



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

“REPOTENCIACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE CONTROL NEUMÁTICO Y ELECTRONEUMÁTICO, PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO.”

**Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención de Ingeniero en
Electromecánica**

Autores:

Peralvo Velasco Diego Santiago

Sandoval Viera Daniel Fabricio

Tutor:

Ing. Mg. C. Edwin Homero Moreano Martínez

Latacunga – Ecuador

Febrero 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Peralvo Velasco Diego Santiago y Sandoval Viera Daniel Fabricio, declaramos ser autores de la presente propuesta tecnológica: **“REPOTENCIACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE CONTROL NEUMÁTICO Y ELECTRONEUMÁTICO, PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO”**, siendo el Ing. Mg. C. Edwin Homero Moreano Martínez tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en la presente propuesta tecnológica, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, enero 2020



Peralvo Velasco Diego Santiago

C.C.: 185038219-1



Sandoval Viera Daniel Fabricio

C.C.: 050382329-6

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el título:

“REPOTENCIACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE CONTROL NEUMÁTICO Y ELECTRONEUMÁTICO, PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO” de Peralvo Velasco Diego Santiago y Sandoval Viera Daniel Fabricio, de la carrera de Ingeniería en Electromecánica, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación de tribunal de Validación de Proyecto que en el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, febrero 2020



Ing. Mg. C. Edwin Homero Moreano Martínez

C.C.: 050260750-0

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de tribunal de lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el o los postulantes: Peralvo Velasco Diego Santiago y Sandoval Viera Daniel Fabricio con el título de Proyecto de titulación: **“REPOTENCIACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE CONTROL NEUMÁTICO Y ELECTRONEUMÁTICO, PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, febrero 2020

Para constancia firman:


Ing. Luigi Orlando Freire Martínez

C.C.: 050252958-9


Ing. Cristian Fabian Gallardo Molina

C.C.: 050284769-2


Ing. Byron Paúl Corrales Bastidas


C.C.: 050234776-8

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de Director de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi certifico que mediante el proyecto de propuesta tecnológica: **“REPOTENCIACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE CONTROL NEUMÁTICO Y ELECTRONEUMÁTICO, PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO”**, de los estudiantes; **PERALVO VELASCO DIEGO SANTIAGO** y **SANDOVAL VIERA DANIEL FABRICIO** realizan la entrega de instrumentos y equipos neumáticos y electroneumáticos, para el Laboratorio de Investigación de Control Hidroneumático de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

De acuerdo a lo anterior se hace constar que el proyecto de propuesta tecnológica se encuentra en las condiciones adecuadas.

Latacunga, febrero 2020

  Ingeniería
Electromecánica

DIRECTOR DE LA CARRERA
Ing. Mauro Darío Albarracín Álvarez
C.C.: 050311373-0

AGRADECIMIENTO

A ti Dios te agradezco por bendecirme todos los días para llegar a cumplir una meta más en mi vida el de ser un profesional que aporte a la sociedad.

A la distinguida Universidad Técnica de Cotopaxi por darme la oportunidad de formarme académicamente, no podemos dejar de lado nuestro agradecimiento a todos los docentes de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica, por sus conocimientos brindados y experiencias compartidas durante el proceso de formación académica y de manera especial al Ing. Edwin Moreano nuestro director de tesis por habernos compartido sus conocimientos con entusiasmo y dedicación para culminar con mucho éxito nuestro trabajo.

Diego

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a Dios y al niño Jesús por bendecirme en cada paso que he dado durante toda mi vida universitaria y así poder culminar con éxitos cada una de mis metas y objetivos planteados.

A mi madre Eulalia por ser el pilar fundamental en este proceso, por brindarme todo su cariño, y sobre todo por su gran sacrificio y esfuerzo que ha realizado día a día para que yo pueda convertirme en un profesional

A mi tío Francisco por ser como un padre para mi y un gran ejemplo, por cada uno de sus consejos y enseñanzas.

A los docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi que con sus enseñanzas aportaron en este proceso, en especial a nuestro docente Ing. Edwin Moreano quien con dedicación supo guiarnos impartiendo adecuadamente sus conocimientos. Y finalmente a mis amigos por cada experiencia compartida dentro y fuera las aulas de clases, y por todo el apoyo brindado.

Daniel

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y por permitirme el haber llegado a esta instancia tan importante de mi formación profesional. A mis Padres Cleber y Lurdes por ser el pilar fundamental y por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y coraje. A mis hermanos Mauricio y Shirley por brindarme sus ánimos y apoyo incondicional, durante mi desarrollo académico. A mis abuelitos Mercedes y Segundo porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento lograron de mí ser una mejor persona y de una u otra manera me apoyan en todas mis metas y sueños. A mí cuñada Hilary quien la quiero como una hermana y por su apoyo incondicional sin importar las adversidades que se presentan en la vida.

Y por último a mis amigos, por apoyarme cuando más los he necesitado, por extender su mano en los momentos más difíciles y por el cariño brindado cada día, de todo corazón mil gracias amigos, siempre los tendré presentes en mi corazón.

Diego

DEDICATORIA

Esta tesis esta dedicado primero a Dios por regalarnos salud y vida a toda mi familia en especial a mi madre, y a la vez por ser la fortaleza que dia a dia me inspira a seguir adelante.

A mi madre por enseñarme a levantarme contra cualquier adversidad, por todo su esfuerzo y sacrificio, por el amor, la comprensión y por ayudarme con todos los recursos necesarios para yo poder estudiar. Me ha enseñado todo lo que ahora soy en especial mis valores y mis principios.

A mi hermana y a mi abuela porque junto con mi madre son la unica familia que yo tengo, las unicas personas que dan alegría a mi vida y me brindan todo su apoyo incondicional.

Daniel

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TEMA: REPOTENCIACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE CONTROL NEUMÁTICO Y ELECTRONEUMÁTICO, PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Autores: Diego Santiago Peralvo Velasco - Daniel Fabricio Sandoval Viera

RESUMEN

De acuerdo al avance tecnológico a nivel industrial han contribuido que los actuadores (cilindros) neumáticos constituyan uno de los elementos más adecuados y económicos para el desarrollo de un proceso de automatización y sean completamente automáticos mejorando la producción, esto se ha logrado con la implementación e instalación de diferentes sistemas de automatización como los denominados controladores lógicos programables (LOGO! Siemens), en sus sistemas instalaciones y maquinas obteniendo un control y monitoreo más confiable en cada una de sus etapas productivas.

La falta de módulos muy bien equipados con los elementos necesarios para realizar las prácticas de laboratorio y la mala distribución de cada uno de ellos, tanto de control neumático y electroneumático, de lo expuesto anteriormente conlleva a la repotenciación de un banco de pruebas de control neumático y electroneumático, para el desarrollo de prácticas de laboratorio, utilizando el método bibliográfico para la compilación de la información necesaria para sustentar la repotenciación del banco de pruebas, además con el método descriptivo nos permitió describir las prácticas de laboratorio de los contenidos de la asignatura de control neumático y electroneumático, y con el método científico determinamos la mala distribución de los elementos del control neumático y electroneumático, para la repotenciación del banco de pruebas se consideró: sistema neumático, sistema electroneumático, sistema de control, sistema eléctrico, concluyendo que, con el banco de pruebas repotenciado permite aplicar los contenidos mínimos de la asignatura, por tal razón de que los equipos instalados permiten un uso adecuado y una correcta distribución de cada uno de los elementos, y así poder realizar las prácticas de laboratorio a diferencia de los antiguos bancos de prueba.

Palabras claves: Actuadores, automatización, prácticas, neumática, electroneumática.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**SCHOOL OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES****TOPIC: REPOTENCIATION OF A TESTING BENCH OF PNEUMATIC AND ELECTROPNEUMATIC CONTROL FOR THE DEVELOPMENT OF LABORATORY PRACTICES**

Authors: Diego Santiago Peralvo Velasco – Daniel Fabricio Sandoval Viera

ABSTRACT

The technological advance at the industrial level have contributed that pneumatic actuators (cylinders) are one of the most suitable and economical elements for the development of an automation process and are fully automatic by improving production, this has been achieved with the implementation and installation of different automation systems such as so-called Programmable Logic Controllers (PLC) in their systems, installations, and machines obtaining more reliable control and monitoring in each of its productive stages. The lack of modules very well equipped with the necessary elements to carry out laboratory practices and poor distribution of them, both pneumatic and electromagnetic control of the above leads to the repowering of a bank of pneumatic control and electro-pneumatic tests for the development of laboratory practices, using the bibliographic method for the compilation of the information necessary to support the repowering of the testing bench. In addition, the descriptive method permitted to describe the laboratory practices of the content of pneumatic and electro-pneumatic control subject matter. The scientific method determined the poor distribution of the pneumatic and electro-pneumatic control elements, so for the testing bench repower, it was considered pneumatic, electro-pneumatic, control and electric system. Finally, it was repowered by testing bench, which helped to apply the minimum contents of the subject because of the equipment installed contribute to the appropriate use and correct distribution of each elements in order to carry out the laboratory practices different from the old testing benches.

Keywords: Actuators, automation, practices, pneumatic, electropneumatic.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores egresados de la **CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS, DIEGO SANTIAGO PERALVO VELASCO Y DANIEL FABRICIO SANDOVAL VIERA**, cuyo título versa **“REPOTENCIACIÓN DE UN BANCO DE PRUEBAS DE CONTROL NEUMÁTICO Y ELECTRONEUMÁTICO, PARA EL DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO”**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, febrero del 2020

Atentamente,

DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Lic. Mgs. Carmen de Rocío Peralvo Arequipa

C.C.: 050180634-3

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	i
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN.....	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	iii
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
AVAL DE TRADUCCIÓN	xi
1 INFORMACIÓN BÁSICA.....	1
2 DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	3
2.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	3
2.2 TIPO DE ALCANCE	3
2.2.1 Tipo de proyecto.....	3
2.2.2 Alcance.....	3
2.3 ÁREA DEL CONOCIMIENTO.....	3
2.4 SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....	3
2.5 OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN	4
2.5.1 Objeto de estudio	4
2.5.2 Campo de acción	4
2.6 SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA	4
2.6.1 Situación Problemática	4
2.6.2 Problema	4
2.7 HIPOTESIS O FORMULACIÓN DE PREGUNTA CIENTÍFICA	4
2.8 OBJETIVO(S)	5
2.8.1 Objetivo General.....	5
2.8.2 Objetivos específicos	5
2.9 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS.....	6
3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
3.1 Introducción.....	7
3.2 Sistema neumático	7
3.2.1 Neumática	7

3.2.2	Aire comprimido.....	8
3.2.3	Elementos Neumáticos.....	9
3.3	Sistema electroneumático.....	15
3.3.1	Electroneumática	15
3.3.2	Elementos electroneumáticos	16
3.4	Sistema eléctrico.....	17
3.4.1	Protección térmica	17
3.5	Sistema de control.....	17
3.5.1	LOGO!	17
3.5.2	Elementos de retención	19
3.5.3	Conector banana o Plug	20
3.6	Circuitos neumáticos.....	20
3.6.1	Mando directo de un cilindro de simple efecto	20
3.6.2	Mando indirecto de un Cilindro de Simple Efecto	21
3.6.3	Mando Directo de un cilindro de Doble Efecto.....	22
3.6.4	Mando Indirecto de un Cilindro de Doble Efecto	23
3.6.5	Mando secuencial	23
3.6.6	Control Doble	24
3.6.7	Cascada Neumática.....	25
3.6.8	Método de corte de la señal de mando (diagrama tiempo movimiento).....	26
3.6.9	Método secuencial electroneumático	30
3.6.10	Corte de señal de mando electroneumático.....	31
3.6.11	Cascada Eléctrica.....	31
4	METODOLOGÍA.....	33
4.1	Métodos de investigación.....	33
4.1.1	Método bibliográfico	33
4.1.2	Método descriptivo	33
4.1.3	Método científico.....	33
4.2	Técnicas de investigación	33
4.2.1	La observación.....	33
4.2.2	La medición.....	33
4.2.3	La simulación	34
4.3	Repotenciación del banco de pruebas de control neumático y electroneumático	34

4.4	Instrumentos	34
4.4.1	Festo FluidSIM.....	34
4.4.2	LOGO! Soft comfort.....	35
4.5	Diseño experimental	36
4.6	Elementos neumáticos y electroneumáticos.....	36
4.6.1	Actuadores.....	36
4.6.2	Válvulas neumáticas	38
4.6.3	Electroválvulas	42
4.6.4	Acoples y conexión.....	45
4.6.5	Unidad de mantenimiento	46
4.7	Elementos eléctricos y de control.....	47
4.7.1	PLC LOGO	47
4.7.2	Conductor	48
4.7.3	Protección eléctrica.....	48
5	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	51
5.1	Circuitos neumáticos.....	52
5.2	Circuitos electroneumáticos	52
6	PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS	53
6.1	Presupuesto.....	53
6.1.1	Estructura	53
6.1.2	Elementos del banco de pruebas.....	53
6.1.3	Costo Total	54
6.2	Análisis de impactos	55
6.2.1	Impacto práctico	55
6.2.2	Impacto tecnológico.....	55
6.2.3	Impacto ambiental	55
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
7.1	Conclusiones	56
7.2	Recomendaciones	56
8	REFERENCIAS	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Simbología de actuadores	10
Tabla 4.1 Datos técnicos del cilindro de simple efecto.....	36
Tabla 4.2 Datos técnicos del cilindro de doble efecto	37
Tabla 4.3 Datos técnicos de la válvula 3/2 accionamiento por pulsador	38
Tabla 4.4 Datos técnicos de la válvula reguladora de caudal.....	39
Tabla 4.5 Datos técnicos de la válvula 5/2 accionamiento por pulsador	39
Tabla 4.6 Datos técnicos de la válvula 5/2 accionamiento neumático.....	40
Tabla 4.7 Datos técnicos de la válvula 3/2 accionamiento neumático.....	41
Tabla 4.8 Datos técnicos de la válvula 3/2 accionamiento por rodillo	42
Tabla 4.9 Datos técnicos de la electroválvula 5/2 doble solenoide	42
Tabla 4.10 Datos técnicos de la electroválvula 5/2 un solo solenoide.....	43
Tabla 4.11 Datos técnicos del final de carrera eléctrico	44
Tabla 4.12 Datos técnicos de racor recto	45
Tabla 4.13 Datos técnicos de la manguera marca camozzi	46
Tabla 4.14 Datos técnicos de la unidad de mantenimiento	46
Tabla 4.15 Datos técnicos de la unidad de mantenimiento	47
Tabla 4.16 Datos técnicos de LOGO	48
Tabla 4.17 Capacidad de protección en función del calibre del conductor.....	48
Tabla 4.18 Datos técnicos de la protección eléctrica.....	49
Tabla 6.1 Costos de la estructura para el banco de pruebas	53
Tabla 6.2 Costos de los elementos para el banco de pruebas.....	53
Tabla 6.3 Costo Total del banco de pruebas.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Preparación del aire.....	8
Figura 3.2 Compresor alternativo.....	9
Figura 3.3 Válvula 3/2	11
Figura 3.4 Válvula 5/2	11
Figura 3.5 Válvula reguladora de caudal	12
Figura 3.6 Válvula de bola	12
Figura 3.7 Unidad de mantenimiento.....	13
Figura 3.8 Acoples.....	13
Figura 3.9 Silenciador	14
Figura 3.10 Tuberías	14
Figura 3.11 Electroválvula 5/2 un solo solenoide	16
Figura 3.12 Electroválvula 5/2 doble solenoide	16
Figura 3.13 Sensor Mecánico	17
Figura 3.14 Protección Térmica	17
Figura 3.15 LOGO!.....	18
Figura 3.16 Elementos de retención	19
Figura 3.17 Conector banana o Plug.....	20
Figura 3.18 Mando de un cilindro de simple efecto	21
Figura 3.19 Mando indirecto de un Cilindro de Simple Efecto	22
Figura 3.20 Mando Directo de un cilindro de Doble Efecto	22
Figura 3.21 Mando Indirecto de un Cilindro de Doble Efecto.....	23
Figura 3.22 Mando secuencial.....	24
Figura 3.23 Control Doble	24
Figura 3.24 Cascada Neumática	25
Figura 3.25 Finales de carrera	26
Figura 3.26 Diagrama de movimiento	26
Figura 3.27 Diagrama de mando	27
Figura 3.28 Diagrama Funcional	27
Figura 3.29 Diagrama tiempo movimiento	27
Figura 3.30 Utilización de temporizadores	28
Figura 3.31 Válvula limitadora de control	29

Figura 3.32 Válvula limitadora de control	29
Figura 3.33 Método de corte de la señal de mando (diagrama tiempo movimiento)	30
Figura 3.34 Método secuencial electro neumático	30
Figura 3.35 Corte de señal de mando electro neumático	31
Figura 3.36 Cascada Eléctrica	32
Figura 4.1 Partes de un banco de pruebas	34
Figura 4.2 Software Festo FluidSIM	35
Figura 4.3 Software LOGO! Soft Confort	35
Figura 4.4 Cilindro simple efecto camozzi	37
Figura 4.5 Cilindro doble efecto Camozzi	38
Figura 4.6 Válvula 3/2 accionamiento por pulsador E.MC	38
Figura 4.7 Válvula reguladora de caudal E.MC	39
Figura 4.8 Válvula 5/2 accionamiento por pulsador E.MC	40
Figura 4.9 Válvula 5/2 accionamiento neumático E.MC.....	41
Figura 4.10 Válvula 3/2 accionamiento neumático E.MC.....	41
Figura 4.11 Válvula 3/2 accionamiento por rodillo.....	42
Figura 4.12 Electroválvula 5/2 doble solenoide a 110V E.MC.....	43
Figura 4.13 Electroválvula 5/2 un solo solenoide a 110V E.MC.....	44
Figura 4.14 Final de carrera eléctrico	45
Figura 4.15 Racor recto y en T	45
Figura 4.16 Manguera 6mm Camozzi	46
Figura 4.17 Unidad de mantenimiento camozzi.....	47
Figura 4.18 Disyuntor siemens.....	50
Figura 5.1 Banco de pruebas con elementos empotrados	51
Figura 5.2 Banco de pruebas con elementos desmontables	51

1 INFORMACIÓN BÁSICA

Propuesto por:

Peralvo Velasco Diego Santiago

Sandoval Viera Daniel Fabricio

Tema aprobado:

Repotenciación de un banco de pruebas de control neumático y electroneumático, para el desarrollo de prácticas de laboratorio.

Carrera:

Ingeniería Electromecánica

Director de la propuesta tecnológica:

Ing. Mg. C. Edwin Homero Moreano Martínez

Equipo de trabajo:

Tutor

Nombres: Edwin Homero Moreano Martínez

Cédula de Ciudadanía: 050260750-0

Correo electrónico: edwin.moreano@utc.edu.ec

Dirección: Parroquia San Buenaventura, Latacunga, Cotopaxi.

Coordinador 1:

Nombres: Peralvo Velasco Diego Santiago

Cédula de Ciudadanía: 185038219-1

Correo electrónico: diego.peralvo2191@utc.edu.ec

Dirección: Parroquia La matriz, Píllaro, Tungurahua.

Coordinador 2:

Nombres: Sandoval Viera Daniel Fabricio
Cédula de Ciudadanía: 050382329-6
Correo electrónico: daniel.sandoval3296@utc.edu.ec
Dirección: Parroquia Guaytacama, Latacunga, Cotopaxi.

Lugar de ejecución:

Universidad Técnica de Cotopaxi, Provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Parroquia San Felipe.

Tiempo de duración de la propuesta:

Septiembre 2019 – Febrero 2020

Fecha de entrega:

Febrero - 2020

Línea(s) de investigación a las que se asocia la propuesta tecnológica:

De acuerdo a lo establecido por el departamento de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, la línea de investigación del presente proyecto es procesos industriales.

Sublíneas de investigación a las que se asocia la propuesta tecnológica Tipo de propuesta tecnológica:**Automatización y control**

El proyecto de investigación se acoge a la sub línea de investigación: diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos.

2 DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

2.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Repotenciación de un banco de pruebas de control neumático y electroneumático, para el desarrollo de prácticas de laboratorio.

2.2 TIPO DE ALCANCE

2.2.1 Tipo de proyecto

El tipo de proyecto a realizarse es una repotenciación de un banco de pruebas de control neumático y electroneumático el cual aportara al desarrollo y mejoramiento de prácticas de laboratorio mediante el uso adecuado y estandarizado de los equipos.

2.2.2 Alcance

El presente proyecto tiene como alcance desarrollar prácticas de laboratorio mediante el uso de los elementos neumáticos el cual contará con un banco de pruebas neumático y electroneumático con un diseño estandarizado y personalizado para un mejor manejo de los equipos.

2.3 ÁREA DEL CONOCIMIENTO

El contenido de la investigación tiene afinidad en el área de ingeniería, industria y construcción, y posee la sub área denominada ingeniería y profesiones a fines.

2.4 SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

El presente proyecto enfoca a la repotenciación de un banco de pruebas de control neumático y electroneumático, permitiendo a los estudiantes el desarrollo de prácticas de laboratorio para determinar el funcionamiento y el control de cada uno de los elementos que componen el banco de pruebas.

El objetivo de este trabajo es el suministrar a la carrera de Ingeniería Electromecánica de una herramienta de estudio, para los estudiantes lo que les ayuda a relacionar la teoría con la práctica. Los beneficiarios de los resultados de la presente propuesta tecnológica son estudiantes de la carrera de Ingeniería en Electromecánica.

2.5 OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.5.1 Objeto de estudio

Banco de pruebas para prácticas de laboratorio para la asignatura de control hidroneumático.

2.5.2 Campo de acción

Automatización y control de un banco de pruebas de control neumático y electroneumático.

2.6 SITUACIÓN PROBLÉMICA Y PROBLEMA

2.6.1 Situación Problemática

En la Universidad Técnica de Cotopaxi existen varios laboratorios y talleres en donde se encuentra variedad de módulos o bancos de pruebas que fortalecen cada una de las materias impartidas en la carrera de Ingeniería en Electromecánica, los mismos que no están muy bien equipados, ya sea por la mala distribución de los elementos neumáticos y electroneumáticos en el tablero de control neumático o el uso inadecuado de estos equipos, esto hace que las prácticas no se realicen de la mejor manera, impidiendo que la interacción del estudiante con el módulo sea de modo conveniente para el desarrollo académico.

Por lo anterior planteado, implica que no se puede relacionar la teoría con la práctica en la aplicación de la asignatura de control hidroneumático.

2.6.2 Problema

La falta de módulos equipados correctamente con los elementos necesarios para realizar las prácticas de laboratorio y la mala distribución de cada uno de ellos, tanto de control neumático y electroneumático.

2.7 HIPOTESIS O FORMULACIÓN DE PREGUNTA CIENTÍFICA

Con la repotenciación del banco de pruebas de control neumático y electroneumático, permitirá que el desarrollo de prácticas de laboratorio se realice de manera más compleja y con un mayor número de medios para cumplirlos en la asignatura de control hidroneumático.

2.8 OBJETIVO(S)

2.8.1 Objetivo General

- Repotenciar un banco de pruebas de control neumático y electroneumático, para el desarrollo de prácticas de laboratorio.

2.8.2 Objetivos específicos

- Diseñar un sistema estandarizado para el mejoramiento del aprendizaje sobre sistemas neumáticos y electroneumáticos.
- Seleccionar los dispositivos, equipos y accesorios adecuados para el desarrollo del banco de pruebas.
- Elaborar un plan de prácticas de laboratorio para relacionar lo teórico con lo práctico en el proceso de enseñanza aprendizaje

2.9 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS

Objetivos	Actividades	Resultados	Medios de verificación
Diseñar un sistema estandarizado para el mejoramiento del aprendizaje sobre sistemas neumáticos.	<ul style="list-style-type: none"> • Buscar información sobre modelos de módulos y/o banco de pruebas presentes en el mercado. • Realizar un diseño de un banco de pruebas según el módulo más adquirido en el mercado. 	Modelo ideal de banco de pruebas para la implementación	Planos
Seleccionar los dispositivos, equipos y accesorios para el desarrollo del banco de pruebas.	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la revisión de los catálogos y páginas web de empresas importadoras. • Cotizar cada uno de los equipos necesarios para el banco de pruebas. 	Equipos correctamente seleccionados y dimensionados	Catálogos y hoja de datos
Elaborar un plan de prácticas de laboratorio la integración de nuevos conocimientos y habilidades por parte de los estudiantes.	<ul style="list-style-type: none"> • Recopilar información sobre temas existentes en la asignatura sobre control neumático y electroneumático. 	Guía de prácticas de laboratorio	Informes de laboratorio

3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 Introducción

Se destaca los aspectos fundamentales que hay que contemplar a la hora de repotenciar un banco de pruebas de control hidroneumático y electroneumático para efectuar las prácticas de laboratorio con módulos estandarizados para un mayor crecimiento académico.

La repotenciación de un banco de pruebas para control neumático y electroneumático forma parte del sistema para la enseñanza en la asignatura de control hidroneumático. El sistema constituye una sólida base para la formación y el perfeccionamiento profesional de carácter práctico. El Banco de pruebas didáctico incluye controles neumáticos y electroneumáticos para la realización de prácticas de laboratorio.

3.2 Sistema neumático

3.2.1 Neumática

La neumática se refiere al estudio del movimiento del aire, proporcionan un movimiento controlado con el empleo de cilindros y motores neumáticos, y se aplican en herramientas, válvulas de control, martillos neumáticos, pistolas para pintar, motores neumáticos, sistemas de empaquetado, elevadores, herramientas de impacto, prensas neumáticas, robots industriales, frenos neumáticos, entre otros.

Las ventajas que presentan 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 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.

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.

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, una red de tuberías

para llegar al utilizador y un conjunto de preparación de aire para cada dispositivo neumático individual. Como se observa en la figura 3.1. [1]

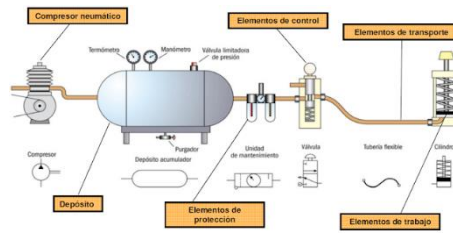


Figura 3.1 Preparación del aire

Fuente: [1]

3.2.2 Aire comprimido

El hecho de comprimir aire es debido a que el aire comprimido constituye en realidad una forma de transporte de energía de muy fácil manejo y por esto su utilización se ha ido imponiendo paulatinamente de la industria. [2]

Las principales propiedades que han contribuido a que el aire comprimido sea ampliamente utilizado son:

- **Abundante:** Está disponible para su compresión prácticamente en todo el mundo, en cantidades ilimitadas.
- **Transporte:** El aire comprimido puede ser fácilmente transportado por tuberías, incluso a grandes distancias.
- **Almacenable:** No es preciso que un compresor permanezca continuamente en servicio. El aire comprimido puede almacenarse en depósitos y tomarse de estos.
- **Temperatura:** El aire comprimido es insensible a las variaciones de temperatura, garantiza un trabajo seguro incluso a temperaturas extremas.
- **Antideflagrante:** No existe ningún riesgo de explosión ni incendio; por lo tanto, no es necesario disponer instalaciones contra incendios.
- **Limpio:** El aire comprimido es limpio y, en caso de faltas de estanqueidad en elementos, no produce ningún ensuciamiento.
- **No recuperación:** No requiere instalaciones especiales para la recuperación del fluido de trabajo.
- **Velocidad:** Permite obtener velocidades de trabajo muy elevadas.

- **A pruebas de sobrecargas y golpes de ariete:** Los elementos de trabajo neumáticos pueden llegar hasta su parada completa sin riesgo de sobrecargas.

3.2.3 Elementos Neumáticos

- **Compresores**

Los compresores son aparatos o máquinas mediante las cuales se obtiene aire a presión de forma continua y con las menores perturbaciones posibles, de forma que aseguren uniformidad en la presión de la red y una calidad apropiada del aire neumático en pureza y humedad para el tipo de utilización que tenga.

Son, como se ha dicho, los componentes principales de toda la cadena de producción de aire comprimido. Normalmente, y a nivel industrial, se montan en un recinto especialmente acondicionado, aunque existen también equipos generadores portátiles de tamaño reducido o mediano que se transportan al lugar del consumo. El caso que aquí interesa más es el de instalación fija que es el que predomina en la mayor parte de las fábricas. [2]

En el mercado se encuentran diferentes modelos de compresores. Un ejemplo de modelo de compresor se puede observar en la figura 3.2.



Figura 3.2 Compresor alternativo

Fuente: [2]

- **Actuadores**

Los actuadores son componentes neumáticos, que, mediante el uso del aire comprimido, generan movimiento rectilíneo de avance y retroceso de un mecanismo. Son los elementos de trabajo de más frecuente uso en neumática, muy por encima de los accionadores rotativos, motores, pinzas y otros. Aunque existe en el mercado una gran variedad de tipos, algunas veces forman parte de un bloque mecánico y es preciso fabricarlos como parte integrante del mismo.

Por esta razón, a este elemento se le presentara una atención especial, no solo en cuanto a configuración interna, sino en cuanto a cálculos de las diferentes partes que le componen. [1]

- **Cilindro de simple efecto**

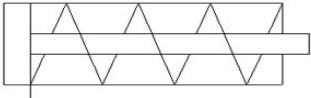
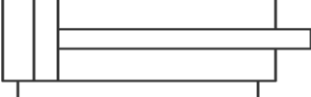
Los cilindros de simple efecto son los cilindros que reciben aire a presión por una de sus cámaras, que suele ser la que produce el trabajo, desplazando el vástago. El retroceso se produce de forma mecánica, bien por la acción de un resorte, o bien por la acción de la gravedad sobre masas solidarias al vástago.

Con la utilización del aire comprimido se consiguen en cilindros velocidades de hasta 1,5 m/s en los convencionales, y hasta 10 m/s, en los cilindros de impacto. [1]

- **Cilindro de doble efecto**

Los cilindros de doble efecto son cilindros que para hacer avanzar el vástago el aire a presión penetra por el orificio de la cámara trasera, llenándola y haciendo avanzar el vástago. Para que esto sea posible, el aire de la cámara delantera ha de ser desalojado al exterior a través del orificio correspondiente. En el retroceso del vástago, se invierte el proceso haciendo que el aire penetre por el orificio de la tapa delantera, y sea evacuado al exterior a través del conducto unido a la tapa trasera. [1]

Tabla 3.1 Simbología de actuadores

Cilindro de simple efecto	
Cilindro de doble efecto	

- **Válvulas neumáticas**

- **Válvula 3/2**

La válvula 3/2 es una válvula que posee tres vías y dos posiciones. En la figura 3.3. Aparece el símbolo de una válvula 3/2 con accionamiento manual y retorno por muelle y algunas válvulas con accionamientos con rodillos. [3]

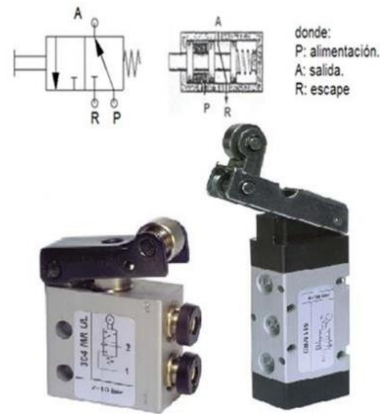


Figura 3.3 Válvula 3/2

Fuente: [3]

- Válvula 5/2

La válvula 5/2 es una válvula que posee 5 vías y dos posiciones de funcionamiento. En la figura 3.4. Aparece el símbolo de una válvula 5/2 con accionamiento manual y retorno por muelle y algunas válvulas con accionamientos por rodillos. [3]

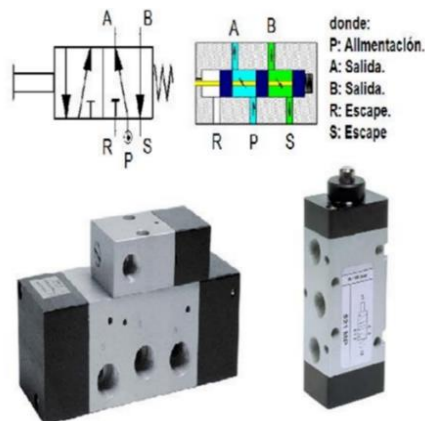


Figura 3.4 Válvula 5/2

Fuente: [3]

- Válvula Reguladora de Caudal

La válvula reguladora de caudal se utiliza para regular la velocidad de los pistones de los cilindros neumáticos. Consiste en una restricción regulable y una válvula antirretorno (retención), que solo deja pasar el flujo de aire a un solo sentido, mientras que, en el sentido contrario, el aire fluye con una mínima pérdida de presión. La obturación se obtiene mediante un cono, una bola, un disco o una membrana y el cierre puede ser por contrapresión, por

ejemplo, mediante un resorte, de modo que la válvula cierra cuando la presión de salida es igual o mayor que la de entrada.

De este modo, la entrada de aire comprimido cierra la válvula de bola y circula a través de la válvula de control con lo que el pistón se mueve lentamente, mientras que, en la fase de retroceso del pistón, el aire se escapa directamente por la válvula de bola al estar abierta por la presión del aire. [1]



Figura 3.5 Válvula reguladora de caudal

Fuente: [1]

- **Válvula de Bola**

Una válvula de bola o válvula de esfera corta el paso del aire comprimido y están diseñadas de tal manera que el propio aire comprimido actúa sobre el obturador reforzando el efecto de cierre. Se utilizan para obtener posiciones intermedias del pistón o como función de seguridad. [1]



Figura 3.6 Válvula de bola

Fuente: [1]

- **Unidad de mantenimiento o tratamiento de aire**

Una unidad de mantenimiento es la combinación filtro-regulador-lubricador con o sin manómetro y dotado o no de drenaje automático, tal como puede verse en la figura 3.7. El

conjunto no debe estar a más de 5 m. del dispositivo neumático de utilización para evitar la precipitación de las partículas de aceite en la tubería. [1]

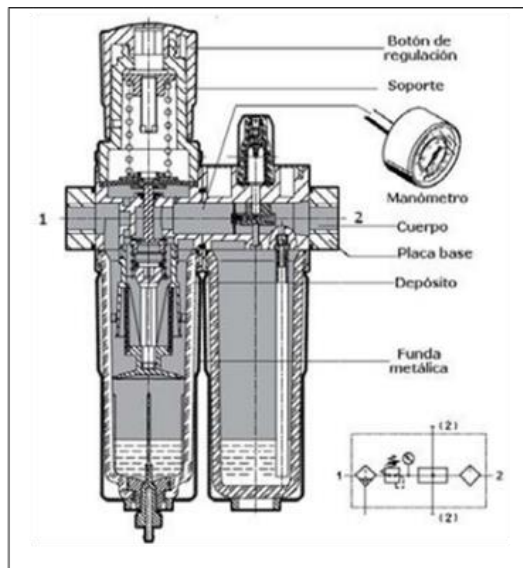


Figura 3.7 Unidad de mantenimiento

Fuente: [1]

- Acoples

Por medio de un conducto neumático se unirán dos conexiones neumáticas. En este caso puede tratarse, tanto de una conexión simple, como de un distribuidor-T. Gracias a este tipo de conducto, no se producirá una pérdida de presión durante la simulación.



Figura 3.8 Acoples

Fuente: [3]

- **Silenciadores**

Los silenciadores son utilizados básicamente en los orificios de escape de las válvulas distribuidoras para reducir el ruido del escape de aire y evitar la entrada de aceite, de polvo o de suciedad. [1]

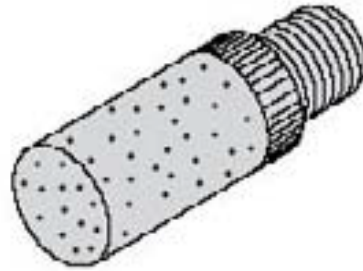


Figura 3.9 Silenciador

Fuente: [1]

- **Tubería**

Son las distribuciones que forman la red de distribución del aire comprimido. Suelen ser de acero o de latón y se instalan de forma que presentan una ligera inclinación ($1, 5^\circ$) para facilitar que el vapor de agua condensado se deslice y no se acumule en ningún punto. En instalaciones portátiles, pueden ser de plástico o caucho. [3]

Se representan normalmente mediante líneas continuas que unen los distintos elementos del circuito. En la figura 3.10. Pueden verse modelos de tuberías.



Figura 3.10 Tuberías

Fuente: [3]

3.3 Sistema electroneumático

3.3.1 Electroneumática

Es la aplicación en donde combinamos dos importantes ramos de la automatización como son la neumática; manejo de aire comprimido y electricidad y/o la electrónica. [4]

Ventajas:

- Mediana fuerza porque se pueden lograr fuerzas mucho más altas con la hidráulica,
- Altas velocidades de operación.
- Menos riesgos de contaminación por fluidos especialmente si se utiliza en la industria de alimentos o farmacéutica.
- Menores costos que la hidráulica o la electricidad.

Desventajas:

- Alto nivel sonoro.
- No se pueden manejar grandes fuerzas.
- El uso del aire comprimido, si no es utilizado correctamente, puede generar ciertos riesgos para el ser humano.
- Altos costos de producción del aire comprimido.

En electroneumática, la energía eléctrica sustituye a la energía neumática como el elemento natural para la generación y transmisión de las señales de control que se ubican en los sistemas de mando.

Los elementos nuevos o diferentes que entran en juego están constituidos básicamente para la manipulación y acondicionamiento de las señales de voltaje y corriente que deberán de ser transmitidas a dispositivos de conversión de energía eléctrica a energía neumática para lograr la activación de los actuadores neumáticos.

3.3.2 Elementos electroneumáticos

- **Electroválvulas**

Estas válvulas se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, presostatos o mandos electrónicos. En general se elige el accionamiento eléctrico para mandos con distancias extremadamente largas y cortos tiempos de conexión. [3]

- **Electroválvula 5/2 un solo solenoide**

Es una válvula que puede accionarse mediante una señal eléctrica o manualmente y posee un solo solenoide o bobina.



Figura 3.11 Electroválvula 5/2 un solo solenoide

- **Electroválvula 5/2 doble solenoide**

Es una válvula que se acciona con una señal eléctrica o manualmente, pero esta tiene dos solenoides o bobinas que son las que controlan las posiciones de la misma.

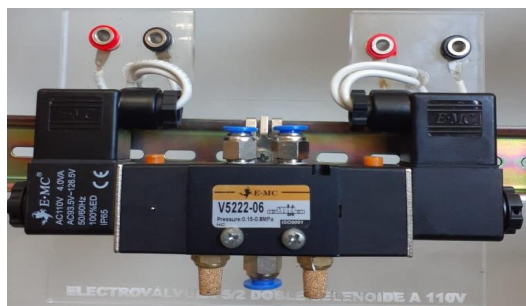


Figura 3.12 Electroválvula 5/2 doble solenoide

- **Interruptores o finales de carrera**

- **Sensor Mecánico**

Dispone de unos gatillos que cierran (o abren) un microinterruptor. Se montan en los cilindros para determinar la posición del final de carrera del pistón. Como se puede ver en la figura 3.13.

[3]

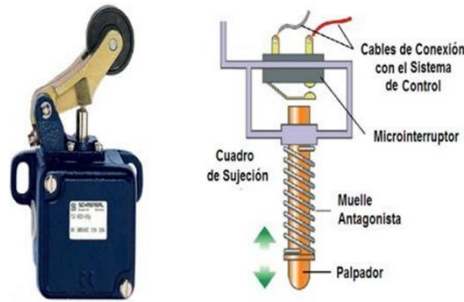


Figura 3.13 Sensor Mecánico

Fuente: [3]

3.4 Sistema eléctrico

3.4.1 Protección térmica

Funciona para permitir el paso y corte de corriente eléctrica y en caso que existan sobrecargas o cortocircuito funciona como fusible.



Figura 3.14 Protección Térmica

Fuente: [7]

3.5 Sistema de control

3.5.1 LOGO!

- **¡LOGO! SIEMENS 230 RC**

Se define a un LOGO como: Un dispositivo electrónico que utiliza una memoria capaz de almacenar instrucciones y para implementar funciones específicas tales como: funciones lógicas, de temporización, de conteo y aritméticas para controlar máquinas y procesos continuos, secuenciales y en tiempo real dentro del ambiente industrial. [3]

En la industria de procesos, tener ventaja significa hacer las operaciones más rápidas, flexibles, y eficientes, sobre todo rentables las cuales únicamente se logra con el uso de los controladores.

¡Con LOGO! se resuelven tareas de instalación y del ámbito doméstico (p.ej. alumbrado de escaleras, luz exterior, toldos, persianas, alumbrado de escaparates, etc.), así como la construcción de armarios eléctricos, máquinas y aparatos. Así mismo, LOGO! se puede utilizar para controles especiales en invernaderos o jardines de invierno, para el pre procesamiento de señales en controles y, mediante la conexión de un módulo de comunicaciones, para el control descentralizado” in situ” de máquinas y procesos.



Figura 3.15 LOGO!

- **Funciones**

- La simulación offline del programa,
- La indicación simultánea del estado de varias funciones especiales,
- La posibilidad de documentar programas ampliamente,
- La indicación de estados de valores actuales de LOGO! en modo RUN
- La extensa ayuda en pantalla.

- **Software del LOGO**

El programa LOGO! Soft Confort está disponible como paquete de programación para el PC. Con el software dispondrá, entre otras, de las siguientes funciones:

- Creación gráfica de su programa offline como diagrama de escalones (esquema de contacto / esquema de corriente) o como diagrama de bloque de funciones (esquema de funciones)
- Simulación del programa en el ordenador
- Generación e impresión de un esquema general del programa
- Almacenamiento de datos del programa en el disco duro o en otro soporte
- Comparación de programas
- Parametrización cómoda de los bloques
- Transferencia del programa desde LOGO al PC del PC a LOGO
- Lectura del contador de horas de funcionamiento
- Ajuste de la hora
- Ajuste del horario de verano e invierno
- Prueba online: Indicación de estados y valores actuales de LOGO en modo RUN: estados de entradas y salidas digitales, de marcas, de bits de registro de desplazamiento y de teclas de cursor
- Valores de todas las entradas y salidas analógicas y marcas
- Resultados de todos los bloques
- Valores actuales (incluidos tiempos) de bloques seleccionados
- Interrupción del procesamiento del programa desde el PC (STOP).

3.5.2 Elementos de retención

Son empleados, generalmente, para generar la señal de inicio del sistema, o en su defecto, para realizar paros, ya sea de emergencia o sólo momentáneos. El dispositivo más común es el botón pulsador. [3]



Figura 3.16 Elementos de retención

Fuente: [3]

3.5.3 Conector banana o Plug

Es un conector eléctrico de un solo conductor que tiene un resorte de metal curvado a lo largo de su vástago que forma un chip para sostenerlo en su zócalo.



Figura 3.17 Conector banana o Plug

Fuente: [3]

3.6 Circuitos neumáticos

Sirve para movimientos lineales, para velocidad y no para fuerza, y es generado por otras fuerzas como mecánica y eléctrica.

3.6.1 Mando directo de un cilindro de simple efecto

Accionando la válvula de pulsador (3/2), esta cambia la posición (comunica las vías 1 y 2), introduciendo presión en la cámara anterior del cilindro, haciendo que esta salga. El cilindro se va a mantener en esta posición, mientras la válvula esta accionada.

Secuencia de trabajo: A+ A-

Secuencia de activación: PBA+_a1A-_a0

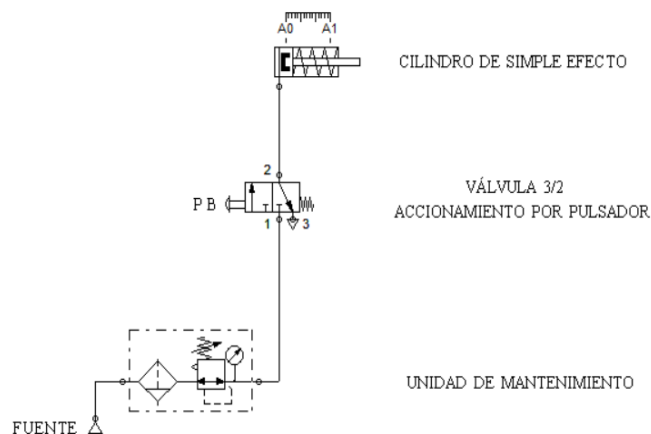


Figura 3.18 Mando de un cilindro de simple efecto

3.6.2 Mando indirecto de un Cilindro de Simple Efecto

Accionando la válvula de pulsador (3/2), esta cambia de posición (comunica las vías 1 y 2), haciendo que la válvula neumática 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 del pulsador esta accionada.

Cuando dejamos de accionar la válvula del 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 anterior.

Secuencia de trabajo: A+ A-

Secuencia de activación: PBA+_a1A-_a0

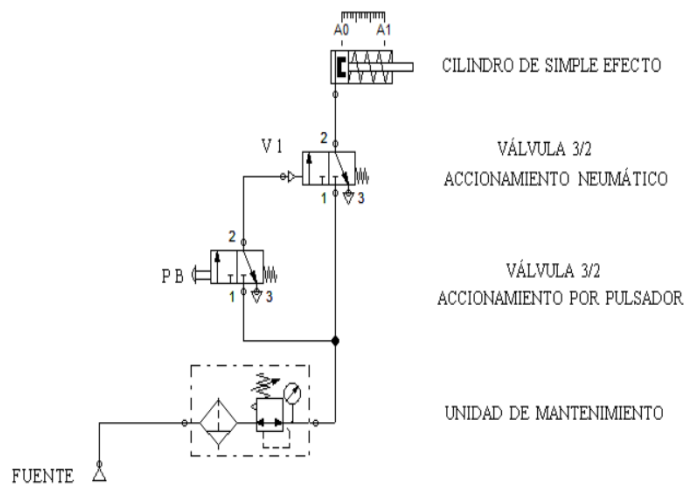


Figura 3.19 Mando indirecto de un Cilindro de Simple Efecto

3.6.3 Mando Directo de un cilindro de Doble Efecto

Distribuir el fluido para que el sistema cumpla con las acciones requeridas.

Secuencia de trabajo: A+ A-

Secuencia de activación: PBA+_a1A-_a0

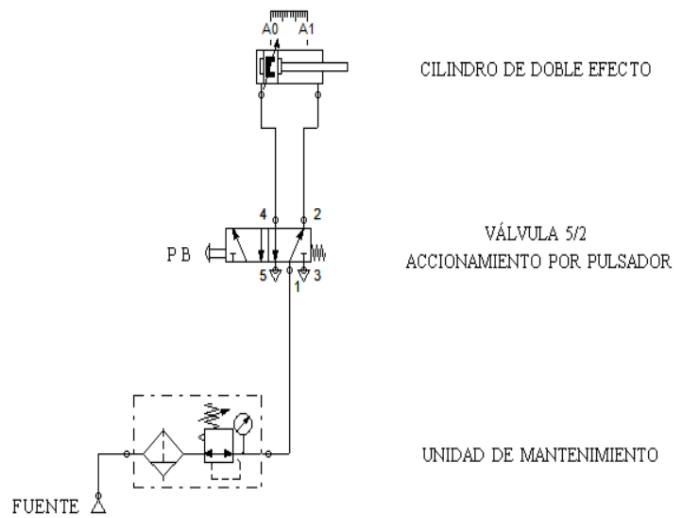


Figura 3.20 Mando Directo de un cilindro de Doble Efecto

3.6.4 Mando Indirecto de un Cilindro de Doble Efecto

Distribuir el aire comprimido hacia el cilindro, pudiendo controlar y accionamiento de una u otra secuencia.

Secuencia de trabajo: A+ A-

Secuencia de activación: PBA+_a1A-_a0

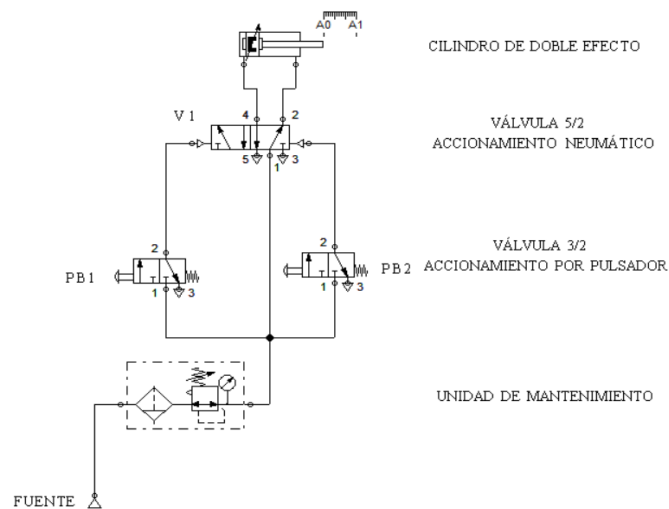


Figura 3.21 Mando Indirecto de un Cilindro de Doble Efecto

3.6.5 Mando secuencial

Método secuencial consiste en dar operación al sistema mediante válvulas de control las cuales permiten dar un orden al sistema o un mando de control para establecer el movimiento de los pistones como por ejemplo en este tipo de secuencias se utilizan las válvulas con accionamiento de rodillo.

Secuencia de trabajo: A+ B+A-B-

Secuencia de activación: PBA+_a1B+_b1A-_a0B-_b0

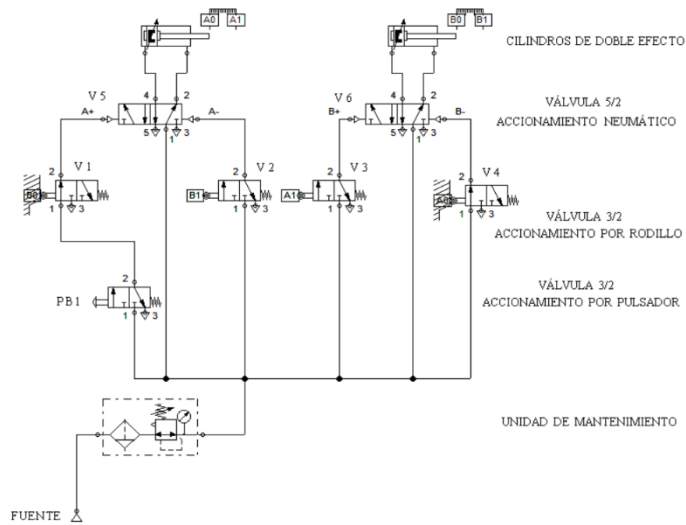


Figura 3.22 Mando secuencial

3.6.6 Control Doble

El método de control doble está basado en que un grupo es activado por el grupo anterior y desactivado por el siguiente. Los circuitos neumáticos pueden ser secuenciales, emergentes y con LOGO!.

Secuencia de trabajo: A+B-A-B+

Secuencia de activación: PBA+_a1B-_b0A-_a0B+_b1

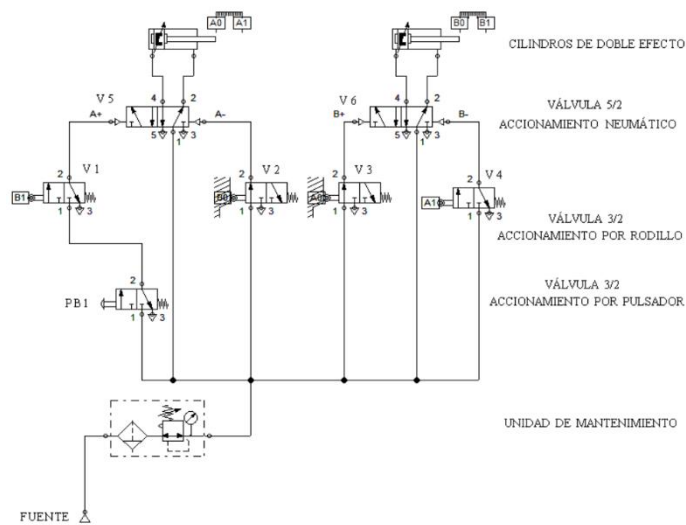


Figura 3.23 Control Doble

3.6.7 Cascada Neumática

Es un sistema sencillo para la resolución de circuitos neumáticos secuenciales, en los cuales, se repitan estados neumáticos. El método consta de una serie de pasos que deben seguirse sistemáticamente:

- Definir la secuencia. Lógicamente, conforme al funcionamiento que se desea del sistema. Si se quiere un avance del cilindro A, un avance del cilindro B y un retroceso simultáneo de ambos, la secuencia quedaría de la siguiente forma: A+ B+ (A- B-)
- Determinar los grupos. Teniendo en cuenta que en un mismo grupo no puede repetirse la misma letra y que si en el último grupo hay una o más letras que no están en el primer grupo, pasarían a éste, delante de la primera letra de la secuencia.
- Colocar tantas líneas de presión como grupos hay en la secuencia y tantas válvulas distribuidoras de línea, como grupos menos uno.

Secuencia de trabajo: A+B+B-A-

Secuencia de activación: PBA+_a1B+_b1B-_b0A-_a0

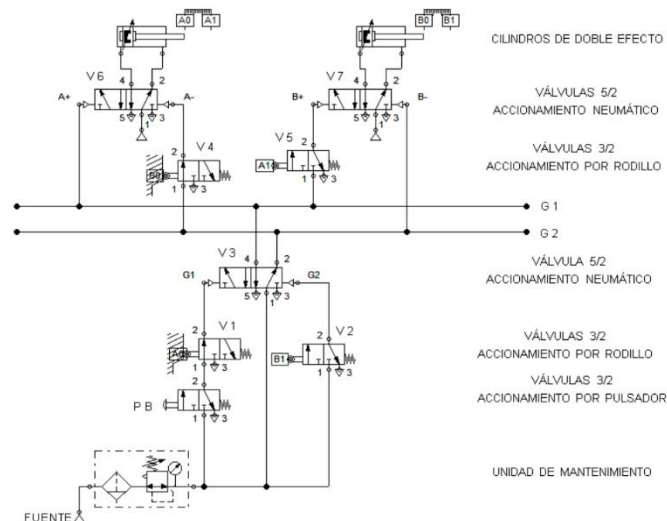


Figura 3.24 Cascada Neumática

3.6.8 Método de corte de la señal de mando (diagrama tiempo movimiento)

Consiste en determinar en qué parte existe específicamente el control doble. Este tipo de circuitos con señal de corte de mando son todavía utilizados en la industria con el fin de resolver problemas de control doble.

Esta solución puede conducir a paradas imprevistas en la operación de sistemas de control, debido a la dificultad de ajustar la duración de la señal de control. Como se ve en la Figura 3.25, que indica la ubicación de las válvulas que actúan como finales de carrera

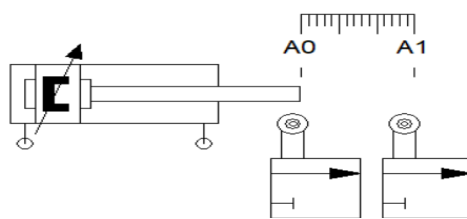


Figura 3.25 Finales de carrera

- **Diagrama Tiempo Movimiento**

Mediante el diagrama Tiempo Movimiento representa el estado dinámico del circuito de mando representa y el movimiento de los cilindros y las señales que provocan esos movimientos. El cilindro en "1" o en "+" está afuera.

Si en las abscisas se tiene en cuenta el tiempo que se invierte en un movimiento el diagrama pasa a llamarse ESPACIO - TIEMPO.

- **Diagrama de Movimiento o Fase**

Representa las acciones de cada uno de los elementos de trabajo. Figura 3.26

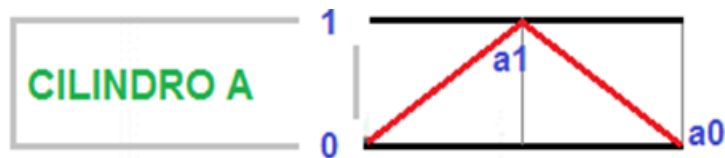


Figura 3.26 Diagrama de movimiento

Fuente: [3]

- **Diagrama de Mando**

Representa el tiempo que esta accionado los finales de carrera o lo que es lo mismo, representa el tiempo que está activado la señal de mando. Figura 3.27.

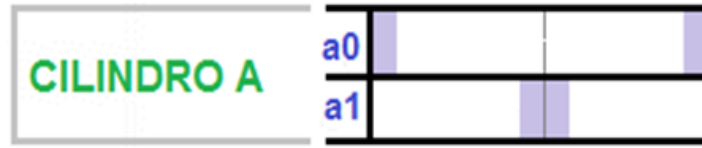


Figura 3.27 Diagrama de mando

Fuente: [3]

- **Diagrama Funcional**

En este diagrama podemos identificar en donde se está produciendo el control doble, es decir la duración de la señal de control en los pilotajes de las válvulas. Figura 3.28.

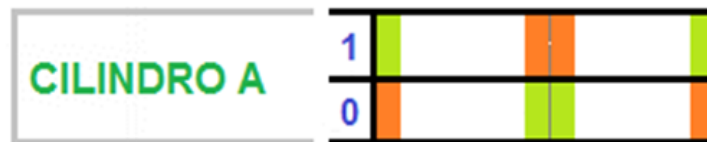


Figura 3.28 Diagrama Funcional

Fuente: [3]

Para saber la existencia de control doble se lo realiza cilindro por cilindro, si las aéreas del diagrama funcional de A+ A- se superponen si hay control doble, caso contrario no existe, como se observa en la Figura 3.29.

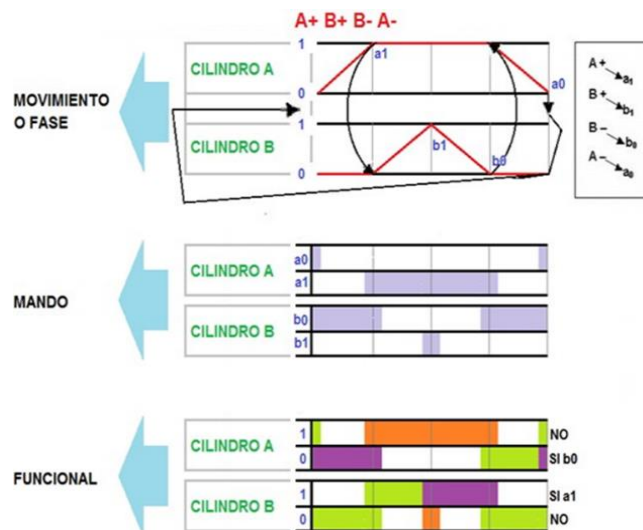


Figura 3.29 Diagrama tiempo movimiento

Fuente: [3]

La señal de corte de mando puede implementarse de la siguiente forma:

- Con la utilización de temporizadores, que son aparatos con los cuales como su propio nombre lo indica, temporiza la salida de una señal. Bien la entrada (NC) o bien la salida (NA), es decir, con un temporizador NC lo que conseguimos es que en cuanto le llega señal de algún otro aparato la retarde y espere un tiempo determinado para mandar en la señal, mientras que el NA según le llega la señal, él también manda, pero al de un tiempo deja de mandarla temporizando así las señales. Los temporizadores los empleamos por dos motivos, uno para retardar la señal por la necesidad del circuito o bien para hacer desaparecer las señales permanentes que se crean en la realización del circuito. Figura 3.30.

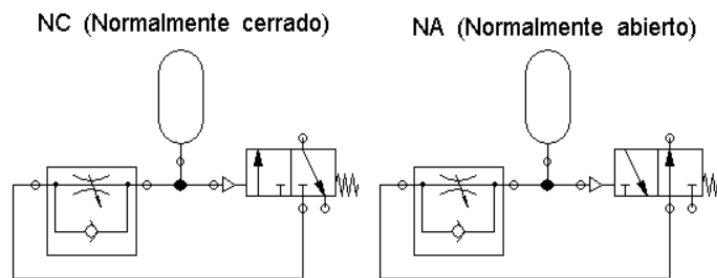


Figura 3.30 Utilización de temporizadores

- Mediante una válvula limitadora de control. Colocamos la válvula limitadora de control antes del recorrido del vástago del cilindro. Figura 3.31.

Ventaja

Se realiza la señal de corte de mando.

Desventaja

La velocidad, si es vástago del cilindro tiene una velocidad alta se puede producir que no alcance a activar a la válvula.

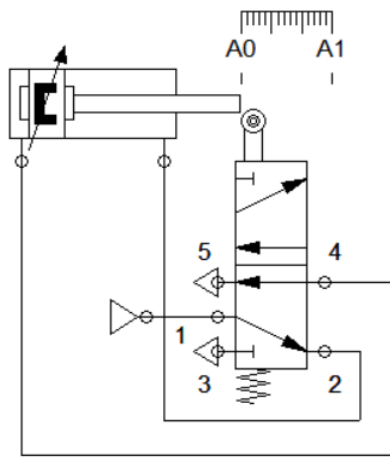


Figura 3.31 Válvula limitadora de control

- **Solución**

Activar la barra de activación o colocar válvulas con rodillo escamoteable. Figura 3.32.

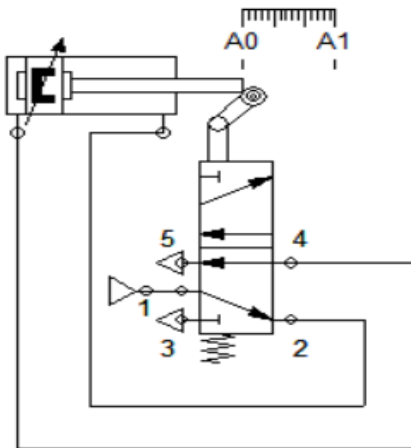


Figura 3.32 Válvula limitadora de control

Secuencia de trabajo: A+B+B-A-

Secuencia de activación: PBA+_a1B+_b1B-_b0A-_a0

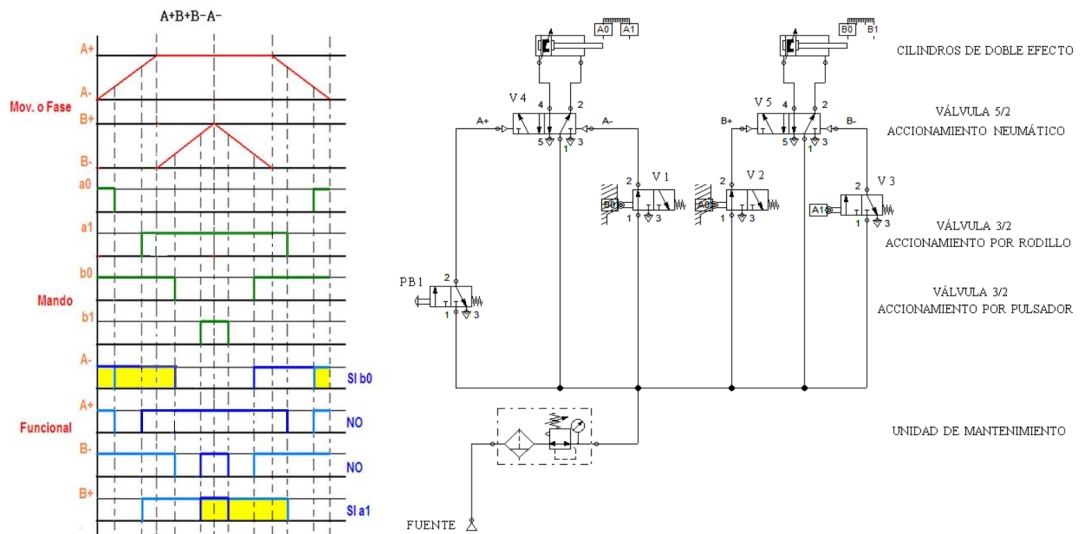


Figura 3.33 Método de corte de la señal de mando (diagrama tiempo movimiento)

3.6.9 Método secuencial electro neumático

Este método consiste en comandar las electroválvulas a través de un sistema de circuito realizado en el programa (PLC) el cual da la señal de activar los solenoides y así direccionar el aire comprimido.

Secuencia de trabajo: A+A-

Secuencia de activación: Pb a0 _A+_ a1 TEMP A-_ a0

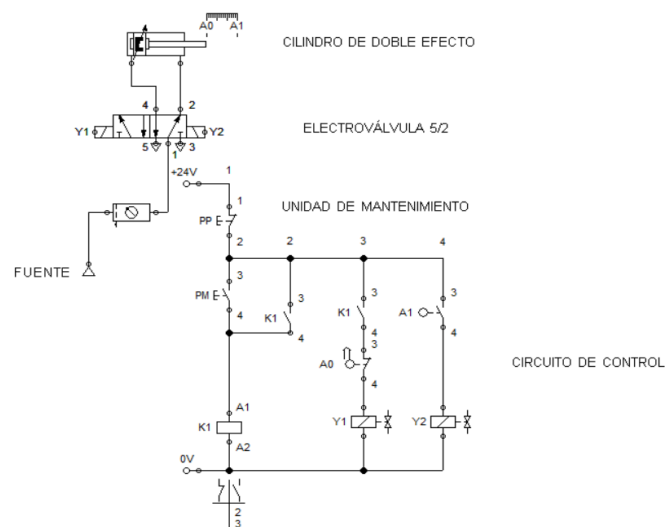


Figura 3.34 Método secuencial electro neumático

3.6.10 Corte de señal de mando electro neumático

Este método es una forma de solucionar el problema de control doble. El fin de esto es que por medio de la programación y con la ayuda del diagrama tiempo movimiento se puede desactivar el solenoide que impide que realice otro movimiento.

Es el corte de la señal de una válvula de control es decir desactivar la señal que comanda el aire hacia el actuador para que así termine la secuencia de trabajo.

Secuencia de trabajo: A+B+B-A-

Secuencia de activación: Pb A+ a1 TEMP B+ b1 B- b0 TEMP A- a0

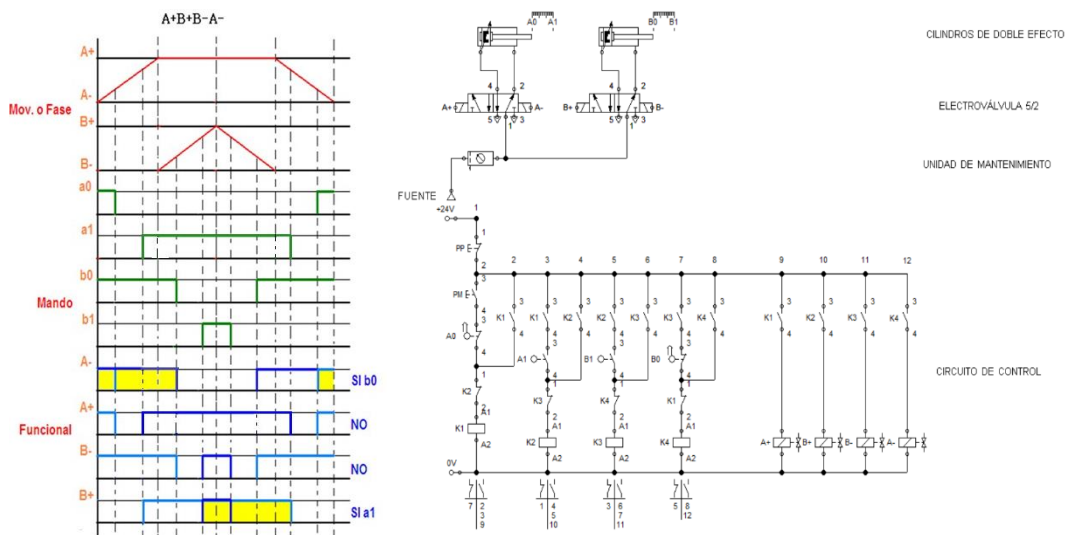


Figura 3.35 Corte de señal de mando electro neumático

3.6.11 Cascada Eléctrica

Consiste en determinar la secuencia de trabajo mediante grupos para establecer el movimiento de los pistones, pero en un determinado tiempo en el caso de utilizar el mando mediante el LOGO pues en la programación se utilizará un determinado grupo de relés para dar el movimiento y así cumplir el objetivo de cascada eléctrica que eliminará el control doble.

Secuencia de trabajo: A+B+C+C-B-A-

Secuencia de activación: PBA+_a1B+_b1B-_b0C+_c1C-_c0A-_a0

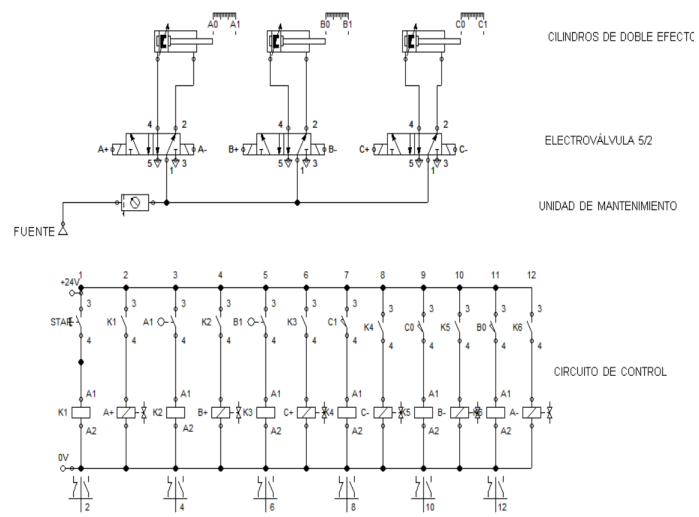


Figura 3.36 Cascada Eléctrica

4 METODOLOGÍA

4.1 Métodos de investigación

4.1.1 Método bibliográfico

Este método se lo utilizara ya que se requiere una construcción clara de las fuentes que incorporaran el marco teórico y a su vez de la variable dependiente e independiente, extrayendo puntos clave de diferentes autores, folletos o artículos de internet sobre control neumático y electroneumático, la programación del logo y la simulación en Festo.

4.1.2 Método descriptivo

La descripción de las prácticas de laboratorio de los contenidos de la asignatura de control neumático y electroneumático

4.1.3 Método científico

Este método permite determinar la mala distribución de los elementos del control neumático y electroneumático en la que permite la repotenciación del banco de pruebas para el desarrollo de prácticas

4.2 Técnicas de investigación

4.2.1 La observación

Permite determinar los acontecimientos, hechos y resultados obtenidos para la distribución de los elementos en el banco de pruebas, mediante la observación estableceremos los estándares y parámetros que se necesitan para el desarrollo de prácticas de laboratorio.

4.2.2 La medición

Esta técnica permite obtener de las magnitudes de longitud, presión, voltaje y corriente para el diseño y la implementación de la repotenciación del banco de pruebas para prácticas de laboratorio.

4.2.3 La simulación

Permite desarrollar los circuitos neumáticos y electroneumáticos para el desarrollo de prácticas de laboratorio.

4.3 Repotenciación del banco de pruebas de control neumático y electroneumático

Para la repotenciación del banco de pruebas se considero

- Sistema neumático
- Sistema electroneumático
- Sistema de control
- Sistema eléctrico

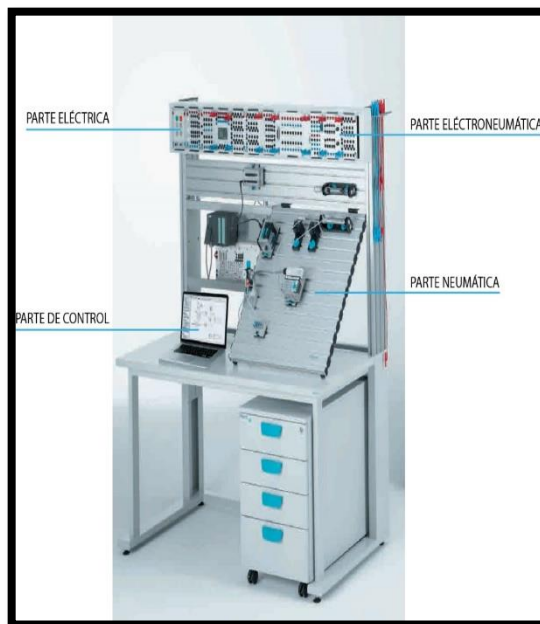


Figura 4.1 Partes de un banco de pruebas

4.4 Instrumentos

4.4.1 Festo FluidSIM

FluidSIM es una aplicación pensada para la creación, simulación, instrucción y estudio electroneumático, electrohidráulico y de circuitos digitales. El programa nos permitirá crear circuitos muy fácilmente mediante el clásico procedimiento de arrastrar y soltar. Sólo tenemos

que llevar los elementos del circuito de un lugar a otro y conectarlos manualmente. Simple y efectivo. En cualquier caso, Fluid SIM incluye una importante sección didáctica desde la que ver algunos principios de neumática (en la versión completa hay más disponibles). De esta manera, no tendremos que saber de memoria muchas de las funciones de los circuitos. FluidSIM es una herramienta peculiar. Pocos usuarios querrán adentrarse en el mundo de la electroneumática, pero los interesados lo tendrán bastante fácil

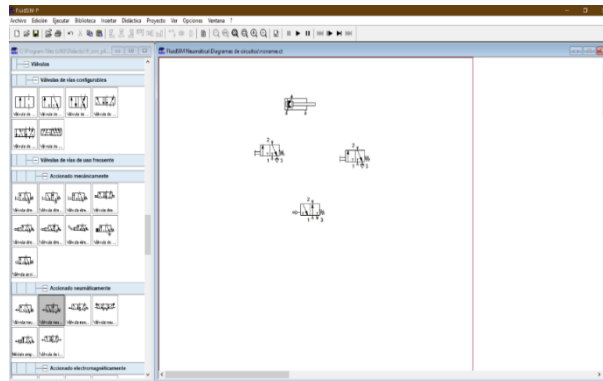


Figura 4.2 Software Festo FluidSIM

4.4.2 LOGO! Soft comfort

El Logo Soft Comfort es un entorno de desarrollo para los micro PLCs LOGO siemens, el PLC LOGO Se puede programar directamente desde el display o a través de un software de manera más conveniente.

Es el software perfecto para la automatización industrial y doméstica. El Software LOGO! es perfecto para desarrollar proyectos sencillos de automatización de una manera rápida y económica

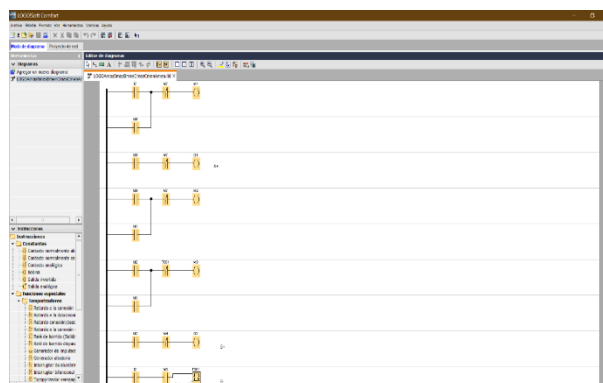


Figura 4.3 Software LOGO! Soft Comfort

4.5 Diseño experimental

Para la repotenciación del banco de pruebas de control neumático y electroneumático se aplica para mejorar la distribución de cada uno de los elementos.

4.6 Elementos neumáticos y electroneumáticos

Para seleccionar los elementos neumáticos y electroneumáticos se consideró de acuerdo al contenido de la asignatura para el desarrollo de las prácticas de laboratorio mediante catálogos técnicos tomando en cuenta la presión mínima debido a que dichos elementos son utilizados con fines didácticos.

4.6.1 Actuadores

- **Cilindro simple efecto (Camoszi $\phi 25 \times 50\text{mm}$)**

A continuación, en la tabla 4.1, se detalla las especificaciones del cilindro.

Tabla 4.1 Datos técnicos del cilindro de simple efecto

Tipo de construcción	Rizado
Operación	Simple y doble efecto
Designación	ISO 6432
Materiales	Tapas de aluminio anodizado – barril y varilla de acero inoxidable, pisón de aluminio – sellos NBR/PU
Soportes	Extremo de barra – brida – pies – muñón
Carrera min – máx.	Serie 16 $\phi 8 / \phi 10$: 10 – 250mm / serie 16: $\phi 12$: 10 – 300mm / Serie 24 y 25 $\phi 16$: 10 – 600mm; $\phi 20 - 25$: 10 – 1000mm
Taladros	Serie 16: $\phi 8, 10, 12$ / Serie 24 y 25: $\phi 16, 20, 25$
Temperatura de operación	0 °C / 80 °C (con aire seco -20 °C)
Presión operacional	1 / 10 bar (doble efecto); 2 / 10 bar (simple efecto)
Fluido	Aire filtrado, sin lubricación. Si se usa aire lubricado, se recomienda usar aceite ISO VG32. Una mezcla aplicada, la lubricación nunca debe interrumpirse.
Velocidad	10 / 1000 mm / seg (sin carga)
Código	24N1A25A050

Fuente: [9]



Figura 4.4 Cilindro simple efecto camozzi

- **Cilindro doble efecto (Camozzi $\phi 20 \times 100\text{mm}$)**

A continuación, en la tabla 4.2, se detalla las especificaciones del cilindro.

Tabla 4.2 Datos técnicos del cilindro de doble efecto

Tipo de construcción	Rizado
Operación	Simple y doble efecto
Designación	ISO 6432
Materiales	Tapas de aluminio anodizado – barril y varilla de acero inoxidable, pisón de aluminio – sellos NBR/PU
Soportes	Extremo de barra – brida – pies – muñón
Carrera min – máx.	Serie 16 $\phi 8 / \phi 10$: 10 – 250mm / serie 16: $\phi 12$: 10 – 300mm / Serie 24 y 25 $\phi 16$: 10 – 600mm; $\phi 20 - 25$: 10 – 1000mm
Taladros	Serie 16: $\phi 8, 10, 12$ / Serie 24 y 25: $\phi 16, 20, 25$
Temperatura de operación	0 °C / 80 °C (con aire seco -20 °C)
Presión operacional	1 / 10 bar (doble efecto); 2 / 10 bar (simple efecto)
Fluido	Aire filtrado, sin lubricación. Si se usa aire lubricado, se recomienda usar aceite ISO VG32. Una mezcla aplicada, la lubricación nunca debe interrumpirse.
Velocidad	10 / 1000 mm / seg (sin carga)
Código	24N2A20A100

Fuente: [9]



Figura 4.5 Cilindro doble efecto Camozzi

4.6.2 Válvulas neumáticas

- **Válvula 3/2, 1/8" Accionamiento Pulsador**

A continuación, en la tabla se detalla las especificaciones de la válvula de accionamiento por pulsador:

Tabla 4.3 Datos técnicos de la válvula 3/2 accionamiento por pulsador

Modelo	MJ322-S5
Trabajo medio	Aire limpio
Tipo de actuación	Control extremo
Lubricación	No requerido
Presión de trabajo (MPa)	0~0.8
Presión garantizada (MPa)	1.2
Temperatura de trabajo °C	-5~60°C
Max-frecuencia de actuación	5ciclos/s
Tamaño del puerto	1/8", 1/4"

Fuente: [10]



Figura 4.6 Válvula 3/2 accionamiento por pulsador E.MC

- **Regulador de caudal unidireccional 1/8"**

A continuación, en la tabla se detalla las especificaciones del regulador de caudal:

Tabla 4.4 Datos técnicos de la válvula reguladora de caudal

Modelo	RE-01
Flujo de trabajo	Aire limpio (25 um filtración)
Tipo de acción	Control extremo
Lubricación	No requerida
Presión de trabajo (Bar)	0-9.5
Presión máxima	12
Temperatura de trabajo(°C)	0 a 60°C
Tamaño conexión	1/8"

Fuente: [11]



Figura 4.7 Válvula reguladora de caudal E.MC

- **Válvula 5/2, 1/4" Accionamiento por pulsador**

A continuación, en la tabla se detalla las especificaciones de la válvula 5/2 accionamiento por pulsador:

Tabla 4.5 Datos técnicos de la válvula 5/2 accionamiento por pulsador

Modelo	M522-S7
# de diámetro interior de orificio	10 A
Tamaño del puerto	PT 1/8"
# de puertos	5
Medio	Aire
Rango de presión que opera	0~8 kgf/cm ²

Prueba de presión del rango	10 kgf/cm ²
Rango de presión de pilotaje	1.5~8 kgf/cm ²
Temperatura ambiente (°C)	-5~+60°C

Fuente: [10]



Figura 4.8 Válvula 5/2 accionamiento por pulsador E.MC

- **Válvula 5/2, 1/4" Accionamiento neumático Biestable**

A continuación, en la tabla 4.6., se detalla las especificaciones de la válvula 5/2 accionamiento neumático biestable:

Tabla 4.6 Datos técnicos de la válvula 5/2 accionamiento neumático

Modelo	
# de diámetro interior de orificio	13 A
Tamaño del puerto	PT 1/4"
# de puertos	3
Medio	Aire
Rango de presión que opera	0~8 kgf/cm ²
Prueba de presión del rango	10 kgf/cm ²
Rango de presión de pilotaje	1.5~8 kgf/cm ²
Temperatura ambiente (°C)	-5~+60°C

Fuente: [12]



Figura 4.9 Válvula 5/2 accionamiento neumático E.MC

- **Válvula 3/2, 1/4" Accionamiento neumático Biestable**

A continuación, en la tabla 4.7., se detalla las especificaciones de la válvula 3/2 accionamiento neumático biestable:

Tabla 4.7 Datos técnicos de la válvula 3/2 accionamiento neumático

Modelo	
# de diámetro interior de orificio	13 A
Tamaño del puerto	PT 1/4"
# de puertos	5
Medio	Aire
Rango de presión que opera	0~8 kgf/cm ²
Prueba de presión del rango	10 kgf/cm ²
Rango de presión de pilotaje	1.5~8 psi
Temperatura ambiente (°C)	-5~+60°C

Fuente: [13]



Figura 4.10 Válvula 3/2 accionamiento neumático E.MC

- **Válvula 3/2, 1/4" accionamiento por rodillo**

A continuación, en la tabla 4.8, detalla las especificaciones de la válvula 3/2 accionamiento por rodillo.

Tabla 4.8 Datos técnicos de la válvula 3/2 accionamiento por rodillo

Modelo	JELPC MSV98322R
Tipo de válvula	3/2 vías
Presión de trabajo	0 ~ 0.8 MPa
Área efectiva de la sección transversal	16 mm ² (CV = 0.89)
Tamaño del puerto	G 1/4



Figura 4.11 Válvula 3/2 accionamiento por rodillo

4.6.3 Electroválvulas

- **Electroválvula 5/2 E. MC, 1/8", 110 VAC biestable**

A continuación, en la tabla 4.9, se detalla las especificaciones de la electroválvula neumática.

Tabla 4.9 Datos técnicos de la electroválvula 5/2 doble solenoide

Tamaño del puerto	G1/8
Área de la sección (mm²)	5/2:14(CV=0.78) 5/3:12(CV=0.67)
Medio de trabajo	Aire limpio (después de 40 µm de filtraciones)
Tipo de actuación	Tipo piloto
Lubricación	No requiere
Presión de trabajo (MPa)	0,15 ~ 0.8

Presión garantizada (Mpa)	1.2
Temperatura de trabajo (°C)	-5 ~ 60
Rango de voltaje	-15 % ~ 10 %
Consumo de energía	
Clase de aislamiento	Clase F
Clase protectora	IP65 (DIN40050)
Max. Frecuencia de actuación	5/2: 5 ciclos/s; 5/3: 3 ciclos/s
Tiempo de activación (s)	<0.05
Peso (g)	314
Código	V5222-E01-06

Fuente: [13]

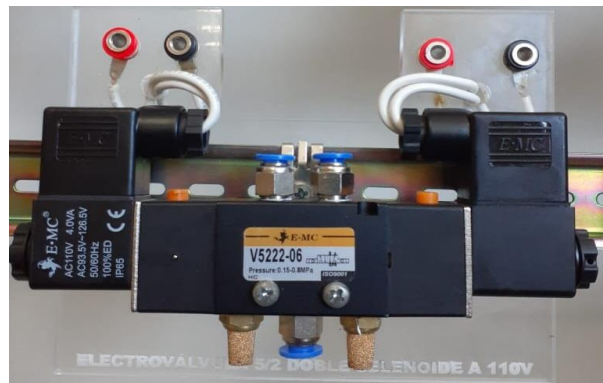


Figura 4.12 Electroválvula 5/2 doble solenoide a 110V E.MC

- **Electroválvula 5/2 E. MC, 1/8", 110 VAC monoestable**

A continuación, en la tabla 4.10, se detalla las especificaciones de la electroválvula neumática.

Tabla 4.10 Datos técnicos de la electroválvula 5/2 un solo solenoide

Tamaño del puerto	G1/8
Área de la sección (mm²)	5/2:14(CV=0.78) 5/3:12(CV=0.67)
Medio de trabajo	Aire limpio (después de 40 µm de filtraciones)
Tipo de actuación	Tipo piloto
Lubricación	No requiere
Presión de trabajo (MPa)	0,15 ~ 0.8
Presión garantizada (Mpa)	1.2
Temperatura de trabajo (°C)	-5 ~ 60

Rango de voltaje	-15 % ~ 10 %
Consumo de energía	
Clase de aislamiento	Clase F
Clase protectora	IP65 (DIN40050)
Max. Frecuencia de actuación	5/2: 5 ciclos/s; 5/3: 3 ciclos/s
Tiempo de activación (s)	<0.05
Peso (g)	314
Código	V5221-E01-06

Fuente: [13]



Figura 4.13 Electroválvula 5/2 un solo solenoide a 110V E.MC

- **Final de carrera eléctrico**

A continuación, en la tabla 4.11, detalla las especificaciones del final de carrera eléctrico.

Tabla 4.11 Datos técnicos del final de carrera eléctrico

Modelo	Camsco AZ7124
Fuerza de funcionamiento	200 g máx.
Fuerza de liberación	60 g min
Max alcance	11 mm máx.
Diferencial de movimiento	2.4 mm máx.
Sobre voltaje	3.0 mm min
Posición de funcionamiento	50 ± 2.0 mm



Figura 4.14 Final de carrera eléctrico

4.6.4 Acoples y conexión

- **Racor recto 6x1/4", Racor recto manguera 6, rosca 1/8", Racor Tee 6**

A continuación, en la tabla 4.12., se detalla las especificaciones de los racores:

Tabla 4.12 Datos técnicos de racor recto

Modelo	EPC6-02, EPC6-01 y EPE6
Fluido	Aire, vacío
Presión de trabajo (Bar)	0~8
Presión máxima garantizada (Bar)	12
Temperatura de trabajo (°C)	0 a 60°C
Material del tubo	Nylon/Poliuretano

Fuente: [14]

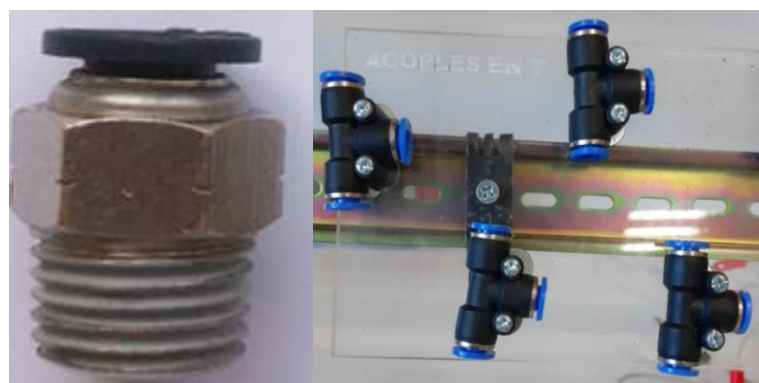


Figura 4.15 Racor recto y en T

- **Manguera poliuretano 6 x 4 (Camozzi)**

A continuación, en la tabla 4.13, se detalla las especificaciones de la electroválvula neumática.

Tabla 4.13 Datos técnicos de la manguera marca camozzi

Modelo	TPC 6/4
D/d	6/4
Max. Presión a los 23 °C (bar)	13
Peso (g/m)	19.2
Radio de doblaje (mm)	18
Lote (m)	100
Color estándar	Gris RAL 7012

Fuente: [15]



Figura 4.16 Manguera 6mm Camozzi

4.6.5 Unidad de mantenimiento

A continuación, en la tabla 4.14 y tabla 4.15, se detalla las especificaciones de la electroválvula neumática.

Tabla 4.14 Datos técnicos de la unidad de mantenimiento

Modelo	MD1 – FR0500
Materiales	Policarbonato – poliamida – latón – poliacetal – polietileno – acero zindacol – acero inoxidable
Capacidad de condensado (cc)	24
Temperatura de operación	-5°C / 50°C hasta 16 bar
Descarga de condesando	semiautomática
Presión de operación	0,3 / 16 bar
Peso	0.2 Kg
Conexión	¼”

Fuente: [16]

Tabla 4.15 Datos técnicos de la unidad de mantenimiento

Modelo	MD1 – L00
Materiales	Policarbonato - poliamida
Capacidad de aceite (cc)	40
Temperatura de operación	-5°C / 50°C hasta 16 bar
Aceite de lubricación	ISO VG32
Presión de operación	0 / 16 bar
Peso	0.2 Kg
Conexión	¼"

Fuente: [16]



Figura 4.17 Unidad de mantenimiento camozzi

4.7 Elementos eléctricos y de control

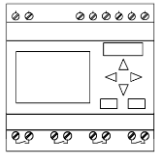

4.7.1 PLC LOGO

Para la selección del LOGO se determinó de acuerdo al número de entradas y salidas máximas que necesita en el desarrollo de cada una de las prácticas de laboratorio.

De acuerdo a las prácticas de laboratorio planteadas, el número máximo de entradas y salidas necesarias para realizarlas es de 12 entradas, por lo cual se propone el uso de un PLC LOGO 230rc y un módulo de expansión DM8 230r.

A continuación de detalla sus características técnicas.

Tabla 4.16 Datos técnicos de LOGO

Símbolo	Designación	Alimentación	Entradas	Salidas
	LOGO! 230RC ⁽¹⁾	115...240 V CA/CC	8 digitales	4 relés de 10A
	LOGO! DM 8 230R	115...240 V CA/CC	4 digitales ⁽²⁾	4 relés de 5A

(1): Variantes de 230V; entradas en dos grupos de 4. Dentro del grupo solo puede haber una misma fase, entre grupos puede haber fases distintas.

(2): No se admite fases distintas entre las entradas

Fuente: [8]

4.7.2 Conductor

Para el dimensionamiento del calibre del conductor se considera como mínimo la capacidad de corriente.

Tabla 4.17 Capacidad de protección en función del calibre del conductor

Calibre del conductor AWG	14	12	10	8	6
Capacidad máxima del interruptor	15/16	20	30/32	40	50

Fuente: [17]

4.7.3 Protección eléctrica

Los dispositivos de protección contra sobre corrientes deben ser interruptores termomagnéticos automáticos fabricados bajo la norma IEC 60898-1, que cumplan con el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 091.

Tabla 4.18 Datos técnicos de la protección eléctrica

Modelo	Nombre de la marca	SENTRON
	Designación de producto	Disyuntor miniatura
Datos técnicos	Número de polos	3
	Número de polos	3P
	Clase de disparo	C
	Disyuntor	5SL3
	Vida útil	10 000
	Categoría de sobrevoltaje	3
	Voltaje	Tensión de aislamiento
Tensión de alimentación	Tipo de voltaje	C.A.
	Corriente	20 A
	Tensión de alimentación	400 V
	Tensión de funcionamiento	440 V 60 V
	Frecuencia de tensión	50 HZ
Clase de protección	Protección IP	IP20, con conductores conectados
Capacidad de conmutación	Capacidad de conmutación	4,5 kA
	Clase limitante de energía	3
Disipación	Perdida de potencia	2,2 W
Actual	Disparo residual	18,79 A
	Idoneidad de operación	Edificios residenciales
Conexiones	Sección del conductor 1	0.75 mm ² 25 mm ²
	Sección del conductor 2	0.75 mm ² 25 mm ²
Diseño mecánico	Altura	90 mm
	Anchura	54 mm
	Profundidad	76 mm
	Profundidad de instalación	70 mm
	Cantidades de unidades	3
	Posición de montaje	Ninguna
	Peso neto	345 g

Condiciones ambientales	Influencia de temperatura	+55 °C
	Temperatura ambiente	-25 °C 45 °C
	Temperatura	-40 °C 75 °C

Fuente: [7]



Figura 4.18 Disyuntor siemens

5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como podemos observar en la figura 5.1 todos los elementos neumáticos y electroneumáticos se encuentran instalados en un solo banco de pruebas generando el inconveniente para el desarrollo de las prácticas de neumática y electroneumática a la vez.



Figura 5.1 Banco de pruebas con elementos empotrados

Motivo por el cual se desarrolló la propuesta tecnológica permitiendo la repotenciación de los sistemas neumáticos y electroneumáticos en cuatro bancos de prueba como se muestra en la figura 5.2.

De esta forma nos permite desarrollar las prácticas de neumática y electroneumática a la vez en cada uno de los bancos de prueba ya que los componentes que forman cada una de las prácticas de laboratorio son desmontables permitiendo así cumplir con el objetivo de la propuesta tecnológica.



Figura 5.2 Banco de pruebas con elementos desmontables

Para el desarrollo del análisis de resultados se consideró cada una de las prácticas de laboratorio en el banco de pruebas de control neumático y electroneumático.

Las prácticas de laboratorio se enlistan de acuerdo al contenido programático de los mínimos de la asignatura como se detalla a continuación:

5.1 Circuitos neumáticos

- Mando directo de un cilindro de simple efecto (**ANEXO XIX**)
- Mando indirecto de un cilindro de simple efecto (**ANEXO XX**)
- Mando directo de un cilindro de doble efecto (**ANEXO XXI**)
- Mando indirecto de un cilindro de doble efecto (**ANEXO XXII**)
- Mando secuencial (**ANEXO XXIII**)
- Cascada neumática (**ANEXO XXIV**)
- Método de corte de señal de mando (diagrama tiempo - movimiento) (**ANEXO XXV**)

5.2 Circuitos electroneumáticos

- Corte de señal de mando electroneumático (**ANEXO XXVI**)
- Mando secuencial electroneumático (**ANEXO XXVII**)
- Cascada eléctrica (**ANEXO XXVIII**)

6 PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

6.1 Presupuesto

6.1.1 Estructura

Para la elaboración de la estructura se utilizó los materiales que se detallan en la **tabla 6.1**.

Tabla 6.1 Costos de la estructura para el banco de pruebas

Descripción	Cantidad	Valor Unitario \$	Valor Total \$
Tubo estructural de 2"	17	10	170,00
Autoperforables	100	0,04	4,00
Pintura negra mate	1 Gl	13,75	13,75
Thinner	2 Lt	1,40	2,80
Disco de corte metal	1	2,00	2,00
Disco de corte madera	1	3,80	3,80
Aluminio abierto blanco	1 tira	14,20	14,20
Aluminio cerrado blanco	1 tira	16,20	16,20
PVC blanco	32 m	0.30	9,60
MDF blanco	2	34,49	68,95
TOTAL			305,31

6.1.2 Elementos del banco de pruebas

Para la adquisición de materiales se efectuó el presupuesto siguiente:

Tabla 6.2 Costos de los elementos para el banco de pruebas

Descripción	Cantidad	Valor Unitario \$	Valor Total \$
Clavija Macho	4	1,85	7,40
Enchufe Hembra	4	6,98	27,92
Electroválvula 5/2 110 VAC biestable	1	70,26	70,26
Electroválvula 5/2 110 VAC monoestable	1	44,75	44,75
Manguera poliuretano	30 m	0,97	29,10
Mini cilindro 25x50 S.E.	1	65,50	65,50
Mini cilindro 20x100 D.E.	2	66,75	133,50

Racor recto 6x1/4	17	1,66	28,22
Racor recto 6x1/8	40	1,35	54,00
Silenciador 1/8"	20	2,89	57,80
Racor tipo T	40	1,75	70,00
Silenciador 1/4"	4	3	12,00
Regulador de caudal unidireccional	3	9,85	29,55
Unidad de mantenimiento	3	99,75	299,25
Válvula 3/2 accionamiento por rodillo	4	26,98	107,92
Válvula 3/2 accionamiento por pulsador	5	27,15	135,75
Válvula 3/2 accionamiento neumático	2	36,25	72,50
Válvula 5/2 accionamiento por pulsador	2	30,35	60,70
Válvula 5/2 accionamiento neumático	1	39,50	39,50
Válvula de bola 1/4	4	11,60	46,40
Final de carrera eléctrico	4	11,70	46,80
Riel DIN	30	1,75	52,5
Tomacorriente polarizado	4	1,85	7,40
Cajetín dexion	4	1,25	5,00
Jack banana mediano rojo	70	0,25	17,5
Jack banana mediano negro	40	0,25	10
Corte de placas de acrílico	2	36,40	72,80
Cautín, estaño y pomada	2	4,55	9,10
Cable flexible #16	20	0,20	4,00
Tornillos, rodelas, pernos, tuercas y brocas	1	27,67	27,67
Vinchas de sujeción para riel DIN	80	2,00	160,00
Pulsadores	6	1,75	10,5
TOTAL			1787,62

6.1.3 Costo Total

Para obtener el costo total del banco de pruebas adicionamos el costo de la estructura y el costo total de los elementos.

Tabla 6.3 Costo Total del banco de pruebas

Descripción	Valor Total \$
Total de estructura	305,31
Total de elementos	1787,62
Total banco de pruebas	2092,93

6.2 Análisis de impactos

Para el análisis de impactos se observa cada uno de los impactos que puede tener la repotenciación de un banco de pruebas para control neumático y electroneumático, para prácticas de laboratorio.

6.2.1 Impacto práctico

El banco de pruebas ayuda a la generación de prácticas de laboratorio, permite que se realicen de manera estandarizada y de forma personalizada, permitiendo la correcta ubicación de los elementos neumáticos.

6.2.2 Impacto tecnológico

El banco de pruebas de control neumático y electroneumático es de gran importancia para el desarrollo de la tecnología ya que este aporta con varias técnicas innovadoras, equipos y materiales que se encuentra en mayor crecimiento tecnológico.

6.2.3 Impacto ambiental

El banco de pruebas para las prácticas de laboratorio de la asignatura de control hidroneumático causa un gran impacto ambiental, Este ayuda al medio ambiente ya que trabaja con aire comprimido, que el mismo no se desperdicia por la razón de que es reutilizable.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- Con el banco de pruebas repotenciado permite aplicar los contenidos mínimos de la asignatura, por la razón de que los equipos instalados permiten un uso adecuado y una correcta distribución de cada uno de los elementos, y así poder realizar un sin número de prácticas a diferencia de los antiguos módulos.
- Para el diseño del banco de pruebas se consiguió un estándar adecuado para la distribución conveniente de cada uno de los elementos neumáticos y electroneumáticos para el desarrollo de nuevas prácticas de laboratorio.
- Se seleccionó cada uno de los elementos neumáticos, electroneumático, eléctricos y de control a través de las necesidades que se presentaron en el banco de pruebas mediante el uso adecuado de catálogos técnicos, todo esto para la realización de las prácticas de laboratorio con fines didácticos.
- Finalmente, para un mejor uso del banco de pruebas se elaboró un manual de guías de prácticas de laboratorio, un plan de mantenimiento y operación los cuales integran los diferentes elementos de Control Neumático, Electroneumático, eléctrico y de control que se encuentran en el módulo.

7.2 Recomendaciones

- Para el uso adecuado de cada uno de los equipos y materiales que conforman el banco de pruebas es necesario seguir el plan de mantenimiento y operación de cada uno de los elementos del módulo.
- Realizar un sistema SCADA en los bancos de prueba, para poder controlar de manera local y remota.
- Para la ampliación en el campo de estudio de los estudiantes se debe gestionar el diseño e implementación de equipos con elementos tecnológicos que ayuden a las necesidades y expectativas en el ámbito profesional.
- Para los próximos periodos académicos se recomienda que los módulos repotenciados sean de continuo y correcto uso para evitar deterioros, y así las generaciones que viene atrás puedan realizar prácticas de manera constante.

8 REFERENCIAS

- [1] A. C. Solé, *Neumática e Hidráulica*. 2012.
- [2] A. J. B. Vega, “Tecnología neumática. Teoría, diseño y simulación de componentes y circuitos para la docencia interactiva vía web,” p. 281, 2010.
- [3] L. Atiaja and I. Suntasig, “Universidad técnica de cotopaxi,” *Diseño un Man. técnicas Motiv. para fortalecer el autoestima y Mejor. el Aprendiz. en los niños/as 5 a 6 años*, p. 226, 2013.
- [4] “Escuela politécnica del ejército,” 2005.
- [5] I. P. Ti, “Innovamos para ti.”
- [6] U. N. A. Gama, “P17 PRO.”
- [7] A. Pcr and L. Kit, “Data Sheet Data Sheet,” pp. 0–1, 2012.
- [8] Siemens, “Logo! Manual Edición 06/2003,” 2003.
- [9] G. Data, “Series 16, 23, 24 and 25 mini-cylinders,” pp. 1–9, 2019.
- [10] M. Series and M. Series, “F522-08,” pp. 60–61.
- [11] C. D. E. L. Producto, “Regulador de caudal Serie RE (2 / 2) RE : Serie RE Regulador de caudal Serie,” pp. 73–74.
- [12] A. Lee, “Flow chart,” *Engineer*, vol. 292, no. 7621, p. 11, 2003, doi: 10.30875/632a5f74-en.
- [13] R. V. A. Series, V. A. Series, and O. Example, “RVA Series 2.16 VA Series,” pp. 16–17, 2000.
- [14] E. F. I. C. Onem, “.m1=0_1,” p. 16.
- [15] T. Pvc, P. Pa, and H. Polyester, “Series T , MPL , PNZ tubing , spirals and accessories,” pp. 96–100, 2019.
- [16] M. Introductorio and S. Pública, “Bienvenidos a STATA.”
- [17] I. Adrián, D. Sandoya, A. Gustavo, and R. Ordoñez, “Arq . Leonel Chica Martínez Arq . Jenny Lorena Arias Zambrano.”

Firma:  _____

Peralvo Velasco Diego Santiago

Proponente 1

Email: diego.peralvo2191@utc.edu.ec

Telf.: 0959062727

Firma:  _____

Sandoval Viera Daniel Fabricio

Proponente 2

Email: daniel.sandoval3296@utc.edu.ec

Telf.: 0958757243

Firma:  _____

Ing. Edwin Homero Moreano Martínez

PROFESOR TUTOR

Email:

edwin.moreano@utc.edu.ec

Telf.: 0984568934

ANEXOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO I

Cilindro de simple efecto y doble efecto

1/3



INTERNATIONAL STANDARD CYLINDERS > SERIES 16, 23, 24 AND 25 MINI-CYLINDERS

PNEUMATIC ACTUATION 2019

Series 16, 23, 24 and 25 mini-cylinders

Series 16: \varnothing 8, 10, 12 mm - non-magnetic
 Series 23: \varnothing 16, 20, 25 mm - magnetic, auto-cushioned
 Series 24: \varnothing 16, 20, 25 mm - magnetic
 Series 25: \varnothing 16, 20, 25 mm - magnetic, cushioned



SERIES 16, 23, 24 AND 25 MINI-CYLINDERS



- » Single and double-acting
- » In compliance with ISO 6432
- » Stainless steel rod and barrel
- » Anodized aluminium end-blocks
- » Cushioning types: mechanical with bumper, pneumatic auto-cushioning, adjustable pneumatic cushioning

Series 16, 23, 24 and 25 mini-cylinders are designed according to ISO 6432. It is possible to choose from three different types of cushioning: mechanical (standard bumper on Series 16 and 24), adjustable pneumatic cushioning (Series 25) and pneumatic auto-cushioning (Series 23). This last version, thanks to a patented system, automatically adjusts the cushioning in order to provide optimal deceleration during the entire cushioning phase. The cylinder enjoys smooth, jolt-free movement, reducing vibrations and noise, while also guaranteeing high reliability and constant performance over time.

The adopted technical solutions and the choice of materials have provided the basis for a complete range of versatile and very reliable mini-cylinders. They are suitable to be used in a multitude of industrial applications, especially where operating conditions undergo changes over time like for example wear of machine components. Various mounting accessories are available to fix the cylinders in different ways.

GENERAL DATA

Type of construction	crimped
Operation	single-acting and double-acting
Design	ISO 6432
Materials	anodized aluminium end-caps - stainless steel barrel and rod, aluminium piston - NBR/PU seals, other parts: see the coding example
Brackets	rod end - flange - feet - trunnion
Stroke min - max	Series 16 \varnothing 8 - \varnothing 10: 10 - 250 mm - Series 16: \varnothing 12: 10 - 500 mm - Series 23, 24 and 25 \varnothing 16: 10 - 600 mm; \varnothing 20 - \varnothing 25: 10 - 1000 mm
Bores	Series 16: \varnothing 8, 10, 12 - Series 23, 24 and 25: \varnothing 16, 20, 25
Operating temperature	0°C - 80°C (with dry air -20°C)
Operating pressure	1 + 10 bar (double-acting); 2 + 10 bar (single-acting)
Fluid	filtered ait in class 7.8.4 according to ISO 8573-1. If lubricated air is used, it is recommended to use oil ISO VG32. Once applied the lubrication should never be interrupted.
Speed	10 + 1000 mm/sec (without load)

1.05.01
1

Products designed for industrial applications.
General terms and conditions for sale are available on www.camozzi.com.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO I

Cilindro de simple efecto y doble efecto

2/3

PNEUMATIC ACTUATION 2019

INTERNATIONAL STANDARD CYLINDERS > SERIES 16, 23, 24 AND 25 MINI-CYLINDERS



STANDARD STROKES FOR MINICYLINDERS

■ = Double-acting
 * = Single-acting

STANDARD STROKES		10	25	40	50	80	100	125	160	200	250	300	320	400	500
Series	Ø														
16	8	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
16	10	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
16	12	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
24	16	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
24	20	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
24	25	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
23/25	16		■	■	■	■	■	■	■	■					
23/25	20		■	■	■	■	■	■	■	■					
23/25	25		■	■	■	■	■	■	■	■					

CODING EXAMPLE

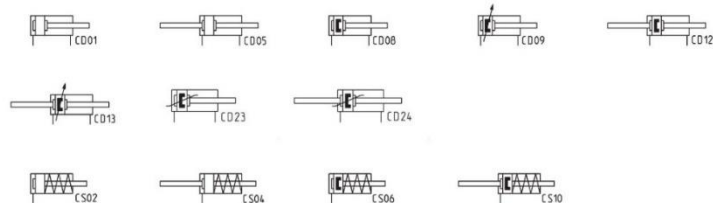
24	N	2	A	16	A	100	
-----------	----------	----------	----------	-----------	----------	------------	--

24	<p>SERIES 16 = non magnetic, with mechanical cushioning 23 = magnetic, auto-cushioning 24 = magnetic, with mechanical cushioning 25 = magnetic, adjustable cushioning</p>
N	<p>VERSION N = standard</p>
2	<p>OPERATION 1 = single-acting, front spring, no cushion (only for series 16, 24) 2 = double-acting 3 = double-acting, through-rod 7 = single-acting, through-rod (only for series 16, 24)</p> <p>PNEUMATIC SYMBOLS CS02 (s. 16) - CS06 (s. 24) CD01 (s. 16) - CD08 (s. 24) - CD23 (s. 23) - CD09 (s. 25) CD05 (s. 16) - CD12 (s. 24) - CD24 (s. 23) - CD13 (s. 25) CS04 (s. 16) - CS10 (s. 24)</p>
A	<p>MATERIALS A = rolled stainless steel AISI 303 rod, stainless steel AISI 304 tube, anodized Al end-blocks</p>
16	<p>BORE Ø8 = 8 mm (only for series 16) 10 = 10 mm (only for series 16) 12 = 12 mm (only for series 16) 16 = 16 mm (only for series 23, 24 e 25) 20 = 20 mm (only for series 23, 24 e 25) 25 = 25 mm (only for series 23, 24 e 25)</p>
A	<p>CONSTRUCTION A = Nose nut Mod. V + Piston rod lock nut Mod. U RL = cylinder with rod lock (only for Ø20 - Ø25)</p>
100	<p>STROKE (see graph) - = standard V = rod seal in PFM W = all seals in PFM, +130°C (for series 25 only) () = extended rod ____mm</p>

SERIES 16, 23, 24 AND 25 MINI-CYLINDERS

PNEUMATIC SYMBOLS

The pneumatic symbols which have been indicated in the CODING EXAMPLE are shown below.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO I

Cilindro de simple efecto y doble efecto

3/3

PNEUMATIC ACTUATION 2019

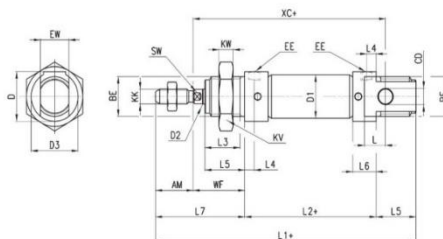
INTERNATIONAL STANDARD CYLINDERS > SERIES 16, 23, 24 AND 25 MINI-CYLINDERS



Series 16, 23, 24 and 25 mini-cylinders



++ add the stroke



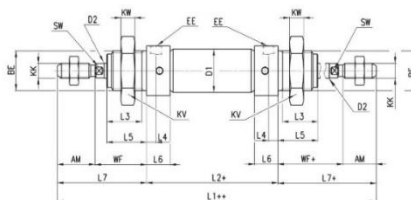
DIMENSIONS

Series	Ø	EW	KW	BE	KK	CD	∅D1	EE	∅D2	L1+	XC+	L2+	AM	L3	L4	L5	L	WF	L6	L7	KV	SW	D	D5	front/rear cushion stroke
16	8	8	7	M12x1,25	M4x0,7	4	9,5	M5	4	86	64	46	12	10	4,5	12	6	16	9	28	19	-	15	15	-
16	10	8	7	M12x1,25	M4x0,7	4	11,5	M5	4	86	64	46	12	10	4,5	12	6	16	9	28	19	-	15	15	-
16	12	12	8	M16x1,5	M6x1	6	13,5	M5	6	105	75	50	16	15	4,5	17	9	22	9	38	24	5	20,5	20	-
23	16	12	8	M16x1,5	M6x1	6	17,5	M5	6	111	82	56	16	15	5,5	17	9	22	12	38	24	5	20,5	20	10
24-25	16	12	8	M16x1,5	M6x1	6	17,5	M5	6	111	82	56	16	15	5,5	17	9	22	10	38	24	5	20,5	20	10
23-24-25	20	16	10	M22x1,5	M8x1,25	8	21,5	G1/8	8	132	95	68	20	18	8	20	12	24	16	44	32	7	27	27	15
23-24-25	25	16	10	M22x1,5	M10x1,25	8	26,5	G1/8	10	141,5	104	69,5	22	20	8	22	12	28	16	50	32	9	27	27	16

Series 16, 23, 24 and 25 mini-cylinders with through-rod



++ add the stroke once
 ++ add the stroke twice



DIMENSIONS

Series	Ø	KW	BE	KK	∅D1	EE	∅D2	L1++	L2++	AM	L3	L4	L5	WF+	L6	L7+	KV	SW	front/rear cushion stroke
16	16	7	M12x1,25	M4x0,7	9,5	M5	4	102	46	12	10	4,5	12	16	9	28	19	-	
16	16	7	M12x1,25	M4x0,7	11,5	M5	4	102	46	12	10	4,5	12	16	9	28	19	-	
16	16	8	M16x1,5	M6x1	13,5	M5	6	126	50	16	15	4,5	17	22	9	38	24	5	
23	23	8	M16x1,5	M6x1	17,5	M5	6	132	56	16	15	5,5	17	22	12	38	24	5	
24-25	24-25	8	M16x1,5	M6x1	17,5	M5	6	132	56	16	15	5,5	17	22	10	38	24	5	
24-25	24-25	10	M22x1,5	M8x1,25	21,5	G1/8	8	156	68	20	18	8	20	24	16	44	32	7	
24-25	24-25	10	M22x1,5	M10x1,25	26,5	G1/8	10	169,5	69,5	22	20	8	22	28	16	50	32	9	

Products designed for industrial applications.
 General terms and conditions for sale are available on www.camozzi.com.

1.05.04


SERIES 16, 23, 24 AND 25 MINI-CYLINDERS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA


ANEXO II

Válvula 3/2 y 5/2 accionamiento por pulsador

1/1




M series mechanical valve (3/2, 5/2 way)





M series mechanical valve (3/2, 5/2 way)

1. M Series

1. M Series

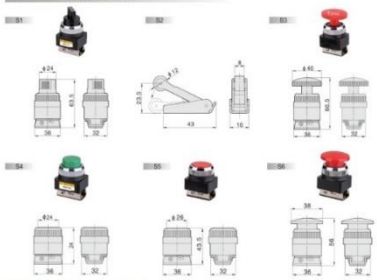
3/2 way 

5/2 way 



ME32-S3

Main Dimensions for Button



2

How to Order?

Series No.	Way	Position	Port size	Button type	Thread type
M32	3/2 way	2 position	1/8", 1/4"	Basic: No button B19: The button with arrow mark S22: Right-hand S23: Left-hand S42: Concave button (Square) S43: Right button (Round) S44: Maximum load button (Square) S45: Maximum load button (Round) Basic: 1/8" and 1/4" (with 1/8" mark) Others with spring return.	Basic: G B19: G S22: G S23: G S42: G S43: G S44: G S45: G

Order Example:
M series mechanical valve, 3/2 way, 1/8" port size, with black button with arrow mark, G thread, ERP code is: M32-051B

Note: Button mechanical valve assembly comprising: a) Button component, the mounting bracket, color marking brackets and mounting screws.

Product Features

- * Black color is standard color, different colors are optional
- * Controlled by mechanical force
- * Various buttons are available

Specifications

Series	M32-051	M32-052	M32-053	M32-054	M32-055
Working medium	Clean air/Other (2µm filtration)				
Acting type	External control				
Lubrication	Not required				
Working pressure (MPa)	0-0.6				
Equipment pressure (MPa)	1-2				
Max. working temperature (°C)	-10-60				
Max. using frequency	3-5 cycles/s				
Port size	1/8", 1/4"				

2

1. M Series

How to Order?

Series No.	Way	Position	Valve body size	Type	Port size	Valve type	Thread type
F series	3/2 way	2 position	2.2 position	Basic: No cover G: With cover	1/8", 1/4"	Basic: Basic type L: With lock	Basic: G L: NPT

Order Example:
F series foot valve, 3/2 way, 2 series valve body without cover, 1/4" port size, with lock, G thread, ERP code is: F322-06L


Product Features


- * Strong design and work in harsh environment
- * Various types are available


Specifications

Series	F322-06L	F322-06L	F322-06L	F322-06L
Working medium	Clean air/Other (2µm filtration)			
Acting type	External control			
Lubrication	Not required			
Working pressure (MPa)	0-0.6			
Max. working temperature (°C)	-10-60			
Port size	1/8", 1/4"			

1. M Series

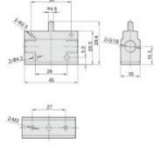
3/2 way 

5/2 way 



F322-06

Main Dimension



2

How to Order?

Series No.	Way	Position	Valve body size	Type	Port size	Valve type	Thread type
F series	3/2 way	2 position	2.2 position	Basic: No cover G: With cover	1/8", 1/4"	Basic: Basic type L: With lock	Basic: G L: NPT

Order Example:
F series foot valve, 3/2 way, 2 series valve body without cover, 1/4" port size, with lock, G thread, ERP code is: F322-06L

Product Features

- * Strong design and work in harsh environment
- * Various types are available

Specifications

Series	F322-06L	F322-06L	F322-06L	F322-06L
Working medium	Clean air/Other (2µm filtration)			
Acting type	External control			
Lubrication	Not required			
Working pressure (MPa)	0-0.6			
Max. working temperature (°C)	-10-60			
Port size	1/8", 1/4"			

2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

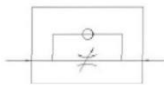
ANEXO III

Válvula reguladora de caudal unidireccional

1/1

INDUSTRIAL VIMA · INDUSTRIAL VIMA · INDUSTRIAL VIMA · INDUSTRIAL VIMA · INDUSTRIAL VIMA

Regulador de caudal Serie RE (2/2)



CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

* Regulador de caudal unidireccional.

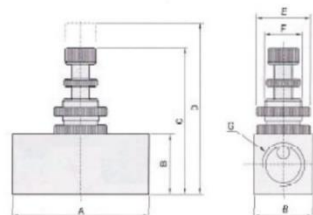
¿CÓMO PEDIR?

R	01
RE: Serie RE	01: 1/8"
Regulador de caudal Serie RE	02: 1/4"
	03: 3/8"
	04: 1/2"

ESPECIFICACIONES

Modelo	RE-01	RE-02	RE-03	RE-04
Fluido de trabajo	Aire limpio (25 µm filtración)			
Tipo de acción	Control externo			
Lubricación	No requerida			
Presión de trabajo (Bar)	0-9.5			
Presión máxima (Bar)	12			
Temperatura de trabajo (°C)	0 a 60			
Tamaño conexión	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"

DIMENSIONES PRINCIPALES (mm)



Model	A	B	C	D	E	F	G
RE-01	45	19	43	50	∅19	M14X1	G1/8
RE-02	45	19	43	50	∅19	M14X1	G1/4
RE-03	55	25	55	62	∅25	M18X1	G3/8
RE-04	55	25	55	62	∅25	M18X1	G1/2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA

INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO IV

Válvula 3/2 y 5/2 accionamiento neumático biestable

1/1

V series air control valve (3/2 way)

V series air control valve (3/2 way)

How to Order?

Series No. | Way | Position | Valve body | Control | Original status | Port size | Valve type | Valve color | Thread type

VA | 3/2 way | 1 | 1. Stainless 2. Brass 3. Aluminum | 1. Single control 2. Double control 3. 4. 5-way | NC | NO | NO/NC | 1/8" NPT 1/4" NPT 1/2" NPT 3/4" NPT | Blank Blank Blank Blank | Blank Black Black Black | P P P P

Order Example:
V series air control valve, 1 series valve body size, NC type, 3/2 way, 1/8" port size, standard valve body, white color, PT thread, ERP code is: VA3211-06W-P

Internal structure

NO	Port size	Material
1	Al control cover	Aluminum alloy
2	Flange	Steel
3	Screw	Carbon steel
4	Valve body	Aluminum alloy
5	Spool	Aluminum alloy
6	Spring	Stainless steel
8	Retainer	Stainless steel

Main Dimension

Model No.	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA	VA
VA3211-06	48	58	68	78	88	98	108	118	128	138	148	158	168	178	188	198	208	218	228	238

Specifications

Model No.	VA3211-06	VA3211-08	VA3211-10	VA3211-12	VA3211-14	VA3211-16	VA3211-18	VA3211-20	VA3211-22	VA3211-24	VA3211-26	VA3211-28	VA3211-30
Port size	M6	G1/8	G1/8	G1/8	G1/8	G3/8	G3/8	G3/8	G3/8	G3/8	G3/8	G3/8	G3/8
Sectional area (mm ²)	3.5(NC)+3.1	12(NC)+4.67	14(NC)+6.7	16(NC)+8.8	18(NC)+10.8	20(NC)+12.8	22(NC)+14.8	24(NC)+16.8	26(NC)+18.8	28(NC)+20.8	30(NC)+22.8	32(NC)+24.8	34(NC)+26.8
Working medium	Clean and filter 40 μm filtration												
Acting type	External type												
Lubrication	Not required												
Working pressure (MPa)	0.15-0.8												
Seal material (MPa)	1.2												
Working temperature (°C)	-5-60												
Max. actg frequency	5 Cycles/s												
Weight (g)	VA3211-06	VA3211-08	VA3211-10	VA3211-12	VA3211-14	VA3211-16	VA3211-18	VA3211-20	VA3211-22	VA3211-24	VA3211-26	VA3211-28	VA3211-30

Note: The technical data of NO type and NC type are same.

Flow Chart

RV series air control valve (5/2, 5/3 way)

V series air control valve (5/2, 5/3 way)

Flow Chart

Main Dimension

Model No.	VA3211-06	VA3211-08	VA3211-10	VA3211-12	VA3211-14	VA3211-16	VA3211-18	VA3211-20	VA3211-22	VA3211-24	VA3211-26	VA3211-28	VA3211-30
Port size	M6	G1/8	G1/8	G1/8	G1/8	G3/8	G3/8	G3/8	G3/8	G3/8	G3/8	G3/8	G3/8
Sectional area (mm ²)	3.5(NC)+3.1	12(NC)+4.67	14(NC)+6.7	16(NC)+8.8	18(NC)+10.8	20(NC)+12.8	22(NC)+14.8	24(NC)+16.8	26(NC)+18.8	28(NC)+20.8	30(NC)+22.8	32(NC)+24.8	34(NC)+26.8
Working medium	Clean and filter 40 μm filtration												
Acting type	External type												
Lubrication	Not required												
Working pressure (MPa)	0.15-0.8												
Seal material (MPa)	1.2												
Working temperature (°C)	-5-60												
Max. actg frequency	5.0 Cycles/s, 5.0-3 Cycles/s												
Weight (g)	VA3211-06	VA3211-08	VA3211-10	VA3211-12	VA3211-14	VA3211-16	VA3211-18	VA3211-20	VA3211-22	VA3211-24	VA3211-26	VA3211-28	VA3211-30

Flow Chart

How to Order?

Series No. | Way | Position | Valve body | Control | Original status | Port size | Valve type | Valve color | Thread type

VA | 5/2 way | 1 | 1. Stainless 2. Brass 3. Aluminum | 1. Single control 2. Double control 3. 4-way 5-way | NC | NO | NO/NC | 1/8" NPT 1/4" NPT 1/2" NPT 3/4" NPT | Blank Blank Blank Blank | Blank Black Black Black | P P P P

Order Example:
V series air control valve, 1 series valve body size, 5/2 way single control, 1/8" port size, standard valve body, white color, PT thread, ERP code is: VA3211-06W-P

Specifications

Model No.	VA3211-06	VA3211-08	VA3211-10	VA3211-12	VA3211-14	VA3211-16	VA3211-18	VA3211-20	VA3211-22	VA3211-24	VA3211-26	VA3211-28	VA3211-30
Port size	M6	G1/8	G1/8	G1/8	G1/8	G3/8	G3/8	G3/8	G3/8	G3/8	G3/8	G3/8	G3/8
Sectional area (mm ²)	3.5(NC)+3.1	12(NC)+4.67	14(NC)+6.7	16(NC)+8.8	18(NC)+10.8	20(NC)+12.8	22(NC)+14.8	24(NC)+16.8	26(NC)+18.8	28(NC)+20.8	30(NC)+22.8	32(NC)+24.8	34(NC)+26.8
Working medium	Clean and filter 40 μm filtration												
Acting type	External type												
Lubrication	Not required												
Working pressure (MPa)	0.15-0.8												
Seal material (MPa)	1.2												
Working temperature (°C)	-5-60												
Max. actg frequency	5.0 Cycles/s, 5.0-3 Cycles/s												
Weight (g)	VA3211-06	VA3211-08	VA3211-10	VA3211-12	VA3211-14	VA3211-16	VA3211-18	VA3211-20	VA3211-22	VA3211-24	VA3211-26	VA3211-28	VA3211-30


Flow Chart

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA


ANEXO V

Electroválvula 5/2 monoestable - biestable

1/1



V series Confluence Plate(3/2 way)



RV series standard/ low power solenoid valve (5/2/5/3 way)

How to Order?

V -- 32 -- 1 -- N -- F VBP -- 32 -- 2

V series 3/2 way 1.1 series valve body 1.1 linker Confluence Plate
 2.2 series valve body 2.2 linker
 3.3 series valve body 3.3 linker
 4.4 series valve body 4.4 linker

3.3 Port,2 Position valve
 V series blind plate (for V series manifold)
 1.1 series valve body
 2.2 series valve body
 3.3 series valve body
 4.4 series valve body

Corresponding Application

NO.	Confluence Plate Model	Valve Model
1	V32-NF (N=16)	V3211 H V3212
2	V32-NF (N=16)	V3221 H V3222
3	V32-NF (N=12)	V3231 H V3232
4	V32-NF (N=7)	V3241 H V3242

* V series manifold for 3/2, 2 series valve body, 5 linker, model: V32-5F
 * Blind plate for 3/2 valve, 2 series valve body, Model: VBP-322
 Note: Blind plate assembly comprising: Blind, gaskets and mounting screws

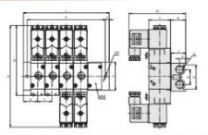
How to Order?

Order Example

Series No.	Valve body size	ID Code	Positions	Way	Control	Original	Port size	Reset	Voltage	Connection	Cover color	Acting type	Thread type
N	1: 5 Series 2: 2 Series 3: 3 Series 4: 4 Series	R: Standard armature L: Low power coil	2: 2 positions 3: 3 positions	5: 5 ways	C: Center close P: Center pressure E: Center exhaust (Only for 5/2 way)	MS: MS MS: 1/8" MS: 1/4" MS: 3/8"	MS: MS MS: 1/8" MS: 1/4" MS: 3/8"	MS: MS MS: 1/8" MS: 1/4" MS: 3/8"	E1: AC110V E2: AC220V E3: DC24V E4: DC5V	Blank: Blank D: Ap (Only for 5/2 way)	Blank: Blank B: Brown R: Red W: White Y: Yellow	Blank: Blank I: Internal pilot W: External pilot	Blank: Blank P: P T: TPT

Order Example:
 RV series solenoid valve, 2 series valve body size, standard pilot-Low power coil, 5/2 way, single control, 1/4" port size, standard coil, DC24V, DIN connector, G thread, ERP code is: NR251-08E4

Main Dimension



Series No.	L										D	E	F	G	H	J	K		
	10	12	16	20	25	32	40	50	63	80									
V321-F	30	37	48	55	65	75	85	100	120	150	200	30	4.5	6.25	10	16	7.75	19	13.2
V322-F	40	49	60	69	80	90	100	115	135	165	210	40	6	8.5	14	24	10	25.5	18.8
V323-F	50	60	70	80	90	100	110	125	145	175	220	50	6.5	9	16	28	12	28	17.4
V324-F	60	70	80	90	100	110	120	135	155	185	230	60	7	9.5	18	32	14	30	18.6

Series No.	G										N	D	E	S	W	X	Y	
	10	12	16	20	25	32	40	50	63	80								
V321-F	20	27	35	42	50	60	75	90	110	135	165	110	10	11.5	17.5	25	35	27
V322-F	30	37	45	55	65	75	85	100	120	145	175	120	12	14	20	28	38	30
V323-F	40	49	58	68	78	88	100	115	135	160	190	130	14	16	22	30	40	32
V324-F	50	59	68	78	88	98	110	125	145	170	200	140	16	18	24	32	42	34

Specifications

Model NO.	NR251-MS NR252-MS NR253-MS	NR251-MS NR252-MS NR253-MS	NR251-MS NR252-MS NR253-MS	NR251-MS NR252-MS NR253-MS	NR251-MS NR252-MS NR253-MS	NR251-MS NR252-MS NR253-MS	NR251-MS NR252-MS NR253-MS	NR251-MS NR252-MS NR253-MS	NR251-MS NR252-MS NR253-MS	
Port size	MS	G1/8	G1/8	G1/8	G1/8	G1/8	G1/8	G1/8	G1/8	
Sectional area(mm ²)	53.5(CVx1.8)	53.5(CVx1.8)	53.5(CVx1.8)	53.5(CVx1.8)	53.5(CVx1.8)	53.5(CVx1.8)	53.5(CVx1.8)	53.5(CVx1.8)	53.5(CVx1.8)	
Working medium	Clean air/After 40 μm filtration									
Acting type	Internal pilot type/External pilot type									
Reset type	Spring reset / Gas reset									
Lubrication	Not required									
Working pressure(MPa)	0.15-0.6									
Working pressure(MPa)	1.2									
Working temperature(°C)	-20~70(dry air)									
Voltage range	-15%~10%									
Power consumption	DC 0.7W			DC 1.0W / AC 1.0VA						
Insulation class	Class F									
Pickoff class	FRS(CN40050)									
Max. actng frequency	5/2: 5 Cycles/s; 5/3: 3 Cycles/s									
Activate time(S)	<0.05									
Weight(g)	NR251-110 NR252-110 NR253-110	NR251-210 NR252-210 NR253-210	NR251-310 NR252-310 NR253-310	NR251-410 NR252-410 NR253-410	NR251-510 NR252-510 NR253-510	NR251-610 NR252-610 NR253-610	NR251-810 NR252-810 NR253-810	NR251-1010 NR252-1010 NR253-1010	NR251-1510 NR252-1510 NR253-1510	NR251-2010 NR252-2010 NR253-2010

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO VI

Racores

1/1

Eternal Machinery America

E·MC Racordaje automático cónico

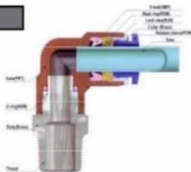
¿CÓMO PEDIR?

EPC	6	01
Modelo	04: 4mm 06: 6mm 08: 8mm 10: 10mm 12: 12mm 14: 14mm 16: 16mm	M5: MSX0.8 M6: M6X M8: M8X 01: 1/8"PT G01: 1/8"BSP 1/8"N 1/8"NPT 02: 1/4"PT G02: 1/4"BSP 1/4"N 1/4"NPT 03: 1/2"PT G04: 1/2"BSP 1/2"N 1/2"NPT

ESPECIFICACIONES

Fluido	Aire, Vacío
Presión de trabajo (Bar)	0-8
Presión máxima garantizada (Bar)	12
Temperatura de trabajo (°C)	0-60
Material del tubo	Nylon / Poliuretano

ESTRUCTURA INTERNA



MODELO 010-T					
Tubo (Métrica) - Rosca (R)	Tubo (pulgadas) - Rosca (R)	Tubo (pulgadas) - Rosca (R)	Tubo (pulgadas) - Rosca (R)	Tubo (pulgadas) - Rosca (R)	Tubo (pulgadas) - Rosca (R)
EPC04-M5	EPC06-M5	EPC10-M5	EPC12-M5	EPC14-M5	EPC16-M5
EPC04-M6	EPC06-M6	EPC10-M6	EPC12-M6	EPC14-M6	EPC16-M6
EPC04-M8	EPC06-M8	EPC10-M8	EPC12-M8	EPC14-M8	EPC16-M8
EPC04-01	EPC06-01	EPC10-01	EPC12-01	EPC14-01	EPC16-01
EPC04-02	EPC06-02	EPC10-02	EPC12-02	EPC14-02	EPC16-02
EPC04-03	EPC06-03	EPC10-03	EPC12-03	EPC14-03	EPC16-03
EPC04-04	EPC06-04	EPC10-04	EPC12-04	EPC14-04	EPC16-04
EPC06-01	EPC08-01	EPC12-01	EPC14-01	EPC16-01	EPC18-01
EPC06-02	EPC08-02	EPC12-02	EPC14-02	EPC16-02	EPC18-02
EPC06-03	EPC08-03	EPC12-03	EPC14-03	EPC16-03	EPC18-03
EPC06-04	EPC08-04	EPC12-04	EPC14-04	EPC16-04	EPC18-04



MODELO 010-T					
Tubo (Métrica) - Rosca (R)	Tubo (pulgadas) - Rosca (R)	Tubo (pulgadas) - Rosca (R)	Tubo (pulgadas) - Rosca (R)	Tubo (pulgadas) - Rosca (R)	Tubo (pulgadas) - Rosca (R)
EPCF04-01	EPCF10-01	EPCF14-01	EPCF16-01	EPCF18-01	EPCF20-01
EPCF04-02	EPCF10-02	EPCF14-02	EPCF16-02	EPCF18-02	EPCF20-02
EPCF06-01	EPCF12-01	EPCF16-01	EPCF18-01	EPCF20-01	EPCF24-01
EPCF06-02	EPCF12-02	EPCF16-02	EPCF18-02	EPCF20-02	EPCF24-02
EPCF06-03	EPCF12-03	EPCF16-03	EPCF18-03	EPCF20-03	EPCF24-03
EPCF06-04	EPCF12-04	EPCF16-04	EPCF18-04	EPCF20-04	EPCF24-04
EPCF08-01	EPCF14-01	EPCF18-01	EPCF20-01	EPCF24-01	EPCF28-01
EPCF08-02	EPCF14-02	EPCF18-02	EPCF20-02	EPCF24-02	EPCF28-02
EPCF08-03	EPCF14-03	EPCF18-03	EPCF20-03	EPCF24-03	EPCF28-03
EPCF08-04	EPCF14-04	EPCF18-04	EPCF20-04	EPCF24-04	EPCF28-04



MODELO 010-T					
Tubo (Métrica) - Rosca (R)	Tubo (pulgadas) - Rosca (R)	Tubo (pulgadas) - Rosca (R)	Tubo (pulgadas) - Rosca (R)	Tubo (pulgadas) - Rosca (R)	Tubo (pulgadas) - Rosca (R)
EPOC04-M5	EPOC06-M5	EPOC10-M5	EPOC12-M5	EPOC14-M5	EPOC16-M5
EPOC04-M6	EPOC06-M6	EPOC10-M6	EPOC12-M6	EPOC14-M6	EPOC16-M6
EPOC04-M8	EPOC06-M8	EPOC10-M8	EPOC12-M8	EPOC14-M8	EPOC16-M8
EPOC04-01	EPOC06-01	EPOC10-01	EPOC12-01	EPOC14-01	EPOC16-01
EPOC04-02	EPOC06-02	EPOC10-02	EPOC12-02	EPOC14-02	EPOC16-02
EPOC04-03	EPOC06-03	EPOC10-03	EPOC12-03	EPOC14-03	EPOC16-03
EPOC04-04	EPOC06-04	EPOC10-04	EPOC12-04	EPOC14-04	EPOC16-04
EPOC06-01	EPOC08-01	EPOC12-01	EPOC14-01	EPOC16-01	EPOC18-01
EPOC06-02	EPOC08-02	EPOC12-02	EPOC14-02	EPOC16-02	EPOC18-02
EPOC06-03	EPOC08-03	EPOC12-03	EPOC14-03	EPOC16-03	EPOC18-03
EPOC06-04	EPOC08-04	EPOC12-04	EPOC14-04	EPOC16-04	EPOC18-04



MODELO 010-T					
Tubo (Métrica) - Rosca (R)	Tubo (pulgadas) - Rosca (R)	Tubo (pulgadas) - Rosca (R)	Tubo (pulgadas) - Rosca (R)	Tubo (pulgadas) - Rosca (R)	Tubo (pulgadas) - Rosca (R)
EPM04-01	EPM10-01	EPM14-01	EPM16-01	EPM18-01	EPM20-01
EPM04-02	EPM10-02	EPM14-02	EPM16-02	EPM18-02	EPM20-02
EPM06-01	EPM12-01	EPM16-01	EPM18-01	EPM20-01	EPM24-01
EPM06-02	EPM12-02	EPM16-02	EPM18-02	EPM20-02	EPM24-02
EPM06-03	EPM12-03	EPM16-03	EPM18-03	EPM20-03	EPM24-03
EPM06-04	EPM12-04	EPM16-04	EPM18-04	EPM20-04	EPM24-04
EPM08-01	EPM14-01	EPM18-01	EPM20-01	EPM24-01	EPM28-01
EPM08-02	EPM14-02	EPM18-02	EPM20-02	EPM24-02	EPM28-02
EPM08-03	EPM14-03	EPM18-03	EPM20-03	EPM24-03	EPM28-03
EPM08-04	EPM14-04	EPM18-04	EPM20-04	EPM24-04	EPM28-04

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO VII

Manguera

1/2

PNEUMATIC CONNECTION 2019

TUBING, SPIRALS AND ACCESSORIES > SERIES T, MPL, PNZ TUBING, SPIRALS AND ACCESSORIES



Series T, MPL, PNZ tubing, spirals and accessories

Tubes: reinforced PVC, Polyamide (PA) 12, Hytrel Polyester,
Polyethylene (PE), Polyurethane (PU).
Diameters: 4/2, 5/3, 6/4, 8/6, 10/8, 12/10, 15/12,5 mm



Camozzi offers a range of tubes and spirals with specific features which are suitable for several technical requirements. Thanks to high-quality raw materials and with a low specific weight, these products are very small and lightweight. They also show high resistance against stress and flexural vibrations.

The high specularity of internal surfaces for the fluid passage (roughness of about 6 micron) allows to reduce the loosening of loads and to reach very high flows with same diameters. Technopolymers used are particularly resistant to aging, thus ensuring the product a very long life.

SERIES T, MPL, PNZ TUBING, SPIRALS AND ACCESSORIES

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO VII

Manguera

2/2

PNEUMATIC CONNECTION 2019

TUBING, SPIRALS AND ACCESSORIES > SERIES T, MPL, PNZ TUBING, SPIRALS AND ACCESSORIES



Tubes Mod. TPE



Tube in low density polyethylene
 Standard colour: Neutral
 Colours available on request: Blue

Mod.	D/d	Max pressure at 23°C (bar)	Weight (g/m)	Bend radius (mm)	Lot (m)
TPE 5/5	5/5	17	11.5	25	100
TPE 6/4	6/4	13	14.1	32	100
TPE 8/6	8/6	10	19.8	45	100
TPE 10/8	10/8	7	25.4	76	100

Tubes Mod. TPC



Tubes in Polyurethane 98 Shore
 Standard colour: Grey RAL 7012

Mod.	D/d	Max pressure at 23°C (bar)	Weight (g/m)	Bend radius (mm)	Lot (m)
TPC 4/2	4/2	19	11.5	11	100
TPC 6/4	6/4	13	19.2	18	100
TPC 8/6	8/6	9	26.8	35	100
TPC 10/8	10/8	7	34.5	45	100
TPC 12/8	12/8	9	76.6	50	100

Tubes Mod. TSP



Spiral in Rilsan (PA 11)
 Standard colour: Blue
 Other colours available on request

Mod.	D/d	max pressure at 20°C (bar)	External Ø	Closed length (mm)	Open length (mm)
TSP 6/4	6/4	20	64	1000	15000
TSP 8/6	8/6	14	86	1000	15000
TSP 10/8	10/8	11	102	1050	15000
TSP 12/10	12/10	9	126	1050	15000

Products designed for industrial applications.
 General terms and conditions for sale are available on www.camozzi.com.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO VIII

Tomacorriente

1/1



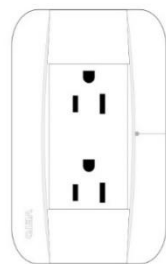
CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Sistema modular (Tacos y Placas)
- Contactos con punto de Plata
- Interruptores 125/250 Vac 10 Amp
- Tomacorrientes 125/250 Vac 15 Amp
- La luz piloto de nuestros productos no produce destellos al utilizarse con focos ahorradores
- Fabricado en Policarbonato Autoextinguible



CERTIFICACIONES

Certificación que cumple con la Norma
 IEC 60669-1 (Interruptores)
 IEC 60884-1 (Tomacorrientes)

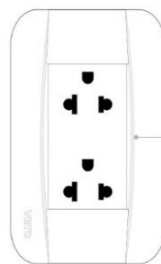


DESCRIPCIÓN
 Tomacorriente doble Americano 2P+E

DATOS TÉCNICOS
 125/250 Vac - 15 Amp
 Fabricado en Policarbonato autoextinguible

CÓDIGO
 PLA35352
 PLA35369

COLOR



DESCRIPCIÓN
 Tomacorriente doble universal 2P+E

DATOS TÉCNICOS
 125/250 Vac - 15 Amp
 Fabricado en Policarbonato autoextinguible

CÓDIGO
 PLA35826
 PLA35840

COLOR

10 AÑOS DE GARANTÍA
 POR TELLAS DE FABRICACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO IX

Protección eléctrica

1/3

SIEMENS

Data sheet

5SL3320-7

Miniature circuit breaker 400 V 4.5 kA, 3-pole, C, 20 A



Model	
Product brand name	SETRON
Product designation	Miniature circuit breaker
Design of the product	5SL miniature circuit breakers
General technical data	
Number of poles	3
Number of poles / Note	3P
Tripping characteristic class	C
circuit-breaker / Design	5SL3
Mechanical service life (switching cycles) / typical	10 000
Overvoltage category	3
Voltage	
Insulation voltage	
• with multi-phase operation / at AC / rated value	440 V
Supply voltage	
Type of voltage	AC
Current / at AC / rated value	20 A
Supply voltage / at AC / rated value	400 V

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO IX

Protección eléctrica

2/3

Operating voltage	
• with multi-phase operation / at AC / maximum	440 V
• at DC / rated value / maximum	60 V
Supply voltage frequency	
• rated value	50 Hz
Protection class	
Protection class IP	IP20, with connected conductors
Switching capacity	
Switching capacity current	
• acc. to EN 60898 / rated value	4.5 kA
• acc. to IEC 60947-2 / rated value	4.5 kA
Energy limiting class	3
Dissipation	
Power loss [W] / for rated value of the current / at AC / in hot operating state / per pole	2.2 W
Current	
Tripping residual / rated value / derated current / at 40 Cel	18.79 A
Suitability for operation	Residential buildings/infrastructure
Product details	
Product function / neutral conductor switching	No
Product feature / Touch protection	Yes
Product feature	
• halogen-free	Yes
• sealable	Yes
• silicon-free	Yes
Connections	
Connectable conductor cross-section / stranded	
• minimum	0.75 mm ²
• maximum	25 mm ²
Connectable conductor cross-section / finely stranded / with core end processing	
• minimum	0.75 mm ²
• maximum	25 mm ²
Mechanical Design	
Height	90 mm
Width	54 mm
Depth	76 mm
Installation depth	70 mm
Number of width units	3

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO IX

Protección eléctrica

3/3

Mounting position	any
Net weight	345 g

Environmental conditions	
Influence of the surrounding temperature	Periodically +55°C, max. 95% humidity
Ambient temperature	
• minimum	-25 °C
• maximum	45 °C
Ambient temperature / during storage	
• minimum	-40 °C
• maximum	75 °C

Certificates	
Reference code	
• acc. to DIN EN 61346-2	F
• acc. to DIN EN 81346-2	F

General Product Approval

Declaration of Conformity



TSE



EG-Konf.

Further information

Information- and Downloadcenter (Catalogs, Brochures,...)
<http://www.siemens.com/lowvoltage/catalogs>

Industry Mall (Online ordering system)
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/en/Catalog/product?mlfb=5SL3320-7>

Service&Support (Manuals, Certificates, Characteristics, FAQs,...)
<https://support.industry.siemens.com/cs/ww/en/ps/5SL3320-7>

Image database (product images, 2D dimension drawings, 3D models, device circuit diagrams, ...)
http://www.automation.siemens.com/bilddb/cax_en.aspx?mlfb=5SL3320-7

CAX-Online-Generator
<http://www.siemens.com/cax>

Tender specifications
<http://www.siemens.com/specifications>

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO X

Enchufe trifásico

1/7



-->INCLUYE PÁGINAS DE CATÁLOGO

BASES Y CLAVIJAS
DE 16 A 125 AMPERIOS

EL ESPECIALISTA GLOBAL
EN INFRAESTRUCTURAS ELÉCTRICAS Y DIGITALES PARA EDIFICIOS

legrand®

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO X

Enchufe trifásico

2/7

P17 PRO, asegura la continuidad

Con la renovación de la gama de tomas industriales IP44 y IP66/67, Legrand responde a las necesidades de los profesionales. Nuevas ventajas en materia de seguridad, instalación, diseño y ergonomía para esta familia de productos.



IP44

TOMAS PARA INSTALACIONES INTERIORES Y EXTERIORES, NO SOMETIDAS A PROYECCIONES DIRECTAS DE AGUA



Clavijas aéreas

Bases aéreas

Bases para cuadros

UNA EVOLUCIÓN QUE SE
INTEGRA NATURALMENTE
EN LA GAMA DE LAS TOMAS
INDUSTRIALES LEGRAND

- De 16 a 32 A
- 2 P+T / 3 P+T / 3 P+N+T
- De 200 a 415 V~
- 50/60 Hz
- Conexión por tornillo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

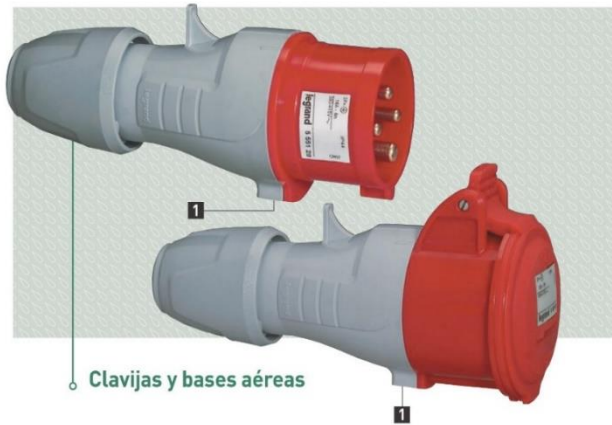
ANEXO X

Enchufe trifásico

3/7

P17 PRO, asegura la rapidez de instalación

La competitividad es un elemento clave en la ejecución de las obras. La gama P17 PRO presenta ventajas útiles e intuitivas que permiten simplificar cada gesto, liberar espacio para el cableado, asegurar un conexionado rápido en las mejores condiciones posibles.



Clavijas y bases aéreas

LOS PRODUCTOS
MÓVILES SE
ENTREGAN
MONTADOS Y
DESBLOQUEADOS



1 SISTEMA DE APERTURA/CIERRE RÁPIDO¹

Desbloqueo presionando con un destornillador. Una marca indica la ubicación del bloqueo.



Apertura girando las 2 partes en sentido opuesto.



2 PROTECCIÓN REFORZADA¹

Cubierta de terminales extraíble en la parte posterior de los bases para cuadros.



PELADO DE LOS CABLES

Una marca permite visualizar rápidamente la longitud del cable que se desea pelar. Posibilidad de utilizar cables con punteras.

¹: Solamente los productos 16 y 32 A

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO X

Enchufe trifásico

4/7



FUNCIONES				
BASES PARA CUADROS DIMENSIONES REDUCIDAS	BASES CON ENCLAVAMIENTO MECÁNICO SUPERCOMPACTAS	BASES AÉREAS	CLAVIJAS AÉREAS	CLAVIJAS MURALES
				
0573 54	0573 00 ⁽¹⁾	5551 04	5551 24	0575 84 ⁽²⁾
0580 54		5552 14	5552 34	0582 84 ⁽²⁾
0573 58	0573 01 ⁽¹⁾	5551 08	5551 28	0575 88 ⁽²⁾
0573 59	0573 02 ⁽¹⁾	5551 09	5551 29	0575 89 ⁽²⁾
0580 58		5552 18	5552 38	0582 88 ⁽²⁾
0580 59		5552 19	5552 39	0582 89 ⁽²⁾

FUNCIONES			
BASES CON ENCLAVAMIENTO MECÁNICO SUPERCOMPACTAS	BASES AÉREAS	CLAVIJAS AÉREAS	CLAVIJAS MURALES
			
0573 20 ⁽¹⁾⁽²⁾	5553 04	5553 24	
	5554 14	5554 34	
057321 ⁽¹⁾⁽²⁾	5553 08	5553 28	
0573 22 ⁽¹⁾⁽²⁾	5553 09	5553 29	
	5554 18	5554 38	
	5554 19	5554 39	
	5555 08	5555 28	5555 18
	5555 09	5555 29	5555 19
	5556 08	5556 28	
	5556 09	5556 29	
	5554 21	5554 41	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO X

Enchufe trifásico

5/7



P17 PRO IP 44 - 16 y 32 A

bases y clavijas aéreas, murales y bases supercompactas



Características técnicas pág. 16

Emb.	Ref.	Bases murales de superficie	Bases aéreas
	N IP 44	Dos ángulos de montaje [5° o 25°]	Se suministra sin bloquear
10	16 A 32 A 5551 54 5552 54	200/250 V~ 2P+T	200/250 V~ 2P+T
10	5551 58 5552 58	380/415 V~ 3P+T	380/415 V~ 3P+T
10	5551 59 5552 59	3P+N+T	3P+N+T
	N IP 44	Bases para cuadros entreejes unificados	Clavijas aéreas
		Se puede fijar en placas frontales ciegas o frontales troqueladas (pág. 22) y en cajas de montaje empotrado (pág. 13)	Se suministra sin bloquear
10	16 A 32 A 5551 84 5552 84	200/250 V~ 2P+T	200/250 V~ 2P+T
10	5551 88 5552 88	380/415 V~ 3P+T	380/415 V~ 3P+T
10	5551 89 5552 89	3P+N+T	3P+N+T
	N IP 44	Bases para cuadros de dimensiones reducidas	Clavijas inversoras de fase
		Se puede fijar en placas frontales ciegas Refs. 0577 15/16 (pág. 22)	Clavijas aéreas para el cambio de sentido de rotación de motores eléctricos trifásicos
5	16 A 32 A 0573 54 0580 54	200/250 V~ 2P+T	380/415 V~ 3P+T
5	0573 58 0580 58	380/415 V~ 3P+T	3P+N+T
5	0573 59 0580 59	3P+N+T	
	N IP 44	Bases con enclavamiento mecánico supercompactas	Clavijas murales
		Dimensiones: 125 x 105 mm Se puede fijar en placas frontales ciegas Ref. 0577 23 (pág. 22)	Se suministra sin bloquear
1	16 A IP 55 0573 00 0573 20	200/250 V~ 2P+T	200/250 V~ 2P+T
1	0573 01 0573 21	380/415 V~ 3P+T	380/415 V~ 3P+T
1	0573 02 0573 22	3P+N+T	3P+N+T
	Gema		Tapas de protección
10	0521 25		Para clavijas aéreas y clavijas murales:
5	0521 26		2P+T - 16 A
5	0521 27		3P+T - 16 A
5	0521 99		3P+N+T - 16 A / 2P+T y 3P+T - 32 A
			3P+N+T - 32 A

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO X

Enchufe trifásico

6/7

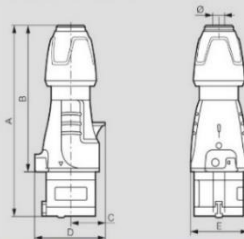


P17 PRO IP 44 - 16 y 32 A

productos móviles

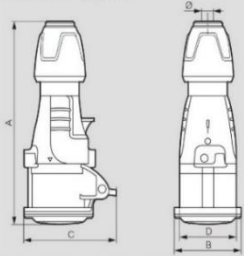
Dimensiones

Clavijas aéreas (pág. 12)



	A	B	C	D	E	Ø
16 A						
2P+T	146 a 157	109,5 a 120,5	30	61	50	6,5 a 14
3P+T	146 a 157	109,5 a 120,5	34	67	55	7,10 a 15,5
3P+N+T	163 a 176	126,5 a 139,5	38	76	65	8 a 20
32 A						
2P+T	172 a 185	127 a 140	40	78	65	8 a 20
3P+T	172 a 185	127 a 140	40	78	65	8 a 20
3P+N+T	179 a 189	133 a 143	45	86	71	11,9 a 22,2

Bases aéreas (pág. 12)



	A	B	C	D	Ø
16 A					
2P+T	156 a 167	59	81	50	6,5 a 14
3P+T	157 a 168	65	88	55	7,10 a 15,5
3P+N+T	175 a 188	72	94	65	8 a 20
32 A					
2P+T	184 a 197	73	99	65	8 a 20
3P+T	184 a 197	73,5	99	65	8 a 20
3P+N+T	190 a 203	79,5	105	71	11,9 a 22,2

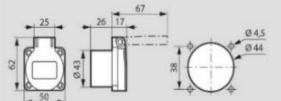
Bases Schuko P17

16 A - 250 V~

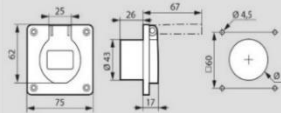
Dimensiones

Bases Schuko (pág. 13)

Refs. 0576 75

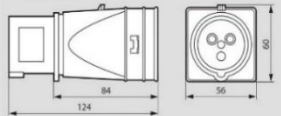


Refs. 0576 76



Adaptador de 16 A - 230 V (pág. 13)

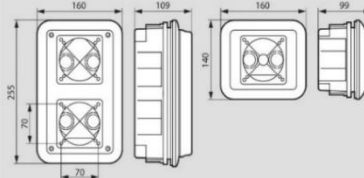
Ref. 0521 02



Cajas de montaje empotrado (pág. 13)

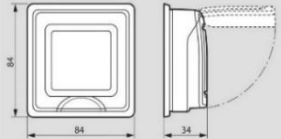
Ref. 0577 21

Ref. 0577 22



Adaptador para cuadros (pág. 13)

Ref. 0539 48



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO X

Enchufe trifásico

7/7



P17 IP 44 - MBT 16 y 32 A

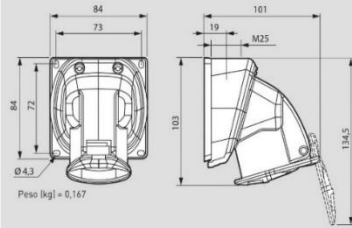
Características

Bornes de conexión:
 M_{áx.}: 1 x 10 mm²
 IP 44 de acuerdo con la norma EN 60529
 IK 09 de acuerdo con la norma EN 62262
 Material: plástico
 Autoextinguibles: 850 °C (piezas en contacto con partes activas) /
 650 °C (cuerpo)
 Rango de temperaturas: de - 25 °C a + 40 °C
 Cumple las normas EN 60309-1 y EN 60309-2

Dimensiones

Bases murales de superficie (pág. 13)

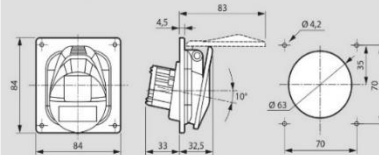
Refs. 0552 06/56



Peso (kg) = 0,167

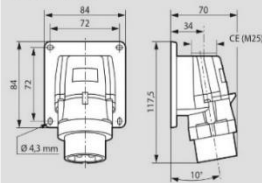
Bases para cuadros (pág. 13)

Refs. 0552 45/95



Clavijas murales (pág. 13)

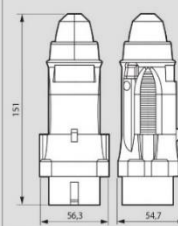
Refs. 0552 41/91



Dimensiones

Clavijas aéreas (pág. 13)

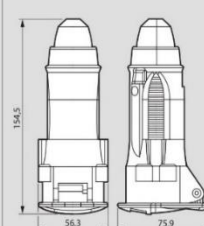
Refs. 0552 21/71



Peso (kg) = 0,132

Bases aéreas (pág. 13)

Refs. 0552 31/81



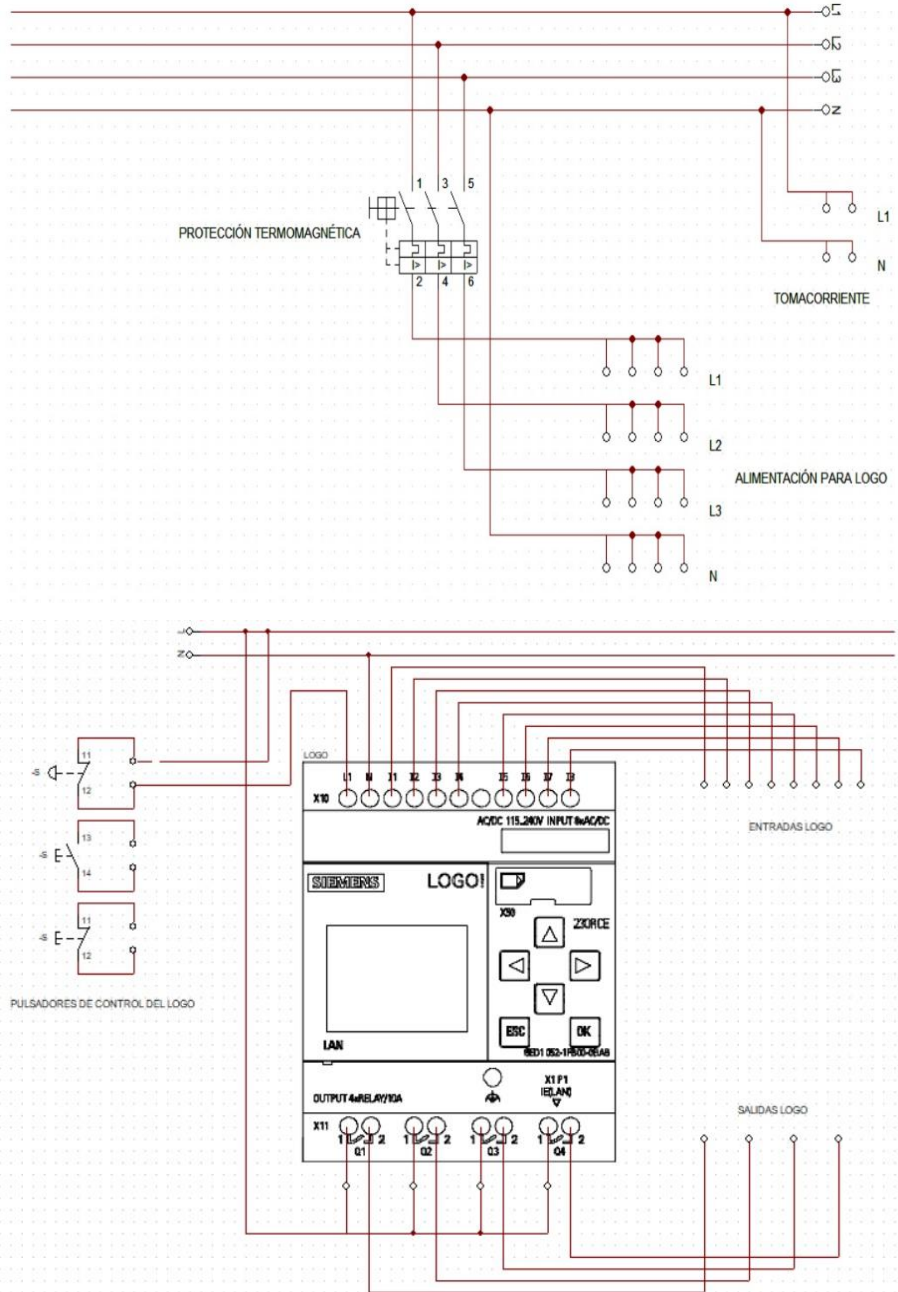
Peso (kg) = 0,16

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO XI

Circuito de conexión eléctrica y del sistema de control

1/1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO XII

Diseño del modelo placa para alimentación

1/1



Toma Corriente (110V)

Protección (Breaker)

L1 ○ ○ ○ ○
L2 ○ ○ ○ ○
L3 ○ ○ ○ ○
N ○ ○ ○ ○

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO XIII

Diseño del modelo placa para el LOGO

1/1



LOGO!

Alimentación AC Logo!		Entradas Digitales Logo!				Entradas Digitales Módulo de expansión	
L1	N	I1	I2	I3	I4	I1	I2
		I5	I6	I7	I8	I3	I4
Alimentación AC Módulo de expansión		Salidas Digitales Logo!				Salidas Digitales Módulo de expansión	
+	-	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2
		Q5	Q6	Q7	Q8	Q4	Q3

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO XIV

Módulo #1 de control hidroneumático

1/4

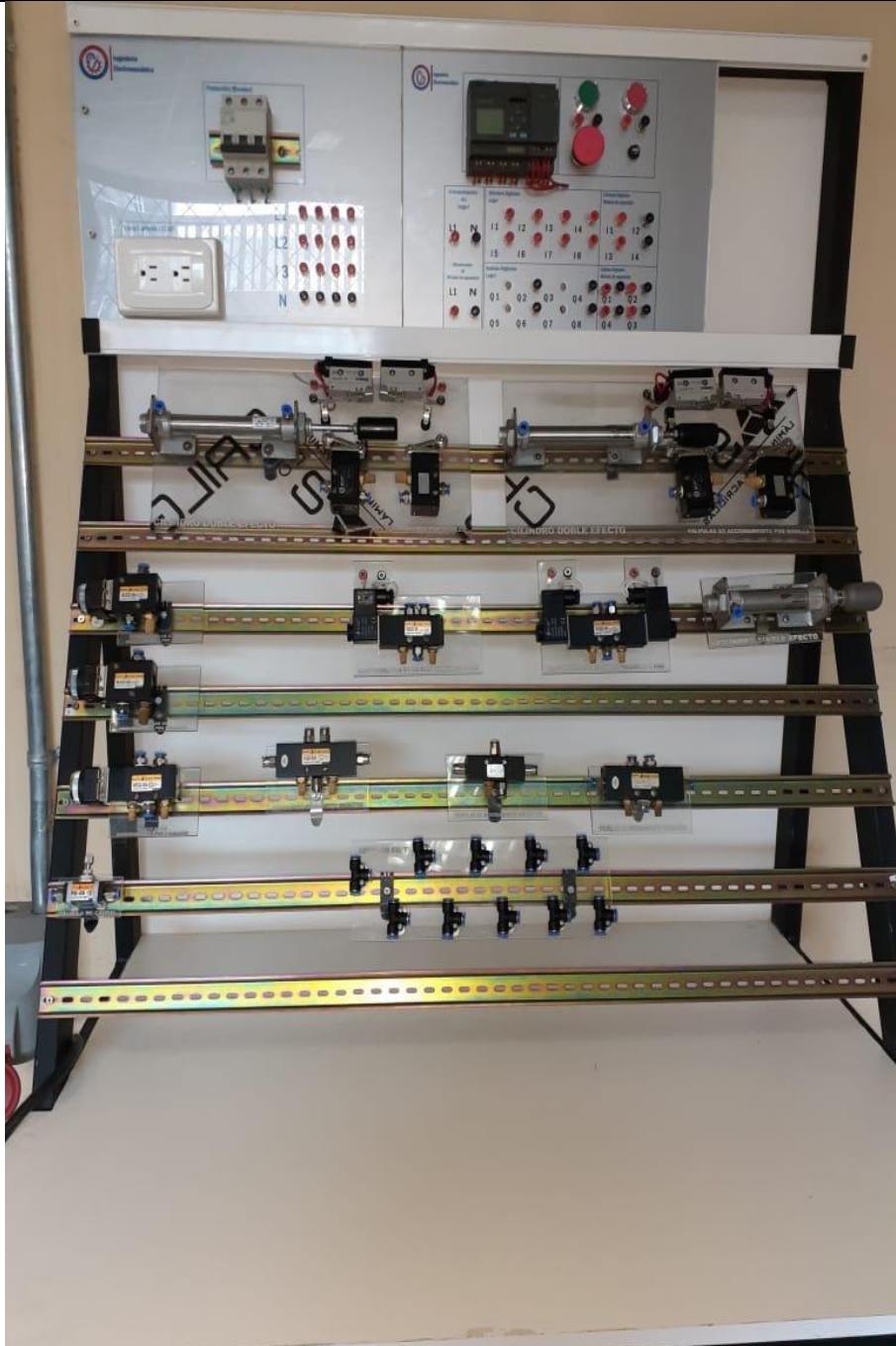


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO XIV

Módulo #2 de control hidroneumático

2/4



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO XIV

Módulo #3 de control hidroneumático

3/4

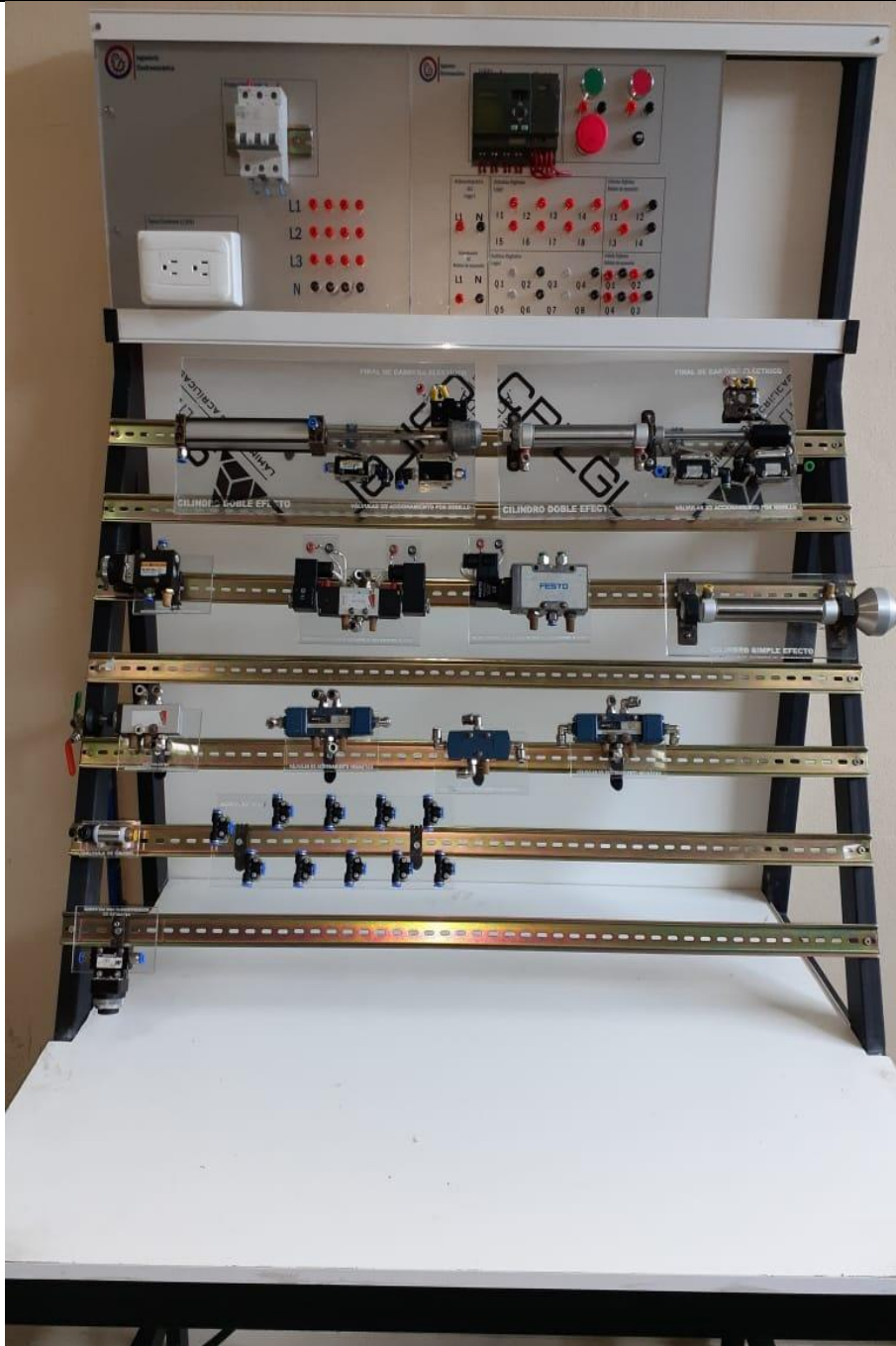


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO XIV

Módulo #4 de control hidroneumático

4/4

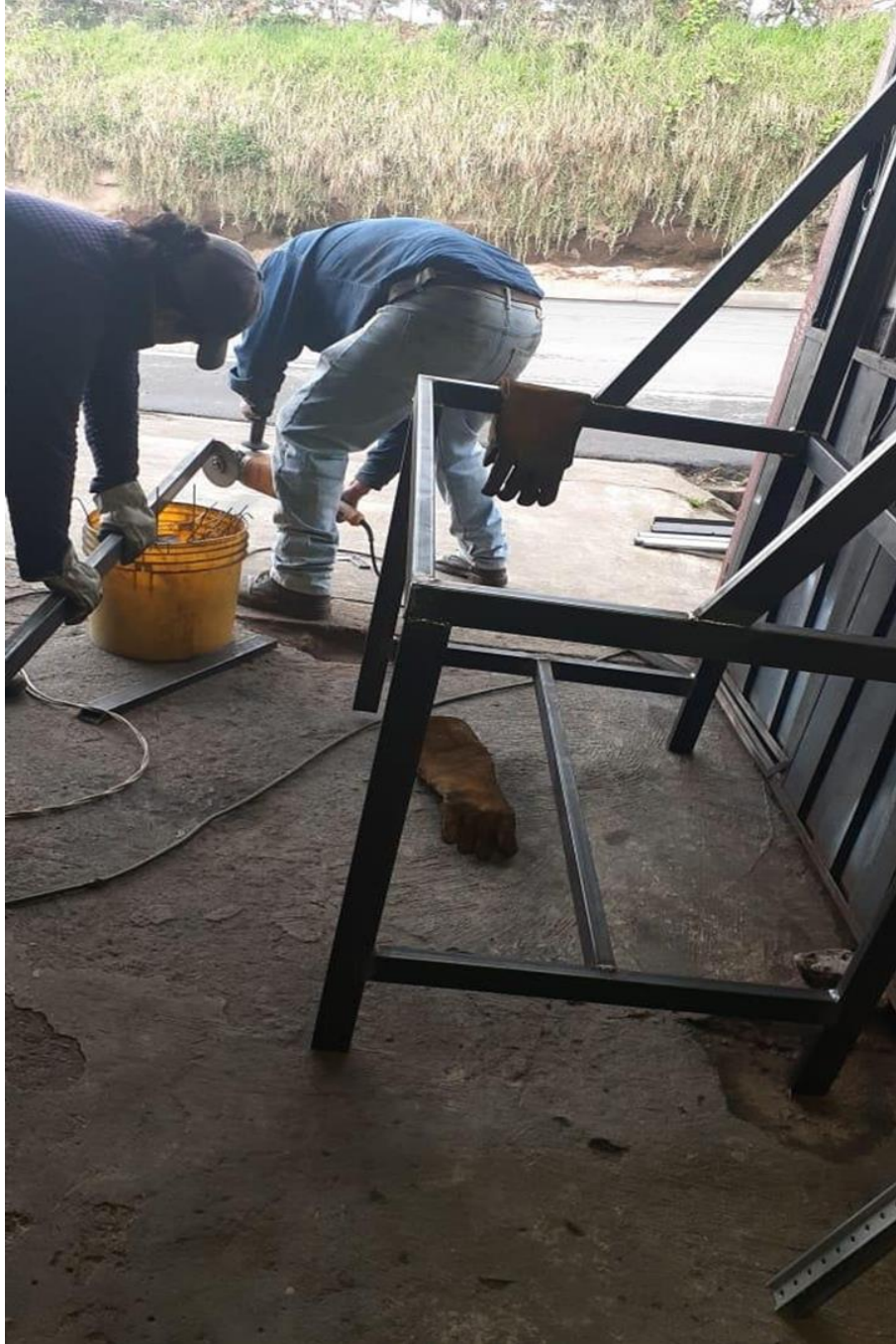


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO XV

Soldadura del módulo de control hidroneumático

1/2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO XV

Módulo de control hidroneumático soldado

2/2



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO XVI

Módulo con el riel Din ubicado correctamente

1/1



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO XVII

Plan de mantenimiento preventivo para el banco de pruebas

1/2

PLAN DE MANTENIMEINTO PREVENTIVO DEL BANCO DE PRUEBAS DE CONTROL HIDRONEUMATICO

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se presenta un modelo para que los estudiantes establezcan un programa de mantenimiento el cual beneficie el buen funcionamiento de los módulos de control hidroneumático

Para llevar a cabo un sistema de planificación se debe crear los procedimientos y herramientas necesarios para medir el comportamiento de cada uno de los elementos del banco de pruebas de control hidroneumático.

El plan de mantenimiento concebido para que los estudiantes conozcan y se interesen gradualmente por implementar un programa de mantenimiento preventivo.

IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La esencia del mantenimiento preventivo son las revisiones e inspecciones programadas que pueden o no tener como consecuencia una tarea correctiva o de cambio.

Este sistema se basa en el hecho de que las partes de un equipo se gastan en forma desigual y es necesario prestarles servicio en forma racional, para garantizar su buen funcionamiento.

GUÍA DE MANTENIMIENTO




Una vez definida la importancia del mantenimiento preventivo se realiza la guía de mantenimiento adecuada para cada uno de los elementos del banco de pruebas de control hidroneumático.




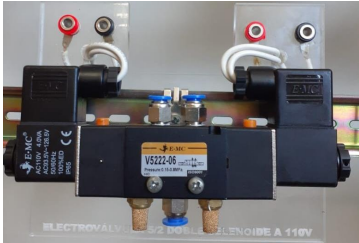
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA


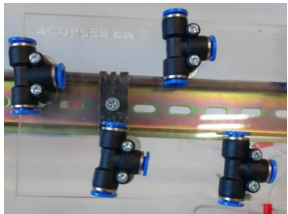

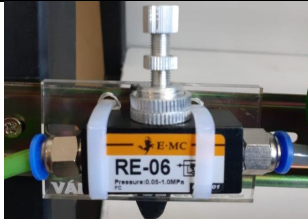
ANEXO XVII




Plan de mantenimiento preventivo para el banco de pruebas

2/2

Nombre del elemento	Tiempo	Tarea	Mantenimiento Preventivo
<p style="text-align: center;">Cilindro de doble efecto</p> 	Semanal	<p>-Control de fuga en el propio cilindro.</p> <p>-Ajuste en la alineación del cilindro en el acrílico.</p>	<p>-Ajustar todas las posibles fugas.</p> <p>-Asegurar que los movimientos del cilindro puedan realizarse de la mejor manera sin vibraciones.</p>
<p style="text-align: center;">Cilindro de simple efecto</p> 	Semanal	<p>-Control de fuga en el propio cilindro.</p> <p>-Ajuste en la alineación del cilindro en el acrílico.</p>	<p>-Ajustar todas las posibles fugas.</p> <p>-Asegurar que los movimientos del cilindro puedan realizarse de la mejor manera sin vibraciones.</p>
 <p style="text-align: center;">Válvula 5/2 accionamiento neumático</p>	Semanal	<p>-Control de fugas en la válvula.</p>	<p>-Ajustar todas las fugas posibles</p>

 <p>Válvula 3/2 accionamiento por pulsador</p>	<p>Semanal</p>	<p>-Control de fugas en la válvula.</p>	<p>-Ajustar todas las fugas posibles</p>
 <p>Válvula 5/2 accionamiento por pulsador</p>	<p>Semanal</p>	<p>-Control de fugas en la válvula.</p>	<p>-Ajustar todas las fugas posibles</p>
 <p>Válvula 3/2 accionamiento neumático</p>	<p>Semanal</p>	<p>-Control de fugas en la válvula.</p>	<p>-Ajustar todas las fugas posibles</p>
 <p>Electroválvula 5/2 doble solenoide</p>	<p>Semanal</p>	<p>-Control de fugas por la válvula o en sus racores de conexión. -Fugas en los mandos. -Calentamiento de los solenoides.</p>	<p>-Ajustar todas las posibles fugas. -En caso de seguir las fugas, reemplazar cada uno de los racores de la válvula. -En caso del calentamiento de los solenoides reparar de</p>

			inmediato las anomalías.
 <p>Electrovalvula 5/2 un solo solenoide</p>	Semanal	<ul style="list-style-type: none"> -Control de fugas por la válvula o en sus racores de conexión. -Fugas en los mandos. -Calentamiento del solenoide. 	<ul style="list-style-type: none"> -Ajustar todas las posibles fugas. -En caso de seguir las fugas, reemplazar cada uno de los racores de la válvula. -En caso del calentamiento del solenoide reparar de inmediato la anomalía.
 <p>Acoples en T</p>	Semanal	-Control de fuga dentro del acople en T	Ajustar las fugas y si en caso de seguir las fugas, reemplazar el acople en T.
 <p>Final de carrera eléctrico</p>	Semanal	-Control de las salidas del final de carrera eléctrico.	-Fijarse si las salidas del final de carrera eléctrico estén conectadas correctamente.
 <p>Válvula reguladora de caudal</p>	Semanal	-Control de fugas en la válvula.	Ajustar las fugas y en caso de seguir reemplazar los racores de la válvula.

 <p>Válvula 3/2 accionamiento neumático</p>	<p>Semanal</p>	<p>-Control de fugas en la válvula. -Verificar el estado de racores de la válvula</p>	<p>-Ajustar todas las posibles fugas. -Cambiar de racores si los mismos se encuentran en mal estado.</p>
 <p>Manguera</p>	<p>Semanal</p>	<p>-Control de roturas en la manguera. - Desgaste en las puntas.</p>	<p>-Comprobar el estado de la manguera antes de su uso. -Verificar las puntas de cada una de las mangueras para evitar lesiones.</p>
 <p>Unidad de mantenimiento</p>	<p>Semanal</p>	<p>-Control de fugas en la unidad de mantenimiento. -Revisión del nivel de lubricante. La cantidad de aceite es de 40 cc o 40 ml, usar aceite hidráulico el más ligero</p>	<p>-Ajustar las fugas en caso de seguir reemplazar los racores. -Verificar el nivel de lubricante de la unidad de mantenimiento si el mismo ya se ha gastado; llenarlo.</p>

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO XVIII	Montaje de elementos neumáticos y electroneumática	1/2
--------------------	-----------------------------------------------------------	------------

MANUAL DE OPERACIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS DE CONTROL
HIDRONEUMÁTICO

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se presenta un manual de operación para que los estudiantes establezcan un buen uso del banco de pruebas de control hidroneumático para el desarrollo de las prácticas de laboratorio.

Con el manual de operación se debe proceder a desarrollar los pasos correctamente según la guía del manual.

Procedimiento para el uso adecuado del bando de pruebas de control hidroneumático

Debemos tomar en cuenta que el módulo de control hidroneumático puede trabajar en un rango de presión de 100psi min-150 psi máx.

#	Actividad	Nota
1	Verificar que los elementos neumáticos y electroneumáticos estén en buenas condiciones.	
2	Seleccionar los elementos necesarios para el desarrollo de la práctica del tema a tratarse.	
3	Montar cada uno de los elementos previamente seleccionados en el banco de pruebas.	


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADA
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ANEXO XVIII

Montaje de elementos neumáticos y electroneumática

2/2

4	Realizar las conexiones correspondientes de cada uno de los elementos neumáticos y electroneumáticos	En caso de que la práctica abarque solo el sistema electroneumático se debe utilizar el LOGO!
5	Comprobar que las conexiones tanto neumáticas como eléctricas estén correctamente realizadas para que no exista ningún tipo de fuga y/o cortocircuito.	Revisar mangueras, acoples, racores y bananas de los cables de conexión.
6	Alimentar al circuito neumático o electroneumático con aire comprimido.	
7	Iniciar con la demostración del circuito correspondiente.	
8	Finalizar la práctica y desmontar con cuidado cada uno de los elementos del banco de pruebas.	

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	ANEXO XIX
PRÁCTICA DE LABORATORIO		

CARRERA	CÓDIGO DE LA ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA	IELM706	Control Hidroneumática

PRÁCTICA N°	LABORATORIO:	Control Hidroneumático	DURACIÓN (HORAS)
1	NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	Mando directo de un cilindro de simple efecto	

1	OBJETIVO
	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el mando de un cilindro de simple efecto, utilizando los elementos neumáticos para conectar y observar su funcionamiento en el banco de pruebas

2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA
	<p>2.1. INTRODUCCIÓN</p> <p>Elementos de un sistema neumático</p> <p>2.2. EQUIPO, INSTRUMENTOS Y MATERIALES NECESARIOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Banco De Pruebas • Mangueras Y Acoples en T • Cilindro De Simple Efecto • Válvula 3/2, accionamiento por pulsador • Válvula reguladora de caudal • Unidad de mantenimiento • Compresor de Aire.

2.3. TRABAJO PREPARATORIO

1.- ¿Qué es un cilindro de simple efecto?

Un cilindro de simple efecto es un dispositivo en el cual realiza la salida del vástago del cilindro mediante el accionamiento de válvulas el cual permite la salida del pistón, pero no así su retorno ya que puede decirse que es automático debido a su retorno por muelle o resorte.

2.- ¿Qué es mando directo?

Es la aplicación del control de cilindros mediante la activación de los elementos neumáticos mediante la alimentación del aire comprimido para la salida del vástago del cilindro y ejecutar el movimiento de presión.

3. ¿Diseñe una secuencia A+A-?

PBA+_a1A-_a0

(aquí va la simulación en FESTO)

2.4. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

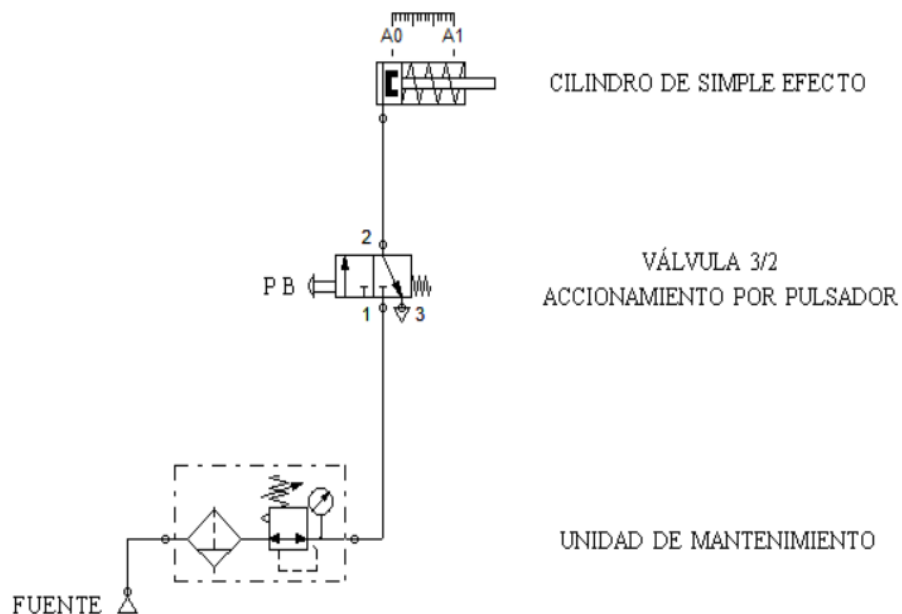
- Diseñar el circuito en el programa de simulación “FESTO FluidSIM” y comprobar su funcionamiento
- Seleccionar los equipos y elementos necesarios para dicha práctica
- Colocar el cilindro de simple efecto en el riel DIN respectivamente
- Colocar la válvula 3/2, accionamiento por pulsador en el riel
- Colocar la válvula reguladora de caudal
- Colocar la unidad de mantenimiento
- Unir cada uno de los elementos según la simulación de la secuencia planteada utilizando las mangueras respectivamente. Tomar en cuenta que:
 - Cada uno de los elementos presentan simbología que indican entradas y salidas de aire, guiándose en la siguiente tabla:

Parte	Letras	Números
Alimentación de aire	P	1
Salidas	A,B,C,D	2,4,6
Desfogues	R,S,T	3,5,7
Pilotajes	X,V,Z	12,14,15
Fugas	---	Números negativos

- Colocar la manguera de aire comprimido del compresor a la entrada de la unidad de mantenimiento. Para la alimentación del circuito en caso de que existan más puntos de conexión y para el suministro de aire utilizar los acoples en T

- Verificar que cada uno de las mangueras estén conectadas de manera segura comprobando que no exista ningún tipo de fuga.
- Alimentar con aire comprimido a los equipos instalados y abrir la válvula de paso de aire
- Accionar la válvula 3/2 accionamiento por pulsador, observar el funcionamiento revisando que cumpla la secuencia planteada.
- Desmontar cada uno de los elementos con mucho cuidado, presionando la parte inferior de la vincha de sujeción.
- Guardar los equipos utilizados correctamente en su respectivo lugar.

2.5. METODOLOGÍA Y TÉCNICA EXPERIMENTAL



3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ANALISIS DE RESULTADOS

En la práctica se puede apreciar la activación del cilindro mediante válvulas neumáticas y el accionamiento directo del cilindro esta práctica se realiza en el banco de pruebas realizado el mismo procedimiento que en el software por lo que es muy útil la aplicación de un software mediante el uso de una válvula 2/2 se puede suministrar o bloquear el paso del fluido o aire comprimido y con una válvula 3/2 realizamos la ejecución o salida del cilindro y el pistón.

3.2. CUESTIONARIO

1.- ¿Cómo funciona un cilindro de simple efecto?

Un cilindro de simple efecto funciona por el accionamiento de una sola válvula, pero el retorno del vástago del cilindro es ejecutado por medio de un retorno por muelle o la capacidad instantánea del retorno del cilindro.

2.- ¿Cómo se debe conectar el cilindro de simple efecto?

Cuando insertamos aire comprimido por la vía, se llena de aire la cámara posterior, el muelle se contrae expulsando el aire atmosférico por el orificio de fuga y desplazamos el vástago o pistón. Cuando desconectamos la vía del aire comprimido y lo conectamos con el aire atmosférico, se llena de aire atmosférico la cámara anterior por el orificio de fuga, se expande el muelle (6) provocando el retorno del vástago o pistón.

3.- ¿Cuántas clases de cilindros de simple efecto existen?

Cilindros de embolo, cilindros de membrana, cilindros de membrana enrollable.

4.- ¿Qué entiende por mando directo?

Accionando la válvula de pulsador (3/2), esta cambia la posición (comunica las vías 1 y 2), introduciendo presión en la cámara anterior del cilindro, haciendo que esta salga. El cilindro se va a mantener en esta posición, mientras la válvula esta accionada. Cuando dejemos 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 anterior.

4 CONCLUSIONES

- Este tipo de cilindro de simple efecto se puede utilizar cuando el usuario requiere del retorno instantáneo del pistón.
- Un mando directo puede ser muy útil cuando no se requiere de mandos más completos como por ejemplo el mando electro neumático.

5 RECOMENDACIONES

- Utilizar para este tipo de prácticas las protecciones correspondientes para su debido uso y trabajo.
- De ser posibles implementar silenciadores en el sistema para su mayor confort en la utilización del módulo.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	ANEXO XX
PRÁCTICA DE LABORATORIO		

CARRERA	CÓDIGO DE LA ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA	IELM706	Control Hidroneumático

PRÁCTICA N°	LABORATORIO:	Control Hidroneumático	DURACIÓN (HORAS)
2	NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	Mando indirecto de un Cilindro de Simple Efecto	

1	OBJETIVO
	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecutar el mando indirecto de un cilindro de simple efecto, utilizando el banco de pruebas, para observar su funcionamiento.

2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA
	<p>2.1. INTRODUCCIÓN</p> <p>Elementos hidroneumáticos</p> <p>2.2. EQUIPO, INSTRUMENTOS Y MATERIALES NECESARIOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Banco de Pruebas • Mangueras y acoples en T • Cilindro de Simple Efecto • Válvula 3/2, accionamiento neumático • Válvula 3/2, accionamiento por pulsador • Unidad de mantenimiento • Compresor de aire <p>2.3. TRABAJO PREPARATORIO</p> <p>1.- Consulte que es la válvula de accionamiento PB?</p>

La válvula automática del control generalmente constituye el último elemento en un lazo de control instalado en la línea de procesos y se comporta como un orificio cuya sección de paso varía continuamente con la finalidad de controlar un caudal en una forma determinada.

2.- ¿Consulte que es el mando indirecto?

Accionando la válvula de pulsador (3/2), esta cambia de posición (comunica las vías 1 y 2), haciendo que la válvula neumática 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 del pulsador esta accionada.

Cuando dejamos de accionar la válvula del 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 anterior.

3.- ¿Qué son las válvulas de accionamiento 3/2?

Son las válvulas las cuales me permiten el accionamiento en el sistema en el que tiene 3 conexiones y dos tipos de conmutación.

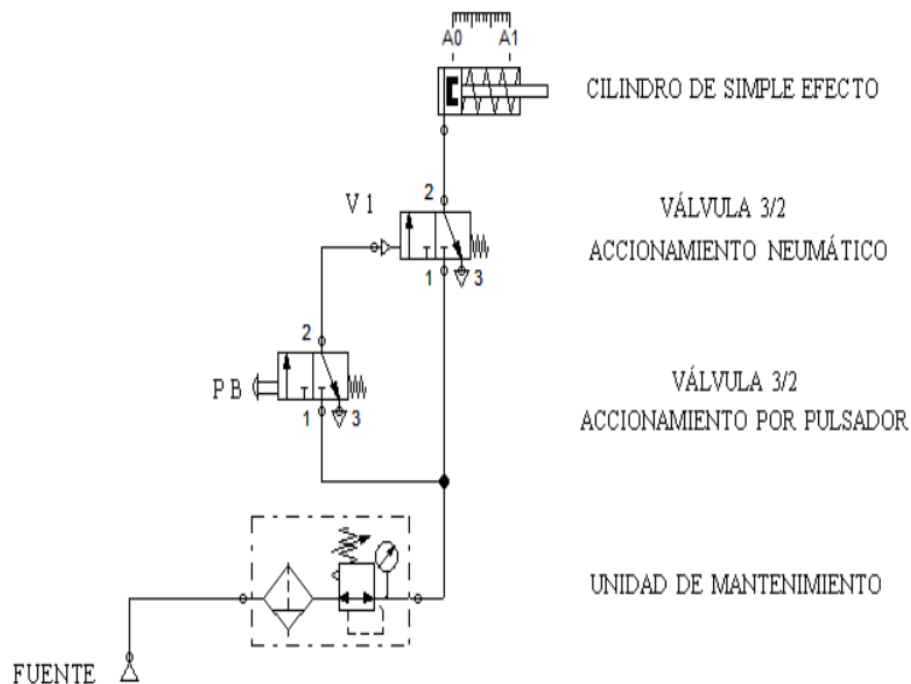
2.4. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

- Diseñar el circuito en el programa de simulación “FESTO FluidSIM” y comprobar su funcionamiento
- Seleccionar los equipos y elementos necesarios para dicha práctica
- Colocar el cilindro de simple efecto en el riel DIN respectivamente
- Colocar la válvula 3/2, accionamiento por pulsador en el riel
- Colocar la válvula 3/2, accionamiento neumático
- Colocar la válvula reguladora de caudal
- Colocar la unidad de mantenimiento
- Unir cada uno de los elementos según la simulación de la secuencia planteada utilizando las mangueras respectivamente. Tomar en cuenta que:
 - Cada uno de los elementos presentan simbología que indican entradas y salidas de aire, guiándose en la siguiente tabla:

Parte	Letras	Números
Alimentación de aire	P	1
Salidas	A,B,C,D	2,4,6
Desfogues	R,S,T	3,5,7
Pilotajes	X,V,Z	12,14,15
Fugas	---	Números negativos

- Colocar la manguera de aire comprimido del compresor a la entrada de la unidad de mantenimiento. Para la alimentación del circuito en caso de que existan más puntos de conexión y para el suministro de aire utilizar los acoples en T
- Verificar que cada uno de las mangueras estén conectadas de manera segura comprobando que no exista ningún tipo de fuga.
- Alimentar con aire comprimido a los equipos instalados y abrir la válvula de paso de aire
- Accionar la válvula 3/2 accionamiento por pulsador, observar el funcionamiento revisando que cumpla la secuencia planteada.
- Desmontar cada uno de los elementos con mucho cuidado, presionando la parte inferior de la vincha de sujeción.
- Guardar los equipos utilizados correctamente en su respectivo lugar.

2.5. METODOLOGÍA Y TÉCNICA EXPERIMENTAL



3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ANALISIS DE RESULTADOS

Es una forma básica para la representación de un circuito de control neumático el cual está integrado por pulsadores o accionamientos que van a ser quienes den la señal para que el pistón salga o vuelva a retornar al punto de inicio.

3.2. CUESTIONARIO

1.- ¿Cómo se debe conectar las válvulas que se utilizan?

Todas las válvulas que se utilizan se deben conectar directo a suministro de aire el cual proporciona el movimiento y el cambio para que funcione el sistema.

2.- ¿Qué función cumple la válvula 3/2 PB?

La válvula PB, me permite realizar el accionamiento o mando del sistema para que inicie el proceso. Y la válvula 3/2 que me permite el cambio y la alimentación hacia el pistón accionado que adelante retroceda.

3.- ¿Qué entiende por mando indirecto?

Es una forma indirecta de tener control al cilindro por lo cual esta designado por forma de conexión que se determine.

4.- ¿Diferencia entre mando directo e indirecto?

La implementación de elementos y las formas de accionamiento son distintos de estos sistemas.

4 CONCLUSIONES


- Está basado a un control por medio de válvulas las cuales nos permite el cambio o funcionamiento del pistón.
- Pueden para este sistema existir de simple efecto o de doble efecto en el cual su diferencia es los orificios de alimentación.

5 RECOMENDACIONES

- Se debe tener en cuenta la secuencia que se desea para la implementación de las válvulas de control y con ellas las válvulas de accionamiento en este caso siendo uno de los más utilizados las válvulas 3/2.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

--

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	ANEXO XXI
PRÁCTICA DE LABORATORIO		

CARRERA	CÓDIGO DE LA ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA	IELM706	Control Hidroneumático

PRÁCTICA N°	LABORATORIO:	Control Hidroneumático	DURACIÓN (HORAS)
3	NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	Mando Directo de un cilindro de Doble Efecto	

1	OBJETIVO
	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar el mando directo de un cilindro de doble efecto, utilizando elementos neumáticos para montar y observar su funcionamiento en el banco de pruebas.

2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA
	<p>2.1. INTRODUCCIÓN</p> <p>Mando directo de un cilindro de doble efecto</p> <p>2.2. EQUIPO, INSTRUMENTOS Y MATERIALES NECESARIOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Banco de pruebas • Mangueras y acoples • Cilindro de doble efecto • Válvula 5/2, accionamiento por pulsador • Unidad de mantenimiento • Compresor de aire <p>2.3. TRABAJO PREPARATORIO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Consulte que es un cilindro de doble efecto? 2. ¿Consulte que es la válvula 5/2?

3. ¿Diseñe la secuencia de trabajo A+ A-?

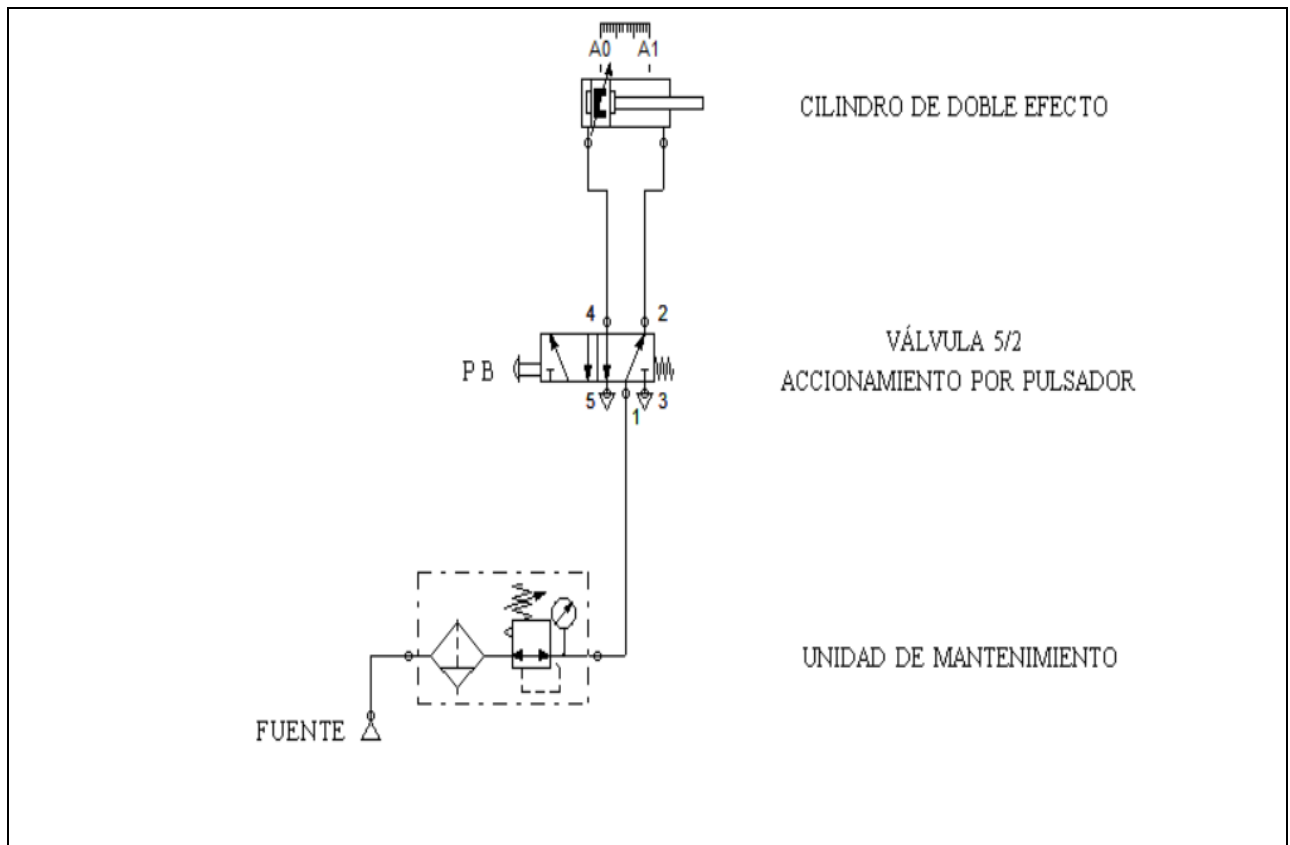
2.4. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

- Diseñar el circuito en el programa de simulación “FESTO Fluidsim” y comprobar su funcionamiento
- Seleccionar los equipos y elementos necesarios para dicha práctica
- Colocar el cilindro de doble efecto en el riel DIN respectivamente
- Colocar la válvula 5/2, accionamiento por pulsador en el riel
- Colocar la válvula reguladora de caudal
- Colocar la unidad de mantenimiento
- Unir cada uno de los elementos según la simulación de la secuencia planteada utilizando las mangueras respectivamente. Tomar en cuenta que:
 - Cada uno de los elementos presentan simbología que indican entradas y salidas de aire, guiándose en la siguiente tabla:

Parte	Letras	Números
Alimentación de aire	P	1
Salidas	A,B,C,D	2,4,6
Desfogues	R,S,T	3,5,7
Pilotajes	X,V,Z	12,14,15
Fugas	---	Números negativos

- Colocar la manguera de aire comprimido del compresor a la entrada de la unidad de mantenimiento. Para la alimentación del circuito en caso de que existan más puntos de conexión y para el suministro de aire utilizar los acoples en T
- Verificar que cada uno de las mangueras estén conectadas de manera segura comprobando que no exista ningún tipo de fuga.
- Alimentar con aire comprimido a los equipos instalados y abrir la válvula de paso de aire
- Accionar la válvula 5/2 accionamiento por pulsador, observar el funcionamiento revisando que cumpla la secuencia planteada.
- Desmontar cada uno de los elementos con mucho cuidado, presionando la parte inferior de la vincha de sujeción.
- Guardar los equipos utilizados correctamente en su respectivo lugar.

2.5. METODOLOGÍA Y TÉCNICA EXPERIMENTAL



3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El vástago del cilindro sale y entra al llevarse a cabo la secuencia de trabajo si se quiere regular la salida, en la entrada de aire del cilindro debemos insertar algo que reduzca el caudal de entrada, y como la salida no tiene regulación, el camino de salida del aire debe quedar despejado.

3.2. CUESTIONARIO

1.- ¿Cómo funciona el cilindro de doble efecto?

Al recibir el aire comprimido por la parte posterior y purgándose el lado anterior, sale el vástago. Cuando el aire introduce frontalmente el vástago retrocede.

2.- ¿Cómo se debe conectar el cilindro de doble efecto?

Se debe conectar a la alimentación de la válvula distribuidora 5/2

3.- ¿Qué función cumple la válvula 5/2?

En reposo los orificios 1 y 2 están conectados, a la vez que los 4 y 5, el 3 queda bloqueado. Al presionar el vástago se conectan el 1 con el 4 y el 2 con el 3, quedando el 5 bloqueado. Si se deja de presionar, todo vuelve a la posición de reposo.

4.- ¿Qué entiende por mando directo en un cilindro de doble efecto?

Distribuir el fluido para que el sistema cumpla con las acciones requeridas.

5.- ¿Diferencia entre válvula 5/2 y válvula 4/2?

La válvula 5/2 se diferencia en la utilización de la quinta vía para realizar los escapes de las cámaras de forma independiente.

4	CONCLUSIONES
----------	---------------------

- Los actuadores son elementos importantes en la neumática.
- Actualmente los actuadores neumáticos se utilizan en diversos tipos de industria, debido a que no poseen un mecanismo complejo y además debido a su gran utilidad.

5	RECOMENDACIONES
----------	------------------------

- Tomar siempre en cuenta la primera pregunta ¿Con que diseño?, luego ¿Qué alimentación le voy a dar?
- Al armar nuestros circuitos básicos, debemos tener nuestros elementos bien definidos.

6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
----------	-----------------------------------

--	--

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	ANEXO XXII
PRÁCTICA DE LABORATORIO		
CARRERA	CÓDIGO DE LA ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA	IELM706	Control Hidroneumático

PRÁCTICA N°	LABORATORIO:	Control Hidroneumático	DURACIÓN (HORAS)
4	NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	Mando Indirecto de un Cilindro de Doble Efecto	

1	OBJETIVO
	<ul style="list-style-type: none"> Determinar el mando indirecto de un cilindro de doble efecto, manipulando elementos neumáticos en el banco de pruebas y observar su funcionamiento.

2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA
	<p>2.1. INTRODUCCIÓN</p> <p>Mando indirecto de un cilindro de doble efecto</p> <p>2.2. EQUIPO, INSTRUMENTOS Y MATERIALES NECESARIOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Banco de pruebas Mangueras y acoples en T Cilindros de doble efecto Válvulas 5/2 accionamiento neumático 2 Válvulas 3/2 accionamiento por pulsador Válvula reguladora de caudal Unidad de mantenimiento Compresor de aire <p>2.3. TRABAJO PREPARATORIO</p> <p>1.- ¿Consulte que fue función cumplen las válvulas de accionamiento neumático?</p>

Estas válvulas son los componentes que determinan el camino que ha de tomar la corriente de aire. Principalmente utilizadas para la puesta en marcha, paro y sentido de paso. Las válvulas distribuidoras más usadas habitualmente, desde un punto de vista funcional, son las que a continuación se expone.

2.- ¿Consulte el funcionamiento de un cilindro de doble efecto?

Al recibir aire comprimido por la parte posterior y purgándose el lado anterior, sale el vástago. Cuando el aire se introduce frontalmente el vástago retrocede.

3.- Diseñe la siguiente secuencia A+A-

2.4. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

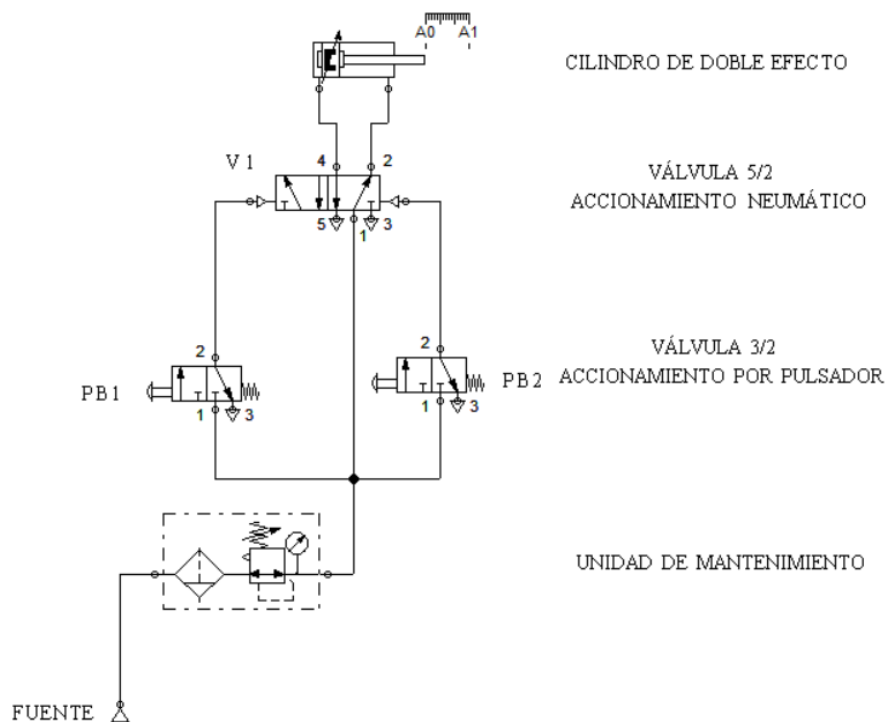
- Diseñar el circuito en el programa de simulación “FESTO FluidSIM” y comprobar su funcionamiento
- Seleccionar los equipos y elementos necesarios para dicha práctica
- Colocar el cilindro de simple efecto en el riel DIN respectivamente
- Colocar las 2 válvulas 3/2, accionamiento por pulsador en el riel
- Colocar la válvula 5/2, accionamiento neumático
- Colocar la válvula reguladora de caudal
- Colocar la unidad de mantenimiento
- Unir cada uno de los elementos según la simulación de la secuencia planteada utilizando las mangueras respectivamente. Tomar en cuenta que:
 - Cada uno de los elementos presentan simbología que indican entradas y salidas de aire, guiándose en la siguiente tabla:

Parte	Letras	Números
Alimentación de aire	P	1
Salidas	A,B,C,D	2,4,6
Desfogues	R,S,T	3,5,7
Pilotajes	X,V,Z	12,14,15
Fugas	---	Números negativos

- En la válvula distribuidora 5/2, accionamiento neumático verificar por cuál de las dos vías de salida está desfogando el aire para así determinar a qué lado de la válvula es a+ y a- y así asegurar la posición del cilindro.
- Colocar la manguera de aire comprimido del compresor a la entrada de la unidad de mantenimiento. Para la alimentación del circuito en caso de que existan más puntos de conexión y para el suministro de aire utilizar los acoples en T

- Verificar que cada uno de las mangueras estén conectadas de manera segura comprobando que no exista ningún tipo de fuga.
- Alimentar con aire comprimido a los equipos instalados y abrir la válvula de paso de aire
- Accionar la válvula 3/2 accionamiento por pulsador, observar el funcionamiento revisando que cumpla la secuencia planteada.
- Desmontar cada uno de los elementos con mucho cuidado, presionando la parte inferior de la vincha de sujeción.
- Guardar los equipos utilizados correctamente en su respectivo lugar.

2.5. METODOLOGÍA Y TÉCNICA EXPERIMENTAL



3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El vástago del cilindro sale y entra al llevarse a cabo la secuencia con la condición de que se puede controlar el accionamiento de las secuencias tanto en A+ como en A- si se quiere regular la salida, en la entrada de aire del cilindro debemos insertar algo que reduzca el caudal de entrada, y como la salida no tiene regulación, el camino de salida del aire debe quedar despejado.

3.2. CUESTIONARIO

1.- ¿Cómo se debe conectar las válvulas al cilindro de doble efecto?

Se debe conectar a la alimentación de la válvula distribuidora 5/2.

2.- ¿Qué función cumple la válvula 5/2 con accionamiento neumático?

Habitualmente la forma constructiva de la tercera posición, se elige para implementar la función de bloqueo del cilindro que está controlado, impidiendo tanto la alimentación como el escape de cualquiera de las cámaras de un cilindro de doble efecto, lo que supone dejarlo parado.

3.- ¿Qué entiende por mando indirecto en un cilindro de doble efecto?

Distribuir el aire comprimido hacia el cilindro, pudiendo controlar e accionamiento de una u otra secuencia.

4 CONCLUSIONES


- Los actuadores neumáticos tienen una amplia gama de aplicación dentro de la industria y esto se debe a su “fácil” utilización y a su mecanismo empleado.
- Los actuadores, comúnmente son en su mayoría cilindros.

5 RECOMENDACIONES

- Ser analíticos en el diseño de un circuito, por ende, conocer bien la simbología, pues si no, podemos tener muchos errores en nuestros circuitos, la nomenclatura.
- Al armar nuestros circuitos básicos, debemos tener nuestros elementos bien definidos.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

--

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	ANEXO XXIII
PRÁCTICA DE LABORATORIO		

CARRERA	CÓDIGO DE LA ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA	IELM706	Control Hidroneumático

PRÁCTICA N°	LABORATORIO:	Control Hidroneumático	DURACIÓN (HORAS)
5	NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	Mando Secuencial	

1	OBJETIVO
	<ul style="list-style-type: none"> • Preparar la secuencia de trabajo A+B+A-B- Con los elementos neumáticos para observar su funcionamiento en el Banco de Pruebas.

2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA
	<p>2.1. INTRODUCCIÓN</p> <p>Mando Secuencial</p> <p>2.2. EQUIPO, INSTRUMENTOS Y MATERIALES NECESARIOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Banco de pruebas • Mangueras y acoples en T • Cilindros de doble efecto con sus válvulas 3/2 accionamiento por rodillo • 2 Válvulas 5/2 accionamiento neumático biestable • Válvula 3/2 accionamiento (PB) • Unidad de mantenimiento • Compresor de aire <p>2.3. TRABAJO PREPARATORIO</p> <p>1.- ¿Consulte que es el mando secuencial?</p>

El mando secuencial funciona en dependencia del movimiento, pudiendo estar presentes también elementos temporizadores como complemento. Una función (camino recorrido o movimiento) origina la siguiente. Si por cualquier causa una función no se efectúa, la siguiente tampoco y el mando permanece en la posición de perturbación. Este mando precisa más emisores de señales que cualquier otra modalidad de mando, pero en él se cumplen con seguridad el desarrollo previsto de las funciones.

2.- ¿Consulte que son sensores mecánicos?

Los sensores mecánicos se utilizan para el posicionamiento y la desconexión final en máquinas, herramientas y prensas, en centros de fabricación flexible, robots, instalaciones de montaje y transporte, así como en la construcción de máquinas y aparatos

3.- Diseñe la secuencia de trabajo A+B+A-B-

Pb bo_A+a1_B+b1_A-a0_B-

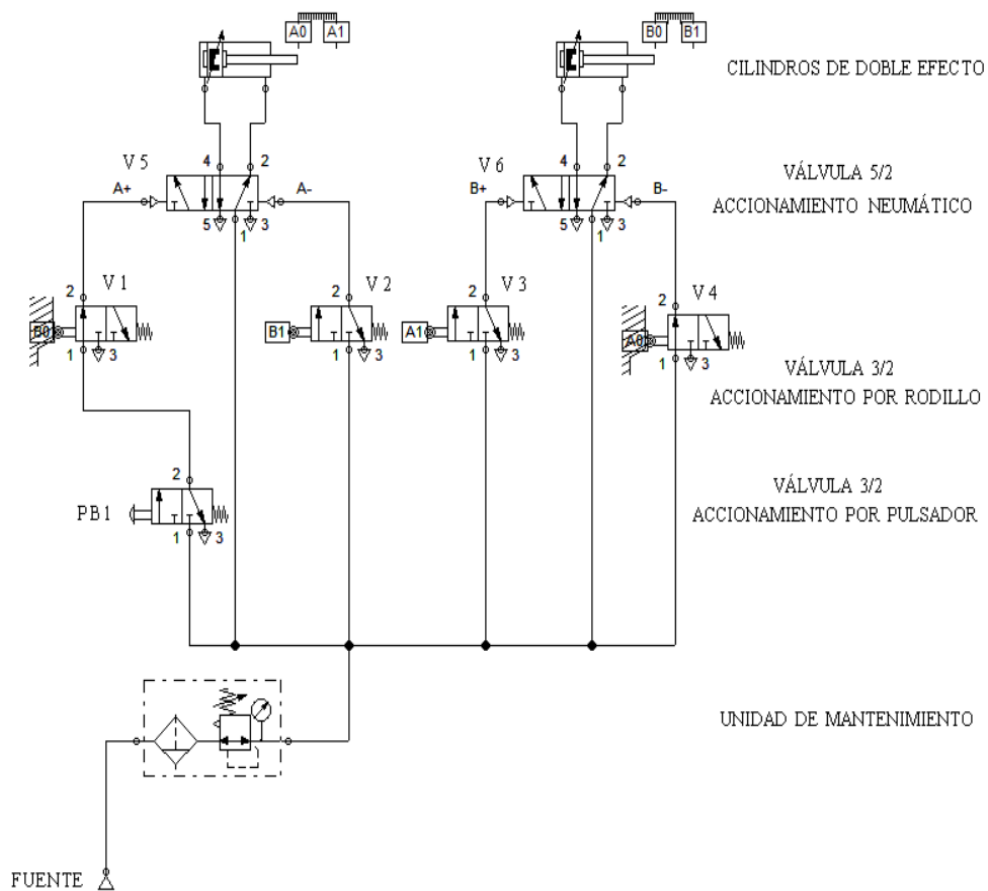
2.4. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

- Diseñar el circuito en el programa de simulación “FESTO FluidSIM” y comprobar su funcionamiento
- Seleccionar los equipos y elementos necesarios para dicha práctica
- Colocar los cilindro de doble efecto en el riel DIN respectivamente con sus finales de carrera neumáticos(válvulas 3/2 accionamiento por rodillo)
- Colocar la válvula 3/2, accionamiento por pulsador en el riel
- Colocar las 2 válvulas 5/2, accionamiento neumático
- Colocar la válvula reguladora de caudal
- Colocar la unidad de mantenimiento
- Unir cada uno de los elementos según la simulación de la secuencia planteada utilizando las mangueras respectivamente. Tomar en cuenta que:
 - Cada uno de los elementos presentan simbología que indican entradas y salidas de aire, guiándose en la siguiente tabla:

Parte	Letras	Números
Alimentación de aire	P	1
Salidas	A,B,C,D	2,4,6
Desfogues	R,S,T	3,5,7
Pilotajes	X,V,Z	12,14,15
Fugas	---	Números negativos

- En las válvulas distribuidoras 5/2, accionamiento neumático verificar por cuál de las dos vías de salida está desfogando el aire para así determinar a qué lado de la válvula es a+ y a- y así asegurar la posición de cada uno de los cilindros.
- Colocar la manguera de aire comprimido del compresor a la entrada de la unidad de mantenimiento. Para la alimentación del circuito en caso de que existan más puntos de conexión y para el suministro de aire utilizar los acoples en T
- Verificar que cada uno de las mangueras estén conectadas de manera segura comprobando que no exista ningún tipo de fuga.
- Alimentar con aire comprimido a los equipos instalados y abrir la válvula de paso de aire
- Accionar la válvula 3/2 accionamiento por pulsador, observar el funcionamiento revisando que cumpla la secuencia planteada.
- Desmontar cada uno de los elementos con mucho cuidado, presionando la parte inferior de la vincha de sujeción.
- Guardar los equipos utilizados correctamente en su respectivo lugar.

2.5. METODOLOGÍA Y TÉCNICA EXPERIMENTAL



3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN
<p>3.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS</p> <p>3.2. CUESTIONARIO</p> <p>1.- ¿Enumere las dificultades que se tiene al realizar la secuencia de trabajo?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evitar el control doble • Realizar la secuencia correctamente • Ubicar las marcas de cada válvula <p>2.- ¿Qué normas de seguridad recomienda tomar para realizar esta práctica?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evitar las fugas de aire comprimido • Emplear los materiales necesarios • Utilizar los equipos de seguridad personal necesarios en el laboratorio <p>3.- ¿Qué son válvulas de accionamiento?</p> <p>Las válvulas de accionamiento pueden manejar fluidos de alta viscosidad y un gran número de productos químicos corrosivos, al contrario de las válvulas solenoides comunes, las cuales no admiten fluidos sucios o con densidad mayor a un SAE 10.</p>	

4	CONCLUSIONES
<ul style="list-style-type: none"> • Los actuadores son elementos importantes en la neumática, es parte importante de la estructura de un sistema neumático. • El mando secuencial es muy útil para evitar que dos secuencias de trabajo actúen al mismo tiempo y dar un mejor rendimiento del sistema. 	

5	RECOMENDACIONES
<ul style="list-style-type: none"> • Ser analíticos en el diseño de un circuito, por ende, conocer bien la simbología, pues si no, podemos tener muchos errores en nuestros circuitos, la nomenclatura. • Al armar nuestros circuitos básicos, debemos tener nuestros elementos bien definidos. 	

6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	ANEXO XXIV
PRÁCTICA DE LABORATORIO		

CARRERA	CÓDIGO DE LA ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA	IELM706	Control Hidroneumático

PRÁCTICA N°	LABORATORIO:	Control Hidroneumático	DURACIÓN (HORAS)
6	NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	Cascada Neumática	

1	OBJETIVO
<ul style="list-style-type: none"> • Diseñar la secuencia de trabajo A+B+A-B-, conectando los diferentes elementos neumáticos para la observación de su funcionamiento en el banco de pruebas. 	

2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA
<p>2.1. INTRODUCCIÓN</p> <p>2.1.1. Cascada Neumática</p> <p>Es un sistema sencillo para la resolución de circuitos neumáticos secuenciales, en los cuales, se repitan estados neumáticos. El método consta de una serie de pasos que deben seguirse sistemáticamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definir la secuencia. Lógicamente, conforme al funcionamiento que se desea del sistema. Si se quiere un avance del cilindro A, un avance del cilindro B y un retroceso simultáneo de ambos, la secuencia quedaría de la siguiente forma: A+ B+ (A- B-) • Determinar los grupos. Teniendo en cuenta que en un mismo grupo no puede repetirse la misma letra y que si en el último grupo hay una o más letras que no están en el primer grupo, pasarían a éste, delante de la primera letra de la secuencia. • Colocar tantas líneas de presión como grupos hay en la secuencia y tantas válvulas distribuidoras de línea, como grupos menos uno. <p>2.2. EQUIPO, INSTRUMENTOS Y MATERIALES NECESARIOS</p>	

- Banco de pruebas
- Mangueras y acoples en T
- Cilindro de doble efecto con sus válvulas 3/2 accionamiento por rodillo.
- 3 Válvulas 5/2 accionamiento neumático biestable.
- Válvula 3/2 accionamiento (PB).
- Unidad de mantenimiento
- Compresor de aire

2.3. TRABAJO PREPARATORIO

2.3.1. ¿Qué es un control doble y sus procedimientos para identificarlos?

Se considera al mando simultáneo de dos mandos.

2.3.2. ¿Qué es el método de cascada neumática?

Es un método muy usado para poder automatizar pequeños procesos industriales donde se controla el accionamiento de cilindros de doble efecto que deben cumplir una secuencia determinada y es muy utilizado en ambientes de alto riesgo de explosión, donde la electricidad sería el mayor problema.

Otro dato importante sobre la implementación de este método se refiere al número de grupos que puede existir en una secuencia, para no tener caídas de presión en el sistema por tener demasiadas derivaciones se aplica a un máximo de 4 grupos.

Se usarán válvulas 5/2 pero también se puede realizar válvulas 4/2.

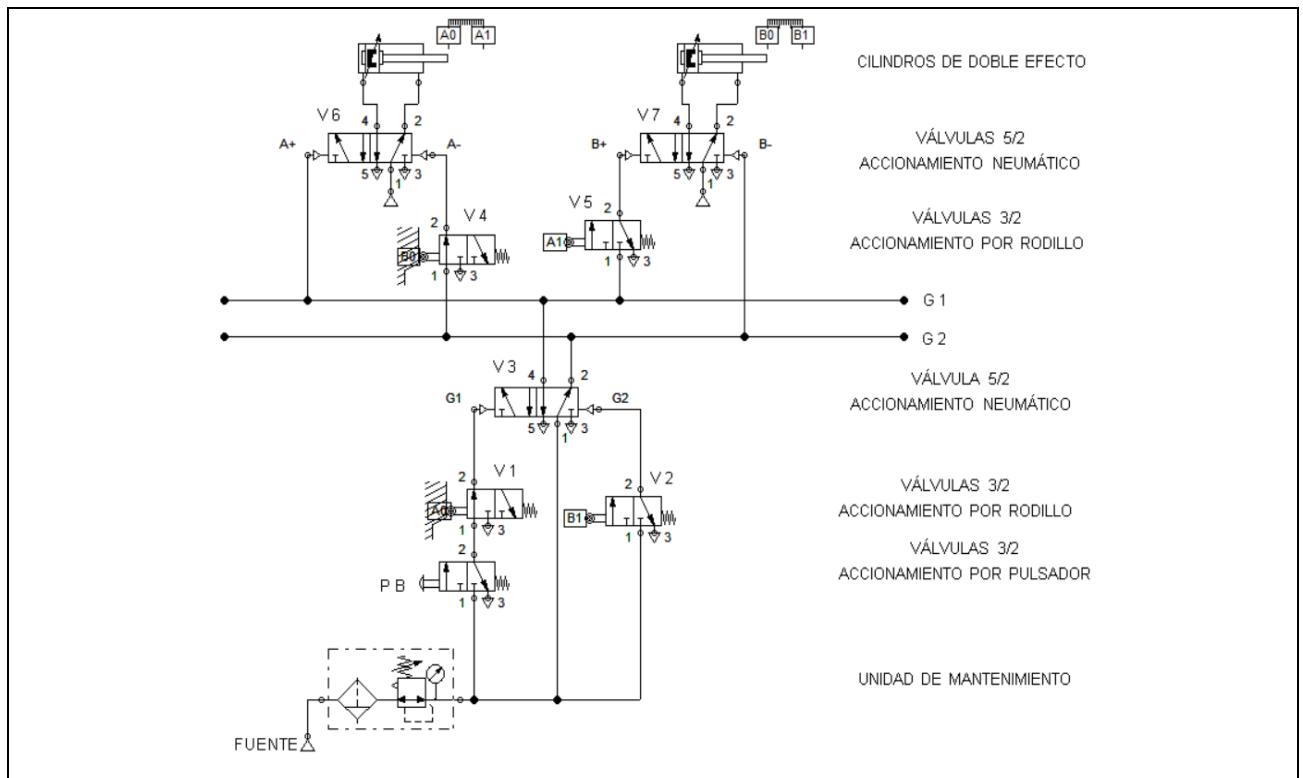
2.3.3. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

- Diseñar el circuito en el programa de simulación “FESTO FluidSIM” y comprobar su funcionamiento
- Seleccionar los equipos y elementos necesarios para dicha práctica
- Colocar los cilindros de doble efecto en el riel DIN respectivamente con sus finales de carrera neumáticos (válvulas 3/2 accionamiento por rodillo)
- Colocar la válvula 3/2, accionamiento por pulsador en el riel
- Colocar las 3 válvulas 5/2, accionamiento neumático
- Colocar la válvula reguladora de caudal
- Colocar la unidad de mantenimiento
- Unir cada uno de los elementos según la simulación de la secuencia planteada utilizando las mangueras respectivamente. Tomar en cuenta que:
 - En la cascada neumática debemos tener en cuenta en la alimentación del aire comprimido dividir en 2 grupos la primera fila de los acoples en T el G1 y la segunda fila de los acoples en T el G2.
 - Cada uno de los elementos presentan simbología que indican entradas y salidas de aire, guiándose en la siguiente tabla:

Parte	Letras	Números
Alimentación de aire	P	1
Salidas	A,B,C,D	2,4,6
Desfogues	R,S,T	3,5,7
Pilotajes	X,V,Z	12,14,15
Fugas	---	Números negativos

- En las válvulas distribuidoras 5/2, accionamiento neumático verificar por cuál de las dos vías de salida está desfogando el aire para así determinar a qué lado de la válvula es a+ y a- y así asegurar la posición de cada uno de los cilindros.
- Colocar la manguera de aire comprimido del compresor a la entrada de la unidad de mantenimiento. Para la alimentación del circuito en caso de que existan más puntos de conexión y para el suministro de aire utilizar los acoples en T
- Verificar que cada uno de las mangueras estén conectadas de manera segura comprobando que no exista ningún tipo de fuga.
- Alimentar con aire comprimido a los equipos instalados y abrir la válvula de paso de aire
- Accionar la válvula 3/2 accionamiento por pulsador, observar el funcionamiento revisando que cumpla la secuencia planteada.
- Desmontar cada uno de los elementos con mucho cuidado, presionando la parte inferior de la vincha de sujeción.
- Guardar los equipos utilizados correctamente en su respectivo lugar.
-

2.3.4. METODOLOGÍA Y TÉCNICA EXPERIMENTAL



3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la siguiente práctica realizada se puede observar que existe control doble, por tal forma se debía realizar un análisis diferente y una distribución para no entorpecer el sistema por lo cual mediante un sistema previo se pudo realimentar en dos líneas para el funcionamiento de la práctica.

3.2. CUESTIONARIO

1.- ¿Qué entiende por método de control doble?

Se considera al mando simultaneo de dos mandos

2.- ¿Qué entiende por método de cascada neumática?

Se basa en crear un dispositivo de mando que tenga tantas salidas como fases a desarrollar en la secuencia, entendiéndose como fase a un grupo de letras de la secuencia en las que no se repita.

3.- ¿Cuándo se debe utilizar el método de cascada neumática?

El método de cascada neumática se utiliza siempre y cuando exista control doble en el circuito por el cual se va a diversificar en diferentes ramas de alimentación para el funcionamiento del mismo.

4.- De la siguiente secuencia determine si existe o no control doble: A+B+B-A-C-C+

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

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

Si existe control doble

4	CONCLUSIONES
	<ul style="list-style-type: none">• El metodo de cascada neumática es una forma de eliminar el control doble, prmitiendonos realizar el diagrama que se requiere.• Hay diferentes métodos para determinar si existe control doble y para proceder a realizar este tipo de circuito que es la cascada neumática.
5	RECOMENDACIONES
	<ul style="list-style-type: none">• Al aplicar el método de cascada neumática se debe tener en cuenta que se va a realizar diversas fuentes de alimentación según se requiera y lo mas recomendado es hasta cuatro ya que perderá fuerza según se avance.
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	ANEXO XXV
PRÁCTICA DE LABORATORIO		

CARRERA	CÓDIGO DE LA ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA	IELM706	Control Hidroneumática

PRÁCTICA N°	LABORATORIO:	Control Hidroneumático	DURACIÓN (HORAS)
7	NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	Método de corte de la señal de mando (diagrama tiempo movimiento)	

1	OBJETIVO
	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar la secuencia de trabajo A+B+B-A- utilizando el diagrama tiempo – movimiento, elementos neumáticos para observar su funcionamiento en el banco de pruebas

2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA
	<p>2.1. INTRODUCCIÓN</p> <p>Método de corte de la señal de mando</p> <p>2.2. EQUIPO, INSTRUMENTOS Y MATERIALES NECESARIOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Banco De Pruebas • Mangueras Y Acoples. • Cilindros De Doble Efecto con sus válvulas 3/2, accionamiento por rodillo • 2 Válvulas 5/2, accionamiento neumático biestable • Válvula 3/2, accionamiento PB • Unidad de mantenimiento • Compresor de Aire <p>2.3. TRABAJO PREPARATORIO</p> <p>Método de corte de la señal de mando</p>

Este tipo de circuito con señal de corte de mando todavía utilizado en la industria con el fin de resolver control doble.

Esta solución puede conducir a paradas imprevistas en la operación del sistema de control debido a la dificultad de ajustar la duración de la señal de control.

Es cortar la dirección del aire comprimido y así solo comandarlo solo a los actuadores que lo necesiten.

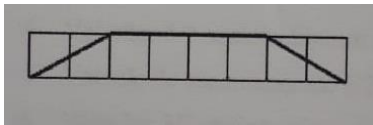
Ventajas y desventajas de corte de la señal de mando

Una ventaja de este método es la seguridad que proporciona al trabajador u operario de una empresa al trabajar bajo presión neumática e hidráulica.

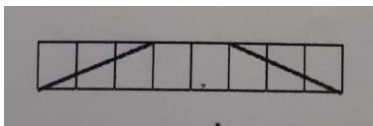
La desventaja es que no se puede utilizarlo en más de 5 grupos.

Diseño del diagrama tiempo movimiento

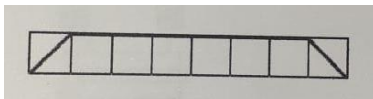
- En los diagramas de movimiento (espacio-fase o espacio-tiempo) se grafican, el espacio recorrido versus el tiempo.
- Velocidad normal



- Velocidad lenta



- Velocidad rápida



De este tipo de diagramas se obtiene también la secuencia de los cilindros. Con la letra mayúscula se define el cilindro con los signos + y - se denota las carreras de avance y retroceso. Ejemplo: A+, A-, B+, C+, C-, B-

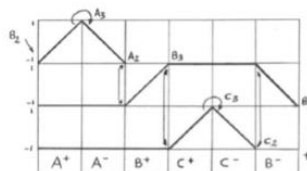


Figura 15 – Diagrama espacio – fase

Estos diagramas cobran gran importancia cuando se diseñan sistemas neumáticos con múltiples cilindros, como el método de cilindros en cascada. La forma de relacionar los movimientos de los diferentes cilindros sale justamente de este tipo de gráficos.

2.4. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

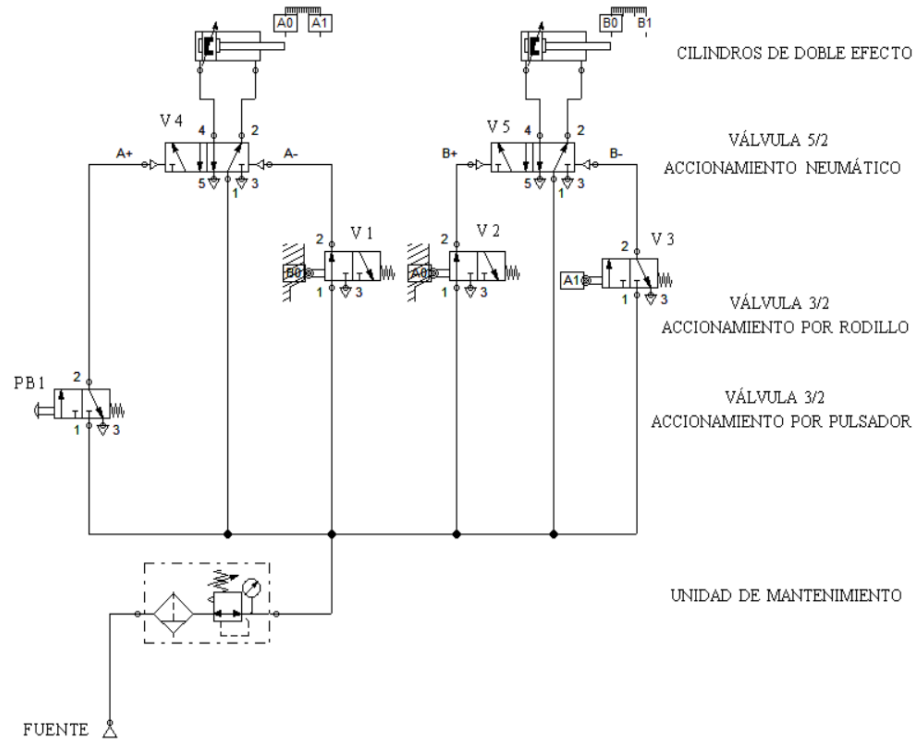
- Diseñar el circuito en el programa de simulación “FESTO FluidSIM” y comprobar su funcionamiento
- Seleccionar los equipos y elementos necesarios para dicha práctica
- Colocar los cilindros de doble efecto en el riel DIN respectivamente con sus finales de carrera neumáticos (válvulas 3/2 accionamiento por rodillo)
- Colocar la válvula 3/2, accionamiento por pulsador en el riel
- Colocar las 2 válvulas 5/2, accionamiento neumático
- Colocar la válvula reguladora de caudal
- Colocar la unidad de mantenimiento
- Unir cada uno de los elementos según la simulación de la secuencia planteada utilizando las mangueras respectivamente. Tomar en cuenta que:
 - Cada uno de los elementos presentan simbología que indican entradas y salidas de aire, guiándose en la siguiente tabla:

Parte	Letras	Números
Alimentación de aire	P	1
Salidas	A,B,C,D	2,4,6
Desfogues	R,S,T	3,5,7
Pilotajes	X,V,Z	12,14,15
Fugas	---	Números negativos

- En las válvulas distribuidoras 5/2, accionamiento neumático verificar por cuál de las dos vías de salida está desfogando el aire para así determinar a qué lado de la válvula es a+ y a- y así asegurar la posición de cada uno de los cilindros.
- Colocar la manguera de aire comprimido del compresor a la entrada de la unidad de mantenimiento. Para la alimentación del circuito en caso de que existan más puntos de conexión y para el suministro de aire utilizar los acoples en T
- Verificar que cada uno de las mangueras estén conectadas de manera segura comprobando que no exista ningún tipo de fuga.
- Alimentar con aire comprimido a los equipos instalados y abrir la válvula de paso de aire

- Accionar la válvula 3/2 accionamiento por pulsador, observar el funcionamiento revisando que cumpla la secuencia planteada.
- Desmontar cada uno de los elementos con mucho cuidado, presionando la parte inferior de la vincha de sujeción.
- Guardar los equipos utilizados correctamente en su respectivo lugar.

2.5. METODOLOGÍA Y TÉCNICA EXPERIMENTAL



3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Según el diagrama de tiempo movimiento existe control doble en A- y B+ accionados por b0 y a1 respectivamente lo cual esta secuencia de trabajo se necesita realizarlo por el método de cascada neumática en donde, al dividir en grupos 1 y 2 lo cual desactivaría al b0 y a1 para así continuar con la secuencia y eliminar el problema de control doble.

Este método es posible ya el número de grupos es inferior por lo tanto es factible hacerlo.

3.2. CUESTIONARIO

1.- ¿Para qué se utiliza el diagrama tiempo movimiento?

Se utiliza para ver la secuencia de trabajo de un sistema y así por medio del mismo observar o detectar el control doble y verlo quien lo origina.

2.- ¿Cree usted que existe desventajas en el diagrama tiempo movimiento?

Para mí no, ya que es una solución al problema de control doble la única desventaja podría ser que no se puede utilizar en grupos mayores a 5.

3.- Diseñe la secuencia A+B+C-B-A-C+ utilizando el diagrama tiempo movimiento

4 CONCLUSIONES

- El método de control de mando se refiere al cortar justamente la señal de mando lo cual produce el problema de control doble.

5 RECOMENDACIONES

- Es importante ver bien el diagrama de tiempo movimiento para localizar el control doble y quien lo origina.
- Debemos conectar bien las válvulas para su mejor funcionamiento.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	ANEXO XXVI
PRÁCTICA DE LABORATORIO		

CARRERA	CÓDIGO DE LA ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA	IELM706	Control Hidroneumática

PRÁCTICA N°	LABORATORIO:	Control Hidroneumático	DURACIÓN (HORAS)
8	NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	Corte de señal de mando electroneumático	

1	OBJETIVO
	<ul style="list-style-type: none"> Realizar la secuencia de trabajo A+B+B-A- utilizando las electroválvulas, LOGO siemens para conocer el funcionamiento del sistema electro neumático.

2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA
	<p>2.1. INTRODUCCIÓN</p> <p>Corte de señal de mando electro neumático</p> <p>2.2. EQUIPO, INSTRUMENTOS Y MATERIALES NECESARIOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Banco De Pruebas Mangueras Y Acoples 2 Cilindros De Doble Efecto Finales de carrera eléctrico (puede ser: solo a0, solo a1 o a0 y a1, depende de la habilidad de programador) 2 Electroválvulas 5/2 (ya sea de un solenoide o de doble solenoide, dependiendo la habilidad de programador) Pulsador Normalmente abierto LOGO siemens Válvula reguladora de caudal

- Unidad de mantenimiento
- Acoples en T
- Compresor de Aire

2.3. TRABAJO PREPARATORIO

Corte de señal de mando electro neumático

Este método es una forma de solucionar el problema de control doble. El fin de esto es que por medio de la programación y con la ayuda del diagrama tiempo movimiento se puede desactivar el solenoide que impide que realice otro movimiento.

Es el corte de la señal de una válvula de control es decir desactivar la señal que comanda el aire hacia el actuador para que así termine la secuencia de trabajo.

LOGO siemens

LOGO es el módulo lógico universal de Siemens.

LOGO lleva integrados:

- Control
- Unidad de manejo e indicación con iluminación de fondo
- Fuente de alimentación
- Interfaz para módulos de ampliación
- Interfaz para módulo de programación y cable para PC
- Funciones básicas muy utilizadas pre programada, por ejemplo: para conexión retardada, desconexión retardada, relés de corriente e interruptor de software
- Temporizador
- Marcas digitales y analógicas
- Entradas y salidas de función modelo

Con el LOGO se resuelve tareas enmarcadas en la técnica de instalación y en el ámbito doméstico (por ejemplo: alumbrado de escaleras, luz exterior, toldos, persianas, alumbrado de escaparates), así como en la construcción de armarios de distribución de máquinas y aparatos (por ejemplo: control de puertas, instalaciones de ventilación, bombas de agua no potable, etc.).

Electroválvulas

Esencialmente, consisten en una válvula neumática a la cual se le añade una bobina, por la que se hace pasar para generar un campo magnético que, finalmente, originara la conmutación en la corredera interna de la válvula, produciendo así el cambio de estado de trabajo de la misma.

2.4. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

- Diseñar el circuito en el programa de simulación “FESTO FluidSIM” y comprobar su funcionamiento

- Diseñar el circuito de control en el programa LOGO! Soft confort, aquí el programador realizara su circuito a su conveniencia, determinando cuantos solenoides y cuantos finales de carrera utilizará
- Seleccionar los equipos y elementos necesarios para dicha práctica
- Colocar los 2 cilindros de doble efecto en el riel DIN respectivamente con sus finales de carrera eléctricos.
- Colocar las 2 electroválvulas 5/2, (estas dependen de la programación de cada estudiante)
- Colocar la válvula reguladora de caudal
- Colocar la unidad de mantenimiento
- Colocar la placa del LOGO!

Para la parte de control:

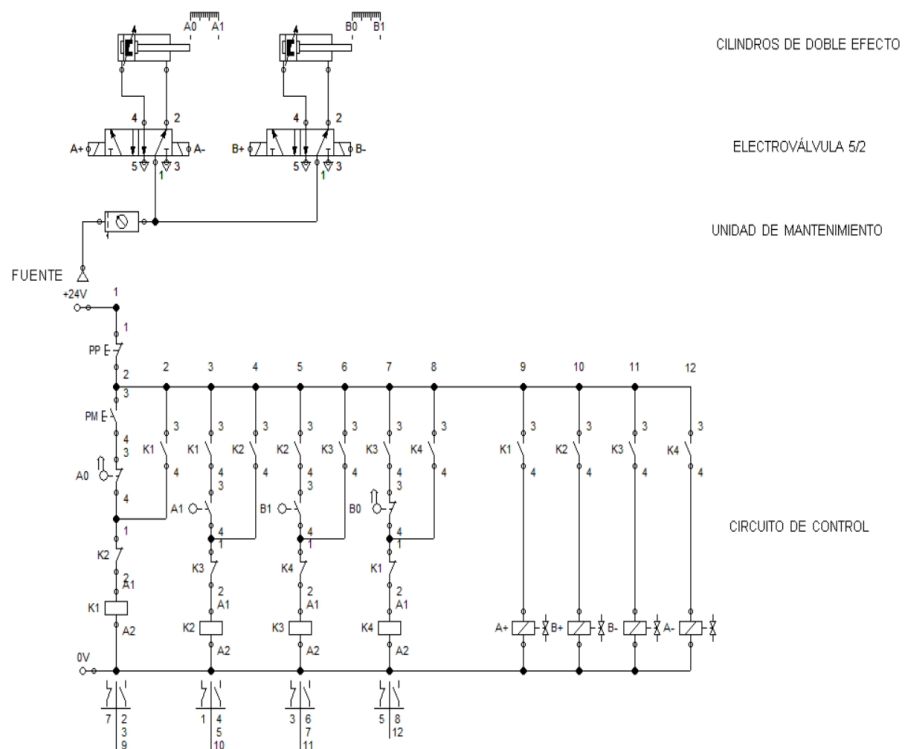
- Alimentar el LOGO!, tomar en cuenta en la descripción de la placa cual es fase y cual es neutro.
- Insertar los plugs machos en cada uno de las entradas y salidas del LOGO! Dependiendo de la configuración tomada en cuenta por parte del programador.
- Para conectar los finales de carrera eléctricos:
 - Tomar en cuenta que plug rojo fase y plug negro neutro
 - Conectar el plug rojo del final de carrera eléctrico a la fase de la alimentación y el plug negro a la entrada del LOGO! establecida por el programador (I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8)
- Para conectar los solenoides de las electroválvulas:
 - Tomar en cuenta que plug rojo fase y plug negro neutro
 - Dependiendo el número de salidas a utilizarse, conectar el número 1 de Qn a la fase de la alimentación, el número 2 de Qn al plug rojo del Solenoide, del plug negro conectar a neutro de la alimentación
- Conectar el cable del LOGO! a la PC, comprobando que exista conexión entre ambos
- Subir la programación al LOGO!

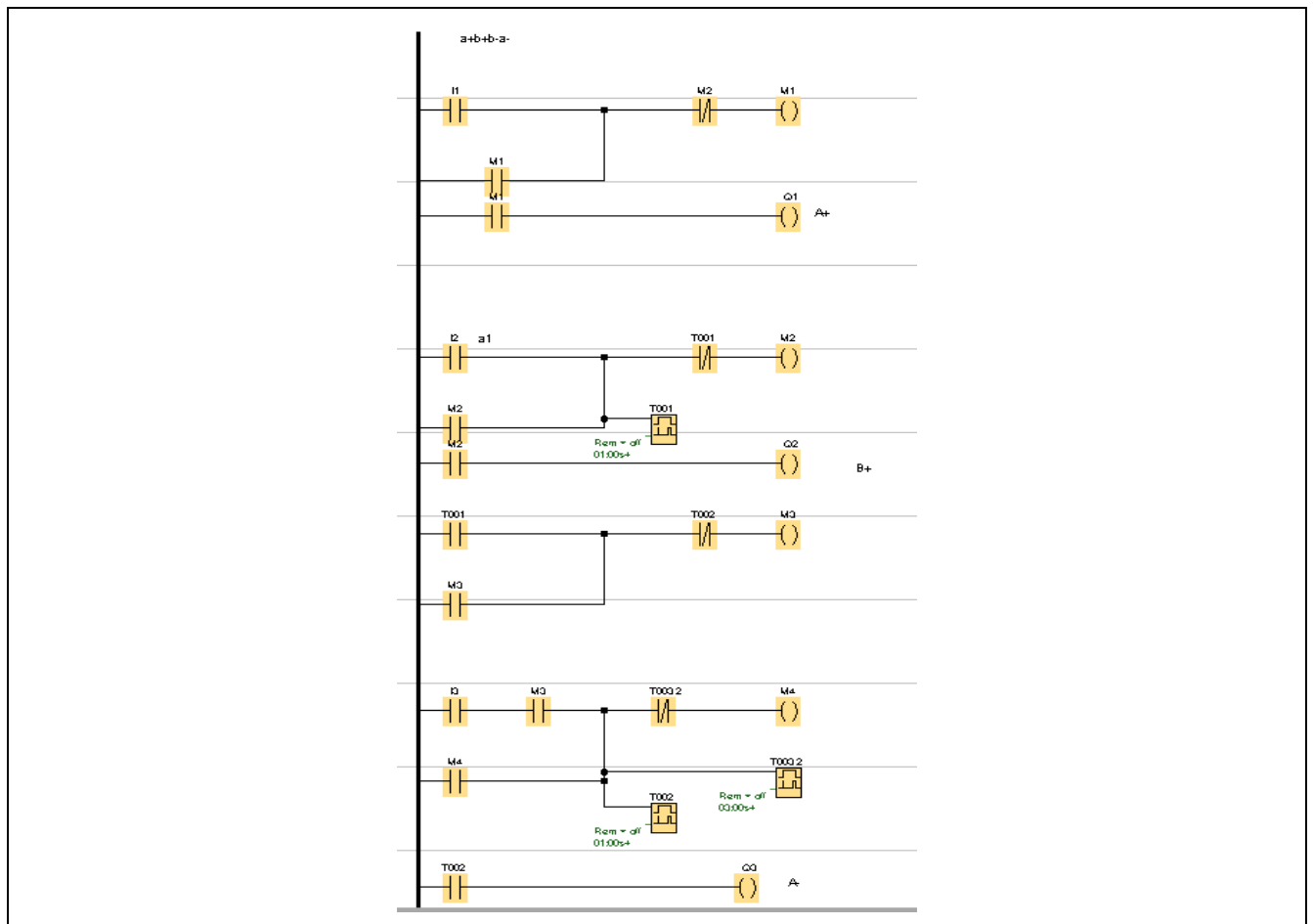
Para la parte de potencia o sistema neumático:

- Unir cada uno de los elementos según la simulación de la secuencia planteada utilizando las mangueras respectivamente. Tomar en cuenta que:
 - Cada uno de los elementos presentan simbología que indican entradas y salidas de aire
 - En la válvula distribuidora 5/2, accionamiento neumático verificar por cuál de las dos vías de salida está desfogando el aire para así determinar a qué lado de la válvula es a+ y a- y así asegurar la posición del cilindro.
- Colocar la manguera de aire comprimido del compresor a la entrada de la unidad de mantenimiento. Para la alimentación del circuito en caso de que existan más puntos de conexión y para el suministro de aire utilizar los acoples en T

- Verificar que cada uno de las mangueras estén conectadas de manera segura comprobando que no exista ningún tipo de fuga
- Alimentar con aire comprimido a los equipos instalados y abrir la válvula de paso de aire
- Accionar el Pulsador normalmente abierto y observar su funcionamiento revisando que cumpla la secuencia planteada.
- Desmontar cada uno de los elementos con mucho cuidado, presionando la parte inferior de la vincha de sujeción.
- Guardar los equipos utilizados correctamente en su respectivo lugar.

2.5. METODOLOGÍA Y TÉCNICA EXPERIMENTAL





3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este método de corte de señal de mando electro neumática ya no utilizamos las válvulas 3/2 para el control de aire, este se lo realiza a través de un LOGO donde realizamos el programa y la señal será comandada a través de los solenoides que harán actuar a los pistones.

El resultado de realizo con éxito ya que para esto se pudo en temporizador el cual desactivara los solenoides para así originar otro movimiento y terminar la secuencia.

3.2. CUESTIONARIO

1.- ¿Cómo funcionan las electroválvulas?

Funcionan con un solenoide el cual mediante corriente activa la válvula para así comandar el airea los respectivos actuadores.

2.- ¿Qué normas de seguridad recomienda tomar para realizar esta práctica?

- Conectar bien las polaridades en los solenoides ya que funciona con 24V cd.
- Conectar bien con cable aislado ya que puede ocasionar corto circuito.
- Tratar de conectar bien al logo ya que se podría quemar o dañarse.

3.- ¿De qué manera está elaborada la secuencia de trabajo?

Esta elaborada de la siguiente manera: Pb A+ a1 TEMP B+ b1 B- b0 TEMP A- a0

4 CONCLUSIONES


- El método de corte mando electro neumático también trabaja con el diagrama de movimiento la diferencia con el sistema de mando neumático es que se activa a los relés y selenoides y no con válvulas de control.

5 RECOMENDACIONES

- La programación se lo hace en software para logo y es necesario tomar las debidas precauciones al momento de conectar este tipo de LOGO ya que puede dañarse si se lo conecta mal.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

--

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	ANEXO XXVII
PRÁCTICA DE LABORATORIO		

CARRERA	CÓDIGO DE LA ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA	IELM706	Control Hidroneumática

PRÁCTICA N°	LABORATORIO:	Control Hidroneumático	DURACIÓN (HORAS)
9	NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	Método secuencial electro neumático	

1	OBJETIVO
	<ul style="list-style-type: none"> • Crear la secuencia de trabajo A+A- manipulando la electroválvula de doble solenoide, LOGO siemens 230RC, para conocer el funcionamiento del sistema electro neumático.

2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA
	<p>2.1. INTRODUCCIÓN</p> <p>Método secuencial electroneumático</p> <p>2.3. EQUIPO, INSTRUMENTOS Y MATERIALES NECESARIOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Banco De Pruebas • Mangueras Y Acoples • Cilindro De Doble Efecto • Finales de carrera eléctrico (puede ser: solo a0, solo a1 o a0 y a1, depende de la habilidad de programador) • Electroválvula 5/2 (ya sea de un solenoide o de doble solenoide, dependiendo la habilidad de programador) • Pulsador Normalmente abierto • LOGO siemens • Válvula reguladora de caudal

- Unidad de mantenimiento
- Acoples en T

Compresor de Aire

2.4. TRABAJO PREPARATORIO

Método secuencial electro neumático

Este método consiste en comandar las electroválvulas a través de un sistema de circuito realizado en el programa (PLC) el cual da la señal de activar los solenoides y así direccionar el aire comprimido.

Composición

Dentro de los elementos de un sistema electro neumático es importante reconocer la cadena de mando para elaborar un correcto esquema de conexiones. Cada uno de los elementos de la cadena de mando cumple una tarea determinada en el procesamiento y la transmisión de señales. La eficacia de esta estructuración de un sistema en bloques de funciones de ha comprobado en las siguientes tareas:

- Disposición de los elementos en el esquema de conexionado
- Especificación del tamaño nominal, la corriente nominal y la tensión nominal de los componentes eléctricos (bobinas, etc.)
- Estructura y puesta en marcha del mando
- Identificación de los componentes al efectuar trabajos de mantenimiento

2.4. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

- Diseñar el circuito en el programa de simulación “FESTO FluidSIM” y comprobar su funcionamiento
- Diseñar el circuito de control en el programa LOGO! Soft confort, aquí el programador realizara su circuito a su conveniencia, determinando cuantos solenoides y cuantos finales de carrera utilizará
- Seleccionar los equipos y elementos necesarios para dicha práctica
- Colocar el cilindro de doble efecto en el riel DIN respectivamente con sus finales de carrea eléctricos.
- Colocar las 2 electroválvulas 5/2, (estas dependen de la programación de cada estudiante)
- Colocar la válvula reguladora de caudal
- Colocar la unidad de mantenimiento
- Colocar la placa del LOGO!

Para la parte de control:

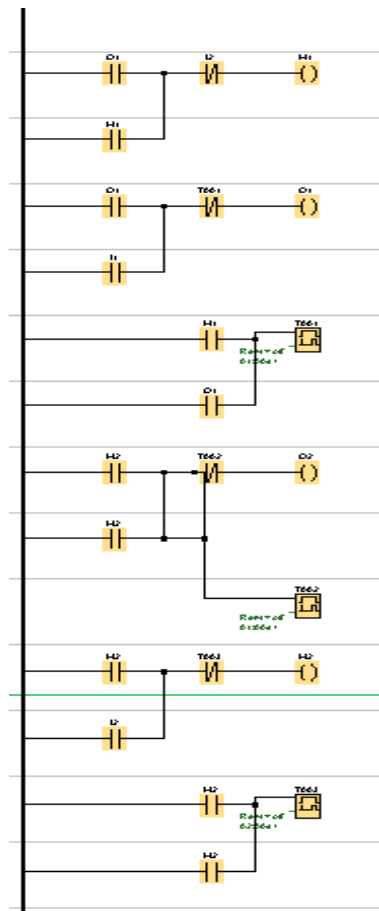
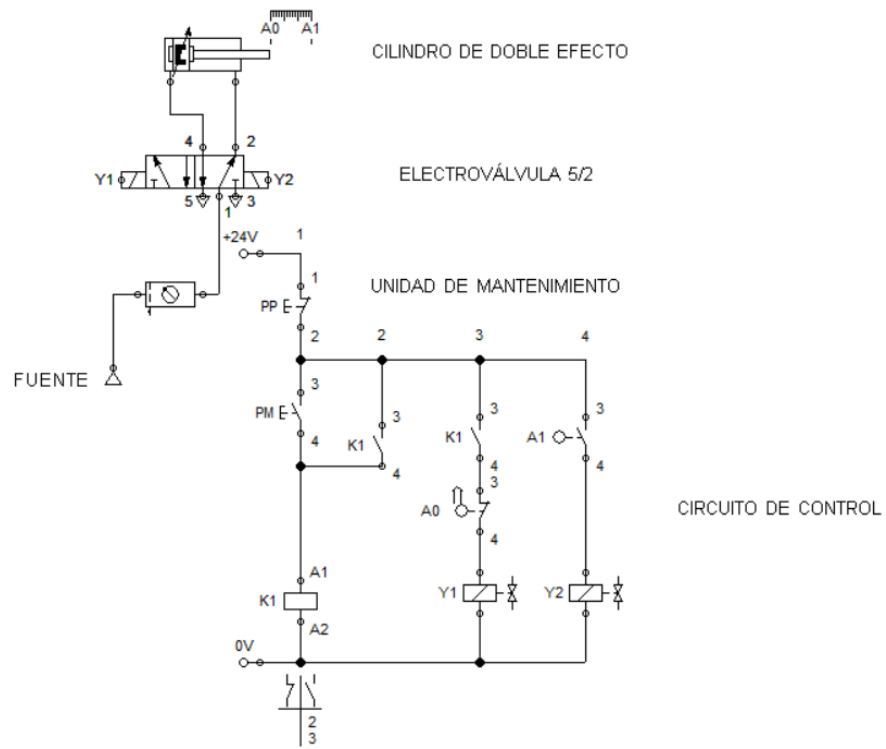
- Alimentar el LOGO!, tomar en cuenta en la descripción de la placa cual es fase y cual es neutro.
- Insertar los plugs machos en cada uno de las entradas y salidas del LOGO! Dependiendo de la configuración tomada en cuenta por parte del programador.
- Para conectar los finales de carrera eléctricos:
 - Tomar en cuenta que plug rojo fase y plug negro neutro

- Conectar el plug rojo del final de carrera eléctrico a la fase de la alimentación y el plug negro a la entrada del LOGO! establecida por el programador (I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8)
- Para conectar los solenoides de las electroválvulas:
 - Tomar en cuenta que plug rojo fase y plug negro neutro
 - Dependiendo el número de salidas a utilizarse, conectar el número 1 de Qn a la fase de la alimentación, el número 2 de Qn al plug rojo del Solenoide, del plug negro conectar a neutro de la alimentación
- Conectar el cable del LOGO! a la PC, comprobando que exista conexión entre ambos
- Subir la programación al LOGO!

Para la parte de potencia o sistema neumático:

- Unir cada uno de los elementos según la simulación de la secuencia planteada utilizando las mangueras respectivamente. Tomar en cuenta que:
 - Cada uno de los elementos presentan simbología que indican entradas y salidas de aire
 - En la válvula distribuidora 5/2, accionamiento neumático verificar por cuál de las dos vías de salida está desfogando el aire para así determinar a qué lado de la válvula es a+ y a- y así asegurar la posición del cilindro.
- Colocar la manguera de aire comprimido del compresor a la entrada de la unidad de mantenimiento. Para la alimentación del circuito en caso de que existan más puntos de conexión y para el suministro de aire utilizar los acoples en T
- Verificar que cada uno de las mangueras estén conectadas de manera segura comprobando que no exista ningún tipo de fuga
- Alimentar con aire comprimido a los equipos instalados y abrir la válvula de paso de aire
- Accionar el Pulsador normalmente abierto y observar su funcionamiento revisando que cumpla la secuencia planteada.
- Desmontar cada uno de los elementos con mucho cuidado, presionando la parte inferior de la vincha de sujeción.

2.5. METODOLOGÍA Y TÉCNICA EXPERIMENTAL




3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN
<p>3.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS</p> <p>Por medio de un PM accionamos un relé 1 y enclavamos el mismo, un contacto abierto del relé 1 y el contacto abierto de carrera a0 activamos A+, y con un contacto abierto de a1 activamos A-.</p> <p>El resultado se observa que la secuencia A+A- si cumple satisfactoriamente ya que los finales de carrera cumplen un papel importante en la secuencia de trabajo de este circuito.</p> <p>La secuencia es consecutiva y se puede detenerla gracias a un contacto cerrado PP el mismo que se pone al inicio como se ve en la figura.</p> <p>3.2. CUESTIONARIO</p> <p>1.- ¿Cómo funciona las electroválvulas biestables?</p> <p>A diferencia de las válvulas con retorno por muelle, está ya no posee el muelle y en su lugar se tiene otro accionamiento eléctrico, lo cual se puede comandar de los dos lados por esa razón son biestable ya que tienen dos solenoides.</p> <p>2.- ¿Qué normas de seguridad recomienda tomar para realizar esta práctica?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conectar bien las polaridades en los solenoides ya que funcionan con 24V cd • Conectar bien y con cable aislado ya que puede ocasionar un corto circuito • Tratar de conocer bien al logo ya que se podría quemar o dañarse <p>3.- ¿A través de que se controla esta secuencia?</p> <p>Se controla a través de un controlador (PLC) o también por relés y electroválvulas</p>	

4	CONCLUSIONES
<ul style="list-style-type: none"> • El método secuencial electro neumático también trabaja con el diagrama de movimiento la diferencia con el sistema de mando neumático es que se activa a los relés y solenoides y no con válvulas de control. 	

5	RECOMENDACIONES
<ul style="list-style-type: none"> • La programación se lo hace en software para logo y es necesario tomar las debidas precauciones al momento de conectar este tipo de LOGO ya que puede dañarse si se lo conecta mal. 	

6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	ANEXO XXVIII
PRÁCTICA DE LABORATORIO		

CARRERA	CÓDIGO DE LA ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA	IELM706	Control Hidroneumática

PRÁCTICA N°	LABORATORIO:	Control Hidroneumático	DURACIÓN (HORAS)
10	NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	Cascada Eléctrica	

1	OBJETIVO
	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar la secuencia de trabajo A+B+C+B-A-C- utilizando las electroválvulas LOGO, para conocer el funcionamiento de la cascada eléctrica.

2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA
	<p>2.1. INTRODUCCIÓN</p> <p>Cascada Eléctrica</p> <p>2.2. EQUIPO, INSTRUMENTOS Y MATERIALES NECESARIOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Banco De Pruebas • Mangueras Y Acoples • 3 Cilindros De Doble Efecto • Finales de carrera eléctrico (puede ser: solo a0, solo a1 o a0 y a1, depende de la habilidad de programador) • 3 Electroválvulas 5/2 (ya sea de un solenoide o de doble solenoide, dependiendo la habilidad de programador) • Pulsador Normalmente abierto • LOGO siemens • Válvula reguladora de caudal

- Unidad de mantenimiento
- Acoples en T

Compresor de Aire

2.3. TRABAJO PREPARATORIO

1.- ¿Qué es cascada eléctrica?

Consiste en determinar la secuencia de trabajo mediante grupos para establecer el movimiento de los pistones, pero en un determinado tiempo en el caso de utilizar el mando mediante el LOGO pues en la programación se utilizará un determinado grupo de relés para dar el movimiento y así cumplir el objetivo de cascada eléctrica que eliminará el control doble.

2.- ¿Cuáles son los captadores de señal eléctrica para programación de secuencia de trabajo?

Es un dispositivo encargado de recoger o captar un tipo de información en el sistema para realimentarla. Podemos decir por lo tanto que es un transductor que se coloca en el lazo de realimentación de un sistema cerrado para recoger información de la salida (no suele ser de tipo eléctrico) y adaptarla para poder ser comparada con la señal de referencia. Suele incluir al sensor. En sistemas de lazo abierto o incluso en definiciones de diversos autores, captador y sensor suelen ser la misma cosa.

3. ¿Diseñe una secuencia de trabajo A+B+B-C+C-A-?

PBA+_a1B+_b1B-_b0C+_c1C-_c0A-_a0

2.4. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

- Diseñar el circuito en el programa de simulación “FESTO FluidSIM” y comprobar su funcionamiento
- Diseñar el circuito de control en el programa LOGO! Soft confort, aquí el programador realizara su circuito a su conveniencia, determinando cuantos solenoides y cuantos finales de carrera utilizará
- Seleccionar los equipos y elementos necesarios para dicha práctica
- Colocar los 3 cilindros de doble efecto en el riel DIN respectivamente con sus finales de carrera eléctricos.
- Colocar las 3 electroválvulas 5/2, (estas dependen de la programación de cada estudiante puede colocar ya sea electroválvula 5/2 de doble selenoide o electroválvula 5/2 de un solo selenoide)
- Colocar la válvula reguladora de caudal
- Colocar la unidad de mantenimiento
- Colocar la placa del LOGO!

Para la parte de control:

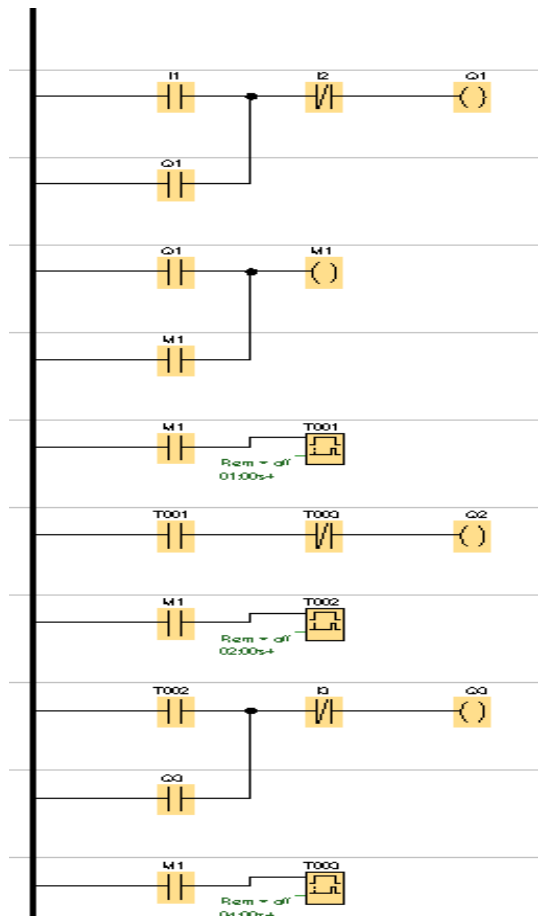
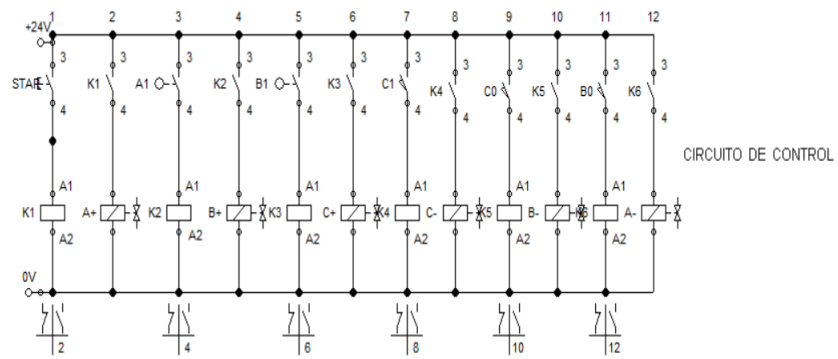
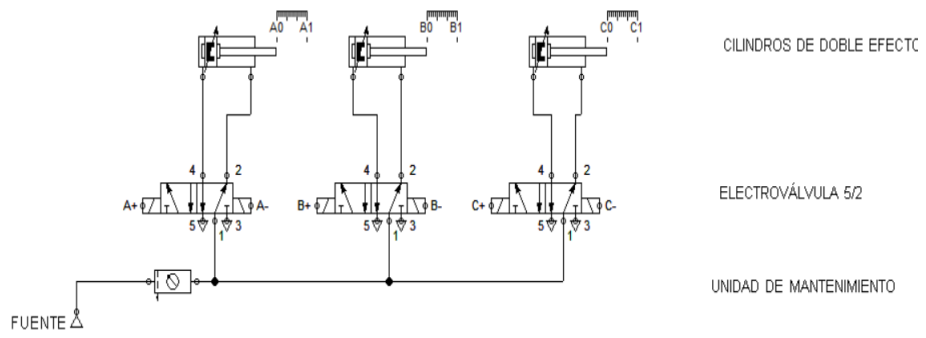
- Alimentar el LOGO!, tomar en cuenta en la descripción de la placa cual es fase y cual es neutro.
- Insertar los plugs machos en cada uno de las entradas y salidas del LOGO! Dependiendo de la configuración tomada en cuenta por parte del programador.

- Para conectar los finales de carrera eléctricos:
 - Tomar en cuenta que plug rojo fase y plug negro neutro
 - Conectar el plug rojo del final de carrera eléctrico a la fase de la alimentación y el plug negro a la entrada del LOGO! establecida por el programador (I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8)
- Para conectar los solenoides de las electroválvulas:
 - Tomar en cuenta que plug rojo fase y plug negro neutro
 - Dependiendo el número de salidas a utilizarse, conectar el número 1 de Qn a la fase de la alimentación, el número 2 de Qn al plug rojo del Solenoide, del plug negro conectar a neutro de la alimentación
- Conectar el cable del LOGO! a la PC, comprobando que exista conexión entre ambos
- Subir la programación al LOGO!


Para la parte de potencia o sistema neumático:

- Unir cada uno de los elementos según la simulación de la secuencia planteada utilizando las mangueras respectivamente. Tomar en cuenta que:
 - Cada uno de los elementos presentan simbología que indican entradas y salidas de aire
 - En la válvula distribuidora 5/2, accionamiento neumático verificar por cuál de las dos vías de salida está desfogando el aire para así determinar a qué lado de la válvula es a+ y a- y así asegurar la posición del cilindro.
- Colocar la manguera de aire comprimido del compresor a la entrada de la unidad de mantenimiento. Para la alimentación del circuito en caso de que existan más puntos de conexión y para el suministro de aire utilizar los acoples en T
- Verificar que cada uno de las mangueras estén conectadas de manera segura comprobando que no exista ningún tipo de fuga
- Alimentar con aire comprimido a los equipos instalados y abrir la válvula de paso de aire
- Accionar el Pulsador normalmente abierto y observar su funcionamiento revisando que cumpla la secuencia planteada.
- Desmontar cada uno de los elementos con mucho cuidado, presionando la parte inferior de la vincha de sujeción.
- Guardar los equipos utilizados correctamente en su respectivo lugar.

2.5. METODOLOGÍA Y TÉCNICA EXPERIMENTAL



3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN
<p>3.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS</p> <p>3.2. CUESTIONARIO</p> <p>1.- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del método de cascada eléctrica?</p> <p>Ventajas: reduce la problemática de tener control doble en el sistema de control neumático mediante utilizando la diferente aplicación del número de grupos o relés de activación que permiten activar el sistema sin riesgos de tener el control doble.</p> <p>2.- ¿Qué normas de seguridad recomienda tomar para realizar esta práctica?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Siempre cuando se utiliza energía eléctrica se recomienda utilizar un multímetro para dedición de corriente y voltaje que se tenga en una determinada fuente para trabajar • Para la conexión de acoples y dispositivos en el sistema tener en cuenta que el módulo este en stop <p>3.- ¿Diseñe una secuencia de trabajo A+B+B-C+C-A- en el método de cascada eléctrica?</p> <p>PBA+_a1B+_b1B-_b0C+_c1C-_c0A-_a0</p>	
4	CONCLUSIONES
<ul style="list-style-type: none"> • El método de cascada eléctrica es uno de los métodos más factibles para el control neumático ya que debido al control con un autómatas programable este tenga menor cantidad de elementos neumáticos. • Este método trabaja con el número de relés internos a contrario del control netamente neumático que trabaja con número de grupo de válvulas entonces se utiliza menor válvulas. 	
5	RECOMENDACIONES
<ul style="list-style-type: none"> • Se recomienda utilizar el método de cascada eléctrica en remplazo de los métodos netamente neumáticos por lo que se utiliza menor equipo neumático y su valor económico es más eficiente. • Utilizar las protecciones adecuadas para este tipo de prácticas. 	
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	ANEXO XXIX
PRÁCTICA DE LABORATORIO		

CARRERA	CÓDIGO DE LA ASIGNATURA	NOMBRE DE LA ASIGNATURA
INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA	IELM706	Control Hidroneumática

PRÁCTICA N°	LABORATORIO:	Control Hidroneumático	DURACIÓN (HORAS)
11	NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	Cascada Eléctrica con PLC	

1	OBJETIVO
<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar la secuencia de trabajo A+B+C+B-A-C- utilizando las electroválvulas mediante la programación del PLC, para conocer el funcionamiento de la cascada eléctrica. 	

2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA
<p>2.1. INTRODUCCIÓN</p> <p>Cascada Eléctrica</p> <p>3.2. EQUIPO, INSTRUMENTOS Y MATERIALES NECESARIOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Banco De Pruebas • Mangueras Y Acoples • 2 Cilindros De Doble Efecto • Finales de carrera eléctrico (puede ser: solo a0, solo a1 o a0 y a1, depende de la habilidad de programador) • 2 Electroválvulas 5/2 (ya sea de un solenoide o de doble solenoide, dependiendo la habilidad de programador) • Pulsador Normalmente abierto • PLC 	

- Válvula reguladora de caudal
- Unidad de mantenimiento
- Acoples en T
- Compresor de Aire

3.3. TRABAJO PREPARATORIO

1.- ¿Qué es cascada eléctrica?

Consiste en determinar la secuencia de trabajo mediante grupos para establecer el movimiento de los pistones, pero en un determinado tiempo en el caso de utilizar el mando mediante el LOGO pues en la programación se utilizará un determinado grupo de relés para dar el movimiento y así cumplir el objetivo de cascada eléctrica que eliminará el control doble.

2.- ¿Cuáles son los captadores de señal eléctrica para programación de secuencia de trabajo?

Es un dispositivo encargado de recoger o captar un tipo de información en el sistema para realimentarla. Podemos decir por lo tanto que es un transductor que se coloca en el lazo de realimentación de un sistema cerrado para recoger información de la salida (no suele ser de tipo eléctrico) y adaptarla para poder ser comparada con la señal de referencia. Suele incluir al sensor. En sistemas de lazo abierto o incluso en definiciones de diversos autores, captador y sensor suelen ser la misma cosa.

4. ¿Diseñe una secuencia de trabajo A+B+B-C+C-A-?

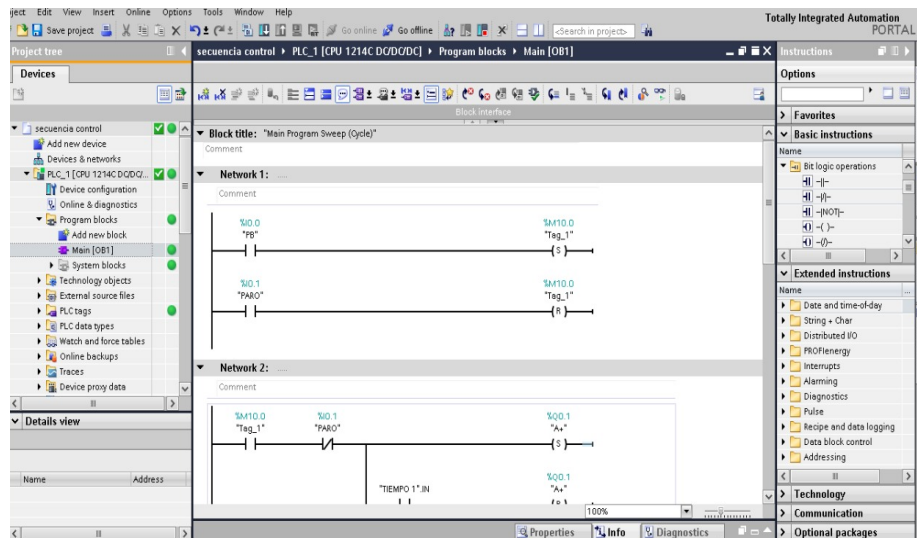
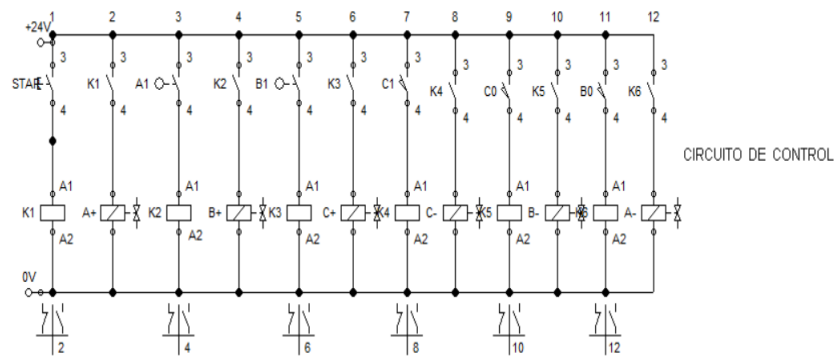
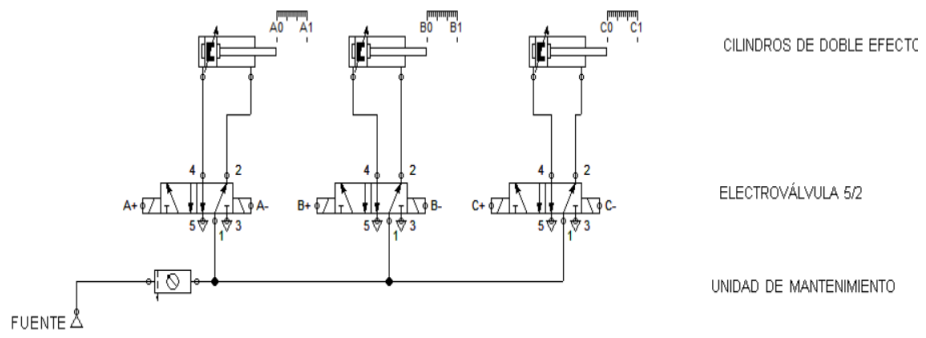
PBA+_a1B+_b1B-_b0C+_c1C-_c0A-_a0

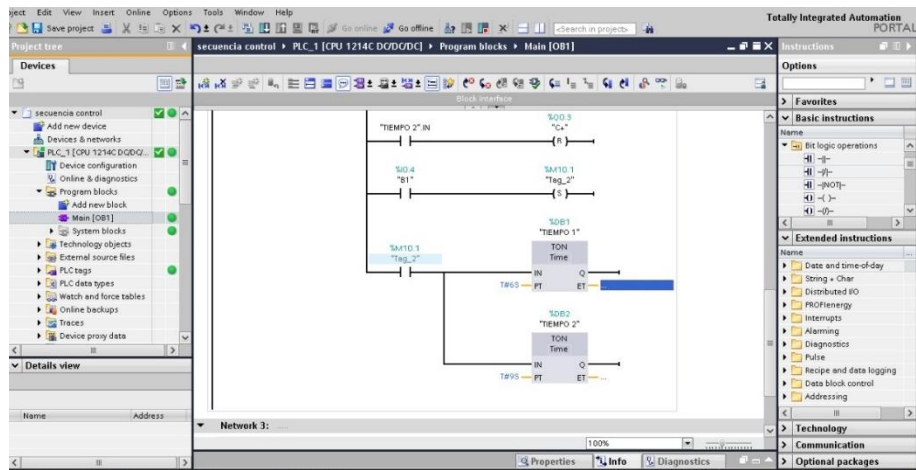
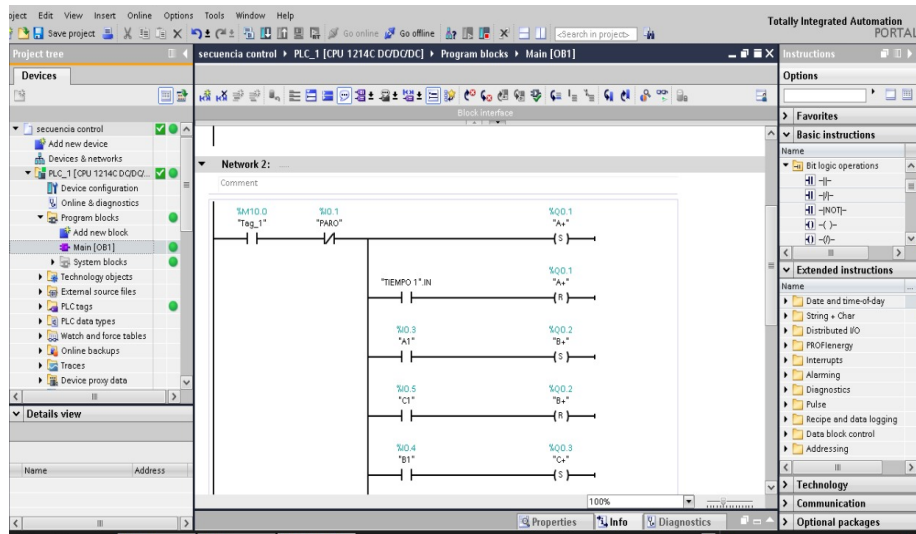
4.2. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

- Diseñar el circuito en el programa de simulación “FESTO FluidSIM” y comprobar su funcionamiento
- Diseñar el circuito de control en el programa PLC sim, aquí el programador realizará su circuito a su conveniencia, determinando cuantas entradas y salidas requiere según los solenoides y finales de carrera utilizará
- Seleccionar los equipos y elementos necesarios para dicha práctica
- Colocar los 3 cilindros de doble efecto en el riel DIN respectivamente con sus finales de carrera eléctricos.
- Colocar las 3 electroválvulas 5/2, (estas dependen de la programación de cada estudiante puede colocar ya sea electroválvula 5/2 de doble solenoide o electroválvula 5/2 de un solo solenoide)
- Colocar la válvula reguladora de caudal
- Colocar la unidad de mantenimiento
- Colocar la placa del PLC
- Para la parte de control:
- Alimentar el PLC, tomar en cuenta en la descripción de la placa cual es fase y cual es neutro.

- Insertar los plugs machos en cada uno de las entradas y salidas del PLC Dependiendo de la configuración tomada en cuenta por parte del programador.
- Para conectar los finales de carrera eléctricos:
- Tomar en cuenta que plug rojo fase y plug negro neutro
- Conectar el plug rojo del final de carrera eléctrico a la fase de la alimentación y el plug negro a la entrada del PLC establecida por el programador (I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8)
- Para conectar los solenoides de las electroválvulas:
- Tomar en cuenta que plug rojo fase y plug negro neutro
- Dependiendo el número de salidas a utilizarse, conectar el número 1 de Qn a la fase de la alimentación, el número 2 de Qn al plug rojo del Solenoide, del plug negro conectar a neutro de la alimentación
- Conectar el cable del PLC a la PC, comprobando que exista conexión entre ambos
- Subir la programación al PLC
- Para la parte de potencia o sistema neumático:
- Unir cada uno de los elementos según la simulación de la secuencia planteada utilizando las mangueras respectivamente. Tomar en cuenta que:
- Cada uno de los elementos presentan simbología que indican entradas y salidas de aire
- En la válvula distribuidora 5/2, accionamiento neumático verificar por cuál de las dos vías de salida está desfogando el aire para así determinar a qué lado de la válvula es a+ y a- y así asegurar la posición del cilindro.
- Colocar la manguera de aire comprimido del compresor a la entrada de la unidad de mantenimiento. Para la alimentación del circuito en caso de que existan más puntos de conexión y para el suministro de aire utilizar los acoples en T
- Verificar que cada uno de las mangueras estén conectadas de manera segura comprobando que no exista ningún tipo de fuga
- Alimentar con aire comprimido a los equipos instalados y abrir la válvula de paso de aire
- Accionar el Pulsador normalmente abierto y observar su funcionamiento revisando que cumpla la secuencia planteada.
- Desmontar cada uno de los elementos con mucho cuidado, presionando la parte inferior de la vincha de sujeción.
- Guardar los equipos utilizados correctamente en su respectivo lugar.

4.3. METODOLOGÍA Y TÉCNICA EXPERIMENTAL





Name	Address	Display format	Monitor/Modify value	Bits	Consistent modify	Comment
"P0".P	%I0.0.P	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/>	
"PARO".P	%I0.1.P	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/>	
"A1".P	%I0.3.P	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/>	
"B1".P	%I0.4.P	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/>	
"C1".P	%I0.5.P	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/>	
"A+."	%Q0.1	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/>	
"B+."	%Q0.2	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/>	
"C+."	%Q0.3	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/>	
"TIEMPO 1".Q	%Q0.3	Bool	FALSE		<input type="checkbox"/>	
"TIEMPO 1".ET		Time	T#0MS		<input type="checkbox"/>	

3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN
----------	-------------------------------

3.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.4. CUESTIONARIO

1.- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del método de cascada eléctrica?

Ventajas: reduce la problemática de tener control doble en el sistema de control neumático mediante utilizando la diferente aplicación del número de grupos o relés de activación que permiten activar el sistema sin riesgos de tener el control doble.

2.- ¿Qué normas de seguridad recomienda tomar para realizar esta práctica?

- Siempre cuando se utiliza energía eléctrica se recomienda utilizar un multímetro para dedición de corriente y voltaje que se tenga en una determinada fuente para trabajar
- Para la conexión de acoples y dispositivos en el sistema tener en cuenta que el módulo este en stop

3.- ¿Qué es un PLC?

4	CONCLUSIONES
----------	---------------------

- El método de cascada eléctrica es uno de los métodos más factibles para el control neumático ya que debido al control con un autómata programable este tenga menor cantidad de elementos neumáticos.
- Este método trabaja con el número de relés internos a contrario del control netamente neumático que trabaja con número de grupo de válvulas entonces se utiliza menor válvulas.

5	RECOMENDACIONES
----------	------------------------

- Se recomienda utilizar el método de cascada eléctrica en remplazo de los métodos netamente neumáticos por lo que se utiliza menor equipo neumático y su valor económico es más eficiente.
- Utilizar las protecciones adecuadas para este tipo de prácticas.

6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
----------	-----------------------------------

--