000}{1000 * 0,93} = 64,5 \frac{l}{min}$$

$$Par(N * m) = \frac{20 * 193 * 0,88}{20 * \pi} = 54 N * m$$

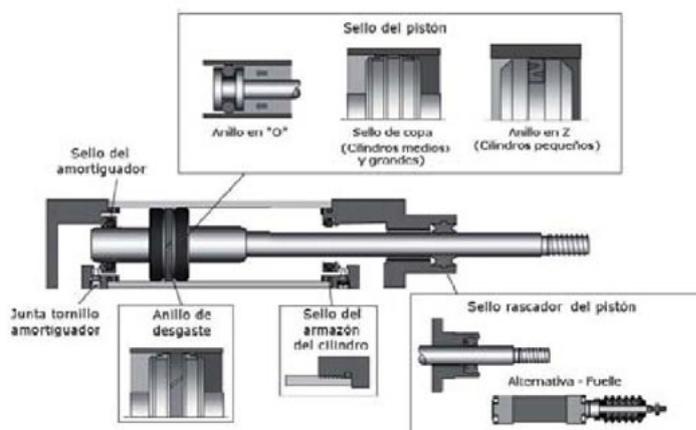
$$Potencia(kW) = \frac{64,5 * 193 * 0,88 * 0,93}{600} = 16,9 kW$$

Análisis de falla en actuadores hidráulicos

Juntas y Sellos hidráulicos

Los sellos hidráulicos se utilizan para prevenir pérdidas por fugas en los pistones, vástagos y bridas. Tienen una gran importancia en los sistemas hidráulicos ya que la consecuencia de una fuga es la pérdida de presión del fluido hidráulico. Existen dos tipos de sellos, los estáticos adecuados para las juntas de anillo (oring) del armazón del cilindro y para la tapa del depósito de aceite y los dinámicos diseñados para las piezas en movimiento tales como el pistón, el vástago y los ejes rotativos de los cilindros giratorios (LabVolt, 1992).

Figura 225. Sellos de un cilindro de doble efecto.



Fuente: LabVolt (1992).

El material usado suele ser una mezcla de PTFE y elastómero con la superficie de trabajo formada por PTFE de bajo rozamiento y con una forma muy variable (radial, en V, simétrica, axial, bidireccional). Otros materiales son etileno acrílico, EDPM, fluoroelastómero, fluorosilicona, nitrilo, nylon o poliamida, policloropreno, politetrafluoroetileno, poliuretano o uretano, y goma natural. Los materiales metálicos de elección son el bronce sinterizado, hierro fundido y acero inoxidable. Otros materiales son el fieltro y el cuero. En la tabla 19 pueden verse estos materiales de sello (LabVolt, 1992).

Figura 226. Materiales para sellos hidráulicos.

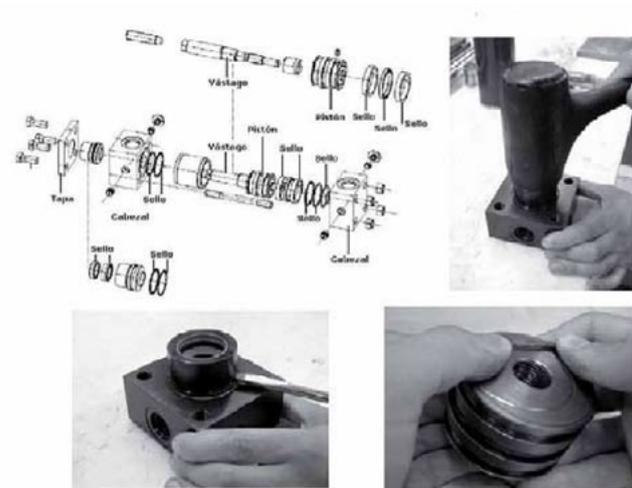
Material	Temperatura	Observaciones
DuPont Dow Viton ®	-30 a 240 °C	Excelente resistencia a productos petrolíferos y disolventes. Recomendado para petróleo, éster silicato, diéster, hidrocarburos halogenados y la mayor parte de éster fosfato
Nitrilo (Buna-N)	-40 a 135°C	Elastómero más empleado. Buenas propiedades de operación (baja compresión, alta resistencia a la tensión y a la abrasión y un bajo coste económico
Nitrilo (Baja temperatura)	-65 a 120°C	Elastómero más empleado. Buenas propiedades de operación (baja compresión, alta resistencia a la tensión y a la abrasión y un bajo coste económico
Poliuretano	-40 a 105 °C	Excelentes características mecánicas y físicas con alta resistencia a la abrasión y a la tensión. Utilizado en sistemas hidráulicos de alta presión en los que las partes comprimidas son sometidas a desgaste
Etileno propileno	-54 a 176 °C	Recomendado para éster fosfato, vapor, agua (200 °C) y cetonas

Fuente: LabVolt (1992).

Los sellos hidráulicos se emplean en aplicaciones de movimientos alternativos o rotativos (vástagos, pistones, bridas, ...) y están expuestos a los fluidos hidráulicos. Experimentan rozamientos más elevados que los neumáticos, pero trabajan a menores velocidades.

Las aplicaciones rotativas (motores) precisan de un solo sello ya que trabaja en una sola dirección axial. En cambio, las alternativas (pistones) precisan dos sellos hidráulicos uno para cada sentido del movimiento (LabVolt, 1992).

Figura 227. Puesta de sellos de un cilindro de doble efecto.

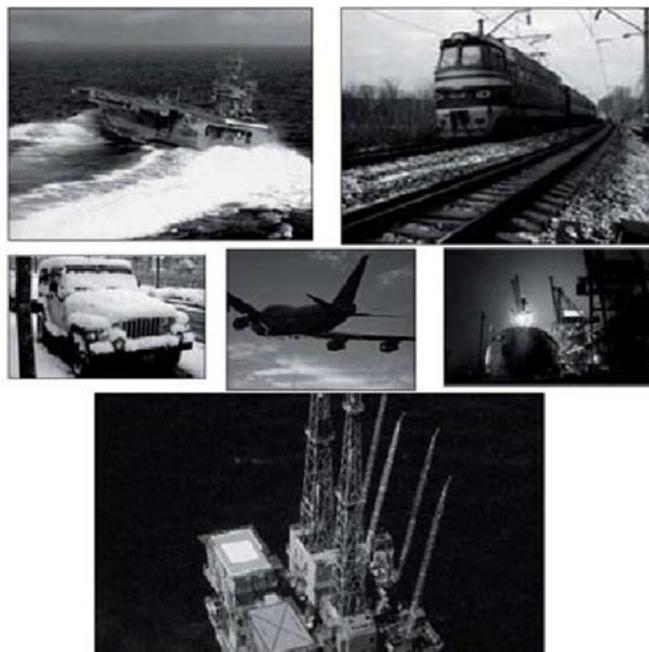


Fuente: LabVolt (1992).

La vida útil de cada sello depende de muchos factores de operación, entre los que se encuentran la velocidad máxima, la temperatura máxima, la presión máxima, la tasa de vacío y las condiciones de abrasión del entorno.

Sometidos a altas temperaturas cambian inicialmente la compresión y el volumen del elastómero con la consecuencia que se vuelve más blando con el riesgo de que salgan de su asiento, y si la temperatura es demasiado alta, cambia la estructura química del elastómero y se vuelve más duro (LabVolt, 1992).

Figura 228. Implementación de sistemas hidráulicos.



Fuente: LabVolt (1992).

Por lo tanto, es extremadamente importante escoger el material correcto en el caso de su sello trabajando a alta temperatura. Por ejemplo, los sellos de Viton® resisten 10.000 horas de operación en aire a 204 °C sin volverse duros ni frágiles y soportan puntas de temperatura de hasta 315°C. El material Kalrez® mantiene sus características de elasticidad y recuperación de propiedades después de un largo tiempo sometido a 316 °C (LabVolt, 1992).

Figura 229. Propiedades de los fluoroelastómeros en entornos químicos.

Compatibilidad química y propiedades mecánicas del Viton® fluoroelastómero							
Entorno químico	Viton® Tipo de uso general			Viton® Tipo de alto rendimiento			
	A	B	F	GB, GBL	GF	GLT	GFLT
Fuel de automóvil y aviación	1	1	1	1	1	1	1
Combustibles de automóviles oxigenados con MEOH, ETOH, MTBE,...	NR	2	1	2	1	NR	1
Aceite lubricante de motor SE y SF	2	1	1	1	1	1	1
Aceite lubricante de motor SG y SH	3	2	1	1	1	2	1
Productos químicos de fluidos de proceso de hidrocarburos alifáticos	1	1	1	1	1	1	1
Productos químicos de fluidos de proceso de hidrocarburos aromáticos	2	2	1	1	1	2	1
Fluidos acuosos, vapor, ácidos minerales	3	2	2	1	1	1	1
Características de compresión y baja temperatura							
Resistencia a la compresión	1	2	2	2	3	2	2
Flexibilidad a baja temperatura	2	2	3	2	3	1	1
1=Excelente, 2=Muy bueno, 3=Bueno, NR=No recomendado							

Fuente: LabVolt (1992).

El elemento sellante que impide la fuga del aceite a través del huelgo existente entre el eje giratorio y la tapa, la caja metálica que alberga el sello y que proporciona rigidez y el resorte que aumenta el contacto entre el labio del sello y el eje del pistón. El papel del sello es también impedir que materiales extraños (polvo, suciedad, contaminación) penetren dentro del cilindro a través de los huelgos (LabVolt, 1992).

En la tabla 20 de esta misma página pueden verse las propiedades de los fluoroelastómeros en entornos químicos.

Fluido hidráulico

El fluido hidráulico posee una serie de propiedades de calentamiento, lubricación y en algunas ocasiones la corrosión de los componentes mecánicos, la captación y el desprendimiento de gases y el desvío de impurezas. Su papel es muy importante pudiendo afirmarse que gran parte de los problemas que los circuitos hidráulicos presentan, proceden del uso indebido del fluido hidráulico o del empleo de fluidos que contienen contaminantes (LabVolt, 1992).

La velocidad recomendada de los fluidos hidráulicos en los circuitos es:

Figura 230. Velocidad fluidos hidráulicos en los circuitos.

Equipos	Velocidad m/s
Aspiración de bombas	0,6 – 1,2
Caudal de impulsión	2 – 5
Caudal de retorno	1,5 - 4
Aplicaciones generales	4

Fuente: LabVolt (1992).

Los límites de viscosidad de los fluidos hidráulicos son:

Figura 231. Límites de viscosidad de los fluidos hidráulicos en SUS (centistokes).

Límite	Pistón	Paletas (motor hidráulico)
Máximo en el arranque en frío	7500 (1618)	4000 (862)
Máximo a plena potencia	750 (162)	500 (108)
Óptimo a la temperatura de servicio	140 (30)	140 (30)
Mínimo a plena potencia	60 (10)	60 (10)

Fuente: LabVolt (1992).

El índice de viscosidad es una medida de los cambios de viscosidad con la temperatura. Un alto índice de viscosidad representa cambios pequeños en la viscosidad cuando la temperatura cambia, mientras que un bajo índice indica grandes cambios en la viscosidad al variar la temperatura. La mayor parte de los fluidos hidráulicos tienen índices de viscosidad comprendidos entre 90 a 110. Los comprendidos entre 130 a 200 no son casi sensibles a los cambios en la temperatura (Ladín, 2002).

Las normas DIN 51524 y DIN 51525 dividen a los fluidos hidráulicos en tres clases:

- Fluido hidráulico HL. Protege contra la corrosión y el envejecimiento.
- Fluido hidráulico HLP. Aumento de la protección contra el desgaste.
- Fluido hidráulico HV. Mejora las características de temperatura-viscosidad.

El significado de los códigos en el fluido hidráulico de ejemplo HLP 68 es:

- H = aceite hidráulico.

- L = aditivos que aumentan la protección contra la corrosión y la estabilidad al envejecimiento.
- P = aditivos que reducen o aumentan la capacidad de tolerancia a las cargas del circuito.
- 68 = código de viscosidad definido por la norma DIN 51517.

El material de sello utilizado en las juntas o sellos de los fluidos hidráulicos suele ser de NBR (Nitrilo) o FPM (Fluorocarbono, Viton), aunque algunos tipos de fluidos requieren otro material. En la tabla 3.11 pueden verse los tipos de fluidos y su compatibilidad con los sellos utilizados por los fabricantes de cilindros (Ladín, 2002).

La oxidación del fluido hidráulico se presenta con el uso y los cambios en la temperatura y se evidencia por cambios en el color, un incremento de la acidez, y la formación de residuos, goma o barnices en el sistema. Se cuantifica por el aumento de la acidez, medido mediante un número de neutralización. Un cambio rápido de dicho número (en un factor de 2 a 3) indica que el fluido ha llegado al final de su vida útil y debe sustituirse.

Figura 232. Fluidos hidráulicos y compatibilidad.

Fluido	Especificación	Marca	Compatibilidad			
			Buna-N	Poliuretano	EP	Viton Fluorocarbono
Glicol-Agua	MIL-H22072	Houghto-Safe 600 Series	R	U	R	S
		Houghto-Safe 500 Series	R	U	R	-
		Houghto-Safe 271 Series	R	U	R	S
		Ucon Hydrolube	R	U	R	R
		Celluguard	R	U	R	R
Emulsión Agua-Aceite		Houghto-Safe 600 Series	R	U	U	R
		Gulf FR	R	R	U	R
Aceite soluble en agua		-	R	-	R	-
Agua potable		-	R	U	R	S
Agua salada		-	R	U	R	S
Ester Fosfato	ML-19547B	Houghto-Safe 1000 Series	U	-	R	R
		Houghto-Safe 1120 Series	U	U	R	R

		Pyrogard 42, 43, 53, 55	U	U	R	R
		Skydrol 500 Tipo2	U	U	R	U
		Skydrol 7000 Tipo 2	U	U	R	U
Diester	ML-H-7808	Aceite aviación Lube	S	U	U	S
Ester Silicato	MIL-H-8446B	Brayco 846	S	R	U	R
Keroseno		...	R	R	U	R
Fuel Jet	MIL-J-5624	JP-3,4,5 (RP-1)	R	S	U	R
Fuel Diesel		...	R	M	U	R
Gasolina		...	R	S	U	R
Base Petróleo	MIL-H-6383	Aceite Protector	R	R	U	R
	MIL-H-5806	Fluido hidráulico Aviación	R	S	U	R
Base Agua Alta 95-5		Hydrolubic 120-B	S	R	S	S
Compatibilidad: R = Recomendado, S = Satisfactorio, M = Marginal, U = Insatisfactorio, _ = Insuficiente						

Fuente: Ladín (2002).

La contaminación con agua de fluidos tales como petróleo, biodegradables y sintéticos, se detecta sacando una muestra del fondo del tanque y examinándola.

Otros fluidos (aceite de cárter) emulsionan el agua, recubren los filtros y provocan cambios de color en el fluido. El porcentaje de agua debe mantenerse en las emulsiones de agua en aceite y de agua-glycol. Si el agua se evapora, disminuye la resistencia al fuego del fluido, y si aumenta por condensación se reducen sus propiedades de lubricación. En estos fluidos, la indicación en el porcentaje de agua se detecta por cambios en su viscosidad.

Muchos fluidos hidráulicos contienen aditivos para mejorar su rendimiento, de modo que es necesario comprobar la presencia de cantidades adecuadas de los mismos (Ladín, 2002).

Circuitos Hidráulicos

Formas de representación de las fases operativas del trabajo de una máquina.

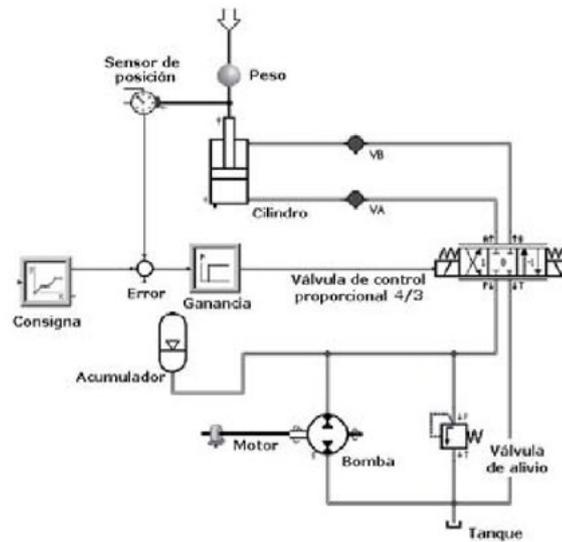
Circuitos hidráulicos típicos

En el circuito de la figura 205 se representan varios circuitos hidráulicos típicos. El esquema superior controla la posición del vástago del cilindro mediante una válvula 4/3 (4 vías 3 posiciones). Esta válvula dispone de un solenoide proporcional cuya posición es mandada por un controlador de ganancia ajustable y punto de consigna seleccionable por el usuario. El sistema dispone también de una bomba, de un acumulador y de una válvula de alivio (Ladín, 2002).

Accionamiento de turbinas

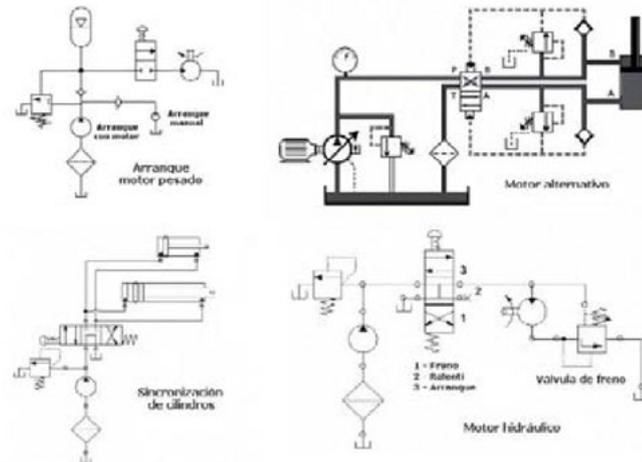
Las válvulas de control de las turbinas de vapor requieren un sistema potente de actuación a través de un vástago. En la figura 204 pueden verse los sistemas tradicionales mecánico y el electrónico (Ladín, 2002).

Figura 233. Sistemas hidráulicos tradicionales.



Fuente: Ladín (2002).

Figura 234. Implementación de sistemas hidráulicos típicos.



Fuente: Ladín (2002).

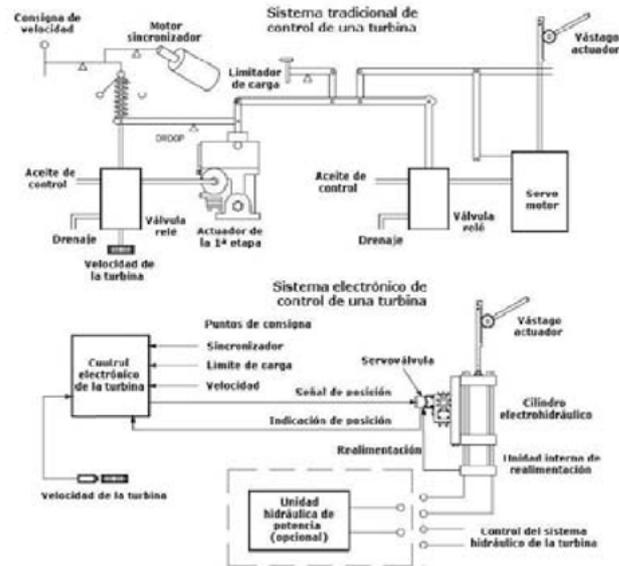
Prensas hidráulicas

En los sistemas hidráulicos y en particular en las prensas hidráulicas debe tenerse en cuenta la compresibilidad del fluido hidráulico, aunque éste sea idealmente incompresible. (Ladín, 2002)

El módulo de compresión depende de la temperatura y de la presión, pero puede tomarse el valor medio de:

$$E_{aceite} = 1,6 * 10^9 \frac{Newton}{m^2} = 16000 \text{ bar}$$

Figura 235. Sistemas tradicional mecánico y electrónico de control de una turbina.



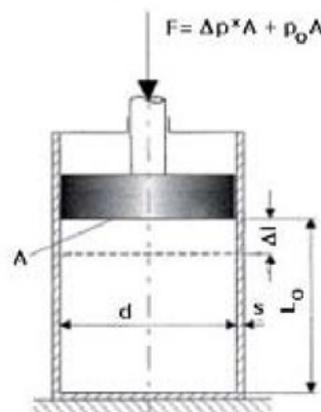
Fuente: Ladín (2002).

Sea por ejemplo un cilindro de dimensiones 300/220 mm y una carrera de 200 mm trabajando a la presión de 300 bar y conectado por una tubería de 38 x 5 mm de longitud 3 metros a la válvula de control (Ladín, 2002).

El volumen del cilindro es:

$$V_{cilindro} = \frac{\pi * d^2}{4} * carrera = \frac{\pi * 2,5^2}{4} * 2 = 9,8 \text{ litros}$$

Figura 236. Efecto de la presión en los circuitos hidráulicos.



Fuente: Ladín (2002).

El volumen de la tubería es:

$$V_{tubería} = \frac{\pi * (D - 2 * espesor)^2}{4} * longitud = \frac{\pi * (0,38 - 2 * 0,05)^2}{4} * 30 = 1,8 \text{ litros}$$

Luego el volumen inicial es de $9,8 + 1,8 = 11,6$ litros.

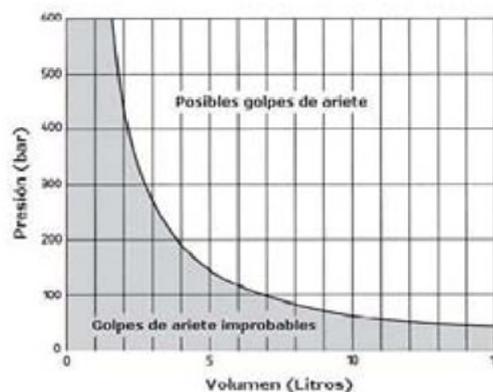
Y el volumen reducido o volumen de compresión es:

$$\Delta V_{cilindro} = 11,6 \text{ litros} * \frac{300 \text{ bar}}{16000 \text{ bar}} = 0,21 \text{ litros}$$

En las prensas hidráulicas pueden presentarse golpes de ariete dependiendo de la relación entre el volumen y la presión del circuito hidráulico (cilindro y tubería) (Ladín, 2002).

En la curva de la figura 208 puede verse la curva límite correspondiente.

Figura 237. Curva límite de golpe de ariete en los circuitos hidráulicos.



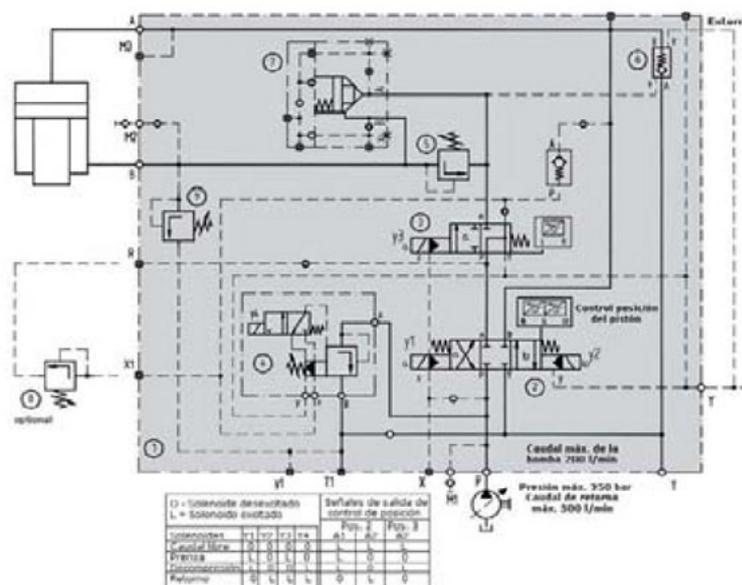
Fuente: Ladín (2002).

Si el diagrama indica la posibilidad de un golpe de ariete, la solución es aumentar el tiempo de descompresión mediante una válvula de aguja que aumenta la resistencia del circuito y por la tanto el tiempo de descompresión, o bien una válvula de alivio proporcional (Ladín, 2002).

Como valores prácticos pueden citarse:

- Un volumen de descompresión de 1 litro requiere aproximadamente un tiempo de descompresión de 1 segundo.
- La tasa de presión de descompresión suele ser de 300 a 1250 bar/segundo o 300 bar para sistemas rígidos tales como tuberías de acero, cuerpos de hierro fundido, pequeños cilindros, o 1.250 bar para sistemas flexibles tales como tuberías flexibles, cuerpos de acero soldado, cilindros de gran tamaño.

Figura 238. Prensa hidráulica.



Fuente: Ladín (2002).

Esquemas de circuitos de mando y técnicas de diseño

Las normas de dibujos se encuentran en BS2917/ISO 1219-1.

- Los planos en la norma ISO 1219 – 2.
- Las conexiones con el hardware están cubiertas por la norma ISO 9461.

En la norma ISO 1219-1 se utilizan las nomenclaturas:

tag 2 – 3V3

El primer número identifica la instalación. Puede omitirse si sólo hay una.

El segundo número identifica el número de circuito. Puede omitirse si sólo hay uno.

El cero (0) indica la unidad de potencia y sus accesorios (Ladín, 2002).

La letra identifica el tipo de componente:

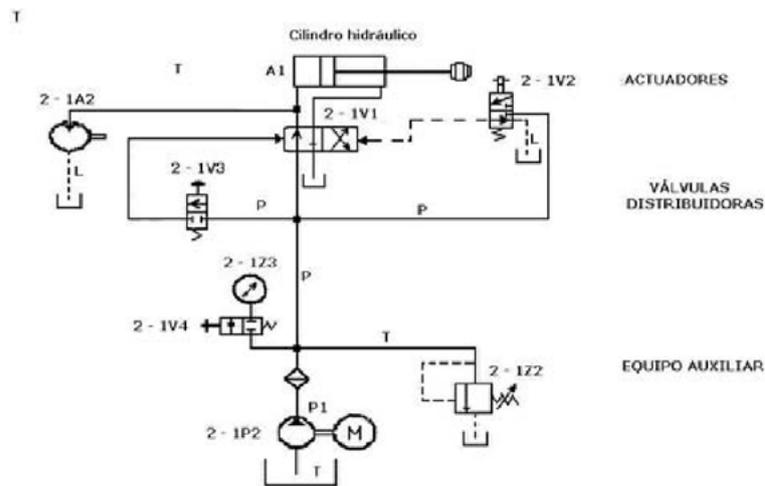
- P–Bomba
- A–Actuador
- M – Unidad de movimiento principal
- S–Sensor
- V–Válvula
- Z u otra letra indica otro componente.
- El último número indica el componente. La válvula V3.

En tuberías:

- P – Líneas o tuberías de presión
- T – Tanque o depósito o tuberías de retorno
- L – Tuberías de fuga o de drenaje. Cada una se identifica partiendo del número 1.

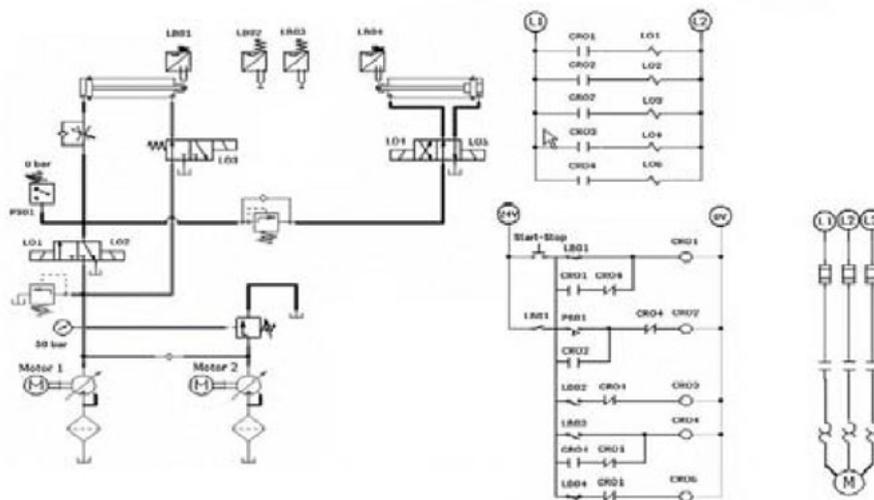
En la figura 239 puede verse un diagrama de representación de un circuito hidráulico y otro electrohidráulico.

Figura 239. Circuito hidráulico.



Fuente: Ladín (2002).

Figura 240. Diagrama de circuito hidráulico y electrohidráulico.



Fuente: Ladín (2002).

Aplicaciones secuenciales de circuitos hidráulicos

Actualmente las aplicaciones de la oleohidráulica y neumática son muy diversas, amplitud que es debida principalmente al diseño y fabricación de elementos de mayor precisión y con materiales de mejor calidad, además de estudios más especializados de las materias y principios de la hidráulica y neumática. Este avance se ha visto reflejado en equipos que permiten trabajos cada vez más precisos y con mayores niveles de energía, lo que ha permitido un creciente desarrollo industrial (Ladín, 2002).

Se pueden distinguir dos tipos dentro de las aplicaciones de la hidráulica, móviles e industriales:

Las aplicaciones móviles: En esta se emplea la energía proporcionada por el aire y aceite a presión pudiendo cumplir las funciones de transporte, excavación, levantamiento, perforación, manipulación de materiales, control e impulso vehículos móviles tales como tractores, grúas, retroexcavadoras, camiones recolectores de basura, cargadores frontales, frenos y suspensión de camiones, etc. (Ladín, 2002).

Industriales: En el sector industrial es de gran importancia disponer de maquinaria especializada para controlar, impulsar, posicionar y mecanizar elementos o materiales propios de la línea de producción, para obtener estas funciones se usa con regularidad la energía proporcionada por fluidos comprimidos (Ladín, 2002).

Se aplica en:

- Maquinaria para la industria plástica.
- Máquinas herramientas.
- Maquinaria para la elaboración de alimentos.
- Equipamiento para robótica y manipulación automatizada.
- Equipo para montaje industrial.
- Maquinaria para la minería.
- Maquinaria para la industria siderúrgica.

Otras aplicaciones que se pueden dar en propios de vehículos automotores, como automóviles, aplicaciones aeroespaciales y aplicaciones navales, en el campo de la medicina y otras áreas en que se necesita de movimientos muy controlados y de alta precisión, así se tiene:

Sector automotriz: suspensión, frenos, dirección, refrigeración, etc.

Sector Aeronáutico: timones, alerones, trenes de aterrizaje, frenos, simuladores, equipos de mantenimiento aeronáutico, etc.

Sector Naval: timón, mecanismos de transmisión, sistemas de mandos, sistemas especializados de embarcaciones o buques militares

Medicina: Instrumental quirúrgico, mesas de operaciones, camas de hospital, sillas e instrumental odontológico, etc.

Como se puede observar, la hidráulica y neumática tienen aplicaciones tan variadas, que pueden ser empleadas incluso en el teatro, la cinematografía, parques, puentes levadizos, plataformas de perforación submarina, ascensores, mesas de levante de automóviles, etc. (Ladín, 2002).

El proceso de la energía hidráulica se considera como un proceso limpio, es decir que no produce ni da lugar a los residuos ni a la emisión de gases o partículas sólidas contaminantes para la atmósfera. Comienza al estudiar la región y se necesita mucho capital económico y humano para llevarlo a cabo (Ladín, 2002).

Como resolver los problemas de Hidráulica

Cuando se trabaja con neumática e hidráulica nos vamos a encontrar con dos tipos de problemas:

Problemas de análisis: aquellos en los que hay que explicar cómo funciona un circuito dado.

Problemas de síntesis: aquellos en los que, dado un problema, lo resolvemos diseñando un circuito neumático.

Como se puede apreciar, este tipo de problema es el que se encuentra habitualmente el diseñador de circuitos neumáticos y/o oleohidráulicos (Ladín, 2002).

Vamos a ver como enfocar cada tipo de problema, explicándolos con un ejemplo cada uno:

Problemas de Análisis

Explica el funcionamiento del siguiente circuito neumático:

Para explicar correctamente un circuito dado, habrá siempre que seguir ordenadamente tres pasos fundamentales (Ladín, 2002):

Nombrar cada componente del circuito

Para el circuito del ejemplo, los elementos que lo componen son los siguientes:

1. Unidad de mantenimiento.
2. Cilindro de doble efecto.
3. Válvula estranguladora o reguladora de caudal unidireccional.

4. Válvula 5/2 pilotada neumáticamente y retorno por presión.
5. Válvula 3/2 accionada por pulsador o seta y retorno por muelle.
6. Válvula 3/2 accionada por pulsador o seta y retorno por muelle.

Explicar el estado inicial del circuito (sin que actuemos sobre él).

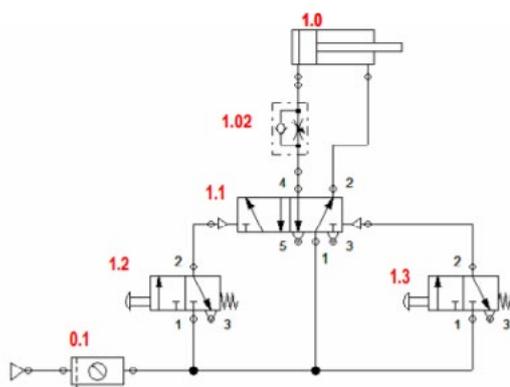
El estado inicial del circuito será el cómo se encuentra el circuito que se plantea en el problema.

En nuestro ejemplo (por la posición de la válvula 1.1) el aire a entrado a presión a la cámara de la derecha del cilindro, expulsando todo el aire de la otra cámara hacia el exterior a través de la válvula 1.1. El vástago del cilindro está en reposo en la posición inicial de la carrera (cilindro retraído) (Ladín, 2002).

Explicar lo que sucede al modificar las válvulas sobre las que actuamos.

En nuestro ejemplo, hay dos pulsadores:

Figura 241. Análisis de un circuito hidráulico.



Fuente: Ladín (2002).

Problemas de Síntesis

Diseñar una prensa de chapas de madera donde sea preciso accionar dos puntos pulsadores a la vez (como medida de seguridad) para el avance del cilindro.

En ocasiones, cuando el problema es muy simple, podemos deducir la respuesta de una manera intuitiva. Sin embargo, como en todo trabajo tecnológico-científico es conveniente seguir un método organizado, con las siguientes etapas (Ladín, 2002):

Elegir correctamente el receptor (el tipo de cilindro)

Para ello habrá que tener en cuenta si se precisa hacer fuerza tanto en el avance como en el retroceso del cilindro (cilindro de doble efecto), o si por el contrario la fuerza sólo es

necesaria en uno de los sentidos del movimiento del actuador (cilindro de simple efecto).

Como se trata de una prensa, normalmente habrá que hacer fuerza tanto en el avance como en el retroceso, por lo que elegiremos un cilindro de doble efecto (Ladín, 2002).

Elegir correctamente la válvula de mando que controlará el funcionamiento del cilindro.

En caso de emplear un cilindro de simple efecto elegiremos siempre una válvula 3/2.

Como en nuestro caso hemos elegido un cilindro de doble efecto elegiremos una válvula 5/2 (aunque existen más posibilidades lo normal es elegir esta válvula). En este caso, la válvula habrá de ser accionada neumáticamente y volver de forma automática a su posición inicial cuando no detecte presión de entrada. Por tanto, el retorno lo haremos por la acción de un muelle (Ladín, 2002).

Diseñar el sistema de control que se ajuste al enunciado del problema.

Como necesitamos dos botones emplearemos dos válvulas 3/2 de accionamiento por pulsador (lo requiere el enunciado) y retorno por muelle (para que vuelvan al estado inicial si no está presionado el pulsador). El enunciado dice que los dos pulsadores deben pulsarse a la vez, y que, si uno se suelta, el cilindro vuelva a su posición inicial. Por tanto, debemos emplear una válvula de simultaneidad. En caso de que necesitésemos controlar el circuito desde dos puntos diferentes, emplearíamos una válvula selectora o de circuito (Ladín, 2002).

Regulación de caudales.

Si lo requiriese el enunciado (en este caso no) regularíamos las velocidades de salida del cilindro empleando una válvula estranguladora o reguladora de caudal unidireccional (Ladín, 2002).

Fuente de alimentación y tratamiento del aire.

En caso de que el enunciado lo pida, habrá que elegir las unidades de generación de aire comprimido, acumuladores, unidades de tratamiento. En nuestro caso como en el enunciado no se especifica unidad de tratamiento del aire optamos por poner el símbolo general para la fuente de aire comprimido (Ladín, 2002).

Ordenar, numerar y conectar los elementos

Cuando se representa un circuito neumático la colocación de cada elemento debe ocupar una posición en el esquema según realice una tarea u otra. El esquema se divide en varios niveles que nombrados de arriba abajo son (Ladín, 2002):

- Elementos de trabajo (Actuadores)
- Elementos de mando o de gobierno (válvulas de distribución).

3.- Dando el nombre del elemento dibujé su símbolo.

Descripción	Símbolo
Control por pedal de pie	
Control por Rodillo	
Control por pilotaje Hidráulico	
Control por solenoide o bobina	
Control piloto de aire en la segunda etapa	
Válvula de retención operada por piloto para abrir	

4.- Describir las funciones de los siguientes elementos:

- a. Válvula de alivio de presión
- b.-Válvula de secuencia
- c.-Válvula de división de caudal
- d.- Intercambiadores de Calor

5.- Explicar cuál es la funcionalidad de las válvulas distribuidoras.

6.- Dibujar una válvula distribuidora de 4 empalmes y 2 posiciones de conmutación, con su simbología de orificios.

7.- Dibujar el proceso de conmutación de válvulas distribuidoras.

8.- Dibujar una válvula distribuidora 5/2 con accionamiento por pilotaje hidráulico y retorno por muelle.

9.- Explicar el funcionamiento de una válvula limitadora de presión

- 10.- Listar las desventajas que presenta la válvula reguladora de presión, de dos vías
- 11.- En que consiste la cadena de mando Hidráulico?
- 12.- Cual es el propósito de la filtración?

Actividad 2: Actividades de simulación/ prácticas

Nota:

Para la implementación de los diagramas utilizar Festo Hidráulica:

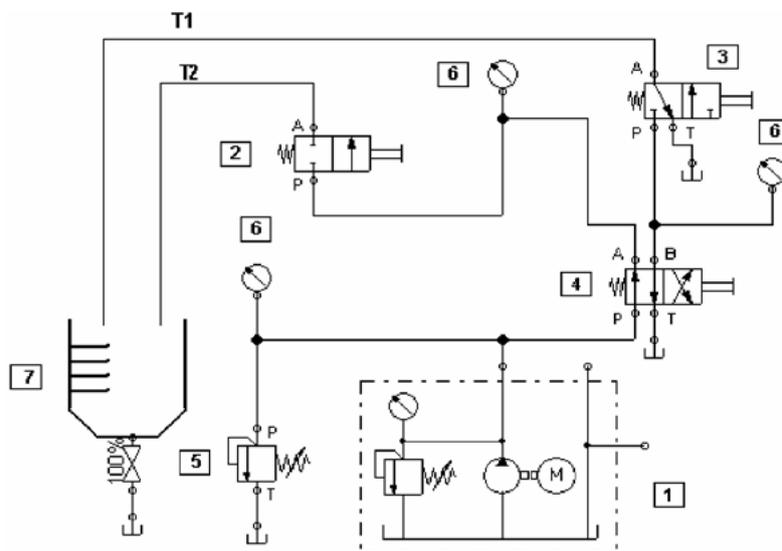
Link video de como instalar:

<https://www.youtube.com/watch?v=8HfqCnFkUFQ>

Link de la descarga:

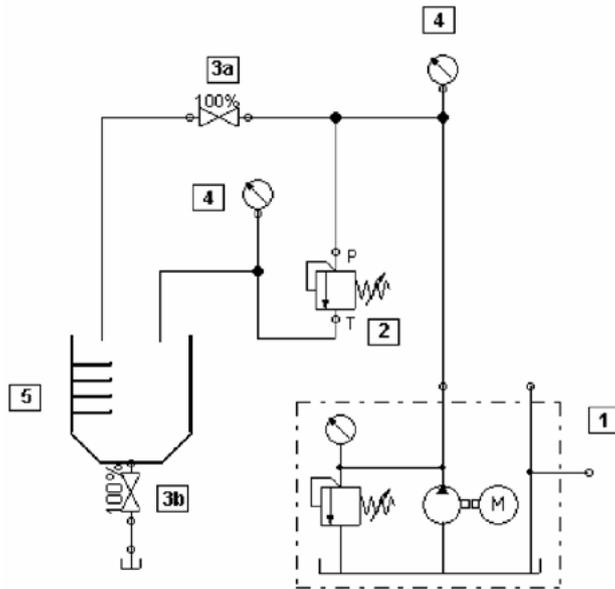
<https://lc.cx/CWSONx>

- 1.- Aplicando el concepto de válvulas distribuidoras realizar la implementación del siguiente esquema, dar un resumen de lo que sucede en el funcionamiento de las válvulas distribuidoras, implementar en Festo Hidráulica



- 2.- Dado el siguiente circuito se pide el ajuste de la válvula Imitadora de presión, de accionamiento directo

Objetivo: Establecer un sistema hidráulico conforme al esquema de circuito siguiente. Las mediciones han de mostrar las propiedades de la válvula limitadora de presión.



Actividad 3: Cuestionario

- Un fluido ejerce una presión de 600 000 Pascales sobre una superficie de 0,0012 m². Hallar la fuerza que ejerce el fluido sobre la superficie (sol: 720 N).
- Un fluido ejerce una presión de 600 000 N/m² sobre una superficie circular de 0,015 m de diámetro. Hallar la fuerza que ejerce el fluido sobre la superficie (sol: 105,6 N).
- Un fluido ejerce una presión de 500 000 N/m² sobre una superficie. Si la fuerza ejercida por el fluido sobre dicha superficie es de 2000 N. Calcular el valor de la superficie (Sol: 4x10⁻³m²).
- Transformar las siguientes presiones a bares:
 - 10 000 Pa (sol: 0,1 bar)
 - 0,1 MPa (sol: 1 bar)
 - 10 MPa (sol: 10 bar)
 - 75 000 N/m² (sol: 0,75 bar)
 - 10 000 Kp/m² (sol: 1 bar)
 - 0,6 MPa (6 bar)
 - 600 000 Pa (sol: 6 bar)
 - 1,4 Kp/cm² (sol 1.4 bar)
- Un fluido está sometido a una presión relativa de 6 atm. ¿Cuál es la presión absoluta de dicho fluido? (sol: 7 atm)

6. Un fluido tiene una presión absoluta de $600\,000\text{ N/m}^2$. Calcular la presión manométrica del fluido. (sol: 5 bar)
7. Un pistón cerrado de volumen 30 cm^3 contiene aire, sometido a una presión de $300\,000$ Pascales ¿Qué volumen tendrá si incrementamos su presión a $500\,000$ Pascales? ¿Qué tipo de transformación has considerado para solucionar el problema? (sol. 18 cm^3)
8. Un pistón cerrado de volumen 35 cm^3 contiene aire a una presión de 2 bares. Determinar la presión que alcanzará el gas si disminuimos su volumen hasta los 10 cm^3 . (sol. 7 bares).
9. Expresa los siguientes caudales en m^3/s :
- a) 20 L/s (sol: $0,02\text{ m}^3/\text{s}$)
 - b) 400 L/min (sol: $6,6 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3/\text{s}$)
 - c) $150\text{ cm}^3/\text{s}$ (sol: $1,5 \cdot 10^{-4}\text{ m}^3/\text{s}$)
 - d) $350\text{ cm}^3/\text{s}$ (sol: $3,5 \cdot 10^{-4}\text{ m}^3/\text{s}$)
 - e) 200 L/h (sol: $0,55\text{ m}^3/\text{s}$)
 - f) $60\text{ m}^3/\text{h}$ (sol: $0,016\text{ m}^3/\text{s}$)
 - g) 5000 L/h (sol: $0,138\text{ m}^3/\text{s}$)
 - h) $500\text{ cm}^3/\text{s}$ (sol: $5 \cdot 10^{-4}\text{ m}^3/\text{s}$)
10. Calcular el valor de la fuerza desarrollada por una prensa hidráulica donde $F_1 = 1\text{N}$; $S_1 = 10\text{ cm}^2$ y $S_2 = 1\text{ m}^2$. (sol: 1000 N).
11. En una prensa hidráulica, podemos realizar una fuerza máxima de 50 N . Si la sección de los pistones es de 50 cm^2 y 200 cm^2 ; ¿Cuál es la fuerza máxima que podemos obtener en el segundo pistón? (sol: 200 N).
12. Determina el peso máximo que se podrá levantar con un gato hidráulico si la fuerza sobre el émbolo pequeño es de 80 N , y los diámetros de los émbolos son 1 cm y 22 cm respectivamente. (sol: 38720 N).

Actividad 4: Ejercicios propuestos.

Detección del avance del cilindro. Finales de carrera.

Un martillo neumático puede atacar un suelo con velocidades de más de 2000 golpes por minuto. Apretando un pulsador con bloqueo se da entrada al aire, el cual llena la cámara del cilindro, proyectando el pistón contra la herramienta cortante, que golpea el hormigón. Entretanto la válvula de retorno del aire varía su posición de manera que el aire pase a través del conducto de retorno, forzando al émbolo a volver a su posición

inicial. El movimiento de avance y retroceso del pistón se repite hasta que volvamos a apretar el botón con bloqueo.

Para que el avance y el retroceso del émbolo del cilindro se repita, es necesario que el sistema detecte cuando el pistón alcanza las posiciones de inicio y final de carrera. Cuando llega al final de la carrera, se acciona la válvula 1.3, que a su vez provoca el retorno de la válvula 5/2 que controla el cilindro.

Al llegar el émbolo del pistón a la posición inicial, se acciona la válvula 1.4, provocándose el accionamiento de la válvula 5/2 y el avance del émbolo.

AVISO

Los productos de las actividades realizadas en esta unidad temática se entregarán al profesor en el correspondiente portafolio estudiantil en formato digital o impreso.

En la misma fecha de entrega del portafolio tendrá que realizar la evaluación de fin de la unidad temática..., según las instrucciones del profesor.

Unidad 4
Electrohidráulica

Contenido

Resultados de aprendizaje:	<p>Conoce los diferentes elementos como compresores, pistones y válvulas utilizados en la neumática e hidráulica. Crea tableros y dimensiona adecuadamente circuitos neumáticos e hidráulicos.</p> <p>Conoce los procesos para el mantenimiento adecuado de los sistemas electro-neumáticos y electrohidráulicos.</p>			
Contenidos de la unidad 4	Ho- ras/ Sema- na	Actividades de aprendizaje		
		Actividades de docencia	Actividades de aplicación / Prácticas	Actividades de trabajo autónomo
<p>4.1. Simbología</p> <p>4.2. Válvulas distribuidoras</p> <p>4.3. Secuencias</p> <p>4.3.1 Formas de representación de las fases operativas del trabajo de una máquina.</p> <p>4.3.2 Esquemas de circuitos de mando y técnicas de diseño</p> <p>4.3.3 Aplicaciones secuenciales de circuitos hidráulicos</p> <p>4.4. Software de Aplicación y Simulación</p> <p>4.4.1 Simulación de accionamiento directo e indirecto con cilindros hidráulicos.</p> <p>4.4.2 Simulación de retención de señal con finales de carrera.</p> <p>4.4.3 Simulación con válvula temporizadora.</p> <p>4.4.4 Simulación de retorno automático en circuitos electrohidráulicos.</p>	20 horas 4 semanas	<p>Videoconferencia relacionada a los contenidos de la Unidad en curso.</p> <p>Aprendizaje con simulación y videos.</p> <p>Tutorías síncronas y asíncronas personalizada</p>	<p>Identificación y manejo de simbología.</p> <p>Manejo de elementos electrohidráulicos</p> <p>Implementación de circuitos de mando y control en Fluidsim</p> <p>Hidraulica</p>	<p>Consultas online</p> <p>Foros</p> <p>Chats</p> <p>Blogs</p> <p>Cuestionario</p>

Metodología

Estrategia metodológica	Recursos didácticos
Constructivista-participativa	Diapositivas
Aprendizaje basado en problemas	<p>Bibliografía</p> <p>Guías prácticas</p> <p>Internet</p> <p>Manuales</p> <p>Guía didáctica</p>
Aprendizaje en línea	<p>Aula virtual</p> <p>Herramientas web 2.0</p> <p>Internet</p> <p>Guía didáctica</p>
Aprendizaje por descubrimiento	<p>Guía didáctica</p> <p>Manuales</p> <p>Internet</p> <p>Periódicos</p> <p>Bibliografía</p> <p>Guías prácticas</p>

Ponderación para la evaluación del estudiante:

Criterios de Evaluación: Se analiza el desempeño del estudiante al comprobar los conocimientos alcanzados a través de las actividades de aprendizaje planteadas			
Métodos:	Diagnóstica	Formativa	Sumativa
Técnicas:	Documentación	Encuesta	Análisis de grabación de audio o video
	Encuesta	Evaluación compartida o colaborativa	Evaluación compartida o colaborativa
	Autoevaluación	Documentación	Observación directa del alumno
Instrumentos:	Cuestionario	Cuestionario	Cuestionario
	Exposiciones	Pruebas orales de actuación	Examen
	Entrevista	Informes	Prueba objetiva
	Foros de discusión	Trabajo escrito	Actividades prácticas
Ponderación:	N/A	65%	35%

Desarrollo de la unidad 4

Elementos eléctricos para las entradas de señal; Pulsadores; finales de carrera mecánicos; (con contacto); Elementos eléctricos para el procesamiento de señales; Relés; Relés temporizados: a la conexión y a la desconexión; Sistemas convertidores electrohidráulicos: Electroválvulas (2/2,3/2, 4/2 y 4/3). En esta unidad se revisará el funcionamiento de los principales elementos eléctricos que intervienen en el control de sistemas hidráulicos, así como el estudio de las técnicas más usadas para diseñar circuitos electrohidráulicos.

Simbología

La energía eléctrica (energía de mando y de trabajo) es introducida, procesada y cursada por elementos operatorios muy determinados. Por razones de simplicidad y visualidad figuran estos elementos como símbolos en los esquemas eléctricos. Esto facilita la instalación y el mantenimiento de mandos.

Pero no es suficiente sólo la comprensión de los símbolos, existentes en los esquemas de circuito y sobre los elementos, para garantizar el correcto dimensionado de mandos y la rápida localización de errores cuando aparecen (Duque, 2007).

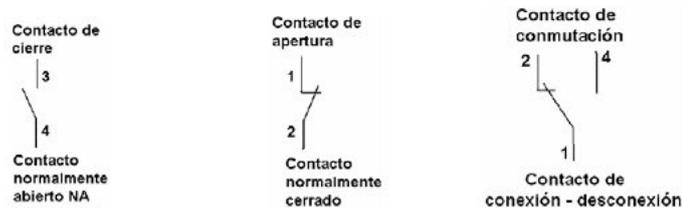
En esta sección se mostrará la mayoría de los símbolos utilizados en planos electrohidráulicos, ya sea para el diseño o lectura de los mismos.

Simbología Elementos eléctricos para la entrada de señales

Estos elementos tienen el cometido de introducir en el ámbito del tratamiento de las señales eléctricas procedentes de los diferentes puntos de un mando (instalación), ello con diferentes tipos de accionamiento y tiempos de accionamiento de diferente duración.

Cuando el control de tales elementos sucede por la unión de contactos eléctricos, se habla de mando por contacto, en caso contrario de mando sin contacto o electrónico. En cuanto a la función se distingue entre los elementos contacto de cierre, contacto de apertura y contacto de conmutación (Duque, 2007).

Figura 243. Símbolos de contactos para electrohidráulica



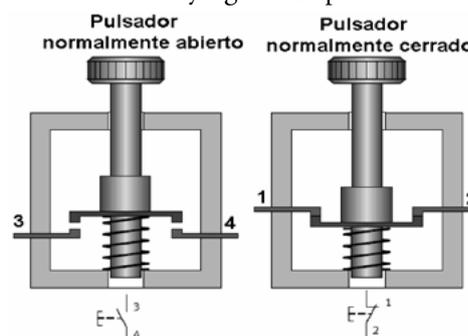
Fuente: Duque (2007).

Pulsadores

Para que una máquina o instalación pueda ponerse en movimiento, hace falta un elemento que introduzca la señal. Un pulsador, es un elemento tal, que ocupa en el accionamiento continuo la posición deseada de conexión (Duque, 2007).

La figura 214 muestra ambas posibilidades, es decir como contacto de cierre (NA) y como contacto de apertura (NC). Al accionar el pulsador, actúa el elemento móvil de conexión en contra de la fuerza del muelle, uniendo los contactos (contacto de cierre 3-4) o separándolos (contacto de apertura 1 – 2). Haciendo esto está el circuito cerrado o interrumpido. Al soltar el pulsador, procura el muelle la reposición a la posición inicial (Duque, 2007).

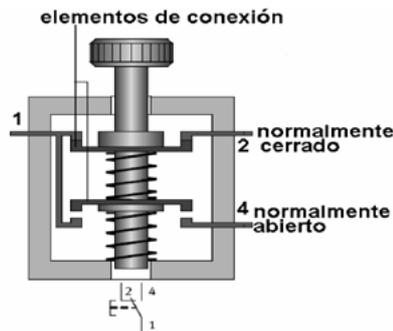
Figura 244. Símbolos y figuras de pulsadores: NO/NC



Fuente: Duque (2007).

En la figura 215, ambas funciones, es decir contacto de cierre y contacto de apertura, están ubicadas en un solo cuerpo. Accionando el pulsador quedan libres los contactos del contacto de apertura e interrumpen el circuito. En el contacto de cierre establece el elemento de conexión el cierre entre los empalmes, quedando el circuito cerrado. Soltando el pulsador lleva el muelle los elementos de conexión a la posición inicial (Duque, 2007).

Figura 245. Símbolo y figura de un pulsador un solo cuerpo NC, NO

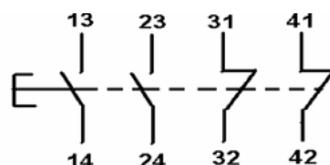


Fuente: Duque (2007).

La aplicación de los pulsadores es necesaria en todos aquellos casos, donde han de comenzar ciclos de trabajo y donde deben alcanzarse determinados desarrollos funcionales por la introducción de señales o donde hace falta un accionamiento continuo por razones de seguridad. En la realización del circuito juega la elección de estos elementos, ya sea como contacto de cierre o contacto de apertura o contacto de cierre/apertura juntos (contacto conmutado), un papel importante (Duque, 2007).

Las industrias eléctricas ofrecen los más diversos pulsadores. Un pulsador puede estar equipado también con varios contactos, p. ej. 2 contactos de cierre y 2 de apertura o 3 contactos de cierre y 1 contacto de apertura. Los pulsadores que se encuentran en los bancos electrohidráulicos FESTO cuentan con dos contactos NA y dos contactos NC, los cuatro contactos cambian su estado al accionar el pulsador, como se muestra en la figura 216 (Duque, 2007).

Figura 246. Símbolo de pulsador con varios contactos NO, NC

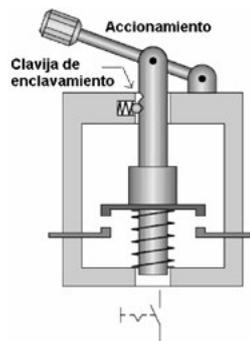


Fuente: Duque (2007).

Interruptor

Estos interruptores de botón quedan mecánicamente enclavados en el primer accionamiento. En el segundo accionamiento vuelve a quedar anulado el enclavamiento, el interruptor reconecta a la posición Inicial. Los pulsadores e interruptores de botón están especificados en la DIN 43605 y tienen una determinada posición de montaje (Duque, 2007).

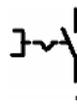
Figura 247. Símbolo y figura interruptor de botón



Fuente: Duque (2007).

Interruptor normalmente abierto con accionamiento manual por estirado

Figura 248. Símbolo interruptor NA con accionamiento manual por estirado



Fuente: Duque (2007).

Interruptor normalmente abierto con accionamiento manual por giro

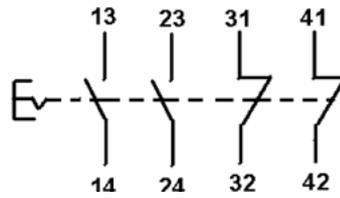
Figura 249. Símbolo interruptor NA con accionamiento manual por giro



Fuente: Duque (2007).

El interruptor que se encuentra en los bancos electrohidráulicos cuenta con dos contactos NA y dos contactos NC, los cuatro contactos cambian su estado al accionar el interruptor

Figura 250. Símbolo interruptor con varios contactos NO, NC



Fuente: Duque (2007).

Finales de carrera mecánicos

Con los finales de carrera se detectan determinadas posiciones de piezas de maquinaria u otros elementos de trabajo.

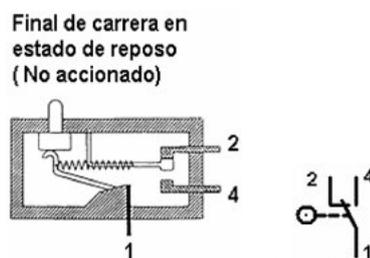
En la elección de tales elementos introductores de señales es preciso atender especialmente la sollicitación mecánica, la seguridad de contacto y la exactitud del punto de conmutación. En su ejecución normal estos interruptores finales tienen un contacto conmutado. En ejecución especial son posibles otras combinaciones de conexión (Duque, 2007).

Los finales de carrera se distinguen también según la introducción de contactos: Contacto lento o contacto rápido. En el contacto lento, la velocidad de apertura o cierre de los contactos es idéntica a la del accionamiento del pulsador (apropiado para bajas velocidades de acceso) (Duque, 2007).

Final de carrera en posición de reposo (no está accionado)

En este caso el final de carrera se puede usar como normalmente cerrado (NC)

Figura 251. Figura y Símbolo final de carrera de reposo NC/NO



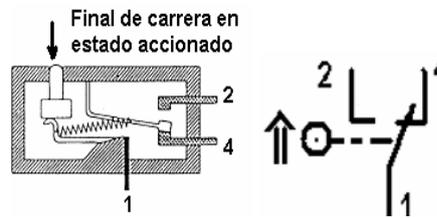
Fuente: Duque (2007).

En este caso el final de carrera se puede usar como normalmente cerrado (NC) o como normalmente abierto (NA).

Final de carrera accionado (por el cilindro o pieza).

En este caso los contactos del final de carrera se representan de la siguiente forma:

Figura 252. Figura y Símbolo final de carrera accionado NC/NO



Fuente: Duque (2007).

El contacto normalmente cerrado (NC) entre las terminales 1-2, o como normalmente abierto (NA) entre las terminales 1-4.

Los finales de carrera solo pueden aparecer en los circuitos electrohidráulicos de alguna de las cuatro formas anteriores.

Simbología Elementos eléctricos para el procesamiento de señales

El relé

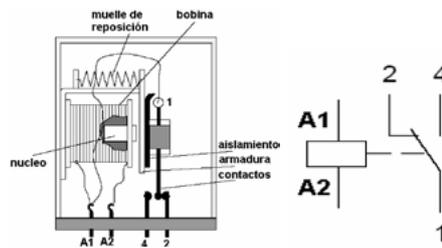
Relés son elementos, que conectan y mandan con un coste energético relativamente bajo. Los relés se aplican preferentemente para el procesamiento de señales. El relé se puede contemplar como un interruptor accionado electromagnéticamente, para determinadas potencias de ruptura.

Antes se utilizaba el relé principalmente como amplificador en la telecomunicación. Hoy en día se recurre a los relés para cometidos de mando o regulación en máquinas e instalaciones. En la práctica un relé ha de satisfacer determinadas exigencias:

- Ampliamente exento de mantenimiento.
- Medianas frecuencia de conexión.
- Conexión tanto de muy pequeñas, como también de relativamente altas intensidades y tensiones.
- Alta velocidad funcional es decir tiempos eje conmutación cortos.

En la práctica existen múltiples y diferentes tipos de construcción y sin embargo el funcionamiento es idéntico en todos los casos (Duque, 2007).

Figura 253. Figura y Símbolo de un Relé



Fuente: Duque (2007).

Aplicando tensión a la bobina, circula corriente eléctrica por el arrollamiento y se crea un campo magnético, por lo que la armadura es atraída al núcleo de la bobina. Dicha armadura, a su vez, está unida mecánicamente a los contactos que llegan a abrirse o a cerrarse. Esta posición de conexión durará, mientras esté aplicada la tensión. Una vez desaparezca la tensión, se desplaza la armadura a la posición inicial, debido a la fuerza del resorte (Duque, 2007).

Simbología Relés de tiempo o temporizadores

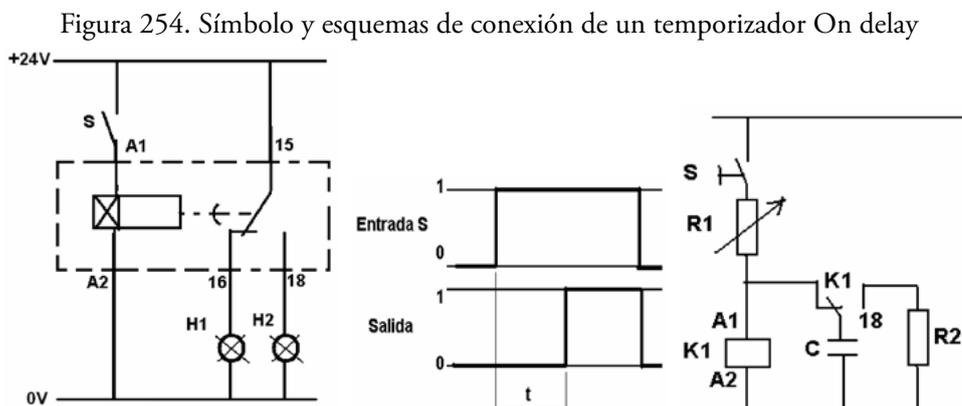
Este tipo de relés tiene el cometido, de que transcurrido un tiempo ajustable determinado conectar o desconectar en un circuito los contactos, tanto si son de apertura como de cierre. En este caso se habla de temporizadores con retardo a la conexión o retardo a la desconexión (Duque, 2007).

Temporizador con retardo a la conexión (On delay).

Al aplicar tensión, es decir al accionar el pulsador S, empieza el contaje del tiempo ajustado. Una vez alcanzado el tiempo ajustado, tiene lugar un cierre del circuito por medio de la conexión 18. Una señal de salida determina la progresión del mando (Duque, 2007).

¿Como se lleva a cabo el retardo?

Las figuras siguientes lo explicaran



Fuente: Duque (2007).

Los elementos recuadrados se encuentran dentro del elemento temporizador. Cerrando el contacto S pasa la corriente por la resistencia R1, que es ajustable. La corriente no tomará el camino hacia el relé K1, sino que llegará a través del contacto de apertura de K1 hacia el condensador C. El condensador se cargará y excitará al relé K1, una vez alcanzada la tensión de atracción. El tiempo depende de la resistencia ajustable R1. A la conexión del relé K1 queda el circuito cerrado en la conexión 18. El contacto conmutador en el condensador cierra el circuito a través de la resistencia R2, por lo que puede descargarse este. El proceso puede comenzar de nuevo. Este ejemplo induce a una comparación con un órgano temporizador neumático (Duque, 2007).

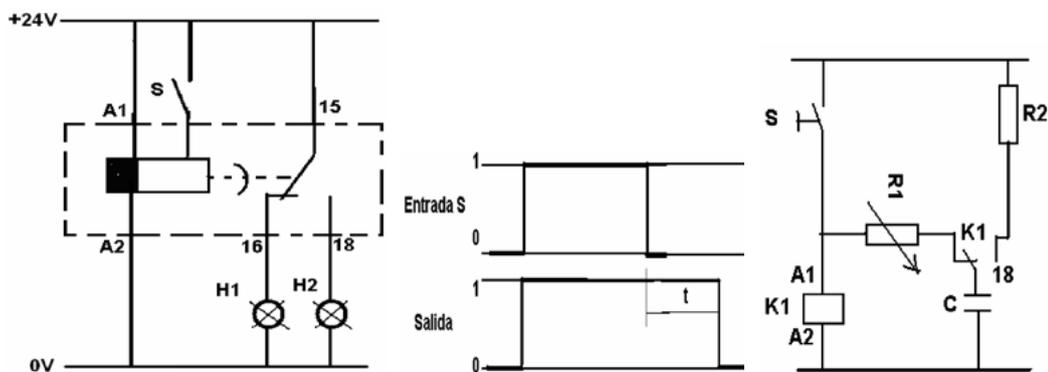
Temporizador con retardo a la desconexión (Off delay).

En el relé temporizador con retardo a la desconexión al cierre del contacto S aparece de inmediato una señal de salida. Sólo una vez anulada la tensión de mando o la señal de entrada, comienza el descontaje del tiempo de retardo ajustado (Duque, 2007).

¿Qué aspecto tiene aquí el comportamiento del órgano temporizador?

La figura siguiente lo vuelve a explicar.

Figura 255. Símbolo y esquemas de conexión de un temporizador OFF delay



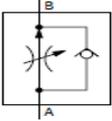
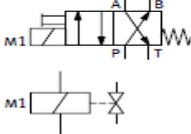
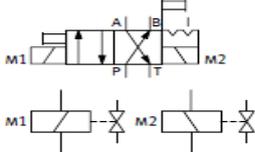
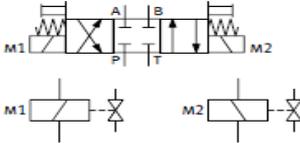
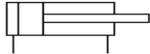
Fuente: Duque (2007).

Al accionar el pulsador S, el relé K1 puede atraer y lo hará, suministrando una señal. El condensador que ha sido cargado a través de la resistencia R2, después de que el contacto conmutador de K1 ha creado la unión entre ambos elementos. Pero una vez conectado el relé K1, el contacto K1 conmutará. Este estado queda mantenido. Sólo cuando el pulsador S vuelve a interrumpir el circuito, se descarga el condensador a través de la resistencia ajustable R1 y del relé K1. Haciendo esto permanece el relé K1 aún en estado conectado, mientras el condensador se descarga. Sólo entonces vuelve a establecerse la posición inicial (Duque, 2007).

Simbología de varios elementos electrohidráulicos

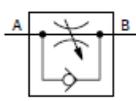
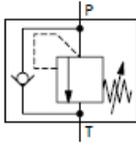
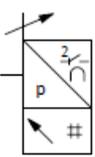
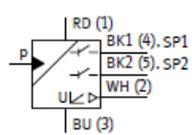
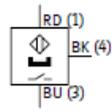
En base a la utilización de módulos neumáticos especialmente de Festo que son utilizados para entrenar procesos hidráulicos, se puede mencionar a través de la siguiente figura un compendio de la simbología de instrumentos útiles en electrohidráulica.

Figura 256. Símbolos utilizados para electrohidráulica parte1

Componente	Símbolo gráfico
Válvula reguladora de caudal de 2 vías	
Electroválvula de 4/2 vías con reposición por muelle	
Electroválvula biestable de 4/2 vías, accionamiento por enclavamiento	
Electroválvula de 4/3 vías, centro cerrado	
Válvula de cierre	
Cilindro de doble efecto, 16/10/200, con tapa protectora	

Fuente: Aheimer et al. (2013).

Figura 257. Símbolos utilizados para electrohidráulica parte1

Componente	Símbolo gráfico
Regulador de caudal	
Válvula limitadora de presión	
Manómetro	
Presostato electrónico	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>EN 60617-7</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>ISO 1219-1</p>  </div> </div>
Peso de 9 kg. para cilindros	
Detector eléctrico de finales de carrera	
Detector de proximidad electrónico	

Fuente: Aheimer et al. (2013).

Válvulas distribuidoras.

Al trabajar en la práctica de la automatización con equipos electrohidráulicos, lo que se busca es gobernar la potencia hidráulica del aceite representada en un flujo a alta presión con el uso de señales eléctricas provenientes de un circuito de control. El equipo capaz de recibir una señal eléctrica y entregar una hidráulica se denomina electroválvula y haciendo las veces de un sistema convertidor (Duque, 2007).

Las electroválvulas son los equipos que hacen el enlace entre los sistemas de control eléctrico (rapidez) y la parte operativa de las máquinas (fuerza hidráulica), haciendo las

veces de preaccionamientos, es decir que el control acciona la electroválvula y esta gobierna los actuadores hidráulicos. El uso de las electroválvulas pone en evidencia las ventajas de ambos sistemas (Duque, 2007).

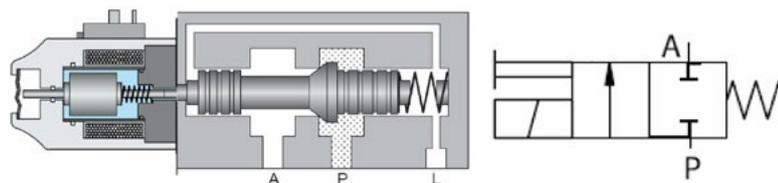
Estos sistemas convertidores se tratan de válvulas electromagnéticas, que tienen el cometido de convertir las señales eléctricas en señales hidráulicas. Estas válvulas electromagnéticas constan de una válvula hidráulica y de una parte eléctrica de mando (cabeza de electroimán). En esta sección se presentarán y explicarán las electroválvulas más importantes (Duque, 2007).

Electroválvula 2/2 vías (NC), con accionamiento manual auxiliar.

En posición de reposo está cerrada siendo ésta su posición base. Este elemento es una válvula de corredera de mando directo unilateral (monoestable). En la conexión 1 (P) llega el líquido comprimido. La corriente de líquido hacia la salida 2 (A) queda bloqueada por la armadura. Al aplicar una señal eléctrica en la bobina, se crea un campo magnético y la armadura es atraída. El líquido fluye desde la entrada 1 (P) hacia 2 (A). Una vez anulada la señal eléctrica, la válvula vuelve a ocupar la posición básica debido al muelle de reposición (Duque, 2007).

La corriente de aceite desde 1 (P) hacia 2 (A) se puede franquear manualmente por medio de un accionamiento auxiliar. A través de una superficie existente en un tornillo, la armadura es levantada de su asiento. Esta electroválvula 2/2 vías se aplica como órgano de cierre.

Figura 258. Figura y símbolo de conexión de una Electroválvula 2/2 vías



Fuente: Duque (2007).

Electroválvula 3/2 vías (NC), con accionamiento manual auxiliar

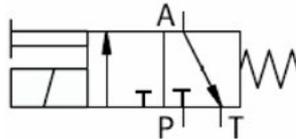
Por una señal eléctrica en la bobina, se origina un campo magnético, que hace que la armadura se levante de su asiento, ocupando la posición superior (Duque, 2007).

El aceite fluye desde la entrada 1 (P) hacia la salida 2 (A); el orificio de escape 3 (T), existente en el tubo del imán, queda cerrado por la armadura. Al anular en la bobina el campo magnético, el muelle de reposición vuelve a empujar la armadura sobre el asiento obturador. El paso del aceite de 1 (P) hacia 2 (A) queda bloqueado; el aceite del conducto

de trabajo escapa a través de la conexión 2 (A) hacia 3 (T) en el tubo del imán. También aquí se permite un accionamiento manual de esta electroválvula 3/2 vías (Duque, 2007).

Este elemento se aplica en mandos provistos de cilindros de simple efecto, en el mando de otras válvulas y en la conexión y desconexión de aceite de pilotaje en mandos.

Figura 259. Figura y símbolo de conexión de una Electroválvula 3/2 vías



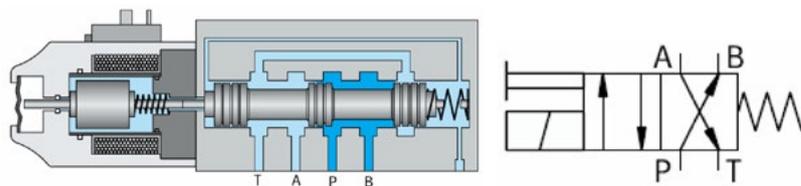
Fuente: Duque (2007).

Electroválvula 4/2 vías (con accionamiento manual auxiliar).

La electroválvula 4/2 vías consta de 2 válvulas distribuidoras 3/2 y se utiliza para el mando de cilindros de doble efecto y para el mando de otras válvulas.

En estado accionado existe comunicación entre los conductos 1 (P) Y 2 (A); el conducto 4 (B) está en escape hacia 3 (T). Al quedar anulada la señal eléctrica, ambos émbolos de válvula regresan a su posición inicial, por lo que existe comunicación entre los conductos 1 (P) Y 4 (B); el conducto 2 (A) está en escape hacia 3 (T). También en este caso facilita el accionamiento auxiliar un conmutado manual.

Figura 260. Figura y símbolo de conexión de una Electroválvula 4/2 vías

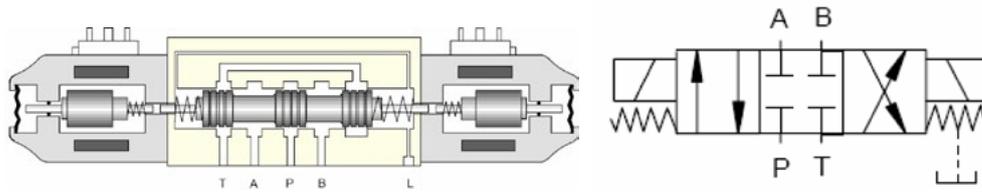


Fuente: Duque (2007).

Electroválvula 4/3 vías.

La electroválvula 4/3 vías consta de dos bobinas a ambos lados de la misma que le permiten el avance o retroceso de un cilindro, en su control no se debe permitir que ambas bobinas estén activas simultáneamente ya que se produciría una interferencia (bloqueo), esta válvula con centro cerrado permite en su posición central, fijar el cilindro en cualquier posición intermedia.

Figura 261. Figura y símbolo de conexión de una Electroválvula 4/3 vías



Fuente: Duque (2007).

Secuencias

El trabajo a realizar mediante un procedimiento autónomo aplicando electrohidráulica necesita un análisis previo trabajo en cada etapa del proceso como, por ejemplo: que actuador activar, que actuador desactivar, que controlar, la distancia o revoluciones de un actuador etc.

A continuación, se podrá mostrar algunas formas para representar estas etapas o fases de trabajo en un proceso electrohidráulico.

Formas de representación de las fases operativas del trabajo de una máquina

Para manejar la representación de las fases operativas de trabajo de una máquina se puede listar las siguientes:

- Diagramas Funcionales
- Diagramas Grafcet

Diagrama de Funciones

Los diagramas de funciones tienen la finalidad de simplificar los trabajos de diseño de proyectos, construcción y configuración de los sistemas de control de máquinas y equipos industriales. Estos diagramas no dependen de determinados tipos de sistemas de control o de la tecnología utilizada (Aheimer Löffler et al., 2013).

Además, un diagrama de funciones puede servir de medio auxiliar durante la localización de fallos. Es recomendable que la forma de los diagramas y los símbolos utilizados siempre sean los mismos, para que puedan entenderse en cualquier parte del mundo y se eviten posibles confusiones. La forma de representación más sencilla es suficiente para describir claramente las secuencias (Aheimer Löffler et al., 2013).

Los diagramas de funciones, los símbolos de enlace y las líneas de acción se rigen por las recomendaciones incluidas en las directivas VDI 3226 y 3260. Sin embargo, estas directivas VDI ya no están vigentes desde los años 1992 y 1994. La norma actualmente vigente es la norma EN 60848 "GRAFCET", lenguaje de especificaciones para diagramas de funciones de mandos secuenciales. Los diagramas de funciones son un medio muy

difundido en el sector industrial, que se utiliza para representar secuencias de movimientos. A continuación, se explican brevemente estos diagramas de funciones (Aheimer Löffler et al., 2013).

Ámbito de aplicación del diagrama de funciones.

Los diagramas de funciones se utilizan para representar secuencias de funciones en sistemas de control mecánicos, neumáticos, hidráulicos, eléctricos y electrónicos, así como en combinaciones de estos sistemas de control (por ejemplo, controles electroneumáticos, electrohidráulicos, etc.) (Aheimer Löffler et al., 2013).

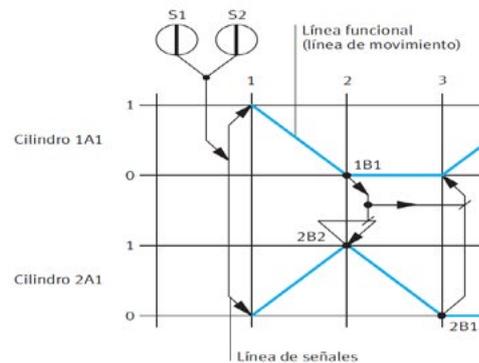
Los diagramas de funciones están compuestos por el diagrama de movimientos y el diagrama de control. El diagrama de movimientos puede ser un diagrama espacio-pasos o un diagrama espacio-tiempo. A continuación, se explica el diagrama espacio-pasos (Aheimer Löffler et al., 2013).

Diagrama espacio-pasos

Los movimientos (recorridos de trabajo, carreras) de los vástagos de los cilindros 1A1 y 2A1 desde el estado secuencial 1 hacia el estado secuencial 2, y desde éste hacia el estado secuencial 3, se muestran en la gráfica mediante líneas funcionales (líneas de movimiento) (Aheimer Löffler et al., 2013).

En un diagrama espacio-pasos se pueden incluir las líneas funcionales y, además, las líneas de las señales. Una línea de señal empieza en el elemento transmisor de la señal, y finaliza donde se produce un cambio de estado a raíz de dicha señal (Aheimer Löffler et al., 2013).

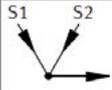
Figura 262. Diagrama espacio-pasos correspondiente a los movimientos ejecutados por los cilindros 1A1 y 2A1



Fuente: Aheimer Löffler et al. (2013).

Las flechas en las líneas de señales indican el sentido de flujo de la señal. Las denominaciones de cada uno de los módulos de entrada se indican en el punto de inicio de cada una de las líneas.

Figura 263. Representación de líneas de señales y módulos de entrada

Función	Símbolo	Función	Símbolo
Enlace en O		Enlace en Y	
Bifurcación de señales		Señal (detector de final de carrera)	
Señal ON		Señal OFF	

Fuente: Aheimer Löffler et al. (2013).

Diagramas mediante Grafcet

GRAF CET describe esencialmente dos aspectos de un sistema de control y, además, lo hace de acuerdo con reglas claramente definidas:

- Las acciones a ejecutar (comandos)
- Las secuencias de la ejecución de las acciones.

Por ello, un GRAFCET (o plan GRAFCET) tiene dos partes. La parte estructural muestra la ejecución del proceso en función del tiempo. En este caso, el proceso está dividido en pasos que se suceden. Ello significa que esta parte no indica qué acciones se ejecutarán concretamente. Esta información se ofrece en la parte de acción o de efectos. En el ejemplo que aquí se describe, se trata de los bloques que se encuentran a la derecha de los pasos, así como las condiciones de transición se encuentran entre los pasos.

Principio básico de GRAFCET

1. Las secuencias se clasifican en
 - pasos y
 - transiciones que se alternan.
 2. Siempre está activo un solo paso a la vez.
 3. A cada paso le puede seguir una cantidad indistinta de acciones.
 4. Las secuencias pueden bifurcarse y volverse a unir. Las bifurcaciones pueden ser
 - bifurcaciones de alternativa o
 - bifurcaciones paralelas.
- ¡Debe considerarse el paso 1!

Pasos Grafcet

Las secuencias se dividen en pasos. Cada paso se representa mediante un rectángulo (preferentemente un cuadrado). En la parte superior central del cuadrado (celda correspondiente a un paso) debe constar una identificación alfanumérica.

Figura 264. Ejemplos de pasos



Fuente: Aheimer Löffler et al. (2013).

Paso inicial

Cada cadena de pasos tiene un paso inicial. Es paso inicial corresponde a la posición inicial del sistema de control, es decir, se trata del paso que activa el sistema de control (¡no la máquina!) inmediatamente después de iniciar el programa de control. Este paso inicial se identifica con un doble marco.

Figura 265. Paso inicial de un grafcet



Fuente: Aheimer Löffler et al. (2013).

Condición de transición

Una transición es la conexión entre un paso y el siguiente paso. Por lo tanto, también se denomina conexión transitoria. La transición se representa mediante una línea en vertical que atraviesa la conexión entre los dos pasos.

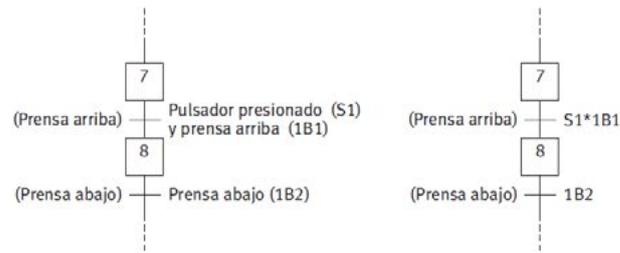
Excepción

En caso de un salto atrás, la transición también puede encontrarse sobre la línea horizontal, si así el esquema resulta más claro.

La regla más importante:

Para que una secuencia no contenga errores, es obligatorio que los pasos y las transiciones siempre se alternen.

Figura 266. Ejemplos de condiciones de transiciones

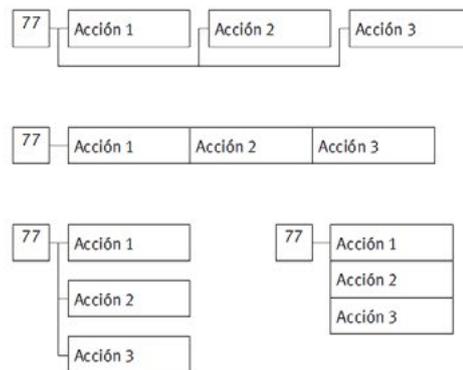


Fuente: Aheimer Löffler et al. (2013).

Acciones

Un paso puede estar relacionado con una o varias acciones. La acción aparece como rectángulo; el largo de los lados del rectángulo es indistinto. Los diferentes comportamientos de las acciones se muestran mediante complementos diferentes. El orden de las acciones que se muestran en el esquema no representa secuencias en función del tiempo.

Figura 267. Ejemplos de un paso con varias acciones



Fuente: Aheimer Löffler et al. (2013).

Las acciones se diferencian por el tipo de su ejecución. Es posible distinguir entre dos tipos de acciones:

Acciones de efecto continuo

Estas acciones se ejecutan en un lapso de tiempo determinado. Cuando finaliza ese tiempo, se retira automáticamente la acción.

Acciones con memoria

Estas acciones se ejecutan una vez en un determinado momento. Es indispensable que ese momento se defina con gran precisión. Para desactivar la acción, es necesario emitir otra orden.

Selección de secuencias

Bifurcación alternativa

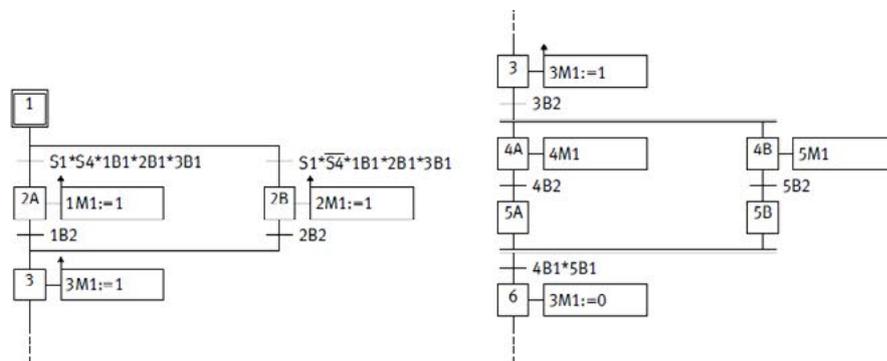
Si una secuencia ofrece varias alternativas, éstas se representan mediante bifurcaciones simples. Una secuencia puede contener una cantidad ilimitada de secuencias alternativas. Cada alternativa tiene su propia condición de transición. Estas condiciones deben definirse de manera muy precisa, de manera que

nunca sea posible que puedan cumplirse simultáneamente varias condiciones (en tal caso se produciría un bloqueo recíproco). Una vez concluida la ejecución de los pasos contenidos en las ramas alternativas tras cumplirse todas las condiciones de transición respectivas, se produce una unión que lleva directamente hacia el siguiente paso.

Bifurcación paralela

En el caso de bifurcaciones paralelas, el cumplimiento de la condición de transición provoca la activación simultánea de varias secuencias parciales. Las secuencias parciales se inician al mismo tiempo, aunque se ejecutan independientemente entre sí.

Figura 268. Bifurcaciones. Izq.: ejemplo de una bifurcación alternativa. Der.: ejemplo de bifurcación paralela.



Fuente: Aheimer Löffler et al. (2013).

Una vez ejecutadas las secuencias parciales, la bifurcación se vuelve a unir de manera sincronizada. La transición hacia el siguiente paso que se encuentra debajo de la línea más gruesa (en el ejemplo, el paso 6), únicamente se activa si se ejecutaron todas las secuencias parciales paralelas. Para ello necesariamente debe cumplirse la condición conjunta de transición.

Estructuración de esquemas GRAFCET

Los elementos descritos son suficientes para describir secuencias de modo muy preciso, aunque sin niveles jerárquicos. La norma incluye los elementos necesarios para estructurar los niveles jerárquicos. Los niveles jerárquicos son necesarios para obtener

estructuras generales y detalladas del comportamiento de un sistema de control, para explicar los modos de funcionamiento y, también, para representar la función de parada de emergencia de sistemas de control más complejos. Si se trabaja con varios niveles jerárquicos, el GRAFCET se divide en varias partes. Esas partes se llaman GRAFCET parciales. Cada uno obtiene su propio nombre. Al nombre se le antepone la letra G.

Los elementos de estructuración más importantes son:

- Comandos de control forzado
- Pasos incluyentes
- Pasos macro

Esquemas de circuitos de mando y técnicas de diseño.

A continuación, se detalla como diseñar y manejar los circuitos electrohidráulicos en base a los tipos de circuitos como son: Esquema hidráulico, Esquema y circuito de control

Esquema de distribución hidráulico

El esquema de distribución hidráulico de un sistema de mando muestra cómo se conectan los componentes hidráulicos entre sí y cómo su funcionamiento influye recíprocamente. Los símbolos de los componentes se incluyen en el esquema de tal manera que se obtenga una distribución clara, evitando en la medida de lo posible que se crucen las líneas. Por esta razón, un esquema hidráulico no refleja la distribución real de los componentes en un espacio.

Los componentes incluidos en un esquema de distribución hidráulico se identifican con símbolos. Estos símbolos están normalizados en la norma ISO 1219-1. Los símbolos deben contener las siguientes características del componente correspondiente:

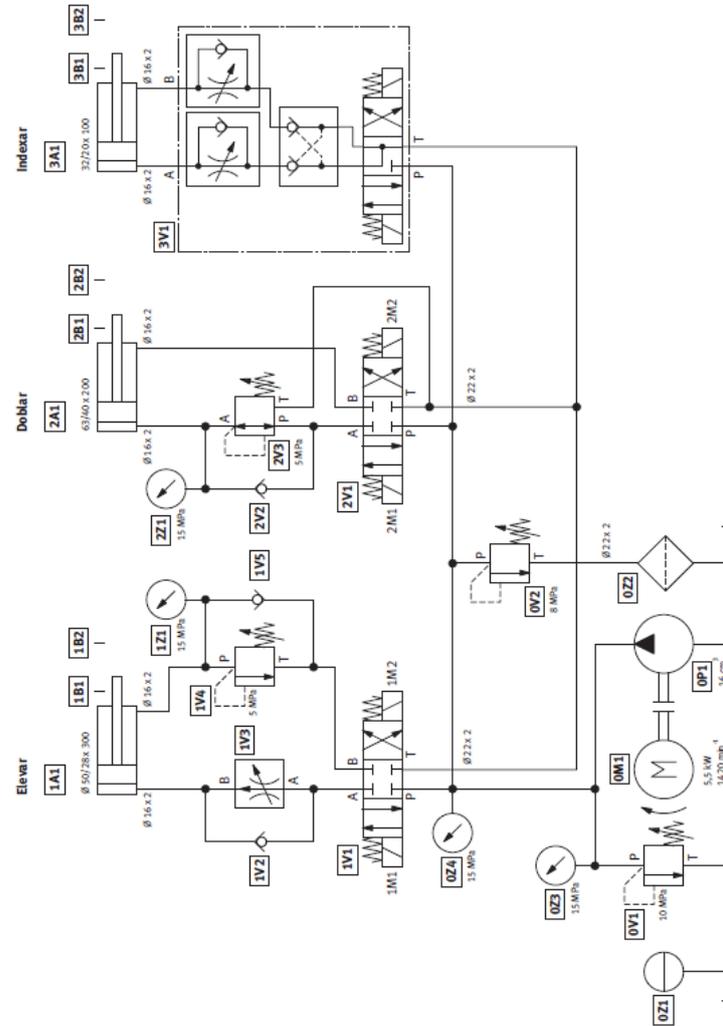
- Tipo de accionamiento
- Cantidad de conexiones y su denominación
- Cantidad de posiciones de conmutación

En la norma ISO 1219-2 se define la estructura de los esquemas de distribución, la forma de incluir símbolos y de identificar cada componente. En un esquema hidráulico, los símbolos de los componentes hidráulicos se distribuyen de la siguiente manera:

- En la parte superior, los elementos de trabajo
- Debajo, las válvulas utilizadas para regular el caudal
- (por ejemplo, válvulas estranguladoras, válvulas de antirretorno)
- Debajo, las válvulas distribuidoras (actuadores)
- Abajo, en el lado izquierdo, la alimentación de energía.

Tratándose de sistemas de control que incluyen varios elementos de trabajo, los símbolos de los actuadores se colocan uno al lado del otro. Debajo de cada símbolo de un actuador se incluyen los símbolos de las válvulas correspondientes.

Figura 269. Esquema de distribución hidráulico de un sistema de mando electrohidráulico con tres cadenas de mando



Fuente: Aheimer Löffler et al. (2013).

Posición de cilindros y de válvulas distribuidoras

Todos los componentes incluidos en el esquema de distribución hidráulico se muestran estando conectada la presión de funcionamiento. En el caso de los esquemas de distribución electrohidráulicos, no fluye corriente en la parte de las señales eléctricas. Ello significa lo siguiente:

- No están activadas las bobinas de las válvulas distribuidoras
- Los actuadores (por ejemplo, cilindros y motores) se encuentran en su posición normal.

Código de identificación de componentes

Cada componente (exceptuando los tubos rígidos y flexibles) se identifica debidamente en el esquema de distribución. Contenido del código de identificación:

- Número del equipo (puede prescindirse de este número, si todo el esquema corresponde a un mismo equipo)
- Número del circuito (número obligatorio)
- Identificación del componente (letra obligatoria)
- Número del componente (número obligatorio)

Figura 270. Código de identificación de componentes incluidos en esquemas de distribución hidráulicos

Fuente: Aheimer Löffler et al. (2013).

Figura 271. Código de identificación de componentes en el esquema de distribución hidráulico

Fuente: Aheimer Löffler et al. (2013).

Esquema eléctrico

El esquema eléctrico de un sistema de control muestra cómo están conectados entre sí los componentes eléctricos y, además, cómo se produce una interacción entre ellos. Dependiendo de su función, se distingue entre los siguientes tipos de esquemas de distribución eléctricos según la norma EN 61082-1:

- Esquema general
- Esquema funcional
- Esquema de circuitos eléctricos

Esquema general

El esquema general permite apreciar las instalaciones eléctricas de un sistema grande (por ejemplo, una línea de montaje completa). Este esquema únicamente muestra lo más importante. Los sistemas parciales se representan mediante esquemas de distribución adicionales más detallados.

Esquema funcional

El esquema funcional explica todas las funciones individuales de un sistema. En estos esquemas no se indica la configuración de esas funciones.

Esquema de circuitos eléctricos

El esquema de circuitos eléctricos muestra los detalles de la configuración de sistemas, instalaciones, etc.

Este esquema contiene lo siguiente:

- Los símbolos de los componentes
- Uniones entre los componentes
- Identificación de los componentes
- Identificación de las conexiones
- Otros datos que son necesarios para entender los circuitos
- (identificación de señales, indicaciones sobre el lugar)

Representación general y representación específica de un esquema de circuitos eléctricos

En el caso de la representación general de un esquema de circuitos eléctricos, cada componente se incluye como un solo símbolo (por ejemplo, representación de un relé, aunque cuente con varios contactos normalmente abiertos y varios normalmente cerrados).

En el caso de la representación específica, pueden incluirse las diversas funciones específicas de un componente en varias partes del esquema. Estas funciones se distribuyen de tal manera que se obtenga una representación clara, con líneas rectas y con la menor cantidad posible de cruces de líneas. Por ejemplo, los contactos normalmente cerrados y normalmente abiertos de un relé pueden distribuirse en todo el esquema.

Esquema de distribución hidráulico de un sistema de control electrohidráulico

En el sector de la electrohidráulica se utilizan esquemas de circuitos detallados para mostrar la parte correspondiente a las señales de mando. Únicamente si se trata de sistemas de control muy amplios, se utiliza adicionalmente un esquema general o un esquema funcional.

En la práctica, cuando se habla de “esquema de distribución eléctrico de un sistema de control electrohidráulico”, siempre se trata del esquema de circuitos eléctricos.

Esquema de circuitos eléctricos de un sistema de control electrohidráulico

En el esquema de circuitos eléctricos de un sistema de control electrohidráulico, los símbolos de los componentes necesarios para los enlaces y las secuencias se incluyen

sucesivamente, desde arriba hacia abajo y desde la izquierda hacia la derecha. Los relés y las bobinas siempre se incluyen por debajo de los contactos.

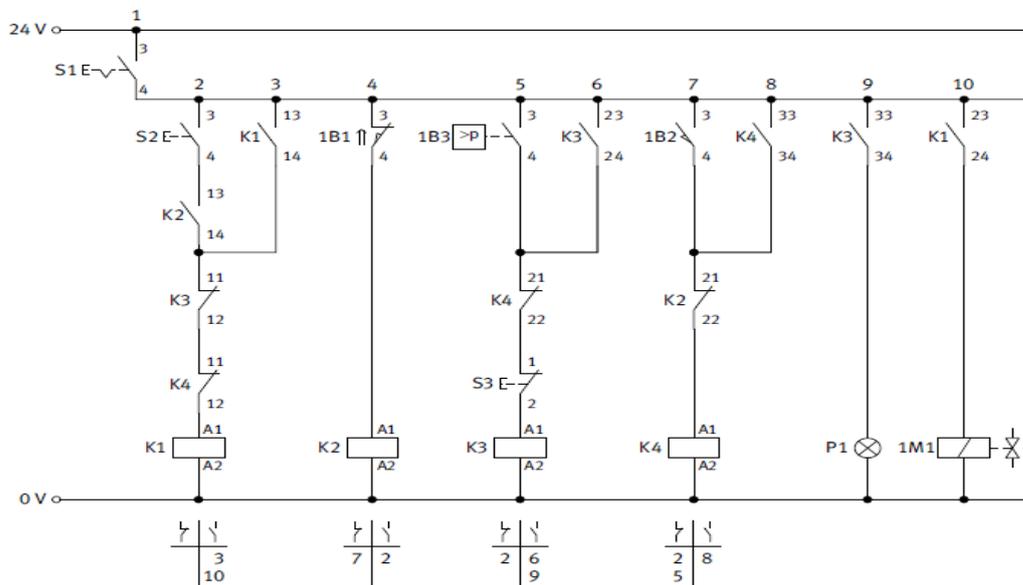
Para mejorar la claridad de un esquema de distribución eléctrico, se aplican las siguientes soluciones:

- División según circuitos individuales
- Identificación de los componentes y contactos mediante letras y números
- División del circuito de control y circuito principal
- Confeción de tablas de elementos de conmutación

Líneas de contactos

En los esquemas de circuitos de sistemas de control electrohidráulicos, las líneas de contacto se incluyen paralelas, y cada una de ellas está numerada. En el ejemplo, el esquema de circuitos eléctricos de un sistema de control electrohidráulico tiene 10 líneas de contactos. Los circuitos 1 hasta 8 son parte del circuito de control, mientras que los circuitos 9 y 10 pertenecen al circuito eléctrico principal.

Figura 272. Esquema de distribución eléctrico (esquema de circuitos eléctricos) de un sistema de control electrohidráulico. S1 Interruptor principal 1B1/1B2 Detectores de proximidad S2 Pulsador de START 1B3 Presostato S3 Tecla de confirmación



Fuente: Aheimer Löffler et al. (2013).

Identificación de componentes

Los componentes incluidos en un esquema de circuitos eléctricos de un sistema de control, se identifican mediante letras. Los componentes de igual identificación se numeran sucesivamente (por ejemplo, 1B1, 1B2, etc.).

Los sensores y las bobinas deben constar tanto en el esquema de distribución hidráulico, como en el esquema de circuitos eléctricos. Para evitar confusiones y garantizar una fácil lectura, es recomendable que los símbolos utilizados en ambos esquemas sean identificados y numerados del mismo modo. Si, por ejemplo, un determinado detector de final de carrera fue identificado con 1B1 en el esquema hidráulico, debería constar con esa misma identificación en el esquema de circuitos eléctricos.

Figura 273. Denominación de componentes en el esquema de circuitos eléctricos (según EN 81346-2)

Componentes	Identificación
Detector, interruptor Reed, detector de posición electrónico, presostato	B
Relé	K
Bobina de una válvula	M
Sistemas de aviso	P
Contactador	Q
Pulsadores de accionamiento manual	S

Fuente: Aheimer Löffler et al. (2013).

Los componentes incluidos en el esquema de circuitos eléctricos se identifican de la siguiente manera:

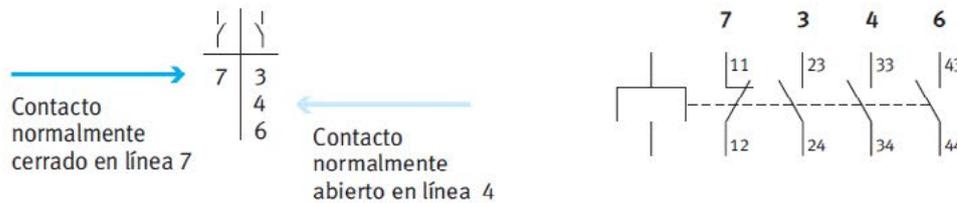
- Los interruptores de accionamiento manual con S1, S2 y S3
- Los detectores de posiciones finales con 1B1 y 1B2
- El presostato con 1B3
- Los relés con K1, K2, K3 y K4
- La bobina con 1M1
- La bombilla con P1

Tabla de elementos de conmutación

Todos los contactos activados por una bobina de relé o contactor, se incluyen en una lista de elementos de conmutación. Esta tabla de elementos de conmutación se incluye

debajo del circuito en el que se encuentra la bobina del relé. Las tablas de elementos de conmutación pueden ser simples o detalladas.

Figura 274. Elementos conmutadores de un relé. Izq.: forma simplificada. Der.: forma completa



Fuente: Aheimer Löffler et al. (2013).

En el ejemplo de esquema de la figura 242 de circuitos eléctricos se incluyen, en total, cuatro tablas de elementos conmutadores:

Línea 2: tabla de elementos conmutadores del relé K1

Línea 4: tabla de elementos conmutadores del relé K2

Línea 5: tabla de elementos conmutadores del relé K3

Línea 7: tabla de elementos conmutadores del relé K4

Contactos y sensores activado

El esquema de distribución eléctrico se muestra con la alimentación de energía eléctrica desconectada. Los sensores (detectores de finales de carrera y detectores de proximidad) se identifican con una flecha. Adicionalmente se muestran los contactos correspondientes en posición activada.

Figura 275. Representación de contactos activados en el esquema de circuitos eléctricos. Izq.: contacto normalmente cerrado, activo. Der.: contacto normalmente abierto, activo.



Fuente: Aheimer Löffler et al. (2013).

Aplicaciones secuenciales de circuitos electrohidráulicos

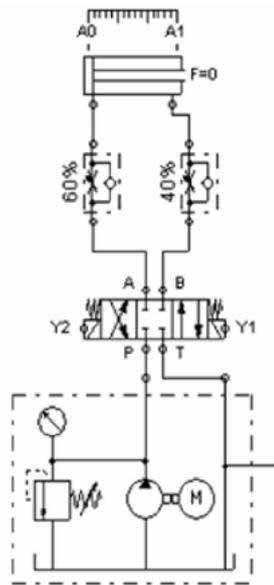
A continuación, se detalla algunas prácticas a poner en práctica aplicando los conceptos de electrohidráulica, para luego realizar una secuencia básica de actuadores hidráulicos.

Practica Ciclo único de un cilindro de doble efecto con válvula 4/3

Al pulsar S1 se activa Y1 haciendo que se retenga K1 y salga el cilindro, una vez el cilindro llega al final de su carrera, toca el final de carrera A1 el cual hace que se retenga K2, el cual no solo tumba la retención de K1, sino que activa Y2 haciendo que el cilindro regrese, hasta tocar a A0 que desenergiza a K2 dejando el circuito en su estado inicial.

Implementar el siguiente circuito de fuerza:

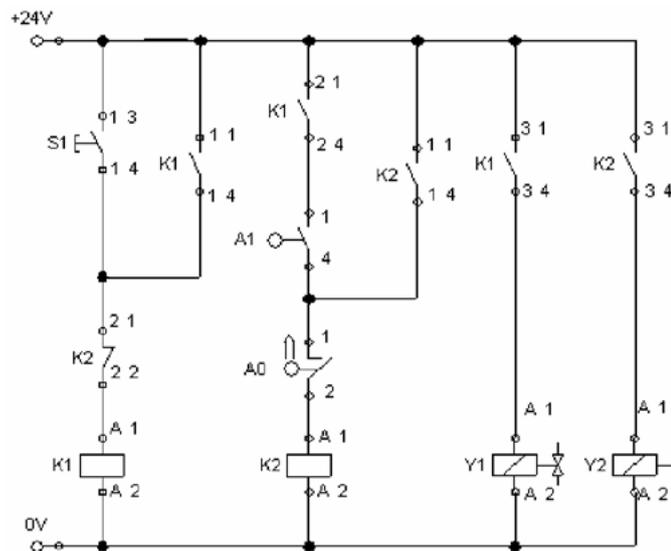
Figura 276. Esquema Hidráulico de fuerza, Practica Ciclo único de un cilindro de doble efecto



Fuente: Aheimer Löffler et al. (2013).

Implementar el esquema eléctrico de control

Figura 277. Esquema Electrohidráulico de control, Practica Ciclo único de un cilindro de doble efecto



Fuente: Duque (2007).

Practica secuencial Circuitos Electrohidráulicos con Dos Cilindros

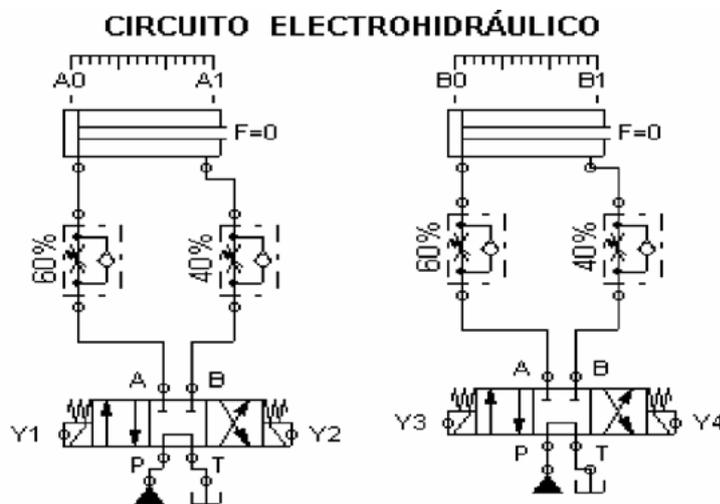
Un circuito de control eléctrico se basa en el análisis funcional del trabajo a realizar, dependiendo de lo que se quiera hacer, el circuito se va armando en función de los elementos de accionamiento, como los pulsadores, finales de carrera, el tipo de válvula (monoestable o biestable), relés, temporizadores, contadores, entre otros.

Primeros pasos:

1. Se revisa los elementos del **circuito electrohidráulico** (en este caso dos cilindros de doble efecto gobernados por correspondientes válvulas 4/3 y reguladoras de caudal).
2. Se debe tener una idea general de la máquina o dispositivo a controlar, realizando un **croquis de situación**.
3. Los movimientos que deben realizar los cilindros, indicando temporizaciones del ciclo de trabajo se deben visualizar con diagrama de **espacio-fase**.
4. Se realizan las **funciones lógicas**, las cuales corresponden a las señales necesarias para que se den las distintas etapas.
5. Se arma el **circuito de control eléctrico**.

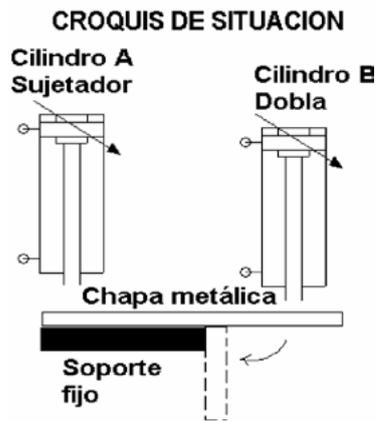
En base al siguiente ejemplo poner en práctica los anteriores pasos

Figura 278. Circuito electrohidráulico a implementar



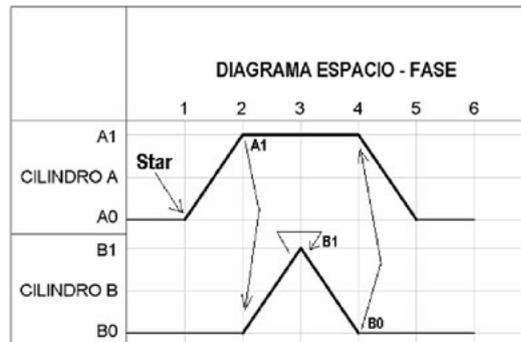
Fuente: Duque (2007).

Figura 279. Croquis de situación



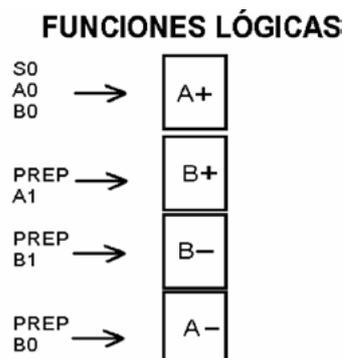
Fuente: Duque (2007).

Figura 280. Diagramas espacio fase



Fuente: Duque (2007).

Figura 281. Funciones Lógicas



Fuente: Duque (2007).

Diseñe un circuito electrohidráulico y su correspondiente sistema electrohidráulico para una prensa. Se debe colocar una pieza la cual se sujeta por efecto de un cilindro A y se doblara con efecto del cilindro B. El accionamiento del circuito es por el pulsador (Star)

y para iniciar la función deben estar los cilindros en su posición inicial (finales de carrera A0 y B0 pulsados).

Se sabe que el accionamiento es por un pulsador y que cada cilindro lleva finales de carrera que detectan si los cilindros están contraídos o extendidos, y ahora se determina la cantidad de relés que se deben utilizar.

Por medio de los pasos que se dan en el diagrama espacio-fase tenemos que la señal entre 1 y 2 es una acción o sea que se activó con un relé, entre 2 y 3 se acciona otro relé por la llegada del final de carrera A1, 3 y 4 ocurre la misma acción que en 2 y 3 solo que la señal que recibida es del final de carrera B1 y entre 4 y 5 el último relé que es accionado por el final de carrera B0 y para concluir el final de carrera A0 sería una señal de que indica el fin del ciclo.

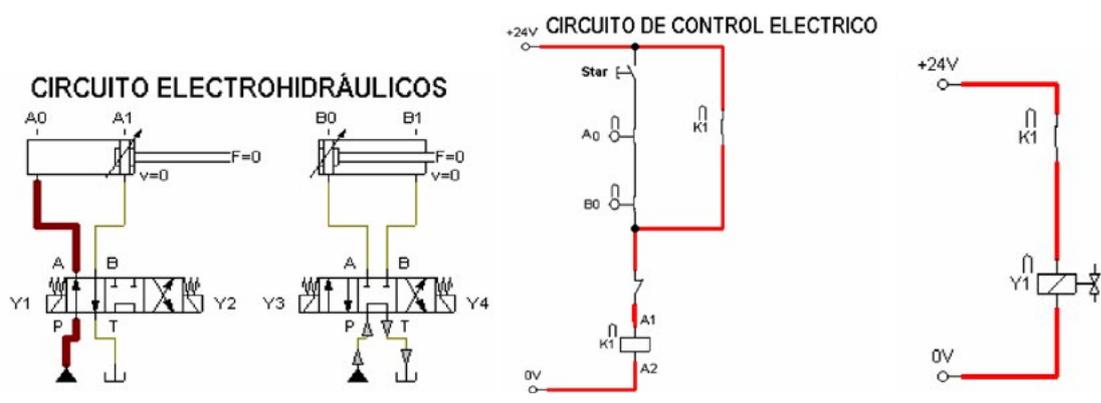
Ahora tenemos el número de elementos que vamos a utilizar: Pulsadores: 1; Finales de carrera: 4; Relés: 4; Válvulas: 2 biestables (4/3 con centro en circunvalación); Cilindro: 2 de doble efecto.

Por simbología se denomina la conexión de los circuitos de la siguiente forma:

Por seguridad se debe tener en cuenta que toda línea o relé que se autorretenga en un momento del ciclo debe ser desenergizado en otra parte del mismo, a fin de que al finalizar el circuito no quede ningún relé energizado.

(Paso 1 A+) el pulsador activara el primer rele (K1) para accionar la válvula (Y1) la cual da efecto a que extienda el cilindro de sujeción.

Figura 282. Esquemas de fuerza y control, paso 1

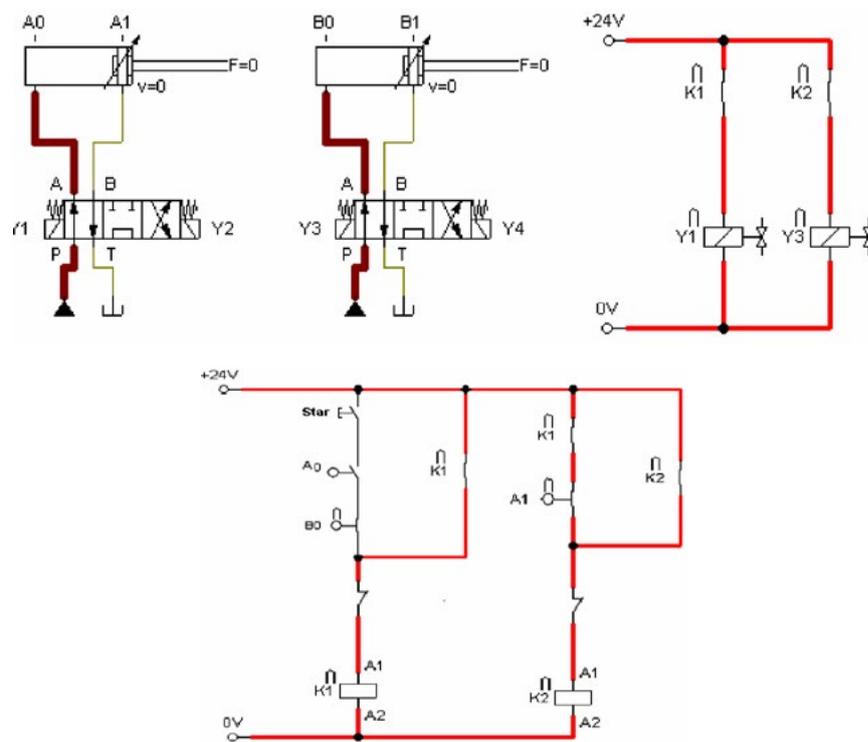


Fuente: Duque (2007).

Este será el primer paso del circuito de control que se auto-retiene por medio de su contacto asociado en la línea 2.

(Paso 2 B+) en este paso se realizará la activación de la boviná (Y3) para que se dé la salida del cilindro (B), acción que la realiza el releé (K2) al recibir la señal de preparación (K1) y del final de carrera (A1). Se debe prever un contacto normalmente cerrado que en el futuro sirva para tumbar la autorretención de los releés.

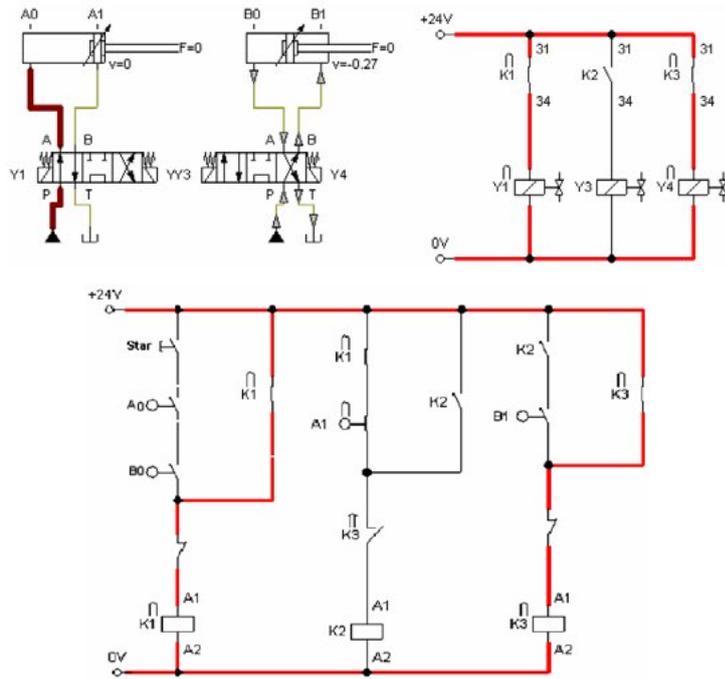
Figura 283. Esquemas de fuerza y control, paso 2



Fuente: Duque (2007).

(Paso 3 B-) el diagrama de espacio-fase nos dice que el cilindro B al finalizar la salida del mismo tiene que retornar de inmediato, puesto que está gobernado por una válvula biestable, está no puede activar los solenoides (Y3 y Y4) de ambos lados de la válvula porque no conmutaría. Una vez el cilindro (B) llega al final de su recorrido, debe realizar dos acciones simultáneamente, la primera es activar (K3) para que alimente la boviná (Y4) y la segunda es desactivar a (Y3) tumbado la autorretención de (K2) y de esta forma regrese el cilindro (B).

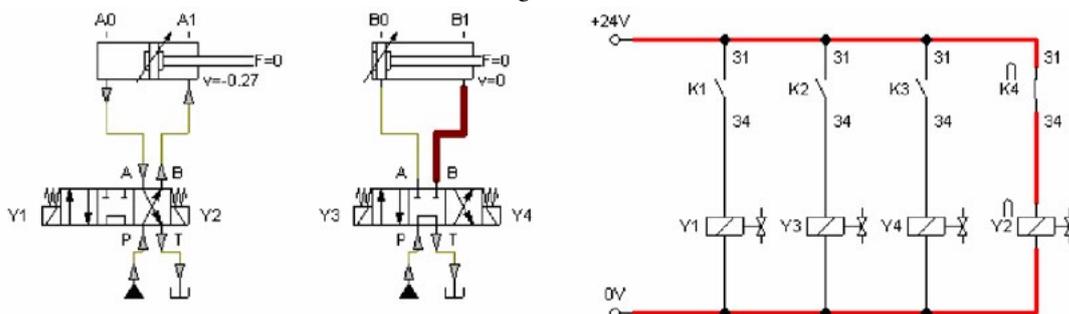
Figura 284. Esquemas de fuerza y control, paso 3

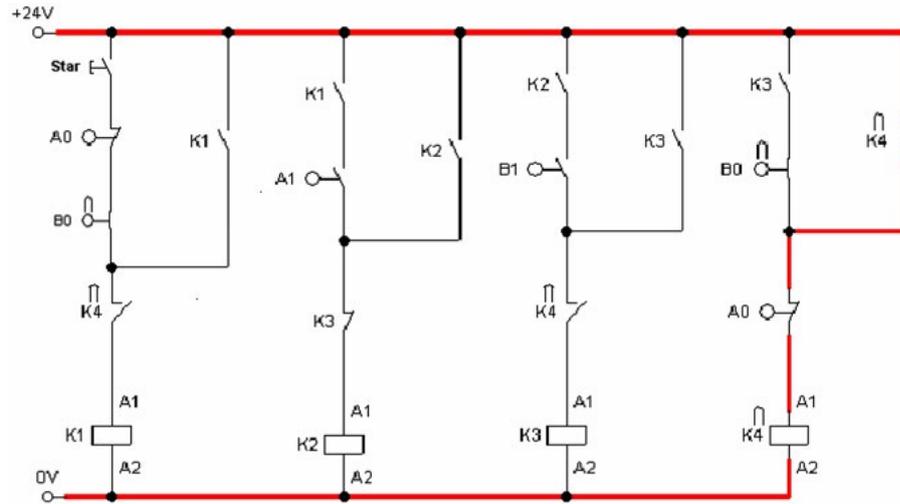


Fuente: Duque (2007).

(Paso 4 A-) ya que el cilindro (B) retornó, el final de carrera B0 activa el relé K4 para que se dé el último paso (regreso del cilindro A). De igual forma como se definió las acciones de los relés K2 y K3 (mutuamente excluyentes, es decir que solo puede estar uno de ellos activo); el relé K1 que activó al solenoide Y1, no puede estar activo al momento de entrar K4 que activa a Y2. Ya que la válvula se bloquearía. Por tal razón una vez el cilindro (B) regresa completamente y toca el final de carrera (B0), debe realizar dos acciones simultáneamente, la primera es activar (K4) para que alimente la boviná (Y2) y la segunda es desactivar a (Y1) tumbado la autorretención de (K1) y de esta forma regrese el cilindro (A).

Figura 285. Esquemas de fuerza y control, paso 4, K4 desenergiza a K1 (Y1) y activa a Y2, el cilindro A regresa



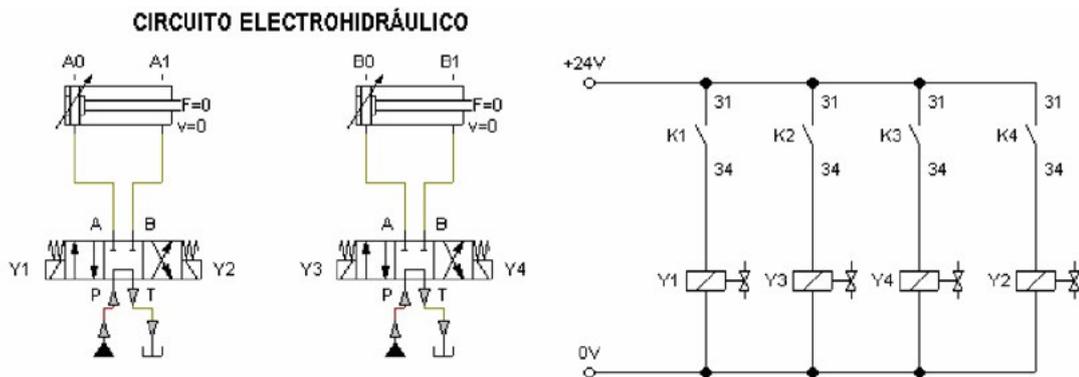


Fuente: Duque (2007).

Al regresar completamente el cilindro (A) y tocar al final de carrera A0, desactiva la línea de paso final (K4) y el circuito queda en su estado inicial, listo para comenzar un nuevo ciclo.

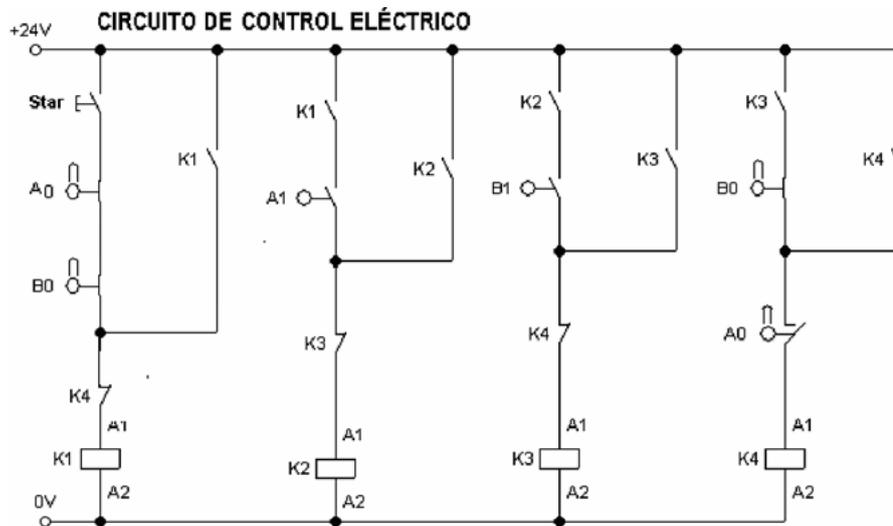
A continuación, podremos mostrar el esquema completo de circuito electrohidráulico:

Figura 286. Circuito completo electrohidráulico



Fuente: Duque (2007).

Figura 287. Circuito completo de control eléctrico, A0 desenergiza a K4 dejando el circuito igual que al principio



Fuente: Duque (2007).

Software de Aplicación y Simulación

FluidSIM Hidráulica es una herramienta de simulación para la obtención de los conocimientos básicos de hidráulica y funciona en el entorno Microsoft Windows®. Puede utilizarse en combinación con el hardware de entrenamiento Festo Didactic GmbH & Co. KG, pero también de manera independiente. FluidSIM se desarrolló en colaboración con la Universidad de Paderborn, la empresa Festo Didactic GmbH & Co. KG y Art Systems, Paderborn (Festo, 2020).

Una herramienta para todas las exigencias

Tanto los profesores como los instructores son expertos que controlan gran cantidad de funciones necesarias para preparar las actividades docentes. FluidSIM ofrece la modalidad de experto. Los estudiantes se concentran desde el principio en los aspectos más importantes. En el modo estándar pueden trabajar y aprender con éxito gracias a las facilidades para el aprendizaje, así como a un conjunto reducido de funciones (Festo, 2020).

Ensayos en tiempo real

No importa si se utiliza para la formación profesional o en una empresa de ingeniería: la simulación de controles y procesos se considera un estándar industrial desde hace bastante tiempo, minimiza las pérdidas por colapso y sirve para aumentar tanto la eficiencia como la calidad. Los parámetros de todos los componentes son idénticos a los de los paquetes de entrenamiento de Festo Didactic y, además, pueden adaptarse en todas las dimensiones a las características de otros componentes (Festo, 2020).

GRAF CET en varias dimensiones

GRAF CET ha sustituido desde hace ya bastante tiempo en la formación al diagrama espacio-pasos. Gracias a GRAF CET, FluidSIM consigue, además (Festo, 2020):

- Editar: para conseguir documentación conforme a la norma.
- Visualizar: para lograr una mayor claridad.
- Supervisar: las señales en color indican qué punto del proceso no está en funcionamiento o se está ejecutando correctamente.
- Controlar: para un control de todas las instalaciones con técnicas de fluidos y electrónica, sin importar el fabricante.

Aprender con magníficos resultados

La teoría es muy útil, pero las prácticas reales ofrecen la motivación necesaria y el éxito en el aprendizaje. FluidSIM® 5 puede utilizarse en muchas situaciones como un control para la instalación real: con EasyPort es posible y, además de manera cómoda digital y analógica (Festo, 2020).

Amplia extensión

Neumática, hidráulica y electrotécnica: las bibliotecas están disponibles por separado o compartidas en el mismo programa. El usuario decide cuáles de sus bibliotecas se pueden utilizar en el programa. Todas las tecnologías se combinan a la perfección en un esquema del circuito o en un proyecto (Festo, 2020).

Flexibilidad de instalación y utilización

Registro online, licencia de red, utilización doméstica: FluidSIM ofrece varios modelos de licencia que presentan ventajosos escenarios de aprendizaje en las escuelas o en la empresa. Gracias a una administración de alumnos nuevos se puede, además, preparar y controlar licencias para grupos de estudio y hacer un uso doméstico del software (Festo, 2020).

CAD profesional conforme a la norma

- Comodidad para dibujar planos gracias a líneas de fuga, nuevas funciones de retención.
- Sencilla inserción de nuevos símbolos en las conexiones existentes.
- Marcos de dibujo variables.
- Escala y rotación progresivas.
- Funciones de trazado de cotas.
- Cálculo del punto de intersección de líneas, rectángulos y elipses.

Todos los símbolos son de conformidad con las normas DIN ISO 1219 o DIN EN 81346-2 con designación de tomas conforme a la nueva identificación del utillaje, GRAFCET conforme a la norma actual (Festo, 2020).

Simulación de accionamiento directo e indirecto con cilindros hidráulicos.

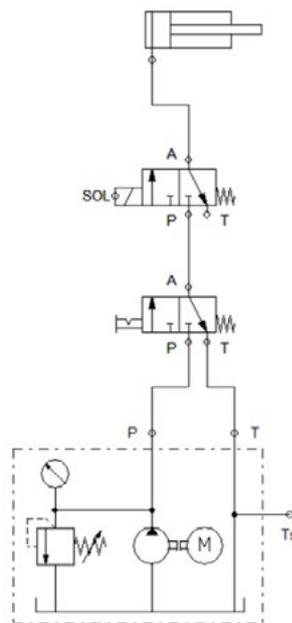
Mando directo cilindro simple efecto

Este es el mando más básico. Su funcionamiento es el siguiente:

Accionando la válvula de pulsador (3/2), esta cambia de posición (comunica las vías 1 y 2), introduciendo presión en la cámara anterior del cilindro, haciendo que este salga. El cilindro se va a mantener en esta posición, mientras la válvula está accionada. Cuando dejamos de accionar la válvula el resorte de la misma, hace que la válvula cambie de posición (comunica las vías 2 y 3), lo que provoca que la cámara anterior se ponga a escape, por lo que el cilindro retorna por acción del resorte interior.

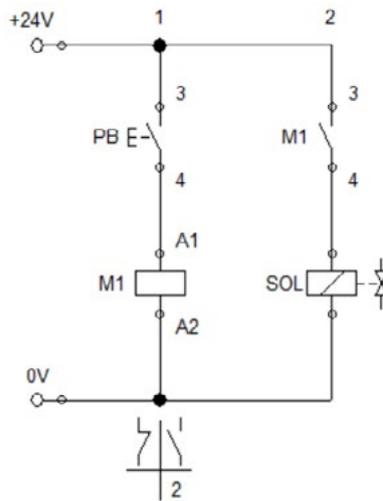
La válvula distribuidora (en todos los montajes) nos sirve para poner en funcionamiento el circuito (similar a un interruptor general en electricidad) haciendo que haya presión en el sistema.

Figura 288. Mando directo del cilindro de simple efecto.



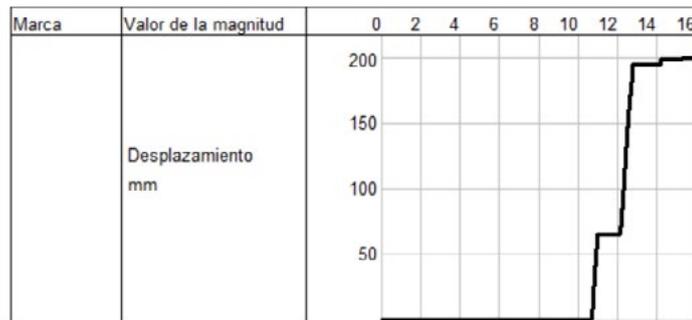
Fuente: elaboración propia

Figura 289. Esquema eléctrico para la activación del cilindro de simple efecto.



Fuente: elaboración propia

Figura 290. Diagramas de espacio–fase del mando directo cilindro de simple efecto.

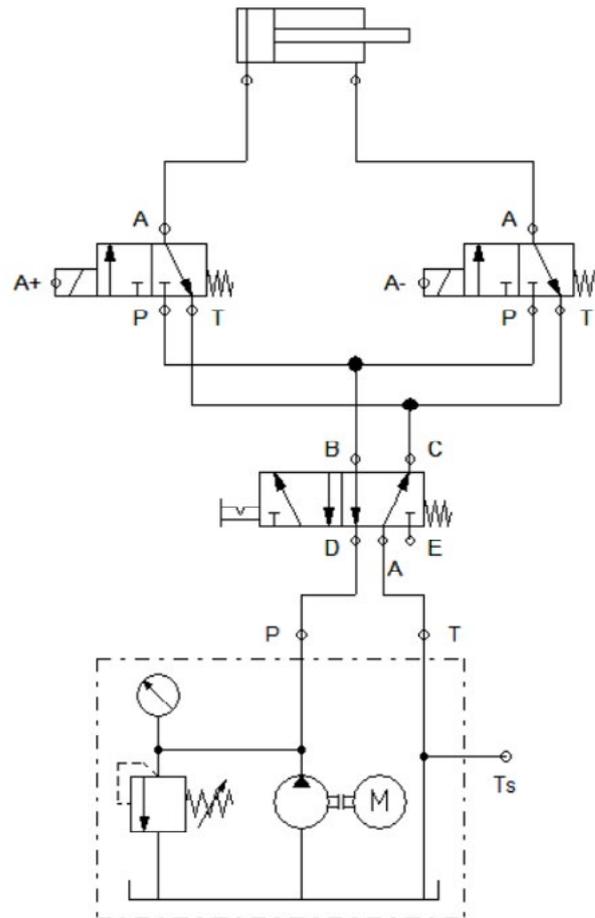


Fuente: elaboración propia

Mando directo del cilindro doble efecto

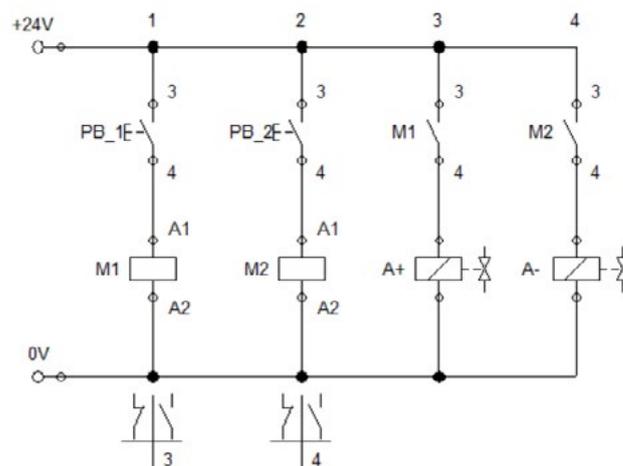
Su funcionamiento es el siguiente: Accionando la válvula de pulsador izquierda, esta cambia de posición (comunica las vías 1 y 2), introduciendo presión en la cámara anterior del cilindro, haciendo que este salga. El cilindro se va a mantener en esta posición, aunque dejemos de accionar la válvula. Accionando la válvula de pulsador derecha, esta cambia de posición (comunica las vías 1 y 2), introduciendo presión en la cámara posterior del cilindro, haciendo que este retorne. El cilindro se va a mantener en esta posición, aunque dejemos de accionar la válvula. Si accionamos las dos válvulas a la vez el cilindro se va a mantener en la misma posición, ya que existe presión en las dos cámaras (posición de bloqueo).

Figura 291. Mando directo del cilindro de doble efecto.



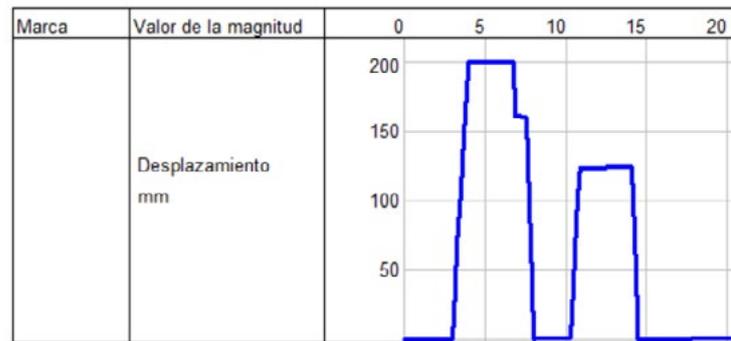
Fuente: elaboración propia

Figura 292. Esquema eléctrico para la activación del cilindro de doble efecto.



Fuente: elaboración propia

Figura 293. Diagramas de espacio–fase del cilindro de doble efecto.

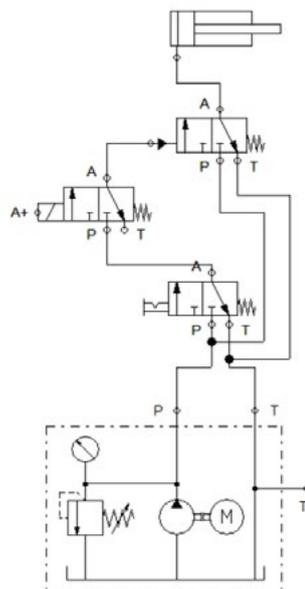


Fuente: elaboración propia

Mando indirecto cilindro simple efecto

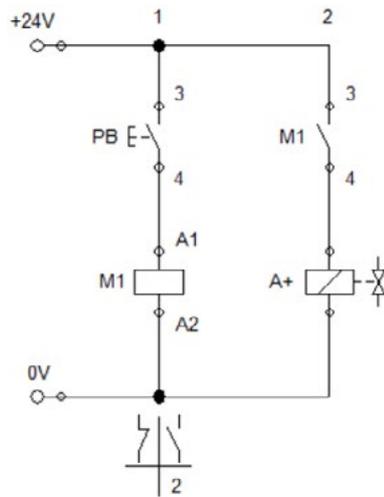
Su funcionamiento es el siguiente: Accionando la válvula de pulsador (3/2), esta cambia de posición (comunica las vías 1 y 2), haciendo que la válvula neumática también cambie de posición, introduciendo presión en la cámara anterior del cilindro, haciendo que este salga. El cilindro se va a mantener en esta posición, mientras la válvula de pulsador está accionada. Cuando dejamos de accionar la válvula de pulsador el resorte de la misma hace que la válvula cambie de posición (comunica las vías 2 y 3), lo que provoca que también cambie de posición la válvula neumática, que hace la cámara anterior del cilindro se ponga a escape, por lo que el cilindro retorna por acción del resorte interior.

Figura 294. Mando indirecto del cilindro de simple efecto.



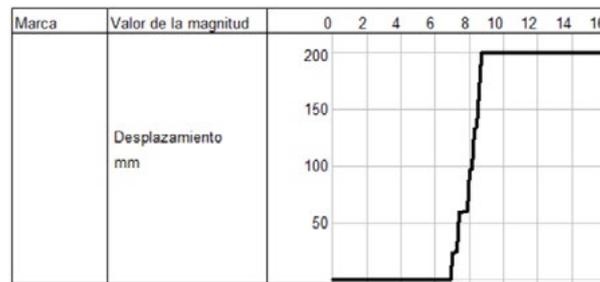
Fuente: elaboración propia

Figura 295. Esquema eléctrico para la activación del cilindro de simple efecto.



Fuente: elaboración propia

Figura 296. Diagramas de espacio–fase del mando indirecto cilindro de simple efecto.

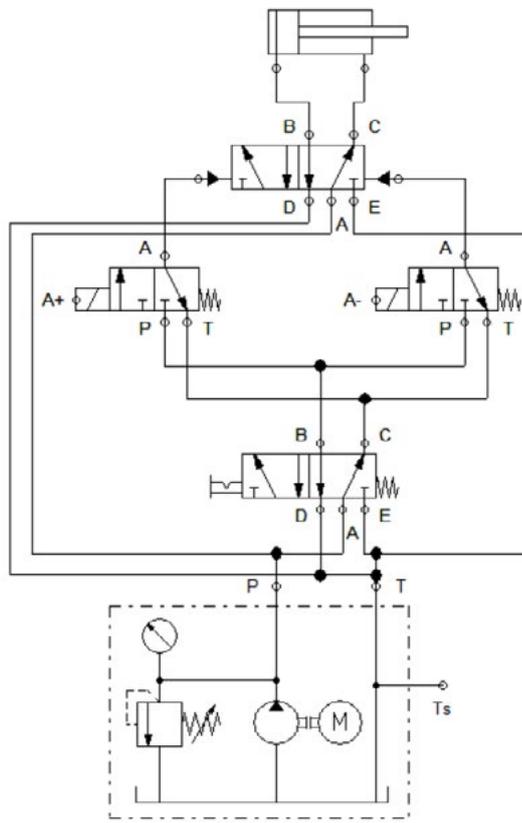


Fuente: elaboración propia

Mando indirecto cilindro doble efecto

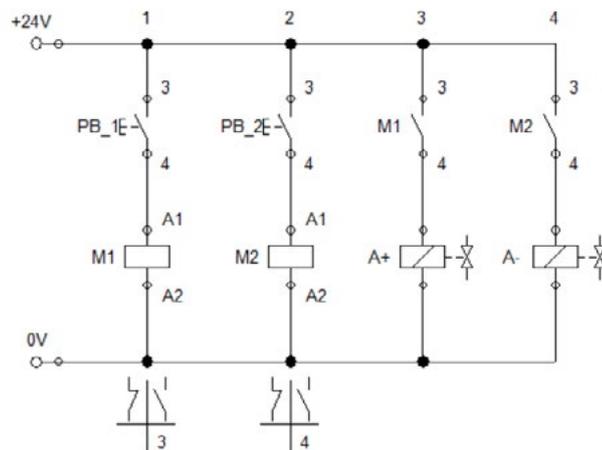
Su funcionamiento es el siguiente: Accionando la válvula de pulsador izquierda, esta cambia de posición (comunica las vías 1 y 2), lo que hace que también cambie la válvula neumática (comunica vías 1 y 4, 2 y 3), introduciendo presión en la cámara anterior del cilindro y dejando la cámara posterior a escape, haciendo que este salga. El cilindro se va a mantener en esta posición, aunque dejemos de accionar la válvula. Accionando la válvula de pulsador derecha, esta cambia de posición (comunica las vías 1 y 2), lo que hace que también cambie la válvula neumática (comunica vías 1 y 2, 3 y 4), introduciendo presión en la cámara posterior del cilindro y dejando la cámara anterior a escape, haciendo que este retorne. El cilindro se va a mantener en esta posición, aunque dejemos de accionar la válvula. Si accionamos las dos válvulas a la vez el cilindro se va a mantener en la misma posición, ya que la válvula neumática se bloquea (existe presión en las dos cámaras).

Figura 297. Mando indirecto del cilindro de doble efecto.



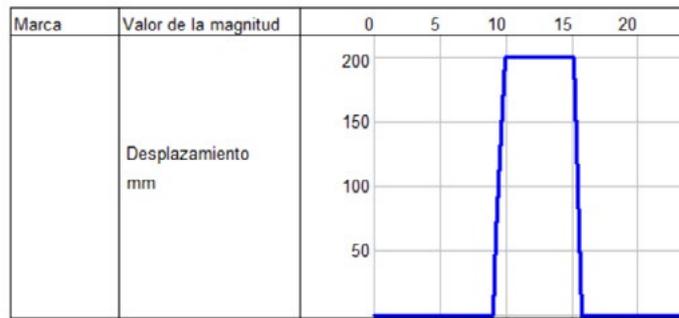
Fuente: elaboración propia

Figura 298. Esquema eléctrico para la activación del cilindro de doble efecto.



Fuente: elaboración propia

Figura 299. Diagramas de espacio–fase del cilindro de doble efecto.



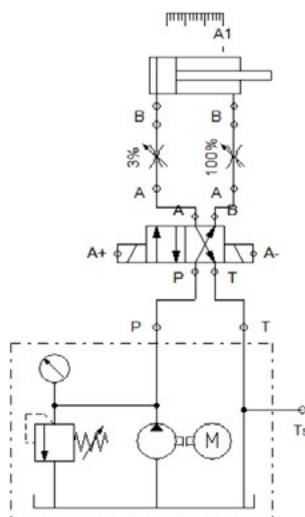
Fuente: elaboración propia

Simulación de retención de señal con finales de carrera.

Mando semiautomático de un cilindro doble efecto.

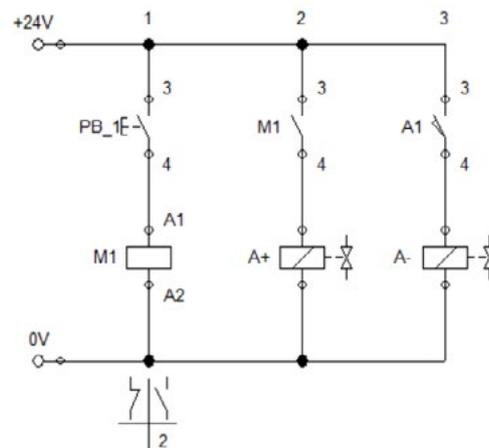
Su funcionamiento es el siguiente: Accionando la válvula de pulsador izquierda, esta cambia de posición (comunica las vías 1 y 2), lo que hace que también cambie la válvula neumática (comunica vías 1 y 4, 2 y 3), introduciendo presión en la cámara anterior del cilindro y dejando la cámara posterior a escape, haciendo que este salga. Cuando el cilindro llega a la posición donde está colocada la válvula de rodillo, lo acciona, por lo que esta cambia de posición (comunica las vías 1 y 2), lo que hace que también cambie la válvula neumática (comunica vías 1 y 2, 3 y 4), introduciendo presión en la cámara posterior del cilindro y dejando la cámara anterior a escape, haciendo que este retorne. El cilindro se va a mantener en esta posición, aunque el cilindro deje de accionar la válvula de rodillo.

Figura 300. Mando semiautomático del cilindro de doble efecto.



Fuente: elaboración propia

Figura 301. Diagrama Ladder del circuito semiautomático.

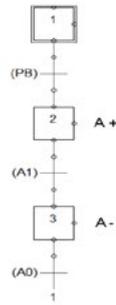


Fuente: elaboración propia

Mando automático del cilindro de doble efecto.

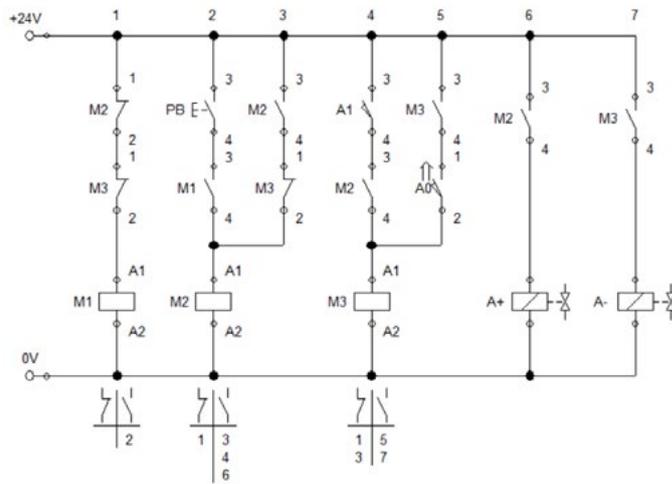
Su funcionamiento es el siguiente: Inicialmente (al dar presión) suponemos accionada la válvula de rodillo izquierda (FC1) por el cilindro (comunica las vías 1 y 2), lo que hace que también cambie la válvula neumática (comunica vías 1 y 4, 2 y 3), introduciendo presión en la cámara anterior del cilindro y dejando la cámara posterior a escape, haciendo que este salga. El cilindro se va a mantener en esta posición, aunque dejemos de accionar la válvula. Cuando el cilindro llega a la posición donde está colocada la válvula de rodillo derecha (FC2), la acciona, por lo que esta cambia de posición (comunica las vías 1 y 2), lo que hace que también cambie la válvula neumática (comunica vías 1 y 2, 3 y 4), introduciendo presión en la cámara posterior del cilindro y dejando la cámara anterior a escape, haciendo que este retorne. Cuando el cilindro llega de nuevo donde está colocada la válvula de rodillo izquierda, la acciona, iniciándose de nuevo el proceso (movimiento de vaivén), hasta que quitamos presión en el sistema.

Figura 302. Diagrama grafcet del circuito automático.



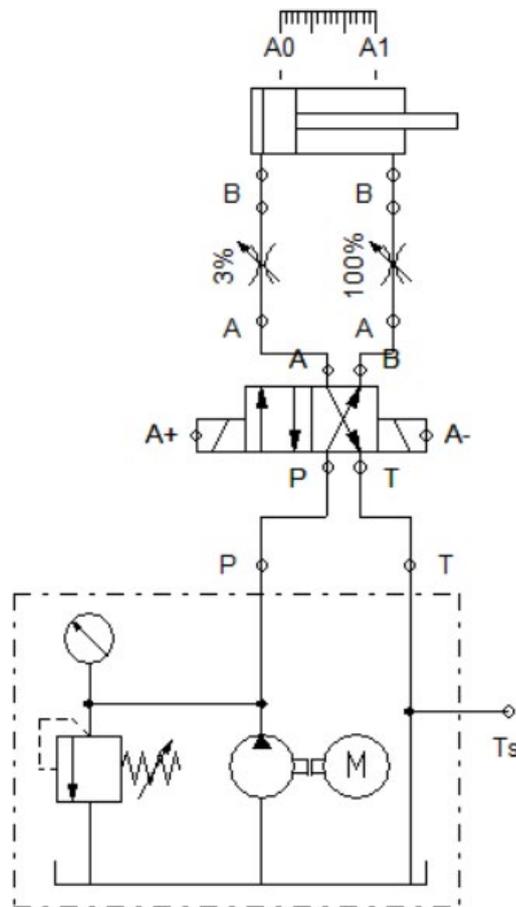
Fuente: elaboración propia

Figura 303. Diagrama ladder del circuito automático.



Fuente: elaboración propia

Figura 304. Diagrama circuito hidráulico del circuito automático.



Fuente: elaboración propia

Simulación con válvula temporizadora.

Un temporizador es un dispositivo que se utiliza para controlar la conexión o desconexión de un circuito, todo dependiendo del tipo que sea ya que pueden ser eléctricos, neumáticos, hidráulicos, mecánicos, etc. (Mecafenix, 2019).

En cuanto a su funcionamiento se asemeja mucho al de un relevador, ya que los relés al recibir un pulso inmediatamente cambian la posición de sus contactos y en cuanto a los temporizadores necesita agotarse el tiempo programado para intercambiar sus contactos (Mecafenix, 2019).

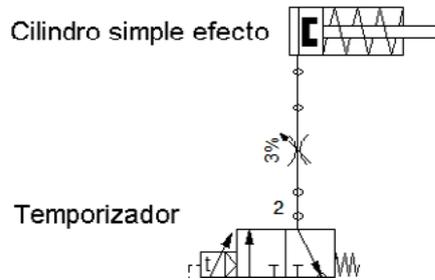
Partes de un temporizador

Cada temporizador está construido con piezas totalmente diferentes ya que no tienen la misma construcción, ni principio de funcionamiento, como, por ejemplo: un temporizador mecánico está constituido por resortes y engranes, mientras que uno electrónico está compuesto por capacitores, resistencias, circuitos integrados, etc. (Mecafenix, 2019).

Aunque a pesar de esto todos los temporizadores funcionan bajo el mismo principio y este es: contabilizar un tiempo y cambiar de posición sus contactos (Mecafenix, 2019).

La representación del circuito de funcionamiento es el siguiente:

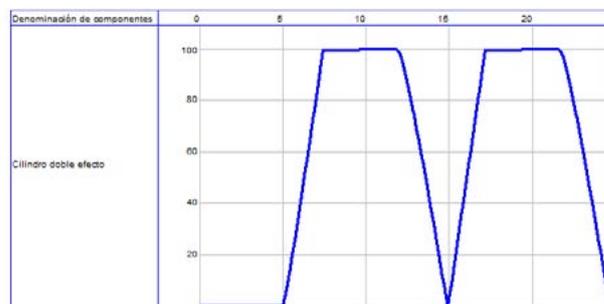
Figura 305. Temporizador hidráulico.



Fuente: elaboración propia

También se debe considerar incluir a los temporizadores dentro del graficet para el desenvolvimiento del circuito. La forma adecuada de hacerlo es como se representa en las figuras siguientes:

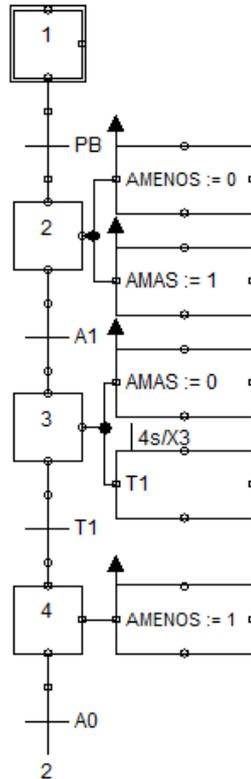
Figura 306. Diagrama de espacio–fase de un temporizador seteado en 3 segundos.



Fuente: elaboración propia

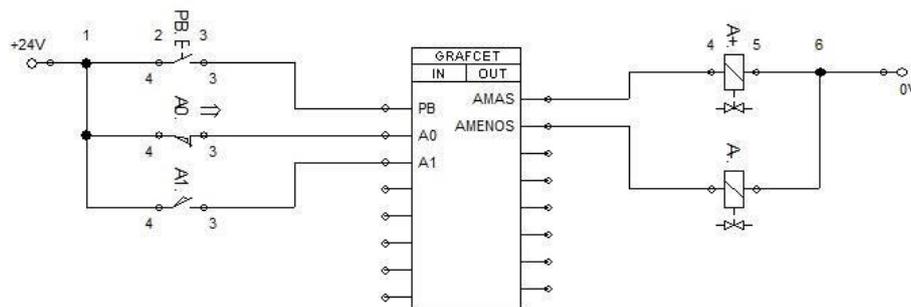
Se puede observar el funcionamiento que tendrá el cilindro, para ello se implementa el graficet que será el encargado de proporcionar la parte lógica y solución del circuito.

Figura 307. Grafcet considerado temporizadores.



Fuente: elaboración propia

Figura 308. Implementación del circuito electrohidráulico en controladores (PLC).



Fuente: elaboración propia

Como se puede apreciar en la figura 278, es la implementación usada en controladores lógicos programables, en los cuales para su correcto funcionamiento se debe: conocer el funcionamiento de la planta, obtener la parte lógica (grafcet) y finalmente la configuración y programación del controlador.

Simulación de retorno automático en circuitos electrohidráulicos.

Los siguientes ejercicios han sido concebidos como nivel avanzado para el juego de elementos del sistema para enseñanza de la técnica de automatización Electrohidráulica TP 600 de FESTO DIDACTIC. Cada uno de los ejercicios comprende datos resumidos sobre:

- Ámbito material
- Objetivo didáctico
- Planteamiento del ejercicio
- Hoja de solución

El planteamiento del problema queda reflejado en un plano de situación.

Ejercicio

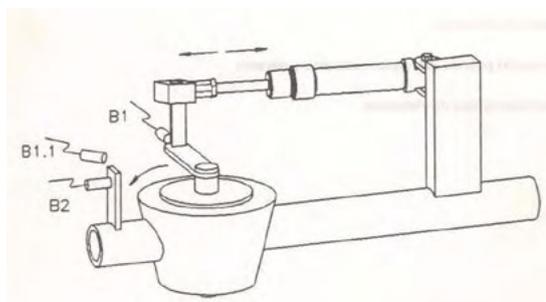
Una válvula de cierre de accionamiento manual debe ser gobernada mediante control remoto. La válvula debe cerrarse primero a gran velocidad hasta aproximadamente la mitad de su carrera. El movimiento de cierre hasta el final debe realizarse a una velocidad lenta y variable a voluntad. Dado que no se pueden utilizar finales de carrera, debe detectarse la posición de la palanca de cierre por medio de detectores de proximidad. Con otro pulsador, la válvula debe regresar a la posición de cierre. Una vez empezado el movimiento de “abrir” o “cerrar válvula”, tan solo se podrá realizar la inversión, si se ha alcanzado la posición final respectiva.

Condiciones marginales

En ambas posiciones extremas, el caudal de la bomba es conectado a descarga. La posición final respectiva, debe quedar indicada ópticamente.

Plano de situación

Figura 309. Válvula de cierre de accionamiento manual.

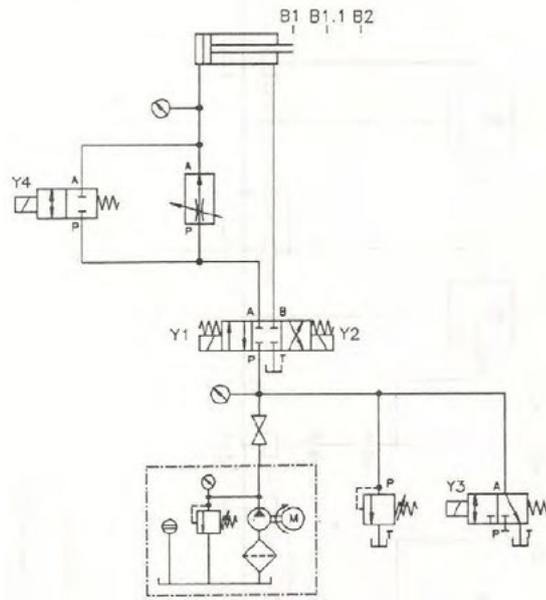


Fuente: Mecafenix (2019).

La válvula está dibujada en posición de cierre.

Esquema hidráulico

Figura 310. Válvula de cierre de accionamiento manual.

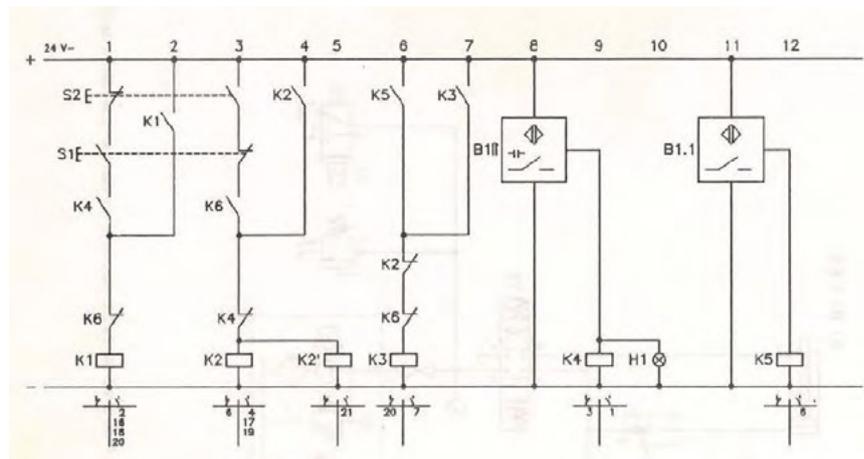


Fuente: Mecafenix (2019).

Montando un tapón en la conexión P de la válvula de 3/2 vías, se la convierte en una válvula de 2/2 vías.

Esquema eléctrico

Figura 311. Esquema de control eléctrico parte 1.



Fuente: Mecafenix (2019).

S1 = pulsador cerrar válvula

S2 = pulsador abrir válvula

B1 = detector de proximidad, capacitivo

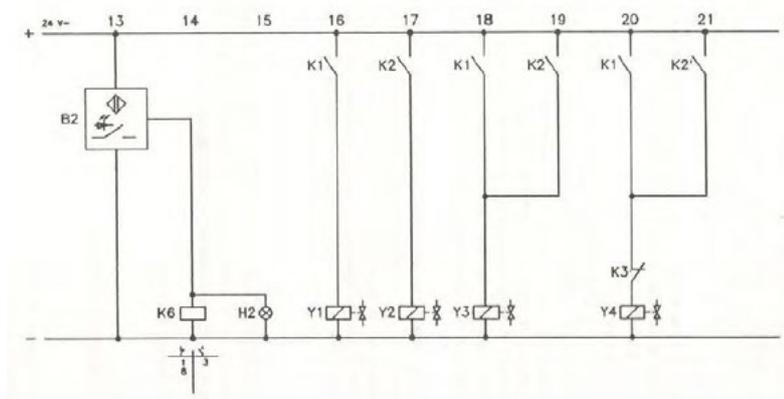
H1 = piloto: válvula cerrada

B1.1 = detector de proximidad, inductivo

líneas 6 + 7 = autorretención de B1.1

K2' sirve solo para ampliar la cantidad de contactos de K2

Figura 312. Esquema de control eléctrico parte 2.



Fuente: Mecafenix (2019).

B2 = detector de proximidad, óptico

H2 = piloto: válvula abierta

Descripción de la solución

Conectar la fuente de alimentación eléctrica y el grupo hidráulico. Todas las válvulas de vías están aún sin tensión. E: caudal de la bomba queda descargado, casi sin presión, hacia el depósito a través de la válvula de 3/2 vías posición 4. Accionando el pulsador de marcha, se activa el relé K1, que se autorretiene. Los contactos del relé K1 conectan la bobina Y1 de la válvula de 4/3 vías posición 5, la bobina Y3 de la válvula de 3/2 vías posición 4 y la de la válvula de 2/2 vías posición 6; esto provoca la activación de las correspondientes válvulas.

La válvula de la posición 4. cierra la descarga hacía el depósito, de modo que el caudal de la bomba circulará hacia la cámara del émbolo del cilindro a través de la válvula de 4/3 vías y a través de la válvula de 2/2 vías (un pequeño flujo circulará también a través del regulador de caudal). El émbolo del cilindro avanza en marcha rápida hasta el sensor B1.1.

Al alcanzarse el sensor B1.1, se activa el relé K5. El contacto de K5 en la línea 6, conecta la bobina del relé K3. Por ello, se cierra un contacto de K3 en la línea 7 y se abre uno en la línea 20. El contacto de la línea 20 provoca la desconexión de la válvula de 2/2 vías. Ahora el vástago sigue avanzando a velocidad lenta. Al abandonarse el sensor B1.1, quedaría sin tensión el relé K5 ya que se abre el contacto de la línea 6. Pero el relé K3 no debe quedar sin corriente, ya que el vástago debe seguir avanzando en marcha lenta. Por ello es necesario el contacto de K3 en la línea 7, que autoalimenta la tensión al relé K3. Este tipo de circuito, expuesto en las líneas 6 y 7, realiza la autorretención del sensor B1.1.

Cuando el vástago alcanza el sensor 82, se anula la autorretención de K1. La válvula de 4/3 vías pasa a la posición central y la válvula de 3/2 vías conecta de nuevo con la línea de descarga. El retroceso se inicia por medio del pulsador S2. Si no se dispone de una válvula de 2/2 vías para la posición 6, se puede utilizar una válvula de 4/2 vías. En este caso solo deben utilizarse hidráulicamente las conexiones P y A. Deben taponarse T y B mediante un acoplamiento para impedir que se derrame el aceite.

Debe tenerse presente:

Los sensores de proximidad solamente pueden soportar unos 0,2 A, según su ejecución; por ello no es conveniente utilizarlos como pulsadores o conmutadores para controlar directamente elementos de potencia. Los circuitos de autorretención deberán realizarse por medio de otro relé (o contactar).

Ventajas de los sensores frente a los finales de carrera:

No tienen desgaste

No hace falta un accionamiento directo

Permiten trabajar a una cierta distancia del elemento a detectar.

Campo de aplicación

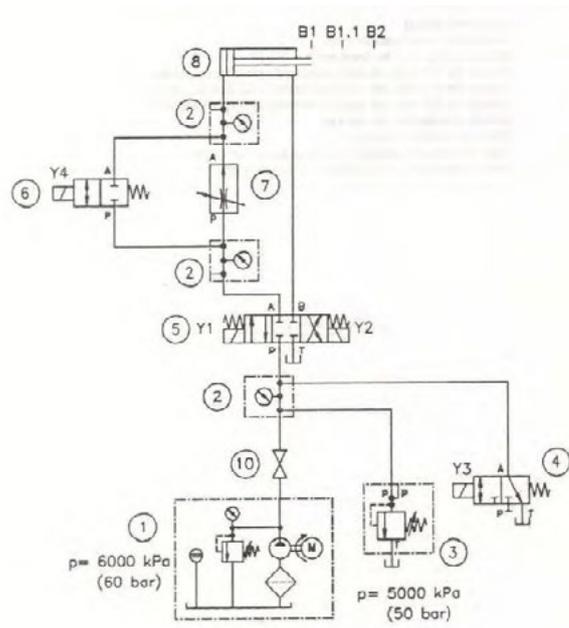
Sensores inductivos: En la detección de objetos metálicos

Sensores capacitivos: Metales, no metales y líquidos

Sensores ópticos: Todos los medios reflectantes.

Realización práctica, hidráulico

Figura 313. Partes y posiciones del circuito electrohidráulico.



Fuente: Mecafenix (2019).

La conexión P en la posición 4 está taponada. Los tapones instalados en todos los elementos impiden que se derrame el aceite.

Tabla 6. Lista de elementos

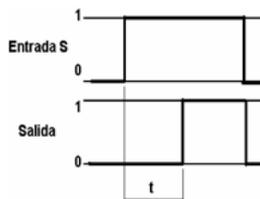
Pos No.	Piezas	Denominación
1	1	Grupo hidráulico
2	3	Distribuidor con manómetro
3	1	Válvula limitadora de presión
4	1	Válvula de 3/2 vías de accionamiento electromagnético
5	1	Válvula de 4/3 vías de accionamiento electromagnético
6	1	Válvula de 2/2 vías de accionamiento electromagnético
7	1	Válvula reguladora de caudal
8	1	Cilindro de doble efecto
9	14	Tubo flexible de presión con acoplamiento rápido
10	1	Válvula de cierre de accionamiento manual

Fuente: Mecafenix (2019).

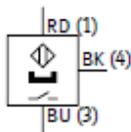
Actividades unidad 4

Actividad 1: Preguntas

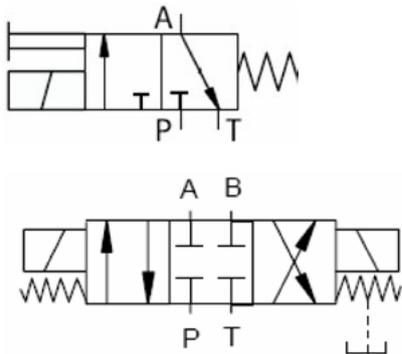
1. Que diferencia tienen los elementos de ingreso de señales como pulsadores, al ocuparlos en los sistemas electroneumáticos con relación a ocuparlos en los sistemas electrohidráulicos
2. Cuales son la numeración en sus terminales para un pulsador que puede ser NO, NC
3. Los interruptores utilizados en electrohidráulica con únicamente de tipo mecánicos?
4. Que explica la DIN 43605?
5. En que consiste un final de carrera en posición reposo?
6. Para que funcione adecuadamente un final de carrera de tipo accionado, que es lo primordial que se debe dar en este tipo de mecanismos?
7. Explique cómo se da funcionamiento de un relé.
8. en base a este diagrama temporizado que tipo de relé temporizado se puede asumir que representa.



9. Realice un diagrama eléctrico de control para un relé de tipo temporizador Off delay
10. Explique la simbología del siguiente elemento, redacte sobre que función desempeña cada una de las terminales del mismo



11. En base a la siguiente simbología explique que tipo de componente es , y que representa cada una de sus terminales



12. Que formas de representación de las fases operativas del trabajo de una máquina se pudo observar en la unidad.

13. Que es un diagrama de espacio-pasos

14. Realice un diagrama de espacio-pasos de 3 actuadores hidráulicos.

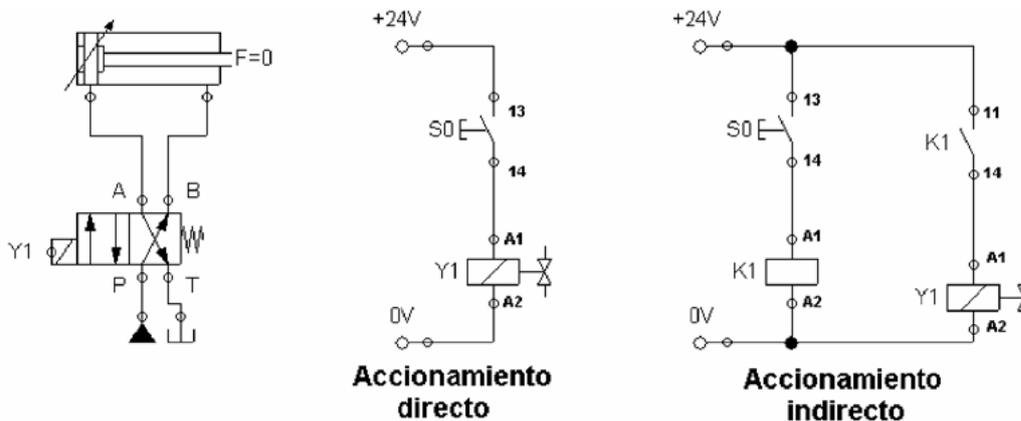
15. Que representa un diagrama Grafcet?

16.- Realice un diagrama grafcet de 4 actuadores hidráulicos utilizando bifurcación paralela

Actividad 2: actividades de simulación/ prácticas

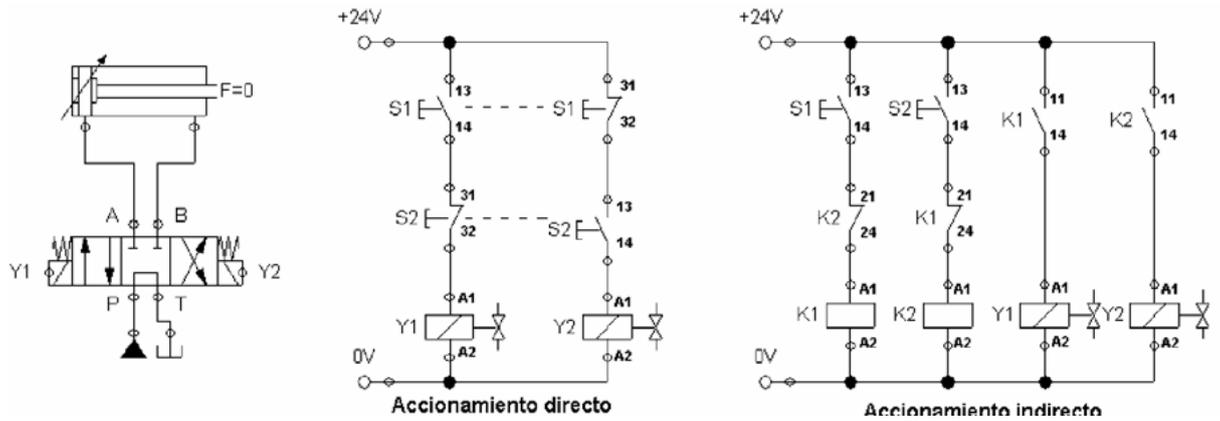
Implementar en FluidSim Hidráulico un mando de un cilindro de doble efecto con válvula 4/2 monoestable

El vástago de un cilindro de doble efecto ha de salir al ser accionado de un pulsador So. Al soltar el pulsador, el émbolo ha de regresar a la posición final trasera (cilindro recogido).



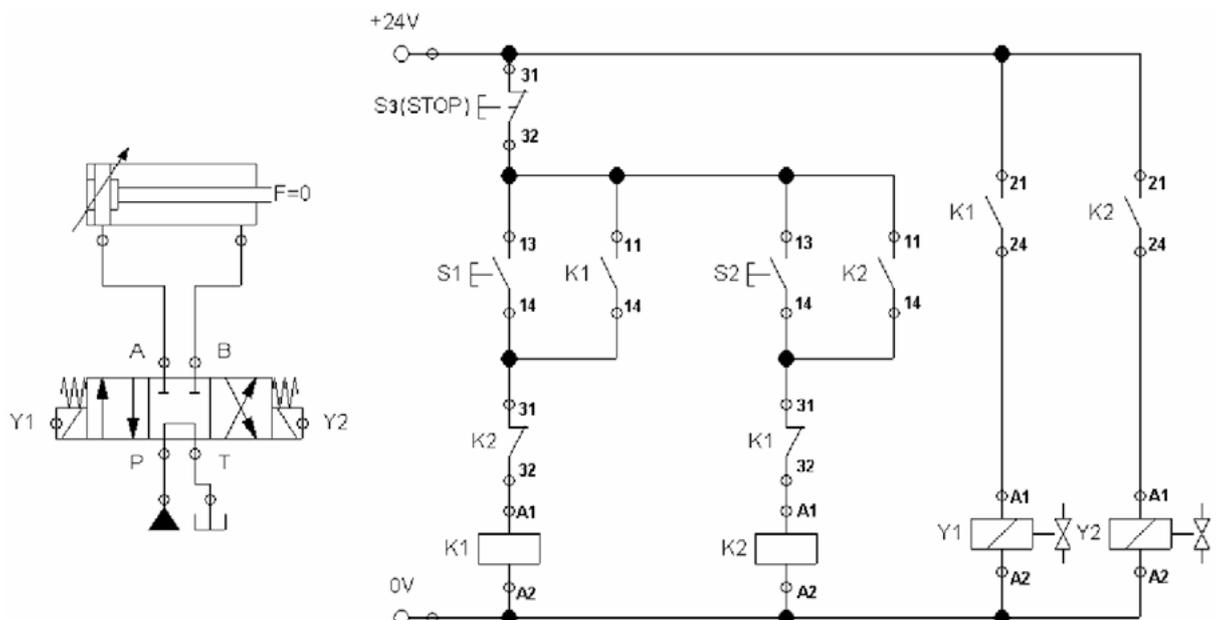
Implementar en fluidSim Hidraulico un mando de un cilindro de doble efecto con válvula 4/3.

El cilindro de doble efecto ha de salir al ser accionado de un pulsador S1 y regresar al accionar el pulsador S2.



Implementar en FluidSim Hidráulico un mando de un cilindro de doble efecto con válvula 4/3 (circuito de autorretención)

En este circuito se cuenta con un pulsador S1 (Salir) y un pulsador S2 (Entrar), y un pulsador S3 (Stop), al pulsar S1 se activa K1 y sus dos contactos normalmente abiertos se cierran, autorreteniendo a K1, si se quiere hacer retornar el cilindro, ha de pulsar (Stop) y luego S2, en los circuitos con autorretención sólo es necesario un impulso en S1 o S2 para que se de la maniobra.

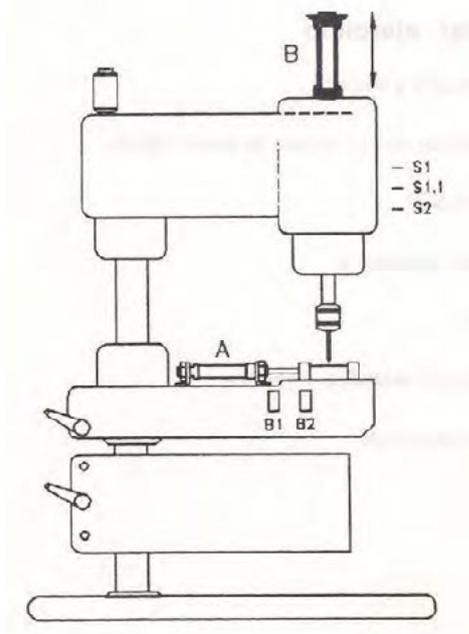


Actividad 3: ejercicios propuestos

Ejercicio 1: taladradora

En una taladradora debe automatizarse la sujeción y el avance para taladrar. La presión de sujeción ha de ser regulable. El avance para taladrar se iniciará cuando exista suficiente presión de sujeción y se haya alcanzado un final de carrera que controla el recorrido. Debe poderse ajustar un avance rápido de acercamiento y un avance regulable de trabajo. La carrera de retroceso debe realizarse siempre en marcha rápida. Debe impedirse el descenso por gravedad del husillo de trabajo, por medio de un circuito hidráulico (contención).

Plano de situación



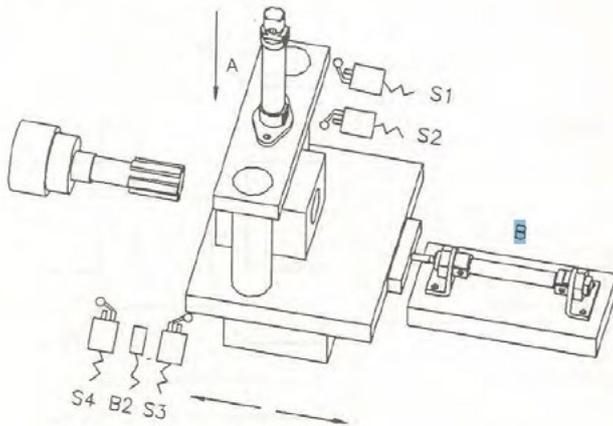
Ejercicio 2: dispositivo escariador

Para la sujeción y el escariado de piezas de acero, se requieren fuerzas elevadas. Por ello, la sujeción debe realizarse con un cilindro hidráulico (A) que, cuando haya alcanzado la presión ajustada y haya llegado al final de carrera S2, provocará el accionamiento del motor hidráulico junto con el movimiento de trabajo del segundo cilindro (B).

La velocidad del motor hidráulico ha de ser ajustable con una válvula reguladora de caudal de 3 vías. El flujo de aceite residual de la válvula reguladora se utiliza como alimentación del cilindro de avance. Este necesita un circuito de avance rápido con contención. La contención puede consistir en dos válvulas de antirretorno.

La presión de sujeción debe anularse tan solo cuando el cilindro (B) vuelva a estar en posición final posterior. Una vez anulada la presión de sujeción, deberá desconectarse el motor. El cilindro de avance debe realizar su movimiento, solamente si el motor hidráulico

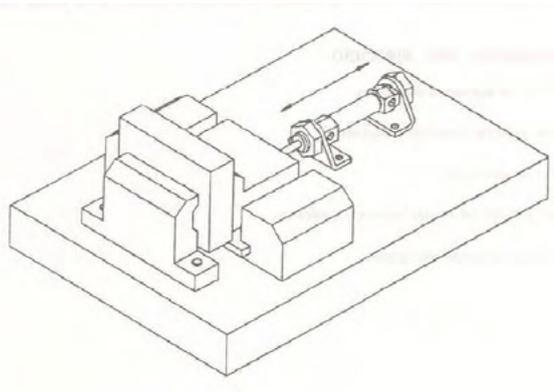
se halla en marcha.



Ejercicio 3: dispositivo de sujeción

Para el mecanizado de una pieza, ésta debe quedar sujeta durante bastante tiempo en un dispositivo de sujeción. A fin de poder conectar la bomba hidráulica a descarga, debe utilizarse un acumulador para compensar las posibles pérdidas de presión por fugas.

Plano de situación



AVISO

Los productos de las actividades realizadas en esta unidad temática se entregarán al profesor en el correspondiente portafolio estudiantil en formato digital o impreso.

En la misma fecha de entrega del portafolio tendrá que realizar la evaluación de fin de la unidad temática..., según las instrucciones del profesor.

Referencias

- Aheimer, R., Bauer, E., Ebel, F., Löffler, C., Merkle, D., & Werner, H. (2013). *Electrohidráulica, Nivel Básico*. Festo.
- Bueno, A. (s. f.). *Simbología Neumática e Hidráulica*. https://www.academia.edu/16873682/Libro_neumatica?auto=download
- Carulla, M., & Lladonosa, V. (1993). *Circuitos básicos de neumática*. Marcombo.
- Castañeda, F. J. H. (s. f.). *Diseño de redes de aire comprimido y selección de componentes neumáticos*. UTP.
- Cidead. (2010). Neumática e hidráulica. <https://lc.cx/yG4XRI>
- Coeficiente de Caudal—Valvias. (s. f.). Definición de Coeficiente de Caudal. <http://www.valvias.com/coeficiente-de-caudal.php>
- Creus, A. (2007). *Neumática e Hidráulica*. Alfaomega.
- Duque, J. (2007). *Electrohidraulica*.
- Ebel, F., & Idler, S. (2019). *Fundamentos neumática electroneumatica*. Festo.
- Escorza, M. (s. f.). Material de neumática. Teoría y problemas. de <http://www.mescorza.com/neumatica/neumaejer/electroneumatica/intuitivos/indice.htm>
- Festo. (2020). Sistemas de Aprendizaje para la Industria 4.0. <https://lc.cx/EH3VRd>
- Fidalgo Sánchez A. (2016). *Tecnología Industrial II. 2o Bachillerato LOMCE*. Ediciones Paraninfo, S.A.
- Figueroa, E. (2014). *Curso de Extensión Educativa, Electrónica Industrial*. Instituto de educación superior tecnológico público república federal de Alemania
- Ibañez, J. (2017). *Tecnología Industrial, 2º Bachillerato*. McGraw.
- LabVolt. (1992). Fundamentos de Hidráulica. <https://lc.cx/jDdzCh>
- Ladín, P. (2002). Palandintecno. <https://lc.cx/pbKIBs>
- Mecafenix. (2019). Tipos de temporizadores. <https://lc.cx/4z xu27>
- Micro automatización. (2019, 28 de octubre). ¿Qué es una válvula neumática? <https://ar.microautomacion.com/es/definicion-valvula-neumatica/>
- Moreno, M. (2006). *Automatización Micromecánica*. Automatización Electroneumática Industrial.
- Pedroza, E. (2018). *Hidráulica Básica: historia, conceptos previos y ecuaciones*. Gema Alín Martínez Ocampo.
- Rouff, H. (1991). *Electroneumática Colección de ejercicios con solución*. P.Schwarz/sfr.
- San Martín de Balcarce, M. (s. f.). Elementos básicos de un circuito neumático. https://lc.cx/_nzIJw
- Sistemas neumáticos. (s.f.). Recuperado de <https://plataformavirtual.iestppadah.edu.pe/biblioteca/files/original/540c53fdb7340ddc5820b318f8f48db.pdf>.
- Solé, A. (2012). *Neumática e Hidráulica*. Alfaomega.
- Solé, A. C. (2007). *Neumática e hidráulica*. Marcombo
- Tecsup. (s. f.). Neumática. <https://lc.cx/bm9l-E>
- Universidad del País Vasco. (s. f.). *Válvulas de los sistemas neumáticos*.
- Viloria, J. R. (2012). *Tecnología y circuitos de aplicación de neumática hidráulica y electricidad*. Editorial Paraninfo.



Religación
Press
Ideas desde el Sur Global

ISBN: 978-9942-664-91-4



Religación Press