

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

**DISEÑO DE SISTEMA DE PERFORACIÓN NEUMÁTICO CONTROLADO
MEDIANTE PLC SIEMENS**

Trabajo de Titulación para optar al Título
Profesional de Ingeniero de Ejecución en
CONTROL E INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL

Alumno:

Carlos Javier Torres Abarca

Profesor Guía:

Ing. Loreto Marín Carcey

2019

RESUMEN

KEYWORDS: ACTUALIZACIÓN DE CONTENIDOS – MAQUETA DIDÁCTICA – LABORATORIO ELECTRO-HIDRONEUMÁTICA – CONTROL ELECTRÓNICO DE SISTEMAS NEUMÁTICOS

La Universidad Técnica Federico Santa María se caracteriza por entregar Técnicos e Ingenieros de primer nivel a las empresas del país y del mundo, por lo tanto, siempre tiene que estar en constante actualización sobre las nuevas tecnologías presentes en el mercado.

El proyecto mostrado a continuación está destinado a realizar una mejora del laboratorio de Electro-Hidroneumática en el tema de actualización de nuevos contenidos, debido que los sistemas de control ocupados en el laboratorio están siendo sustituidos por equipamiento más avanzados implementados en la industria.

La solución de esta problemática se desarrolló con una serie de consultas a los profesores del área mecánica y del área de control, identificando cuál será la alternativa más favorable para la Universidad y para los estudiantes. Entre las posibles soluciones se caracterizan las siguientes: Adquisición de nueva tecnología, charlas y visitas, maqueta didáctica, no realizar ninguna acción.

Tras un análisis se determinó realizar la maqueta didáctica, la cual consiste en diseñar un sistema de perforación en dos puntos mediante cuatro cilindros neumáticos. El sistema neumático se vinculará a un controlador lógico programable, ya que este presenta grandes ventajas con respecto a los sistemas de control neumáticos y eléctricos ocupados en el laboratorio, debido a que estos sistemas solo pueden realizar el funcionamiento de operación de la maqueta. El nuevo sistema de control agregará a la maqueta las siguientes características:

- Modalidades de funcionamiento
- Visualización mediante una pantalla táctil
- Detección de fallas e identificación de estas
- Configuración mediante el software TIA Portal

Teniendo todos los aspectos técnicos de la maqueta se detallarán los materiales e instrumentos a utilizar, el personal que deberá trabajar en su construcción, las técnicas de las capacitaciones a los profesores y el mantenimiento que será realizado durante el semestre.

Cuando la Universidad autorice la realización del proyecto y se cumplan todos los puntos anteriormente mencionados, se tendrá una nueva herramienta para el laboratorio de Electro-Hidroneumática, logrando de este modo que los futuros estudiantes estén mejor calificados para desempeñar sus tareas en el mundo laboral.

ÍNDICE

RESUMEN	
SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS	
INTRODUCCIÓN	1
 CAPÍTULO 1: IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	
1.1. LA UNIVERSIDAD	3
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.2.1. Definición del problema	4
1.2.2. Importancia de resolverlo	5
1.3. INVOLUCRADOS	6
1.4. REQUERIMIENTOS	7
1.5. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	8
1.5.1. Adquisición de nueva tecnología	9
1.5.2. Charlas y visitas	9
1.5.3. Maqueta didáctica	9
1.5.4. No realizar ninguna acción	9
1.6. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	10
1.6.1. Solución escogida	10
1.7. OBJETIVOS	12
1.7.1. Objetivo general	12
1.7.2. Objetivos específicos	12
 CAPÍTULO 2: DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN	
2.1. FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUETA DIDACTICA	14
2.2. DISEÑO NEUMÁTICO DEL SISTEMA	23
2.2.1. Cilindros neumáticos	24
2.2.2. Válvulas distribuidoras	25
2.2.3. Válvula estranguladora	27
2.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE MANIPULACION Y MONITOREO DE LA MAQUETA	27
2.3.1. Sensores	28
2.3.2. Sistema de control de la maqueta en lenguaje Ladder	29
2.3.3. Diseño de la pantalla HMI	30
2.3.3.1. Imagen raíz	31

2.3.3.2. Visualización	33
2.3.3.3. Diagnóstico	34
2.4. DIAGRAMA DE FLUJO	36
2.5. PLANO DE CONEXIONES	39

CAPÍTULO 3: ESTUDIO DE COSTOS Y FUTURA INSTALACIÓN

3.1. INSTRUMENTOS Y RECURSOS HUMANOS	43
3.1.1. Costos de instrumentos y materiales	43
3.1.2. Costos de recursos humanos	46
3.2. CAPACITACIONES	47
3.2.1. Etapa teórica	48
3.2.2. Etapa práctica	48
3.3. MANTENIMIENTO	50
3.3.1. Mantenimiento preventivo	50
3.3.2. Mantenimiento correctivo	51
3.4. COSTOS FINALES DEL PROYECTO	52
3.5. SEGURIDAD PARA EL ESTUDIANTE	52

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO A: COTIZACIÓN DE PRODUCTOS MARCA FESTO

ANEXO B: COTIZACIÓN DE PRODUCTOS MARCA SIEMENS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1	Diagrama Causa-Efecto	4
Figura 1-2	Sistema de perforación neumático	11
Figura 2-1	Ubicación de componentes	15
Figura 2-2	Visualización de componentes	15
Figura 2-3	Posición inicial de la maqueta	16
Figura 2-4	Pieza ubicada en la primera posición	16
Figura 2-5	Aprisionamiento primera posición	17
Figura 2-6	Taladro encendido primera posición	17
Figura 2-7	Perforación primera posición	18
Figura 2-8	Taladro encendido primera posición perforado	18
Figura 2-9	Pieza ubicada en la primera posición perforado	19
Figura 2-10	Pieza ubicada en la segunda posición	19
Figura 2-11	Aprisionamiento segunda posición	20
Figura 2-12	Taladro encendido segunda posición	20
Figura 2-13	Perforación segunda posición	21
Figura 2-14	Taladro encendido segunda posición perforado	21
Figura 2-15	Pieza ubicada en la segunda posición perforado	22
Figura 2-16	Retroceder cilindro A	22
Figura 2-17	Pieza extraída	23
Figura 2-18	Válvula distribuidora 5/2	26
Figura 2-19	Válvula distribuidora 3/2	26
Figura 2-20	Válvula distribuidora 5/3	27
Figura 2-21	Enlace entre PLC Siemens y pantalla táctil	27
Figura 2-22	PLC Siemens, DC/DC/DC	30
Figura 2-23	Pantalla táctil HMI KTP700 Basic PN	31
Figura 2-24	Imagen raíz Panel táctil	32
Figura 2-25	Visualización Panel táctil	33
Figura 2-26	Visualización Panel táctil (primer accionamiento)	34
Figura 2-27	Diagnóstico Panel táctil	35
Figura 2-28	Diagnóstico Panel táctil (Baja presión)	35
Figura 2-29	Diagrama de flujo	36
Figura 2-30	Continuación N°1 Diagrama de flujo	37
Figura 2-31	Continuación N°2 Diagrama de flujo	38
Figura 2-32	Plano sensores, actuadores al PLC	40
Figura 2-33	Conexión del PLC al taladro	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1	Interesados dentro de la Universidad	6
Tabla 1-2	Interesados externos a la Universidad	7
Tabla 1-3	Requerimientos del proyecto	7
Tabla 1-4	Continuación requerimientos del proyecto	8
Tabla 1-5	Clasificación de alternativas	10
Tabla 1-6	Resultados evaluados en comparación de alternativas	10
Tabla 2-1	Componentes neumáticos a utilizar	24
Tabla 2-2	Ubicación de los sensores de proximidad	29
Tabla 3-1	Costos de materiales e instrumentos	43
Tabla 3-2	Continuación n°1 costos de materiales e instrumentos	44
Tabla 3-3	Continuación n°2 costos de materiales e instrumentos	45
Tabla 3-4	Costo del personal por hora	46
Tabla 3-5	Costo total del personal	47
Tabla 3-6	Horario de capacitación a profesores	47
Tabla 3-7	Costo de capacitaciones	49
Tabla 3-8	Materiales para realizar mantenimiento preventivo	51
Tabla 3-9	Costos finales	52

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

A. SIGLAS

PLC	: Controlador Lógico Programable
HMI	: Interfaz Hombre Maquina
CPU	: Unidad Central de Procesamiento
AC	: Corriente alterna
DC	: Corriente continua
TIA	: Total Integrador Automatizador
PN	: Profinet
KB	: Kilobytes
DI	: Entrada digital
DO	: Salida digital
AI	: Entrada análogas

B. SIMBOLOGÍAS

5/2	:5 vías y 2 posiciones
3/2	:3 vías y 2 posiciones
5/3	:5 vías y 3 posiciones
mm	: Milímetros
N	: Newton
Volt	: Voltaje
kB	: Kilobyte
Hz	: Hertz
mA	: Miliamperios
m	: Metros
W	: Watt

INTRODUCCIÓN

Los objetivos que tienen todas las empresas es entregar un bien de consumo o satisfacer una necesidad, si las empresas no logran cumplir con sus objetivos esta desaparecerá. Muchos de estos están destinados en la etapa de producción en donde trabajan los operadores y los técnicos, ellos interactúan con diferentes herramientas y maquinarias para cumplir los objetivos de la empresa. A medida que pasa el tiempo la tecnología se va actualizando, otorgando grandes ventajas para el cumplimiento de las tareas de la empresa como, por ejemplo:

- Reducción del tiempo de la realización de las tareas.
- Mayor seguridad al momento de realizarlas.
- Reducción de costos de mantenimiento.
- Entre otros

Muchas empresas trabajan con componentes neumáticos e hidráulicos, como por ejemplo los compresores, motores y cilindros, este último es usado con mayor frecuencia debido a que es un componente pequeño y produce gran fuerza, además, tiene una gran velocidad de respuesta.

Las empresas como FESTO y SMC se encargan de producir componentes neumáticos de tecnología de punta. Para adquirir estos productos es necesario contactar con sus distribuidores autorizados a lo largo del país.

Como se mencionó la tecnología se va actualizando, lo mismo sucede con los componentes neumáticos. Los técnicos y operadores tienen que actualizarse con las nuevas tecnologías que llegan a la empresa debido a que ayudará a cumplir con los objetivos.

La Universidad Técnica Federico Santa María Sede Viña del Mar, posee en su interior un laboratorio de Electro-Hidroneumática encargado de preparar a los estudiantes sobre los componentes neumáticos ocupados en la industria, enseñando de una manera teórica y práctica estos contenidos. El laboratorio se compone de una serie de computadores en el cual posee programas de simulación donde los estudiantes pueden diseñar circuitos neumáticos e hidráulicos, dando mayor énfasis a los cilindros neumáticos. Las simulaciones se realizan para luego ser probadas en una serie de tableros ubicados en el mismo laboratorio. Estos tableros contienen cilindros neumáticos, válvulas distribuidoras, mangueras, entre otros.

Actualmente no se enseñan nuevos contenidos en el laboratorio, debido a que no se ha invertido en él con nuevos componentes neumáticos utilizados en la industria. Es de suma importancia poder corregir esta situación.

A continuación, se dará a conocer la solución propuesta, para resolver el problema de escasez de contenidos sobre control de componentes neumáticos que afectan al laboratorio de Electro-Hidroneumática de la Universidad.

CAPÍTULO 1: IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El proyecto se encarga de preparar a los estudiantes de la Universidad Técnica Federico Santa María Sede Viña del Mar, con conocimientos más avanzados en el área de control electrónico de sistemas neumáticos, ya que actualmente en las industrias se está requiriendo más precisión en la realización de las tareas que realizan estas máquinas.

En el presente capítulo se muestra la historia de la Universidad, la importancia del problema y sus posibles soluciones.

1.1. LA UNIVERSIDAD

Don Federico Santa María deseaba contribuir con el progreso material y ampliar el horizonte cultural de su nación, por lo cual sienta las bases de la institución en su testamento en París en el año 1920.

La ciudadela universitaria fue diseñada por los arquitectos Josué Smith Solar y José Smith Miller -padre e hijo. Levantan una obra magnífica que puede compararse con las universidades más prestigiosas de Europa y de Estados Unidos.

La Universidad Técnica Federico Santa María se inauguró en el año 1932 con la Escuela de Artes y Oficios y el Colegio de Ingenieros José Miguel Carrera, iniciándose con ello las actividades académicas.

En sus primeros años consolida su excelencia y calidad, no solo en el crecimiento educativo y enseñanza de sus alumnos, sino también en la extensión cultural y aporte constante a la sociedad.

El 9 de octubre de 1966, con la presencia del presidente de la república el señor Eduardo Frei Montalva, en el sector del Olivar se coloca la primera piedra de la actual sede Viña del Mar José Miguel Carrera, dado el crecimiento que había experimentado la Escuela de Artes y Oficios, que en esos años operaba en Campus Casa Central Valparaíso.

La sede inicia sus actividades en el año 1969, con el objetivo de formar técnicos de excelencia en ciencia y tecnología, abarcando las áreas de construcción, alimentación, electrotecnia, química, mecánica y diseño.

Actualmente la sede posee 20 carreras diurnas y 7 carreras vespertinas.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Varias carreras que se enseñan en la Universidad requieren tener los conocimientos sobre las áreas de neumática e hidráulica, por lo que existe una asignatura llamada **Electro_Hidroneumática**, esta enseña de una forma teórica y práctica cómo funciona la energía neumática e hidráulica para la utilización de fuerzas mecánicas y así poder controlarlas.

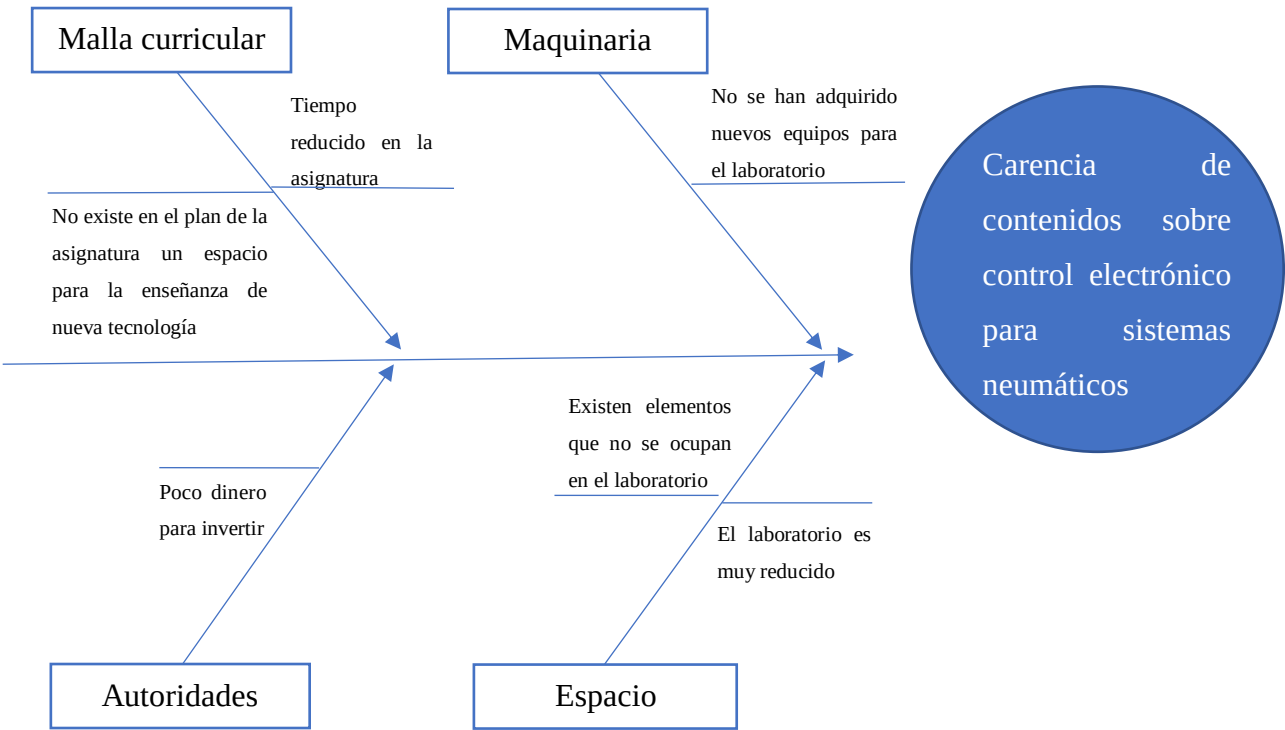
Durante el transcurso de esa asignatura se pueden diseñar circuitos a partir de herramientas computacionales y posteriormente llevarlo a la práctica mediante un banco de pruebas ubicado en el laboratorio, estos diseños se realizan mediante control neumático y control eléctrico.

Las nuevas tecnologías ocupadas a nivel nacional poseen sistemas más avanzados y gracias a eso poseen más precisión, interpretación de datos, mayor sensibilidad, entre otros.

Durante la asignatura no es posible que se enseñen las nuevas tecnologías ocupadas por las empresas.

1.2.1. Definición del problema

En la figura 1-1 se puede apreciar un diagrama de causa-efecto de las causas por las cuales no se han podido dar actualización a nuevos contenidos sobre sistemas de control neumáticos.



Fuente: Elaboración propia por opiniones y consultas a los profesores

Figura 1-1. Diagrama Causa-Efecto

- A. Malla curricular: El plan de la asignatura no incluye un espacio para que los profesores enseñen las nuevas tecnologías ocupadas a nivel nacional, esto es debido a que el tiempo que se tiene es muy reducido.
- B. Maquinaria: La Universidad no ha adquirido nueva tecnología para el laboratorio de Electro-Hidroneumática.
- C. Autoridades: Las autoridades no han decidido invertir en el laboratorio de Electro-Hidroneumática.
- D. Espacio: Laboratorio muy reducido para la implementación de nuevas maquinarias.

Donde todas las causas que se pueden apreciar (malla curricular, maquinaria, autoridades y espacio) son responsables del problema presentado.

1.2.2. Importancia de resolverlo

El trabajo producido por la energía hidráulica y neumática ha contribuido a la ayuda de muchos sistemas para la generación de fuerzas mecánicas. Se sigue implementando actualmente en la industria dado que posee las siguientes ventajas:

- Componente pequeño, pero produce gran fuerza.
- Brinda buena seguridad.
- Puede regular la fuerza fácilmente y en forma correcta.
- Puede controlar la velocidad fácilmente.
- Puede utilizarse durante mucho tiempo.

Esto se puede observar en la vida cotidiana, ya que muchas máquinas se benefician de esta energía como, por ejemplo:

- Camiones.
- Automóviles.
- Retroexcavadora.
- Grúa horquilla.
- Sistemas de perforación.
- Otros.

Las empresas cada vez requieren más precisión en las tareas que realizan, en este caso a medida que pasa el tiempo, van adquiriendo nueva tecnología y gracias a ello, van mejorando su proceso productivo.

Además, necesitan tener al personal adecuado para desempeñar sus tareas de la manera más eficiente posible, logrando así las metas en el tiempo requerido.

La Universidad debe estar preparada con el conocimiento sobre las tecnologías más ocupadas a nivel nacional, para así preparar a los alumnos y enfrenten al mundo laboral de la mejor manera posible.

Es una desventaja para la Universidad que los estudiantes egresen sin tener los nuevos conocimientos implementados hoy en día, por lo que se decide dar solución a ese problema.

1.3. INVOLUCRADOS

Los stakeholders se pueden dividir en dos clases:

- Dentro de la Universidad (internos).
- Fuera de la Universidad (externos).

Dentro de la Universidad se encuentran los profesores, alumnos y autoridades. Fuera de la Universidad se encuentran las empresas.

Tabla 1-1. Interesados dentro de la Universidad

Dentro de la universidad	Intereses	Preocupaciones
Profesores	Enseñar sus conocimientos a los alumnos	No poder enseñar la totalidad de sus conocimientos dado que no se tienen los elementos necesarios para los alumnos, como, por ejemplo: Nueva maquinaria, tiempo en la malla curricular, entre otros.
Alumnos	Realizar sus trabajos de la manera más eficiente al momento de egresar de la Universidad.	No estar preparados para enfrentar de la mejor forma su trabajo, dado que poseen conocimientos relativamente escasos sobre una tarea dada.
Autoridades	Formar profesionales	La Universidad comience a perder prestigio debido a no estar preparada para los nuevos requerimientos que las empresas están pidiendo.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1-2. Interesados externos a la Universidad

Externo a la universidad	Intereses	Preocupaciones
Empresas	Cumplir con los objetivos en los plazos establecidos.	Baja productividad debido a no tener el personal capacitado para desarrollar las tareas que se encuentran dentro de ella.

Fuente: elaboración propia consultas por páginas web

1.4. REQUERIMIENTOS

Al concluir este proyecto, se obtendrá una nueva herramienta, la cual está destinada para el mejoramiento en la metodología de estudio sobre sistemas de control de componentes neumáticos. Gracias a esto, la Universidad tendrá profesionales mejor capacitados para desarrollar nuevas tareas que antes no era posible desarrollar.

A continuación, se muestra la tabla 1-3 y la tabla 1-4 con todos los requerimientos que debe tener el proyecto, cabe destacar que este proyecto está destinado solamente para la enseñanza de los alumnos.

Tabla 1-3. Requerimientos del proyecto

Requerimiento	Descripción	Criterio de aplicación
Sistema de seguridad	Se incorporarán sistemas de control electrónicos, de tal forma que, si uno de estos sistemas sobrepasa un rango de valores, enviará una alerta al usuario y se detendrá completamente el sistema.	La maqueta tendrá una serie de sensores que ayudarán a tener el control del sistema en todo momento, se incluyen sensores de posición, detección de giro e interruptor de presión. Gracias a estos, en el caso de una posible falla, el sistema se detendrá indicando consigo cual fue la falla detectada, esto se consigue debido a que los sensores dividen el sistema en una serie de etapas

Fuente: Elaboración propia consultas con profesores

Tabla 1-4. Continuación requerimientos del proyecto

Requerimiento	Descripción	Criterio de aplicación
Fácil manipulación	La solución no debe ser compleja para la manipulación tanto para los profesores como para los estudiantes	Para poder dar inicio al sistema solo dispondrá de un botón en la pantalla táctil del PLC Siemens que ejecutará todo el programa y para la detención se dispondrá de otro botón, con esto los estudiantes no tendrán ningún problema para dar inicio al programa y comprenderán de mejor forma el funcionamiento de la maqueta.
Visualización	Los estudiantes podrán ver el estado de la maqueta mediante una pantalla táctil HMI.	Al poder tener una visualización, los estudiantes podrán ver el estado de la maqueta en todo momento durante su funcionamiento, además en la misma pantalla se podrá hacer uso de la maqueta dando su inicio y detención de está y la detección de fallas que pudiera ocurrir.
Tamaño reducido	La maqueta tiene que ser capaz de ocupar el menor espacio posible en el laboratorio.	Debido a que la maqueta se ubicará en el laboratorio de Electro-Hidroneumática, está no tiene que ser muy grande. El tamaño de está será de 1 metro de largo y 1 metro de ancho

Fuente: Elaboración propia consultas con profesores

1.5. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Se desarrolló una lluvia de ideas para determinar la solución más favorable para el problema que presenta el laboratorio de Electro_hidroneumatica. Las posibles soluciones son:

- Adquisición de nueva tecnología.
- Charlas y visitas.
- Maqueta didáctica.
- No realizar ninguna acción.

A continuación, se muestran las características de cada solución, así como también las desventajas que se podrían producir en la implementación de esta.

1.5.1. Adquisición de nueva tecnología

La Universidad comprará nuevas herramientas con las tecnologías más actualizadas para el control de sistemas neumáticos e hidráulicos ocupados a nivel nacional. También se les entregará a los docentes el conocimiento para poder explicar ese contenido a los estudiantes.

Esta es una buena opción, pero los costos para adquirir esos materiales son muy elevados. En muchas universidades, institutos y centros de formación técnica, cuentan con tecnologías de última generación, esto se puede desarrollar ya que se asocian con empresas y estas prestan esos materiales con la condición de tener una alianza con ellos.

1.5.2. Charlas y visitas

Cada año se titulan muchos alumnos de la Carrera que son contratados por distintas empresas, muchas de ellas poseen la tecnología necesaria para poder mejorar la metodología de estudio de la asignatura, en ese caso se invitará a exalumnos de la Carrera (o carreras similares) a compartir su conocimiento con los estudiantes.

Además, existen muchas empresas con las tecnologías que requiere la Universidad, como, por ejemplo: Festo y SMC. Se puede organizar una visita anual para las carreras que requieren de ese conocimiento.

El problema de esta solución consiste en que el momento de que los alumnos tengan que poner en práctica lo aprendido, les será más complicado.

1.5.3. Maqueta didáctica

Consiste en diseñar una maqueta con las especificaciones que sean requeridas por parte de la universidad, en ese caso los profesores ayudaran en su diseño para que pueda ser ocupada en su totalidad por parte de los estudiantes.

1.5.4. No realizar ninguna acción

Al utilizar esta opción no se realizará ningún proyecto por lo cual el problema continuará. En pocos años si no se actualiza el laboratorio será un problema de primera necesidad dado que los estudiantes no estarán capacitados para enfrentar las nuevas tecnologías presentes en las empresas.

1.6. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

A continuación, se muestra la tabla 1-5 y la tabla 1-6, las cuales presentan los criterios de evaluación de las alternativas.

Tabla 1-5. Clasificación de alternativas.

Muy deficiente	Deficiente	Aceptable	Bueno	Óptimo
1	2	3	4	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1-6. Resultados evaluados en comparación de alternativas

	Adquisición de nueva tecnología	Charlas y visitas	Maqueta didáctica	Ninguna acción
Innovación	3	2	4	1
Beneficios	3	2	5	1
Duración	4	4	4	3
Factibilidad	2	3	3	5
Puntaje total	12	11	16	10

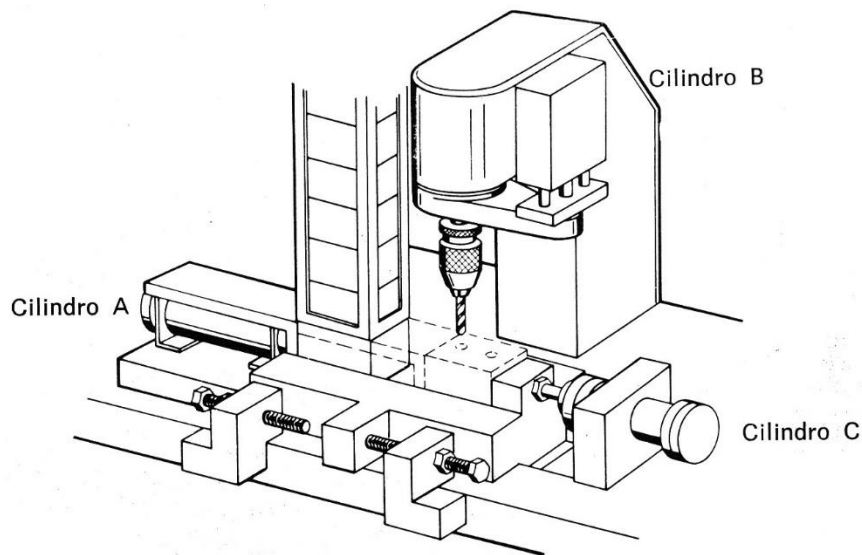
Fuente: Elaboración propia

Tras desarrollar un análisis de la tabla 1-6 se determina que la mejor opción para dar solución al problema presente es desarrollar la maqueta didáctica, la cual se explica a continuación.

1.6.1. Solución escogida

La maqueta está diseñada exclusivamente para el aprendizaje de los alumnos, varios profesores ayudaron en el diseño de ésta, para que su comprensión sea de lo más eficiente posible.

Consiste en un sistema de perforación automático controlado electrónicamente, en la figura 1-2 se muestra el trabajo que desarrollaría una maqueta si su sistema de control solamente fuera neumático.



Fuente: Información presente en el laboratorio de Electro_Hidroneumatica

Figura 1-2. Sistema de perforación neumático

Se puede observar que con la ayuda de los cilindros A, B y C, puede perforar en 2 puntos específicos una pieza. El sistema trabaja de la siguiente manera:

El cilindro A mueve la pieza para colocarse bajo el taladro, luego este vuelve a su posición, el taladro baja gracias al cilindro B, realizando una perforación y luego vuelve a su lugar de origen. Posteriormente el cilindro C hace retroceder la pieza, para volver a hacer la perforación y con ello la pieza queda finalizada por lo cual es extraída.

Como se puede apreciar, el sistema puede realizar esta tarea solamente disponiendo de un sistema de control neumático. Sin embargo, hoy en día se requiere de un mejor sistema que pueda tomar decisiones, tenga mayor sensibilidad, entre otros. Modificando el sistema de control de la figura 1-2 de un control neumático a un control electrónico para una actuación neumática, se obtendrán las siguientes ventajas:

- Verificación del estado actual del sistema.
- Sistema de seguridad controlado por sensores.
- Detección de errores e identificación de estos.

A comparación de su control neumático, ahora podrá reaccionar a cualquier imprevisto que pueda ocurrir, aumentará su precisión y su respuesta. Se determina entonces que la eficiencia total de la maqueta aumentará.

El sistema de control será a base de un PLC, el cual podrá controlar y diagnosticar la maqueta y con la ayuda de una pantalla táctil (HMI), el estudiante podrá controlar el sistema y observar los parámetros de presión y posición de los cilindros.

El PLC será de la empresa SIEMENS debido a que varias carreras de la Universidad trabajan con esta marca y los profesores conocen perfectamente el funcionamiento de este sistema.

1.7. **OBJETIVOS**

El proyecto está enfocado en los objetivos que posea, cuando se cumplan todos estos, el proyecto estará terminado. A continuación, se detalla el objetivo general y los objetivos específicos.

1.7.1. Objetivo general

Diseñar un sistema de perforación neumático controlado mediante PLC Siemens.

1.7.2. Objetivos específicos

- a- Diseñar la estructura física de la maqueta.
- b- Establecer los sistemas de seguridad de la maqueta didáctica a base de sensores.
- c- Determinar los tipos de materiales e instrumentos a utilizar
- d- Determinar los costos y, por lo tanto, cuánto le costará a la Universidad la maqueta didáctica implementada.

CAPÍTULO 2: DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

2. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

En este capítulo se dará a conocer la solución escogida para ser implementada en el laboratorio de Electro-Hidroneumática de la Universidad Técnica Federico Santa María Sede Viña del Mar.

En el capítulo anterior se nombraron cuatro alternativas para solucionar el problema y luego de un análisis en términos de Innovación, Beneficios, Duración y Factibilidad, la opción ganadora es realizar el banco didáctico.

El banco didáctico consiste en un sistema de perforación de una pieza en 2 puntos específicos, el movimiento de esta se realizará con vástagos neumáticos y el control será realizado por un controlador lógico programable (PLC) a través de una pantalla táctil HMI. Dando con esto una mejora al sistema visto en la subsección 1.6.1.

2.1. FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUETA DIDÁCTICA

La maqueta puede ser controlada mediante la pantalla táctil HMI o por el computador mediante el software TIA portal V14. Para iniciar su trabajo se le debe presionar el botón inicio y posteriormente el botón manual o automático que se explicará en la subsección 2.3.3.1. Los componentes que integran la maqueta se muestran en la figura 2-1 detallando el sistema neumático compuesto por los cilindros, válvulas distribuidoras, válvula estranguladora, líneas de aire y fuente de aire comprimido, por otro lado, se encuentran los sensores capacitivos, sensor inductivo, taladro, interruptor de presión y los sensores de proximidad de los cilindros A0, B0, B1, C0, C1, D0, D1, todos estos componentes serán explicados de manera individual más adelante.

Para una mejor visualización de estos componentes se adjunta la figura 2-2 diseñada en el software AutoCAD que muestra la maqueta de una forma más realista en tercera dimensión.

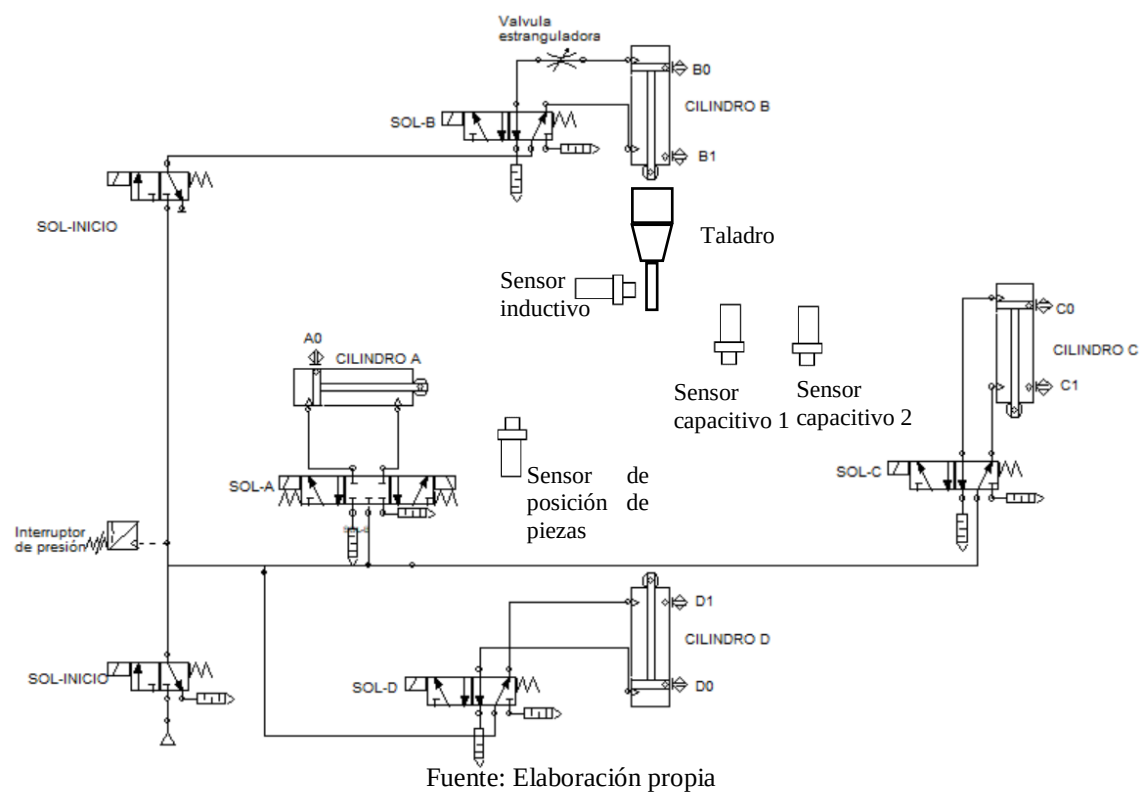


Figura 2-1. Ubicación de componentes

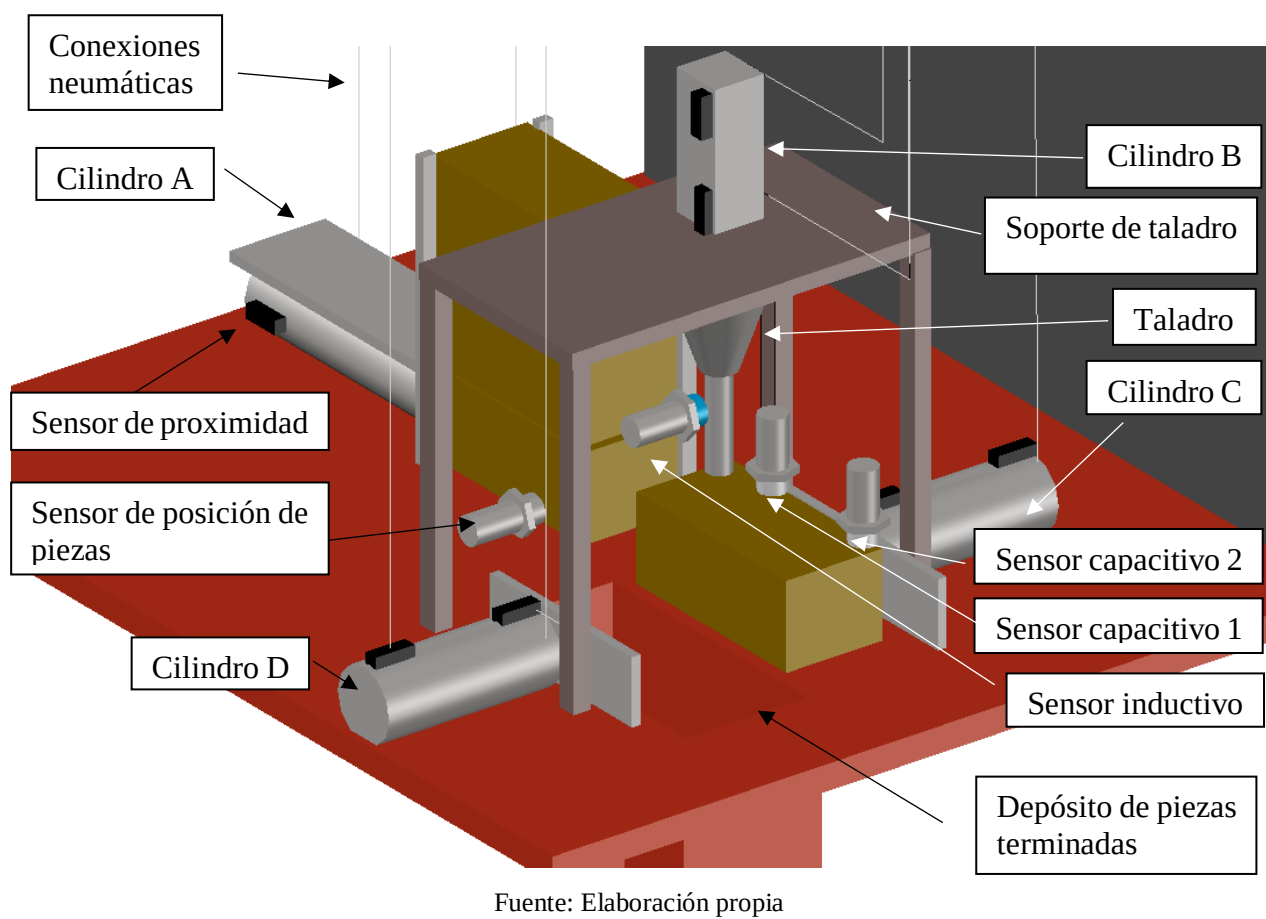
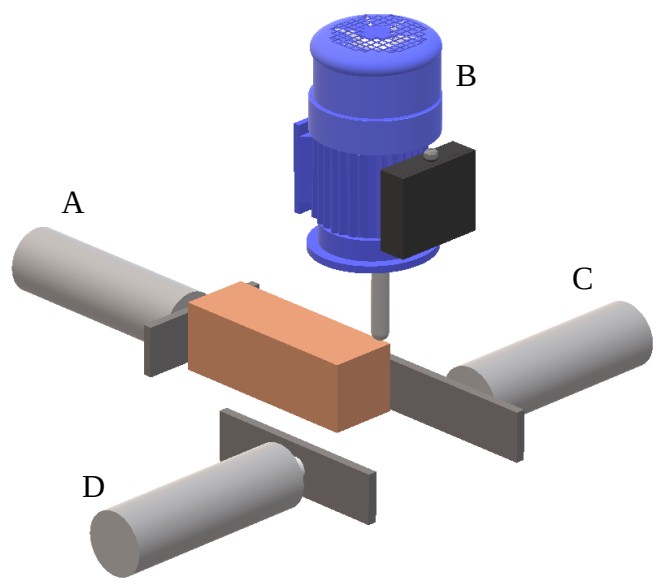


Figura 2-2. Visualización de componentes

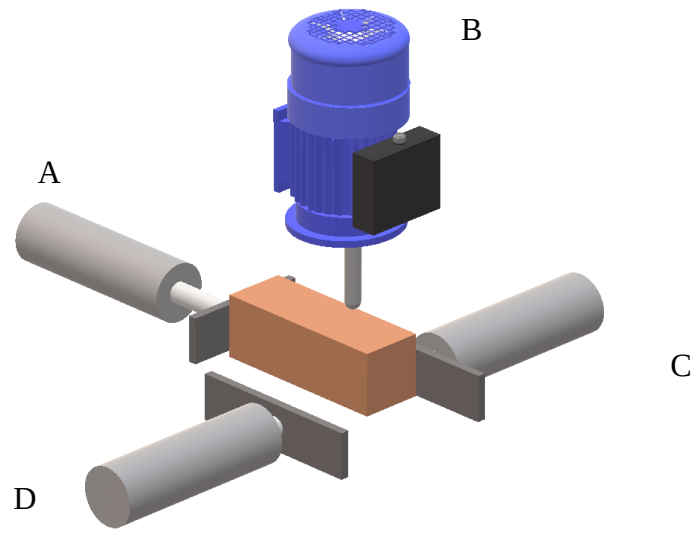
A modo de simulación se muestra una serie de imágenes para explicar de mejor forma el funcionamiento de la maqueta. La figura 2-3 muestra la maqueta en su posición inicial. Los cilindros A, B, C y D se encuentran contraídos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-3. Posición inicial de la maqueta

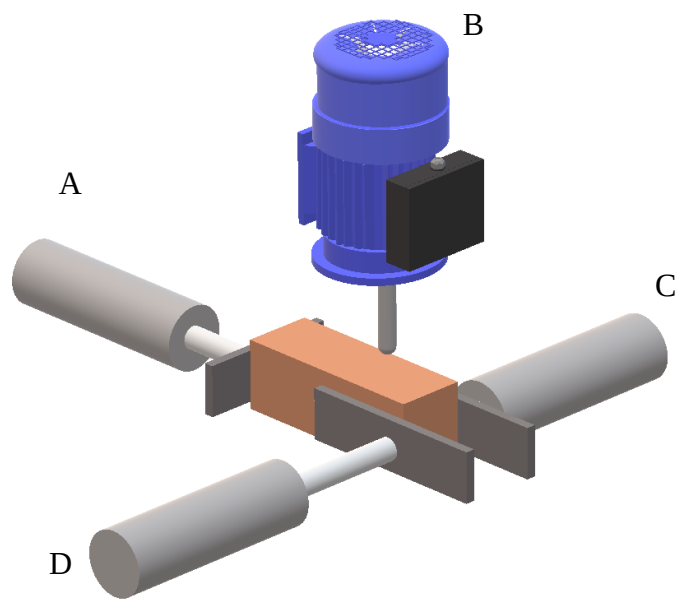
Al presionar el botón manual o automático comienza el funcionamiento de la maqueta iniciándose con ello la extensión del cilindro A. Cuando la pieza es detectada por el sensor capacitivo nº1, el cilindro se detiene ubicando así la pieza en la primera posición para ser perforada (ver figura 2-4).



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-4. Pieza ubicada en la primera posición

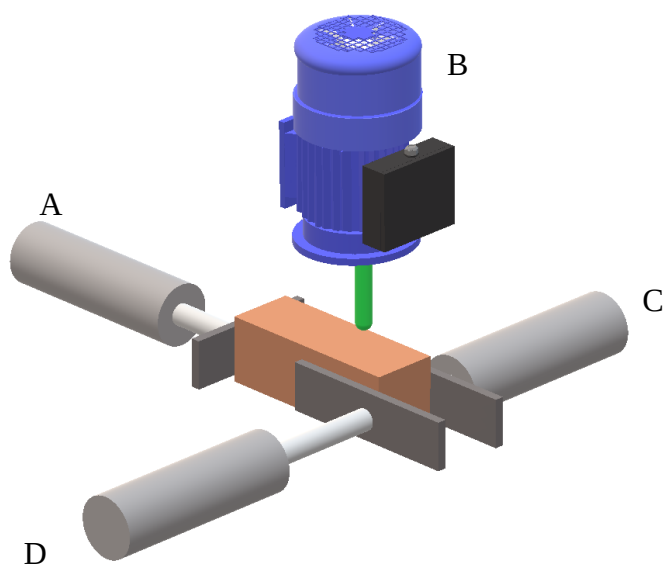
Al ubicarse la pieza en la primera posición necesita ser aprisionada para poder ser perforada, de esa forma la pieza no se moverá y los errores que pudiera tener en la perforación disminuirán, por lo tanto, al activarse el sensor capacitivo n°1, comienza la extensión del cilindro D (ver figura 2-5).



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-5. Aprisionamiento primera posición

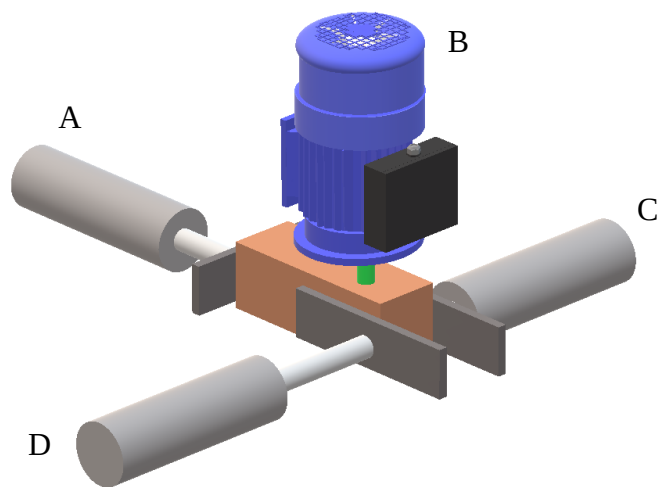
Ahora la pieza está lista para ser perforada. En el momento que se detecta que la pieza quedó aprisionada mediante el sensor de proximidad ubicado al final del cilindro D, se enciende automáticamente el taladro (ver figura 2-6)



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-6. Taladro encendido primera posición

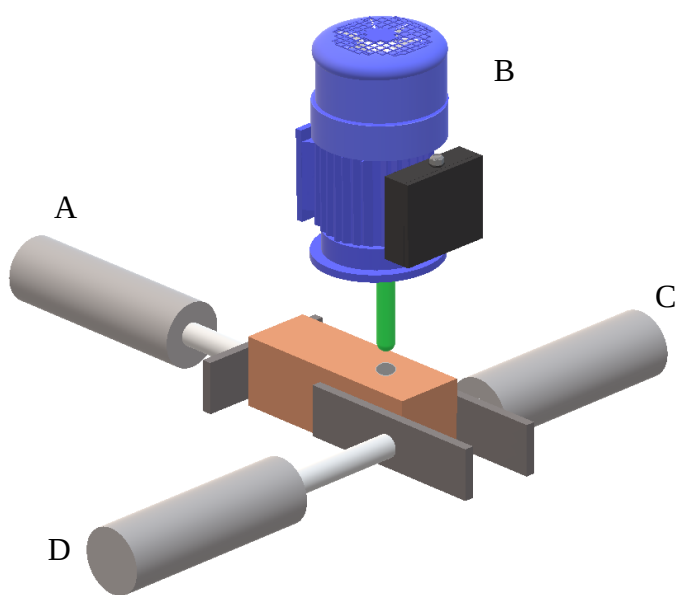
Si el sistema detecta que el taladro se encendió (mediante un sensor inductivo), el cilindro B comenzará a bajar logrando que la pieza sea perforada (ver figura 2-7).



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-7. Perforación primera posición

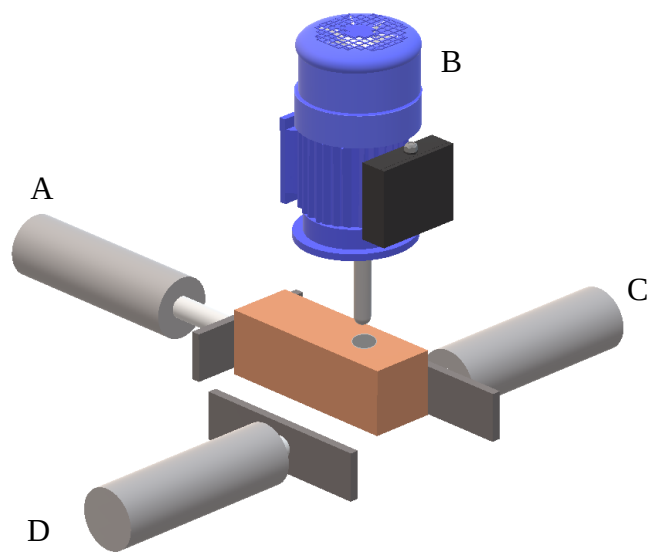
Al detectarse que el cilindro B bajó por completo (sensor de proximidad ubicado al final del cilindro B). Se entiende que la pieza ha sido perforada en la primera posición, en ese momento el cilindro B volverá a su posición inicial (ver figura 2-8)



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-8. Taladro encendido primera posición perforado

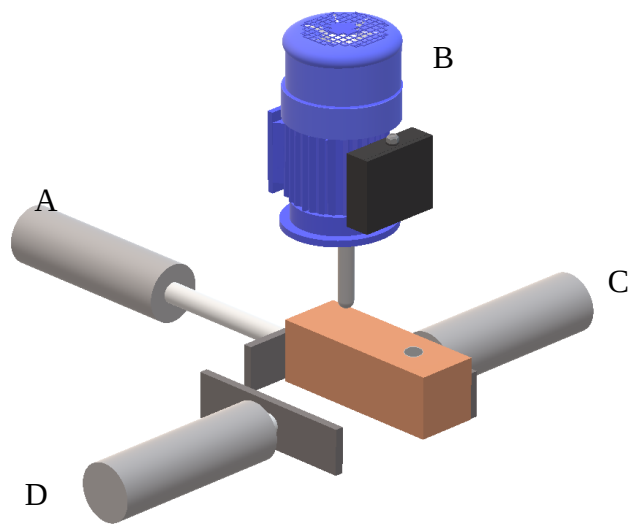
Posteriormente al detectarse que el cilindro B regresó a su posición (sensor de proximidad ubicado al inicio del cilindro B), la pieza dejará de ser aprisionada y el taladro ya no será energizado (ver figura 2-9).



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-9. Pieza ubicada en la primera posición perforado

Cuando el cilindro D regrese a su posición inicial y el sistema detecta esto mediante el sensor de proximidad ubicado al inicio del cilindro D. La primera perforación está concluida. Ahora es necesario realizar la segunda perforación, para ello la pieza debe ser reubicada mediante el cilindro A, hasta que se active el sensor capacitivo n°2, en ese momento el cilindro A se detendrá y la pieza estará lista para nuevamente ser perforada (ver figura 2-10).

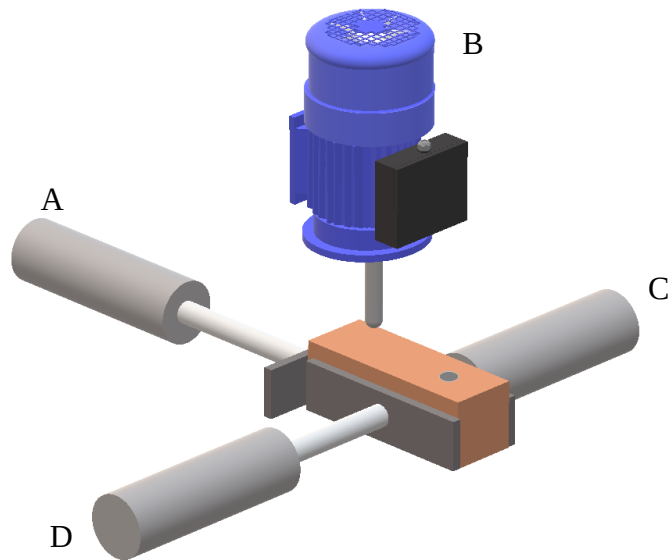


Fuente: Elaboración propia

Figura 2-10. Pieza ubicada en la segunda posición

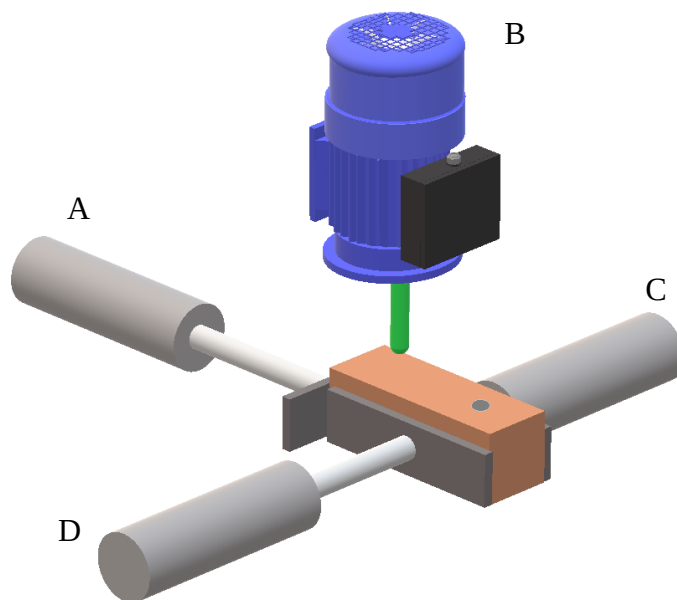
Para la segunda perforación se necesitará realizar nuevamente el ciclo explicado anteriormente:

- Aprisionamiento de la pieza (ver figura 2-11)
- Activación del taladro (ver figura 2-12)
- Perforación mediante el cilindro B (ver figura 2-13)
- Cilindro B vuelve a su posición inicial (ver figura 2-14)
- Cilindro D vuelve a su posición y el taladro dejará de ser energizado (ver figura 2-15)



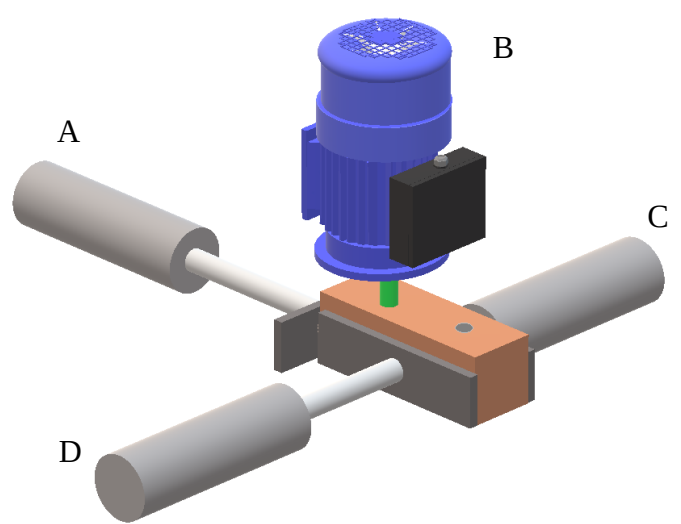
Fuente: Elaboración propia

Figura 2-11. Aprisionamiento segunda posición



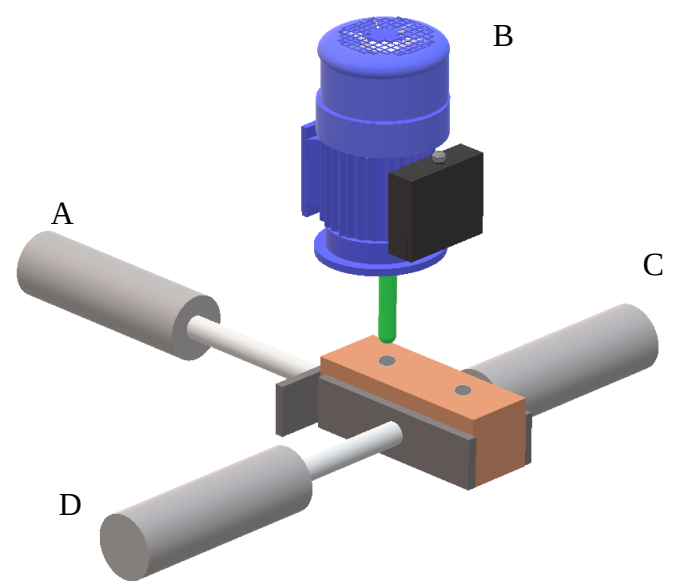
Fuente: Elaboración propia

Figura 2-12. Taladro encendido segunda posición



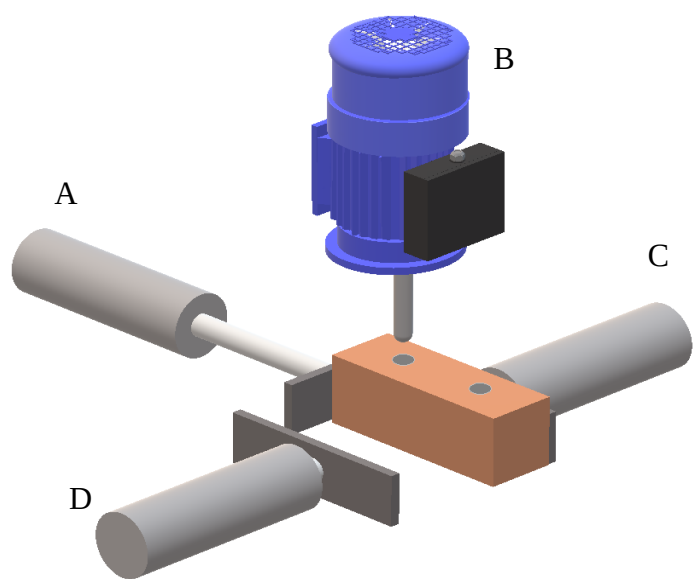
Fuente: Elaboración propia

Figura 2-13. Perforación segunda posición



Fuente: Elaboración propia

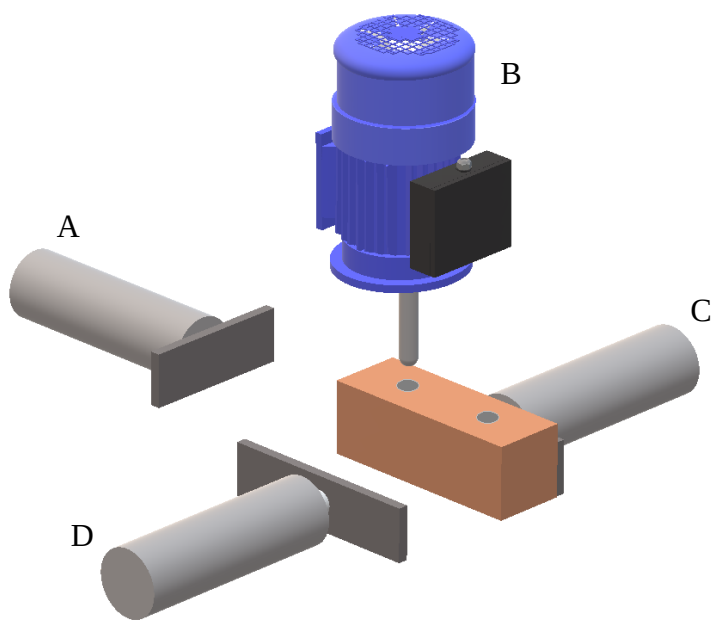
Figura 2-14. Taladro encendido segunda posición perforado



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-15. Pieza ubicada en la segunda posición perforado

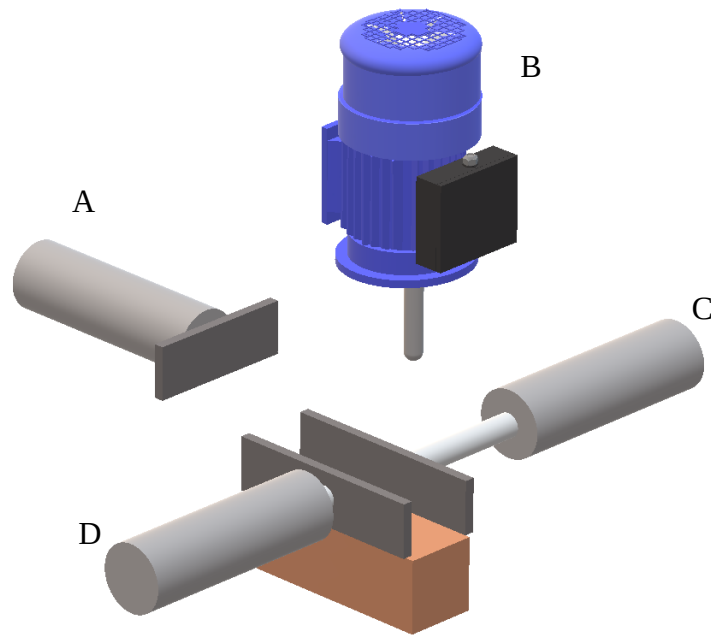
Cuando el cilindro D regrese a su posición inicial (sensor de proximidad ubicado al inicio del cilindro D), el ciclo de perforación ya está finalizado, ahora comenzará la extracción de la pieza, pero primero debe retroceder el cilindro A (figura 2-16)



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-16. Retroceder cilindro A

En el momento de que el cilindro A regrese a su posición de origen (sensor de proximidad ubicado al inicio del cilindro A), la pieza será empujada mediante el cilindro C, que la enviará a un orificio rectangular para que sea extraída (ver figura 2-17)



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-17. Pieza extraída

Al detectarse que el cilindro C regresó a su posición de origen (sensor de proximidad ubicado al inicio del cilindro C), el ciclo queda finalizado, ahora la maqueta puede volver a desarrollar nuevamente el ciclo de perforación automáticamente (si se presionó el botón automático), o la maqueta estará preparada para volver a desarrollar el ciclo (si se presionó el botón manual).

Luego de mostrar su funcionamiento en condición normal, se explicará todos los componentes que hacen posible esta función.

2.2. DISEÑO NEUMÁTICO DEL SISTEMA

El movimiento del material a perforar y el taladro serán ejecutados por un sistema neumático, el cual se pudo apreciar en la figura 2-1.

El sistema neumático de esa figura se desarrolló con el programa Automation Studio versión 3.0.5 que consiste en un programa de simulación para componentes neumáticos e hidráulicos. Existe una variedad de componentes para simular como, por ejemplo:

- Cilindros.
- Válvulas.
- Líneas de conexión.
- Fuentes de aire comprimido.
- Bombas.
- Reguladores.
- Entre otros.

De esta forma se crea el sistema y se comprueba de una manera segura su funcionamiento antes de que la Universidad autorice desarrollar la maqueta en forma física. Los componentes neumáticos por utilizar se detallarán en la tabla 2-1.

Tabla 2-1. Componentes neumáticos a utilizar

Componentes	Cantidad
Cilindros neumáticos	4 unidades
Válvula 5/2	3 unidades
Válvula 3/2	2 unidades
Válvula 5/3	1 unidad
Válvula estranguladora	1 unidad

Fuente: Elaboración propia

2.2.1. Cilindros neumáticos.

La maqueta contará con 4 cilindros neumáticos con diferentes carreras.

- A. Cilindro A: Se encarga de desplazar el material a las distintas posiciones de perforación de la maqueta. Requerirá una carrera de 200 mm.
- B. Cilindro B: Se encarga de mover el taladro hacia la pieza para poder realizar la perforación. Requerirá una carrera de 80 mm.

- C. Cilindro C: Al concluir el proceso de perforación, este cilindro se encarga de extraer la pieza del banco didáctico. Requerirá una carrera de 125 mm.
- D. Cilindro D: Para que la perforación sea precisa, se requerirá de un cilindro que pueda aprisionar la pieza. Requerirá una carrera de 125 mm.

Se ocuparán cilindros normalizados provenientes de la empresa FESTO debido a que poseen las siguientes características:

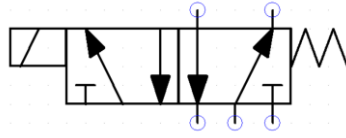
- Amortiguación de regulación automática en las posiciones finales
- Diámetro: 8, 10, 12, 16, 20, 25 mm (norma)
- Diámetro: 32, 40, 50, 63 mm
- Carrera: 1 ... 500 mm
- Fuerza: 19 ... 1870 N
- Doble efecto
- Detección de posiciones
- Amortiguación fija / regulable / autorregulable
- Brida de fijación

2.2.2. Válvulas distribuidoras

Estas válvulas se encargan de hacer la unión entre el PLC Siemens y el sistema neumático por lo tanto si se requiere cambiar la posición de la pieza, el PLC enviará una señal de salida a la válvula distribuidora y esta hará que el cilindro neumático se desplace. Las válvulas vendrán de la empresa FESTO y serán válvulas distribuidoras universales.

A. Válvula distribuidora 5/2

Accionamiento mediante solenoide y retroceso mediante muelle, 5 vías y 2 posiciones. Al entregar un voltaje de 24 Volt al solenoide, la válvula cambia de posición, logrando que cambie la dirección del fluido en el cilindro. Al quitar este voltaje, la válvula vuelve a su posición de origen. Estas válvulas se encargan de manipular los cilindros B, C y D (ver figura 2-18).

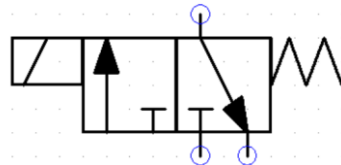


Fuente: programa Automation Studio

Figura 2-18. Válvula distribuidora 5/2

B. Válvula distribuidora 3/2

Accionamiento mediante solenoide y retroceso mediante muelle, 3 vías y 2 posiciones. Esta válvula se encarga de administrar aire comprimido al sistema. Existen 2 válvulas de este tipo en la maqueta debido a que el cilindro B siempre debe quedar en su posición inicial independientemente de que exista una fuerza en él que lo desplace hacia abajo. Al detectar un voltaje de 24 Volt en el solenoide, la válvula cambia de posición y cuando se elimina ese voltaje, la válvula regresa a su posición inicial (ver figura 2-19).

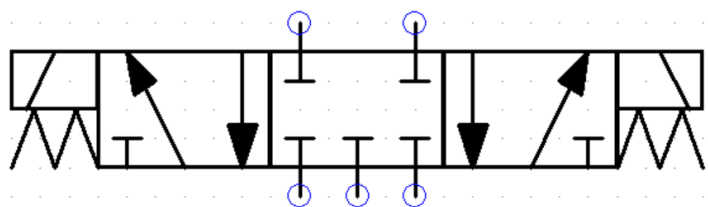


Fuente: programa Automation Studio

Figura 2-19. Válvula distribuidora 3/2

C. Válvula distribuidora 5/3

Accionamiento mediante solenoide y retroceso mediante muelle a la posición central, 5 vías y 3 posiciones. Esta válvula únicamente se utiliza para controlar el cilindro A, dado que este cilindro tiene que estar trabajando en más de 2 posiciones a comparación de los cilindros B, C y D. Su posición inicial está en el centro de la válvula. Cuando se le ingresa un voltaje de 24 Volt en el solenoide del lado izquierdo, la válvula cambia de posición y cuando se le quita ese voltaje, la válvula vuelve a su posición inicial, de la misma forma trabaja la válvula para el solenoide del lado derecho (ver figura 2-20).



Fuente: programa Automation Studio

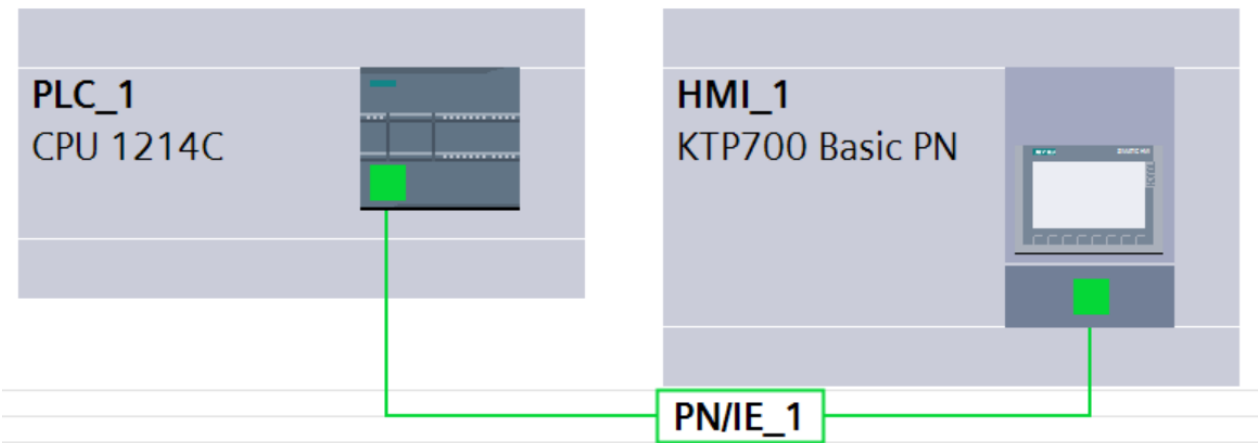
Figura 2-20. Válvula distribuidora 5/3

2.2.3. Válvula estranguladora

Esta válvula se ubicará en la entrada de la línea neumática del cilindro B, tiene como función limitar la velocidad de avance y retroceso de este cilindro, permitiendo controlar la velocidad con la cual el material será perforado.

2.3. DISEÑO DEL SISTEMA DE MANIPULACIÓN Y MONITOREO DE LA MAQUETA

Como se mencionó en el capítulo 1, el sistema de control se hará sobre un Controlador Lógico Programable (PLC) marca Siemens, unido a una pantalla táctil HMI (ver figura 2-21).



Fuente: imagen extraída del programa TIA Portal V14

Figura 2-21. Enlace entre PLC Siemens y pantalla táctil

El PLC Siemens se encarga de detectar todas las variables externas y dependiendo de estas, enviará señales de entrada a la maqueta, esto se logrará mediante los sensores. También una pantalla HMI marca Siemens con la cual se podrá visualizar el proceso de perforación y poder controlarlo.

2.3.1. Sensores

Para que el sistema pueda trabajar de la mejor manera y reaccionar ante cualquier imprevisto, se necesitarán los siguientes sensores para poder funcionar:

A. Sensor de proximidad capacitivo

Se encarga de detectar la posición de la pieza para ser perforada. Cuando el sensor detecta la pieza, automáticamente está se detiene, se aprisiona y se perfora, posteriormente la pieza vuelve a avanzar hasta ser detectada por el segundo sensor capacitivo y es perforada nuevamente.

Existirá otro sensor del mismo tipo que se encarga de detectar si la maqueta se queda sin piezas para perforar. Si el sensor no detecta piezas en la maqueta, el sistema se detendrá y enviará una alerta a la pantalla táctil.

B. Sensor de proximidad inductivo

El taladro necesita ser monitoreado si es que en algún momento este deja de funcionar, en ese caso se colocará un sensor inductivo con una rueda dentada en el taladro, de esta forma si el PLC le envía una señal al taladro para que este funcione, pero el taladro no responde, el sensor inductivo detectará que existe un problema, y la maqueta se detendrá.

C. Interruptor de presión

Detecta la presión del sistema en todo momento, dado que la actuación es por presión neumática, si en algún momento el sistema llegara a quedar sin presión durante su funcionamiento, este interruptor se encargará de avisar esta situación y el sistema se detendrá.

Se necesitará un interruptor de este tipo y estará ubicado a la salida de la válvula de inicio.

D. Sensores de proximidad

Los cilindros necesitan ser monitoreados, por lo cual se necesita un aparato que detecte su posición durante el funcionamiento de la maqueta. Estos sensores detectan la posición final e inicial de los vástagos neumáticos y serán magnetorresistivo tipo PNP modelo SMT-8M-A-PS-24V-E-2,5-OE provenientes de la empresa Festo.

Se necesitarán 7 sensores de este tipo, para los siguientes cilindros:

Tabla 2-2. Ubicación de los sensores de proximidad

	Inicio del cilindro	Final del cilindro
Cilindro A	X	
Cilindro B	X	X
Cilindro C	X	X
Cilindro D	X	X

Fuente: Elaboración propia

Donde la X muestra la posición de los sensores.

No se necesitará un sensor al final del cilindro A, ya que este cilindro trabajará con los sensores de posición capacitivos.

2.3.2. Sistema de control de la maqueta en lenguaje Ladder.

El sistema de control de la maqueta se diseña en base a un PLC Siemens 6ES7214-1AG40-0XB0 CPU 1214C, DC/DC/DC, 14DI/10DO/2AI, en un lenguaje de programación llamado Ladder que no es un lenguaje complicado de aprender, si un estudiante desea ver la programación, no le será complicado entenderlo, en la figura 2-22 se muestra el PLC que se va a ocupar para el proyecto.



Fuente: Imagen extraída página web www.automation24.es

Figura 2-22. PLC Siemens, DC/DC/DC.

En este dispositivo se almacena el programa de control de la maqueta. Para configurarlo se necesita el programa TIA Portal. Se ocupó este PLC debido a que posee las siguientes características:

- SIMATIC S7-1200.
- CPU 1214C.
- CPU compacta.
- DC/DC/DC.
- Puerto PROFINET.
- E/S integradas: 14 entradas digitales 24 Volt DC; 10 salidas digitales 24 Volt DC; 0,5A.
- Alimentación: 20,4 - 28,8 Volt DC.
- Memoria programa/datos 100 kB.

2.3.3. Diseño de la pantalla HMI

Para un mejor monitoreo de las variables que están interactuando en la maqueta se agregará una pantalla táctil enlazada con el controlador lógico programable, de esta forma el usuario podrá,

de una manera sencilla, manipular el sistema y visualizar los datos provenientes de los sensores. Esta pantalla se muestra en la imagen 2-23.



Fuente: Imagen extraída página web automation24.es

Figura 2-23. Pantalla táctil HMI KTP700 Basic PN

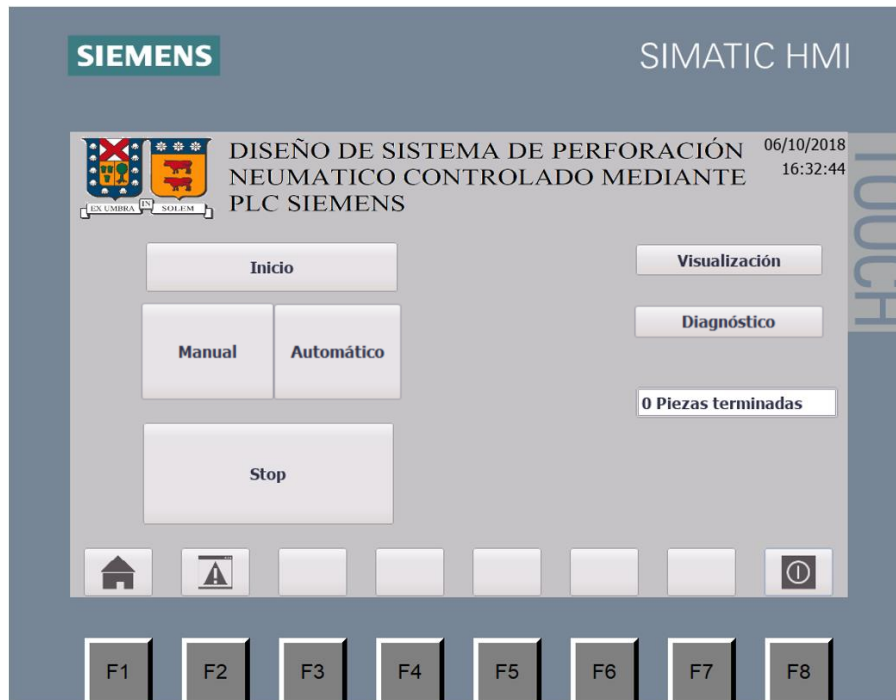
Se ocupará la pantalla táctil HMI KTP700 Basic PN debido a que es una pantalla muy frecuente y que la Universidad posee varias de este tipo en sus instalaciones. A continuación, se muestra el contenido de estas pantallas para el proyecto.

La pantalla táctil estará dividida en 3 partes:

- Imagen raíz.
- Visualización
- Diagnóstico

2.3.3.1. Imagen raíz

Esta es la imagen inicial del sistema, la cual está disponible al momento de encenderse el PLC Siemens con la pantalla táctil (ver figura 2-24).



Fuente: Elaboración propia en TIA Portal V14

Figura 2-24. Imagen raíz Panel táctil

Esta Imagen cuenta con los siguientes botones:

- A. Inicio: Al momento de presionar el botón se activará la válvula de inicio que está encargada de suministrar aire comprimido a la maqueta y entregará la orden de que el sistema está listo para trabajar. Al momento que el interruptor de presión detecte que la presión es la adecuada, se habilitarán los botones de Manual y Automático.
- B. Manual: Al momento de presionar este botón el sistema comenzará a trabajar, en este caso si no existe ningún inconveniente, la pieza será perforada, extraída y la siguiente pieza estará en posición para ser perforada, terminando con ello el ciclo. Para desarrollar otra perforación se debe nuevamente presionar el mismo botón.
- C. Automático: Es similar al funcionamiento del botón Manual, la única diferencia es que, al terminar el ciclo, inmediatamente volverá a comenzar, hasta que se presione el botón de stop o se acaben las piezas.
- D. Stop: En el caso de que el usuario desee detener el funcionamiento del sistema, este botón al activarse se encargará que todos los componentes vuelvan a su posición de origen dejando preparado el sistema para una nueva perforación. Además, la válvula de inicio se

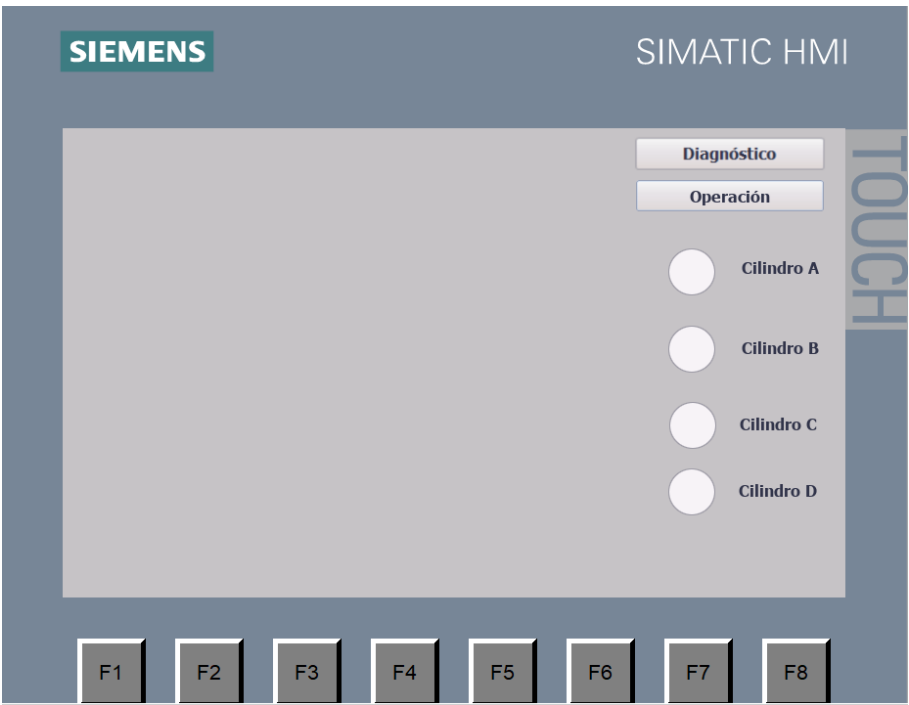
desactivará en un tiempo posterior a 5 segundos logrando que todos los cilindros vuelvan a su posición de origen antes de que el sistema se quede sin aire comprimido.

Existe una pequeña visualización llamada Piezas terminadas que se encarga de llevar un conteo de la cantidad de piezas que se encuentran terminadas. Cuando el proceso de perforación queda concluido y la pieza es extraída, el programa le enviara un pulso a un contador CTU del software del PLC y este cambiara el numero del conteo en la pantalla HMI.

Los botones de Visualización y Diagnóstico se encargan de abrir nuevas ventanas que se explicarán a continuación.

2.3.3.2. Visualización

Esta pantalla muestra cuáles son las acciones que están desarrollando los cilindros neumáticos (A, B, C y D) durante el funcionamiento de la maqueta, y además si se encuentran en movimiento se encenderá una luz verde en la imagen (ver figura 2-25).

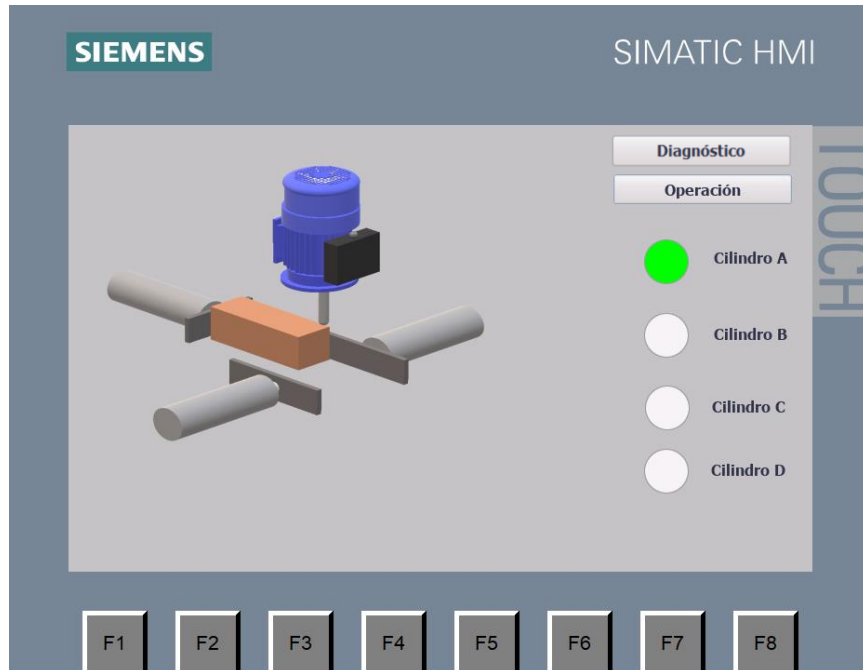


Fuente: Elaboración propia en TIA Portal V14

Figura 2-25. Visualización Panel táctil

Al estar en funcionamiento la maqueta (ver figura 2-26), se observa que está en su posición inicial y además existe un círculo de color verde al lado de la palabra Cilindro A, en ese caso se entenderá que la pieza de color café se está desplazando para luego detenerse y posteriormente ser

perforada. Esta pantalla cuenta con los botones de Diagnóstico (abre la ventana de diagnóstico) y Operación (abre la ventana de imagen raíz)



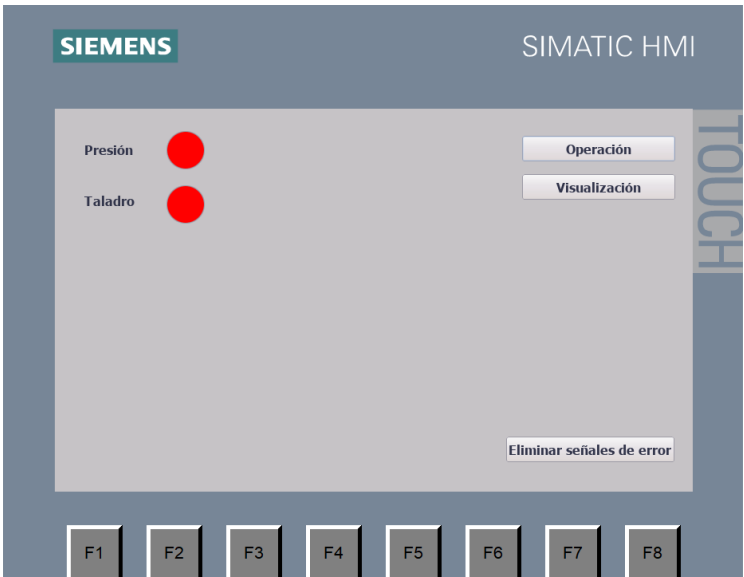
Fuente: Elaboración propia en TIA Portal V14

Figura 2-26. Visualización Panel táctil (primer accionamiento)

2.3.3.3. Diagnóstico

La pantalla de diagnóstico mostrada en la figura 2-27 entregará información al usuario en caso de que se produzca una falla en el sistema, de esta forma será más fácil detectar los errores en las siguientes circunstancias:

- Baja presión
- Taladro descompuesto
- Válvulas direccionales descompuestas
- Mal funcionamiento de los cilindros
- Ninguna pieza para perforar

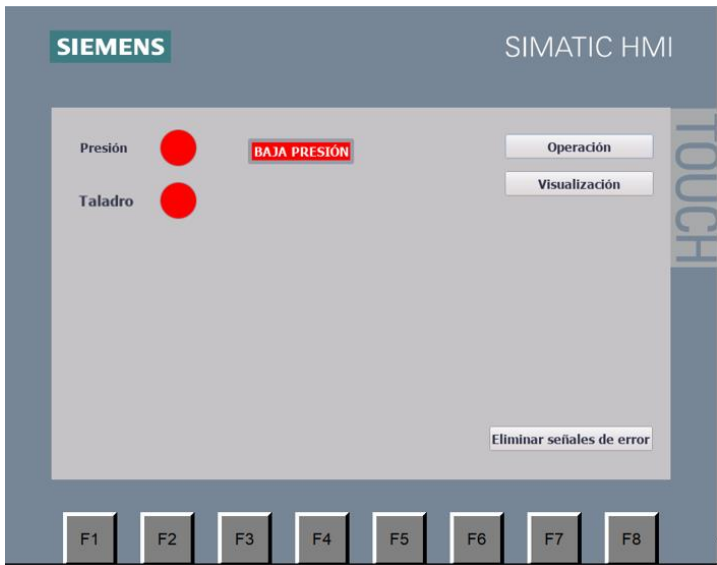


Fuente: Elaboración propia en TIA Portal V14

Figura 2-27. Diagnóstico Panel táctil

Esta pantalla mostrará los errores dependiendo del problema que se presente, por ejemplo, en el caso de que ocurra una inesperada baja de presión en el sistema, el funcionamiento de la maqueta se detendrá y el usuario tendrá que observar la pantalla HMI y presionar el botón de Diagnostico para poder descubrir la falla, al observar la figura 2-28 muestra un mensaje que el problema está vinculado a que la presión del sistema disminuyo. Esto ayuda a identificar de una forma rápida los posibles problemas que se puedan generar en la maqueta.

Los botones de Operación y Visualización que se encargan de direccionar a las otras pantallas del programa. El botón Eliminar señales de error elimina los mensajes de error cuando el problema se resuelva, si no se a resuelto la señal no se quitará.

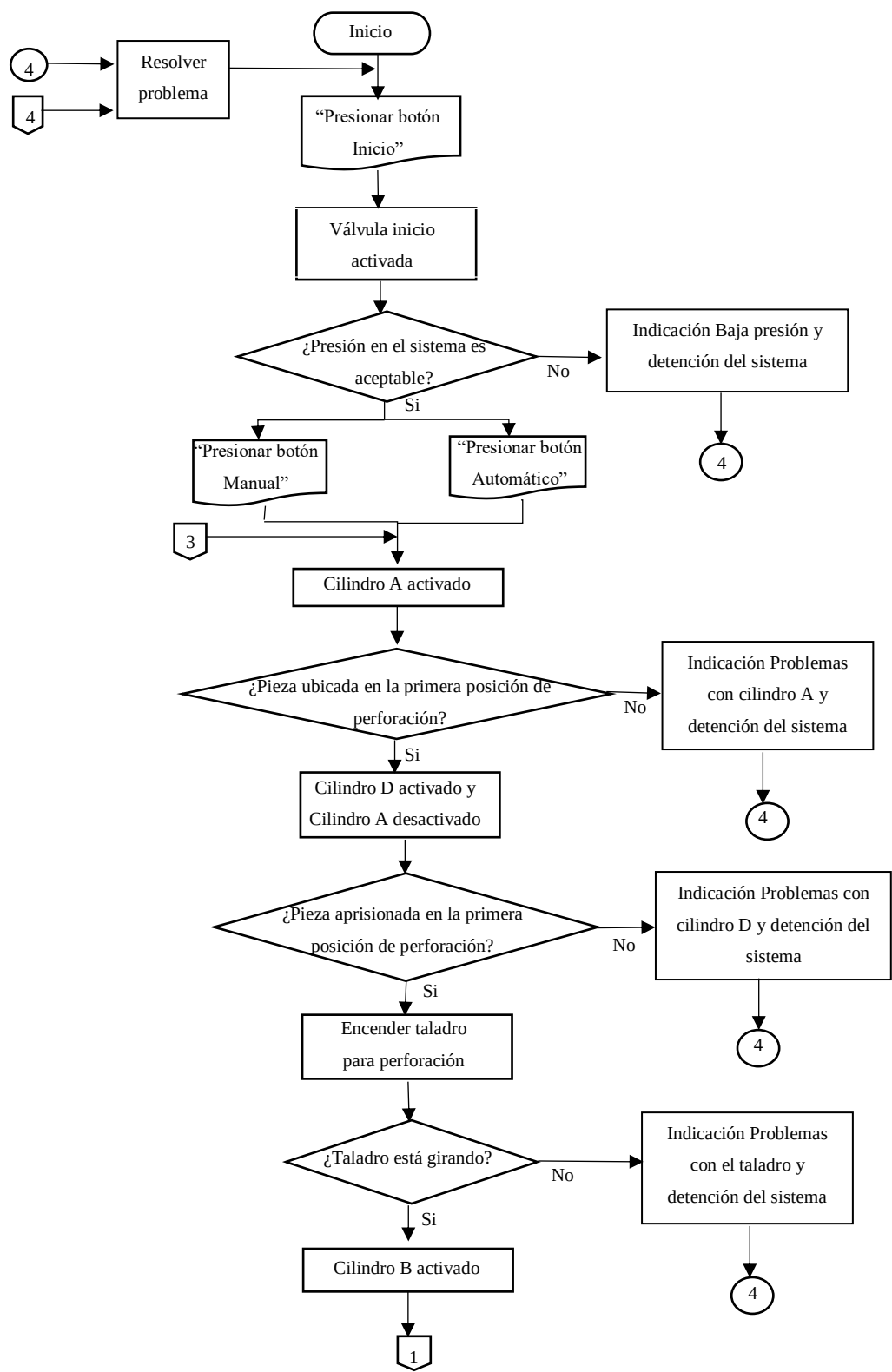


Fuente: Elaboración propia en TIA Portal V14

Figura 2-28. Diagnóstico Panel táctil (Baja presión)

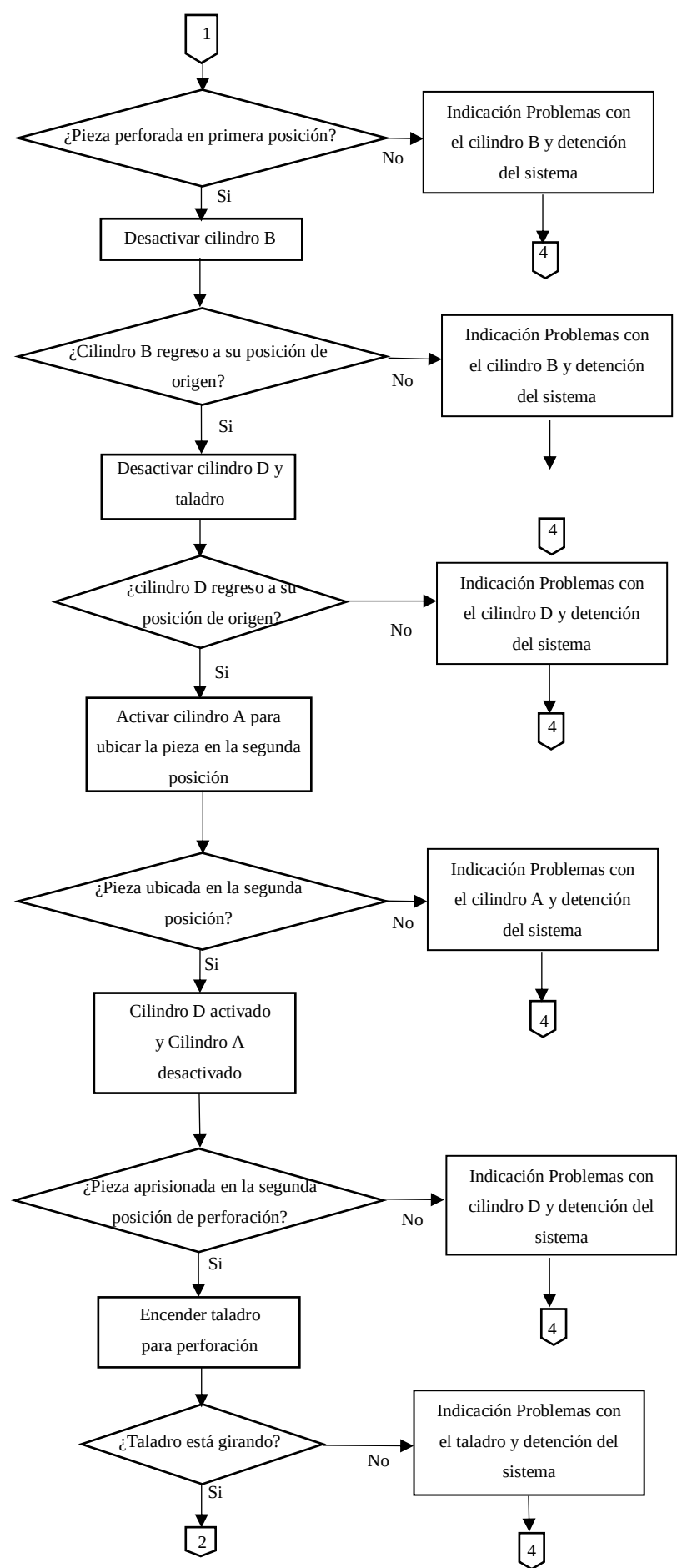
2.4. DIAGRAMA DE FLUJO

El funcionamiento de la maqueta didáctica también puede explicarse en el siguiente diagrama de flujo.



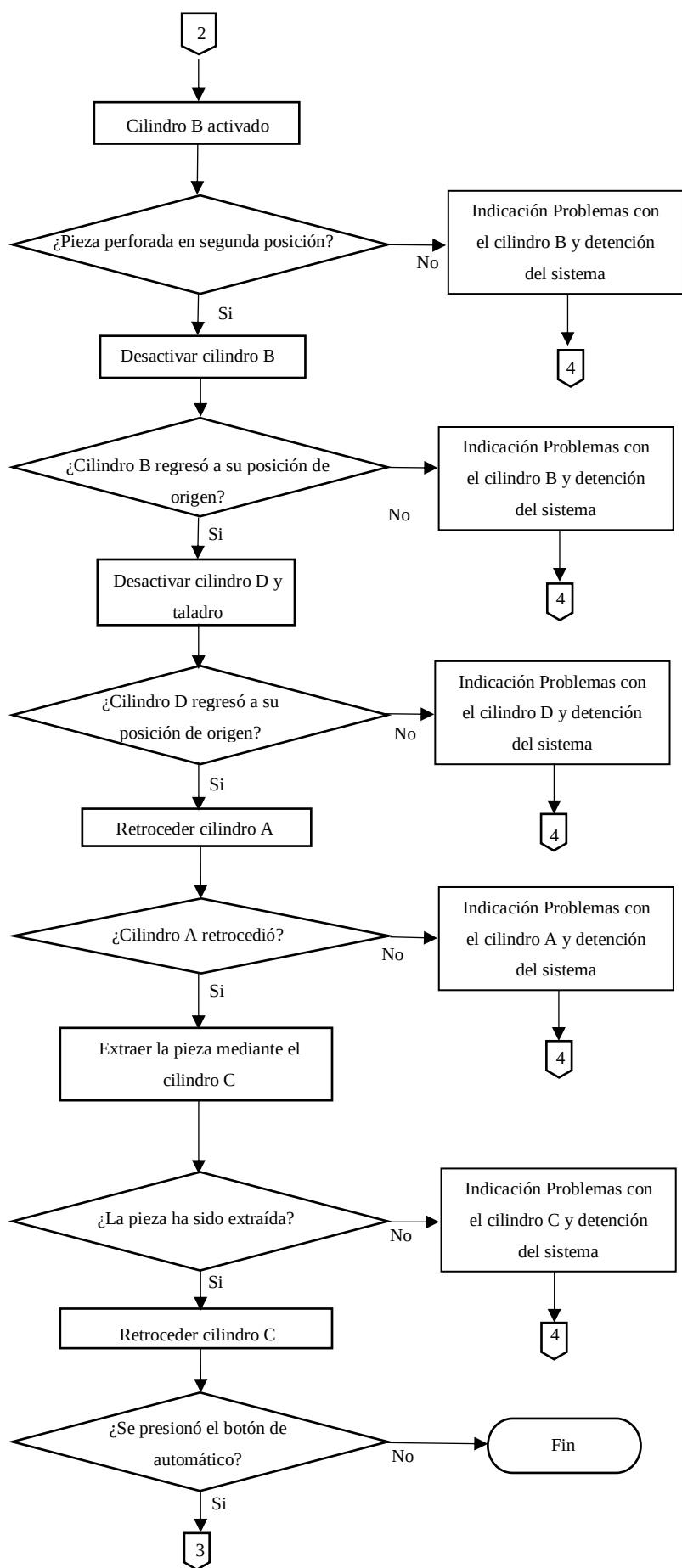
Fuente: Elaboración propia

Figura 2-29. Diagrama de flujo



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-30. Continuación N°1 Diagrama de flujo



Fuente: Elaboración propia

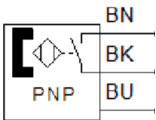
Figura 2-31. Continuación N°2 Diagrama de flujo

2.5. PLANO DE CONEXIONES

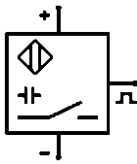
A continuación, se dará a conocer de una forma visual las conexiones eléctricas del proyecto como es en el caso de la conexión eléctrica entre el PLC, sensores y los actuadores (ver figura 2-29) y además de la conexión eléctrica del taladro de perforación.

Simbología

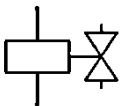
Sensor de proximidad



Sensor de proximidad capacitivo
de 3 hilos, salida normalmente abierta



Solenoid



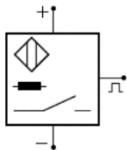
Interruptor de presión normalmente
abierto



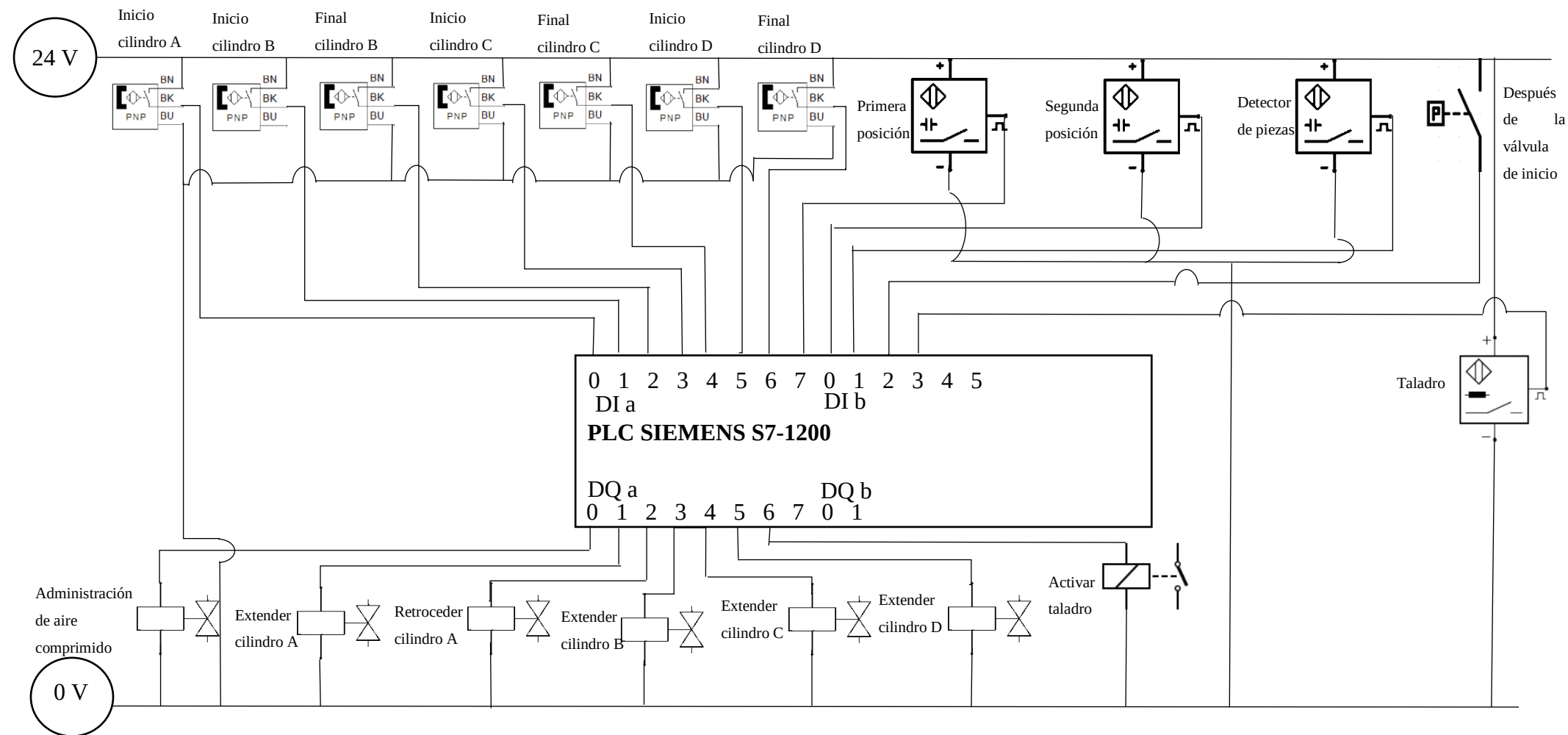
Motor de CA, corriente alterna
Símbolo genérico



Sensor de proximidad inductivo
de 3 hilos, salida normalmente abierta



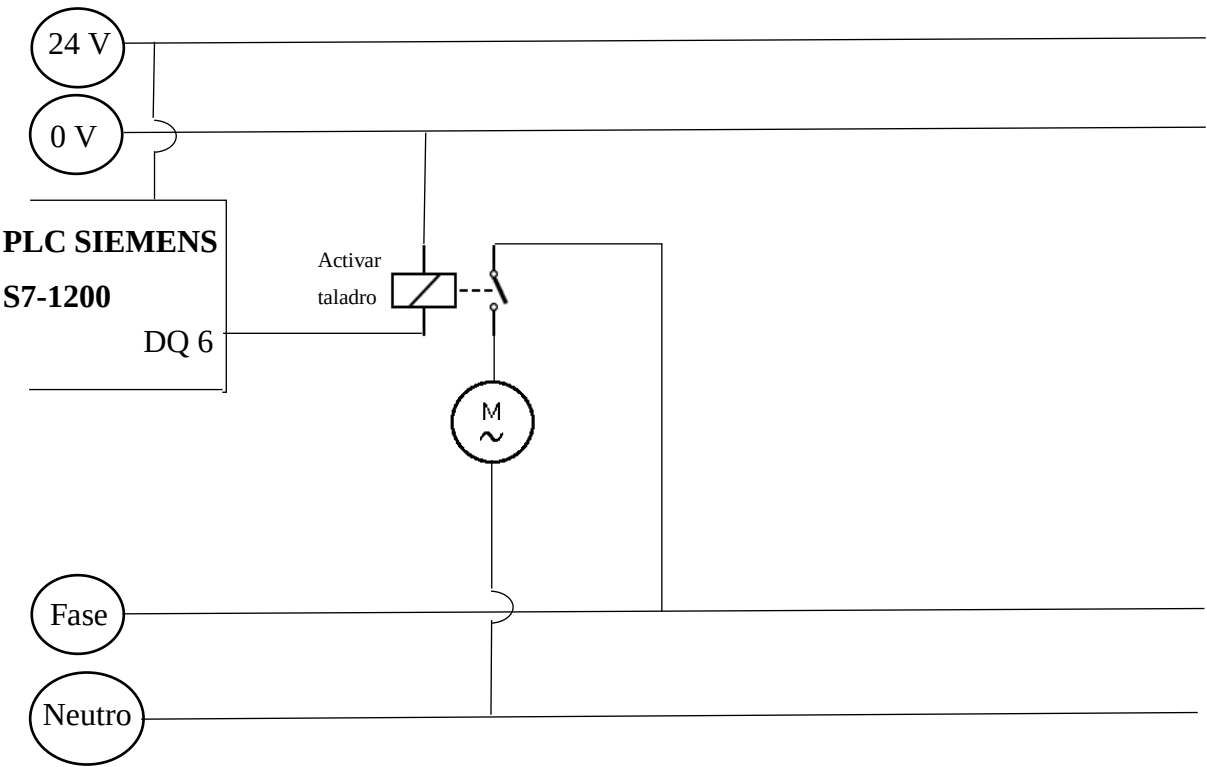
Planos de conexiones



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-32. Plano sensores, actuadores al PLC

El taladro funciona con un voltaje de 220 volt AC / 50 Hz, la función del relé en la salida DQ 6 del PLC es realizar la conexión entre el taladro y la fuente de 220 volt AC / 50 Hz (ver figura 2-30).



Fuente: Elaboración propia

Figura 2-33. Conexión del PLC al taladro

CAPÍTULO 3: ESTUDIO DE COSTOS Y FUTURA INSTALACIÓN

3. **ESTUDIO DE COSTOS Y FUTURA INSTALACIÓN**

En el presente capítulo se entregará el estudio de los costos en que se debe incurrir para la realización del proyecto. En este se incluyen los costos de todos los materiales e instrumentos, además de los tipos de mantenimiento, modalidades de las capacitaciones y el costo de mano de obra.

3.1. **INSTRUMENTOS Y RECURSOS HUMANOS**

A continuación, se detallarán los costos iniciales para la realización del proyecto:

- Costos de instrumentos
- Costos de recursos humanos

Los costos finales estarán en dólares (valor del dólar al peso chileno correspondiente al viernes 7 de diciembre de 2018 es de \$ 675)

3.1.1. Costos de instrumentos y materiales

Todos los materiales que se requieren se detallarán a continuación en la tabla 3-1, tabla 3-2 y tabla 3-3. En estas se incluye los actuadores, sensores, el banco donde se ubicarán los componentes, entre otros.

Tabla 3-1. Costos de materiales e instrumentos

Producto	Cantidad	Precio unitario (pesos chilenos)	Total (pesos chilenos)	Total (dólar)
Relé 24VDC/220VAC SPNO PCB Mount Latching Relay 16 A, 24V dc For Use In General Purpose Applications	1	\$9.108	\$9.108	\$ 13,493

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-2. Continuación n°1 costos de materiales e instrumentos

Producto	Cantidad	Precio unitario (pesos chilenos)	Total (pesos chilenos)	Total (dólar)
Sensor capacitivo, 25 mm, PNP, 100 mA, M30 x 1.5, IP67	3	\$67.675	\$203.025	\$ 300,777
Sensor inductivo New RS PRO, M8 x 1, PNP-NO 52mm Length, 10 30 Volt dc supply voltage, IP67 Rating	1	\$31.311	\$31.311	\$ 46,386
PLC Siemens 6ES7214-1AG40- 0XB0 CPU 1214C, DC/DC/DC, 14DI/10DO/2AI.	1	\$260.260	\$260.260	\$ 385,570
Pantalla táctil HMI 6AV2123-2GB03-0AX0 SIMATIC HMI KTP700 BASIC.	1	\$494.035	\$494.035	\$ 731,903
Riel de montaje 6ES7590-1AB60-0AA0 RAIL DIN 160MM (6,3")	1	\$17.738	\$17.738	\$ 26,278
Cable ethernet 6XV1840-2AH10 Cable ETHERNET Fast Connect CAT 5.	2 metros	\$1.730	\$3.460	\$ 5,126
Manguera de aire Festo, Natural, 50 metros, Polietileno, -30 +60°C	1	\$19.850	\$19.850	\$ 29,407
DSNU-20-200-P-A CILINDRO DOBLE – 19215 23/11 MARCA FESTO	1	\$59.104	\$59.104	\$ 87,561
DSNU-12-125-P-A CILINDRO DOBLE – 19195 23/11 MARCA FESTO	2	\$45.916	\$91.832	\$ 136,047

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-3. Continuación n°2 costos de materiales e instrumentos

Producto	Cantidad	Precio unitario (pesos chilenos)	Total (pesos chilenos)	Total (dólar)
ADN-32-80-A-P-A CIL. COMPACTO - 536277 26/11 MARCA FESTO	1	\$72.845	\$72.845	\$ 107,918
VUVG-L18-M52-MT-G14- 1R8L ELECTROVÁLVULA - 8031532 - 10/12 MARCA FESTO	3	\$75.740	\$227.220	\$ 336,622
VUVG-L18-T32C-MT-G14- 1R8L ELECTROVÁLVULA - 8031528 10/12 MARCA FESTO	1	\$110.698	\$110.698	\$ 163,997
VUVG-L18-P53C-T-G14-1R8L ELECTROVÁLVULA - 8031534 - 12/12	1	\$114.192	\$114.192	\$ 169,173
Válvula reguladora de caudal	1	\$32.990	\$32.990	\$ 48,874
Presostato T5000002	1	\$28.490	\$28.490	\$ 42,207
FESTO -SMT-8M-A-PS-24V- E-2,5-OE DET. PROX. - 574335 21/11	7	\$ 31.345	\$219.415	\$ 325,059
Taladro percutor 13mm 720W 2 velocidades HP 2050 H mak	1	\$109.990	\$109.990	\$ 162,948
Broca 10 MA511470	1	\$2.490	\$2.490	\$ 3,688
2x2"x3,20 m Pino cepillado seco Genérico	3	\$1.610	\$4.830	\$ 7,155
Set de pernos, tuercas, bolillas	1	\$29.000	\$29.000	\$ 42,962
25x8mm x6m Fierro barra plana laminada en caliente Aceros Cox	5	\$10.690	\$53.450	\$ 79,185
Costo total			\$2.195.333	\$3.252,34

Fuente: Elaboración propia

Los datos recopilados provienen de distintas páginas Web, como por ejemplo rsdelivers.com y veto.cl. En cambio, los productos marca *Festo* y *Siemens* fueron recopilados directamente de sus distribuidores. Estos los podremos visualizar más adelante en el anexo A y B.

Se eligieron estas empresas debido a que la Universidad trabaja con ellas, puesto que, la mayoría de los PLC ocupados provienen de la empresa Siemens, así como los cilindros neumáticos y las válvulas distribuidoras ocupadas son de la empresa Festo.

3.1.2. Costos de recursos humanos

Para la futura implementación del proyecto, se necesitará del siguiente personal:

- Diseñador industrial: La función que cumple esta persona es diseñar la base (el banco) donde se ubican todos los materiales e instrumentos que formarán la maqueta didáctica. Esta persona trabajará directamente con el técnico mecánico industrial y los profesores para determinar el mejor diseño para el laboratorio de Electro-Hidroneumática.
- Técnico mecánico industrial: Al quedar terminados los planos, el técnico se encargará de ensamblar la maqueta, utilizando todos los sistemas de seguridad necesarios (guantes, antiparras, overol, entre otros). Al momento de terminarla, se realizarán una serie de pruebas que comprueben que no tendrá ningún problema durante su funcionamiento, como, por ejemplo, medición de presión en todos los puntos de la línea de aire comprimido.
- Ingeniero en control e instrumentación industrial: Al finalizar la maqueta, se necesitará un personal que diseñe el sistema de control en lenguaje escalera. Deberá tener conocimientos del software TIA Portal. La función del personal es diseñar el sistema con todos los niveles de seguridad necesarios, debido que quienes trabajarán en ella son estudiantes que recién comienzan a familiarizarse con el área de la neumática.

A continuación, se mostrarán los costos por hora de cada integrante que participará en el proyecto (ver tabla 3-4).

Tabla 3-4. Costo del personal por hora

Personal	Costos por hora (pesos chilenos)	Costos por hora (dólar)
Diseñador industrial	\$ 5.000	\$7,407
Técnico mecánico industrial	\$ 6.875	\$10,185
Ingeniero control e instrumentación industrial	\$ 9.375	\$13,888

Fuente: www.mifuturo.cl

Los costos finales de los integrantes del proyecto están relacionados con las horas que necesiten, en la tabla 3-5 se detallan los costos.

Tabla 3-5. Costo total del personal

Personal	Horas requeridas	Costos (pesos chilenos)	Costos (dólar)
Diseñador industrial	32 horas	\$ 160.000	\$ 237,037
Técnico mecánico industrial	16 horas	\$ 110.000	\$ 162,962
Ingeniero control e instrumentación industrial	32 horas	\$ 300.000	\$ 444,444
Costo total		\$ 570.000	\$ 844,444

Fuente: Elaboración propia

3.2. CAPACITACIONES

Cuando se compruebe que el funcionamiento de la maqueta es aceptable, vendrá el momento de capacitación por parte de los técnicos a los profesores que harán uso de esta.

Todos los profesores que trabajen en el laboratorio deben ser capacitados. Puesto que, si en algún momento un estudiante está haciendo uso de la maqueta, y en una mala maniobra ocurre un accidente, y este se encuentra sin supervisión alguna, este hecho podría tener resultados irreparables.

La capacitación se dividirá en dos etapas como se muestra en la tabla 3-6.

Tabla 3-6. Horario de capacitación a profesores

Horario	Detalle
08:00 - 13:00	Etapla teórica
14:00 - 17:00	Etapla practica

Fuente: Elaboración propia

3.2.1. Etapa teórica

La capacitación comenzará con esta etapa, en la cual se detallarán los siguientes aspectos:

- Estructura de la maqueta: Se detallan todos los aspectos físicos de la maqueta, sus dimensiones, los componentes utilizados, su funcionamiento, entre otros.
- Tecnología neumática: Los cilindros y las válvulas implementados en la maqueta son distintos a los que actualmente tienen en el laboratorio. En ese caso se debe explicar su tecnología, por ejemplo, los cilindros neumáticos del laboratorio utilizan sensores finales de carrera para detectar la posición final e inicial del cilindro, en cambio los cilindros de la maqueta utilizan sensores de proximidad para saber la posición final e inicial de estos.
- Sistema de control: En esta parte se explicará la programación en el software TIA Portal para el control de la maqueta que consistirá en:
 - Funcionamiento normal de la maqueta
 - Funcionamiento en caso de una falla
 - Monitoreo de la maqueta mediante pantalla HMI

Cumpliendo con todos los puntos de la etapa teórica habrá un descanso de una hora (13:00 – 14:00) para luego seguir con la etapa práctica.

3.2.2. Etapa práctica

En la etapa práctica los profesores deberán cumplir con los siguientes puntos:

- Reconocimiento de la maqueta: Los profesores deben identificar todos los puntos de la maqueta vistos en la Etapa teórica, como por ejemplo la disposición de los cilindros, presiones de aire comprimido, conexiones de los sensores, PLC, visualización de la pantalla HMI entre otros.
- Funcionamiento normal de la maqueta: Cuando los profesores reconozcan todos los puntos de la maqueta y resuelvan sus dudas, se iniciará el funcionamiento de esta. En primer lugar, se realizará un ciclo de perforación de la pieza en funcionamiento manual y posteriormente se colocará la maqueta en función automático.
- Funcionamiento de la maqueta en condición de falla: Se realizará la etapa de diagnóstico, para prevenir que ocurra una falla en la operación. Se les explicarán a los profesores las fallas más recurrentes que podrían suceder, como, por ejemplo, caída de presión en el sistema, falta de energía en el taladro, entre otros. Estas señales de error se verán reflejadas en la pantalla HMI.

Cumplidas las dos etapas anteriores, los profesores estarán en condiciones de utilizar la maqueta didáctica sin supervisión. Ahora ellos podrán dar uso de esta, para la enseñanza de los estudiantes en sus respectivos cursos.

Además, la entrega de la maqueta debe incluir los siguientes documentos:

- Manual introductorio: En este manual se encuentran todas las funciones que la maqueta puede desarrollar, tales como, iniciar y detener el sistema, ver su estado actual, verificación de errores, entre otros. Cualquier estudiante que quiera ocupar la maqueta, deberá leer este manual, antes de utilizarla.
- Manual de mantenimiento: Cuando se requiera realizar un mantenimiento preventivo a la maqueta, el técnico encargado de esta labor deberá leer este manual. En este manual se incluyen todos los puntos técnicos, es decir, la estructura donde están los componentes, los valores de presión y corriente de los instrumentos y la programación del software TIA Portal.

Tanto la etapa teórica como la etapa práctica será realizada por las mismas personas que desarrollaron la maqueta didáctica. Cada uno de ellos tendrá el siguiente costo finalizada la capacitación (ver tabla 3-7)

Tabla 3-7. Costo de capacitaciones

Personal	Costos (pesos chilenos)	Costos (dólar)
Diseñador industrial	\$ 40.000	\$ 59,259
Técnico mecánico industrial	\$ 55.000	\$ 81,418
Ingeniero en control e instrumentación industrial	\$ 75.000	\$ 111,111
Costo total	\$ 170.000	\$ 251,788

Fuente: Elaboración propia

3.3. MANTENIMIENTO

La vida útil de la maqueta dependerá del cuidado que se le entrega, para ello existen dos tipos de mantenimiento, estos son:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

3.3.1. Mantenimiento preventivo

Para asegurar un buen funcionamiento de la maqueta se requiere un mantenimiento preventivo, este se encarga de que todos los componentes, se encuentren en buen estado al momento de utilizarla.

Los profesores que requieran utilizar la maqueta en su horario de clases deberán con anterioridad revisar su buen funcionamiento, el cual consistirá en hacerla funcionar en modo manual y posteriormente en modo automático. Si no presenta problemas, la maqueta podrá ser utilizada, pero si se presenta un desperfecto, se tendrá que realizar un mantenimiento correctivo, el cual se explicará más adelante.

Además de la inspección realizada, por parte de los profesores, se tendrá que desarrollar un mantenimiento 2 veces durante cada semestre, por parte de un personal especializado que conozca la maqueta y haya leído el manual de mantenimiento de esta. El mantenimiento se basa en realizar los siguiente:

- Revisar fugas de aire comprimido.
- Revisar estado de válvulas y cilindros.
- Revisar conectores de los sensores, actuadores y PLC.
- Limpieza de la maqueta.

En el laboratorio se dispondrá de los siguientes productos para realizar las mantenciones (ver tabla 3-8).

Tabla 3-8. Materiales para realizar mantenimiento preventivo

Producto	Costos (pesos chilenos)	Costos (dólar)
WD-40	\$ 3.290	\$ 4,870
Limpia contacto 400ML Sonax	\$ 3.590	\$ 5,318
Set brochas condor black 1” +2” +3”	\$ 6.990	\$ 10,355
Lente aero claro	\$ 3.920	\$ 5,807
Guante multiuso nitrado	\$ 1.990	\$ 2,948
Overol canvas azul	\$ 11.390	\$ 16,874
Costo total	\$ 31.170	\$ 46,177

Fuente: Elaboración propia

Si se encuentra una falla en algunos de los componentes, se deberá informar a las autoridades de la Universidad para que autoricen la reparación o compra del producto defectuoso.

Siguiendo los puntos ya mencionados, la maqueta no tendrá problemas en su funcionamiento a largo plazo. El costo del mantenimiento preventivo será de \$ 30.000 pesos chilenos lo que en dólar correspondería a US\$ 44,444.

3.3.2. Mantenimiento correctivo

Existe una posibilidad que la maqueta sufra algún desperfecto que la deje inutilizable, eso puede ocurrir en una mala manipulación. En ese caso, no se puede dejar la maqueta en esa condición, por ello se debe realizar un mantenimiento correctivo que consiste en resolver la falla cuando se produzca.

El mantenimiento correctivo lo realizará un técnico con experiencia en el área neumática o si es posible algún profesor que haya recibido la capacitación.

El costo de este mantenimiento estará totalmente relacionado con la falla que se produzca, por lo que calcular su costo es imposible.

Las fallas más comunes que pudieran ocurrir en este caso serían las siguientes:

- Taladro descompuesto.
- Cilindros descompuestos.
- Fuga de aire comprimido.

La probabilidad de que los equipos electrónicos como los sensores, los cables y el PLC sufran algún desperfecto es muy reducida, debido que no existen movimientos en ellos durante el funcionamiento de la maqueta didáctica.

3.4. COSTOS FINALES DEL PROYECTO

Teniendo en cuenta todos los datos reunidos en este capítulo, se le entregará a la Universidad un valor fijo del costo final del proyecto, detallándose en la tabla 3-9.

Tabla 3-9. Costos finales

Descripción	Costo (pesos chilenos)	Costo (dólar)
Materiales e instrumentos	\$ 2.195.333	\$ 3.252,345
Materiales iniciales para mantenimiento preventivo	\$ 31.170	\$ 46,177
Costo de personal	\$ 570.000	\$ 844,444
Capacitaciones	\$ 170.000	\$ 251,778
Costo final	\$ 2.996.503	\$ 4.439,263

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que el costo final para la realización del proyecto es de \$ \$ 4.439 dólares con un costo semestral en las mantenciones de \$ 88,888 dólares para el mantenimiento preventivo.

3.5. SEGURIDAD PARA EL ESTUDIANTE

Finalizada la construcción, los estudiantes podrán hacer uso de la maqueta didáctica. Se debe entender que, al no utilizar esta herramienta de manera correcta, podrá ser peligroso para la seguridad del estudiante. Para solucionar esta problemática, cada estudiante deberá leer el manual introductorio, además se instalará un vidrio protector que cubra la maqueta al momento de que este en funcionamiento.

Ningún estudiante puede modificar algún componente de la maqueta, ya que, si alguien interfiere en esta, la maqueta podría quedar inoperable lo cual se le deberá llamar a un técnico especializado para resolver el problema.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proyecto propuesto busca implementar nuevos contenidos al laboratorio de Electro-Hidroneumática presente en la Universidad Técnica Federico Santa María Sede Viña del Mar, ya que los sistemas de control neumáticos y eléctricos ubicados en el laboratorio, no se ocupan a grandes rasgos debido a que la tecnología los está sustituyendo.

El proyecto comenzó con la realización de una lluvia de ideas y se encontraron cuatro soluciones posibles. Luego tras un análisis individual de estas en los temas de innovación, beneficios, duración y factibilidad se determinó que la solución más favorable para la Universidad y para los estudiantes es diseñar una maqueta didáctica que consiste en un nuevo sistema de control de componentes neumáticos a través de un PLC.

Al modificar el sistema de perforación controlado neumáticamente a uno mediante un controlador lógico programable, sus funciones se multiplican. El sistema anterior solo realiza una única función, esta sería hacer que cumpla con el ciclo de perforación, pero al modificarlo, se le agregaron las siguientes características:

- A- Dos modalidades de funcionamiento (manual y automático)
- B- Visualización mediante una pantalla táctil HMI
- C- Detección de fallas e indicación de estas

La maqueta se volvió más eficiente al tener estas características, de esta forma será más segura, reducirá los tiempos de perforación y mantenimiento, siendo estos menos costosos.

Al usar este controlador lógico programable se le pueden agregar más características que las que posee, esto significa que la maqueta didáctica se puede seguir actualizando, esto debido que no utilizó la totalidad de las funciones del PLC.

Los estudiantes al utilizar la maqueta didáctica podrán comprender que la parte neumática y la parte electrónica se pueden enlazar con facilidad, no solamente en este proyecto, sino que en cualquier componente neumático se puede enlazar.

Cuando la Universidad autorice la implementación de este proyecto, el laboratorio tendrá una nueva herramienta para la enseñanza de los estudiantes, dando por finalizado el problema presentado.

En todas las Carreras de la Universidad se debe realizar del mismo modo, para que los estudiantes de ésta, se encuentren mejor preparados para enfrentar el mundo laboral. Por lo tanto, si no se desea actualizar alguna Carrera, en poco tiempo esta dejará de entregar estudiantes bien calificados, y en ese caso toda la Universidad será perjudicada logrando así, la pérdida de su prestigio.

BIBLIOGRAFÍA

Festo, Cilindros normalizados [en línea]. [consulta 15 de noviembre de 2018]. Disponible en <https://www.festo.com/cat/es-cl_cl/products_010100>

Festo, Válvulas distribuidoras universales [en línea]. [consulta 15 de noviembre de 2018]. Disponible en <https://www.festo.com/cat/es-cl_cl/products_020200>

RS Allied Electronics & Automation, SPNO PCB Mount Latching Relay 16 A, 24V dc For Use In General Purpose Applications [en línea]. [consulta 25 de octubre de 2018]. Disponible en <<https://cl.rsdelivers.com/product/te-connectivity/1937650-9/spno-pcb-mount-latching-relay-16-a-24v-dc-for-use/7917384>>

RS Allied Electronics & Automation, Sensor capacitivo, 25 mm, PNP, 100 mA, M30 x 1.5, IP67 [en línea]. [consulta 25 de octubre de 2018]. Disponible en <<https://cl.rsdelivers.com/product/balluff/bcs-m30bbe1-psc25h-ep02/sensor-capacitivo-25-mm-pnp-100-ma-m30-x-15-ip67/9027521>>

RS Allied Electronics & Automation, New RS PRO, M8 x 1, PNP-NO Inductive Sensor 52mm Length, 10 → 30 V dc supply voltage, IP67 Rating [en línea]. [consulta 25 de octubre de 2018]. Disponible en <<https://cl.rsdelivers.com/product/rs-pro/ime08-2n5pszw2kf38/rs-pro-m8-x-1-pnp-no-inductive-sensor-52mm-length/1646095>>

RS Allied Electronics & Automation, Manguera de aire Festo, Natural, 50m, Polietileno, -30 → +60°C [en línea]. [consulta 25 de octubre de 2018]. Disponible en <<https://es.rs-online.com/web/p/products/1262781/>>

ANEXO A: COTIZACIÓN DE PRODUCTOS MARCA FESTO

La empresa Festo tiene diferentes distribuidores a lo largo del país, en este caso los productos se cotizaron a través de la empresa FITTINGS Y VALVULAS LIMITADA.

Distribuidor	Dirección y datos	Zona geográfica
	Outfit Sucuna 16 Arica Cel.: +569 9 8492586 ✉ outfit@outfit.cl ➡ www.outfit.cl	Zona Norte (Arica)
	Fast Trader - All Machine O'Higgins 1901 Iquique Tel.: +56 57 2 246000 +56 57 2 246012 ✉ ventas@fast-trader.cl ➡ www.fast-trader.cl ➡ www.allmachine.cl	Zona Norte (Iquique)
	Automatización Neumática Ltda. Av. Argentina 1467, oficina 302 Antofagasta Cel.: +569 4 2753299 ✉ miguel.zuniga@automatizacionneumatica.cl	Zona Norte (Antofagasta)
	Sociedad Comercial Ramírez Leña Riquelme 3903 Calama Tel.: +56 55 2 334844 ➡ www.srhcalama.cl	Zona Norte (Calama)
	Abastecimientos Técnicos Limitada San Gumerindo 522 Quinta normal –Santiago Calama Tel: +56 2 2 7764726 Cel: +56 9 5 6695972 ➡ ventas@abastec.cl ➡ www.abastec.cl	Zona Norte (Calama)
	Fittings y Valvulas Limitada Santa Elena 1347 Santiago Tel.: +56 2 32136300 WhatsApp: +569 5 1693227 ✉ ventas@fitvalv.cl ➡ http://www.fitvalv.cl/	Zona Centro (Santiago – Rancagua)

	Gabriel Arturo Gonzalez A. Calle 4 2019, Villa Valle Escondido Curicó Tel.: +56 75 2 223008 ✉ neumatica.curico@gmail.com	Zona Sur (Curicó)
 AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL	Sociedad de Servicios Miteam Ltda. 1 y media Poniente 0258 Talca Tel.: +56 71 2 233600 Cel.: +56 9 9346 1663 ✉ gerencia@miteam.cl	Zona Sur (Talca)
 SOLUCIONES INDUSTRIALES	Siam Global Ltda. Av. Vicuña Mackenna 801 Los Ángeles Tel.: +56 43 2 233470 ✉ contacto@siamglobal.cl ➔ http://www.siamglobal.cl	Zona Sur (Linares -Valdivia)
 Automatización & Servicios	Ditter Benavente N° 339 segundo piso Puerto Montt Tel.: +56 65 2 298865 Cel.: +56 9 56096478; +569 8 5023012 ✉ Ventas@ditter.cl ➔ www.ditter.cl	Zona Sur (Osorno -Magallanes)



FITTINGS Y VALVULAS SPA.
SANTA ELENA 1347 - SANTIAGO
Fono: 232136300 - eMail: fitvalv@fitvalv.cl



RUT: 85.120.600-0

COTIZACIÓN

Nº 55.505

Razón social	CLIENTE	RUT	
Dirección		Fecha	20/11/2018
Comuna		Fono	
Forma de pago	Cheque contado	Plazo entrega	
Att.		Validez	30 días
Comentarios			

Producto		Cantidad	Precio Unitario	Dcto. %	Total
777XXX777	FESTO - DSNU-20-200-P-A CILINDRO DOBLE - 19215 - 23/11	1,0	\$ 59.104,0	0,00	\$ 59.104
777XXX777	FESTO - DSNU-12-125-P-A CILINDRO DOBLE - 19195 - 23/11	1,0	\$ 45.916,0	0,00	\$ 45.916
777XXX777	FESTO -ADN-32-80-A-P-A CIL. COMPACTO - 536277 - 26/11	1,0	\$ 72.845,0	0,00	\$ 72.845
777XXX777	FESTO -SMT-8M-A-PS-24V-E-2,5-OE DET. PROX. - 574335 21/11	1,0	\$ 31.345,0	0,00	\$ 31.345
777XXX777	FESTO - SIEH-M12B-PS-K-L SENSOR INDUCTIV - 150450 21/11	1,0	\$ 53.486,0	0,00	\$ 53.486
777XXX777	FESTO - VUVG-L18-M52-MT-G14-1R8L ELECTROVÁLVULA - 8031532 - 10/12	1,0	\$ 75.740,0	0,00	\$ 75.740
777XXX777	FESTO - VUVG-L18-T32C-MT-G14-1R8L ELECTROVÁLVULA - 8031528 10/12	1,0	\$ 110.698,0	0,00	\$ 110.698
777XXX777	FESTO - DSNU-16-150-P-A CIL. NORMALIZ. - 1908265 - 12/12	1,0	\$ 52.561,0	0,00	\$ 52.561
777XXX777	FESTO - VUYG-L18-P53C-T-G14-1R8L ELECTROVÁLVULA - 8031534 - 12/12	1,0	\$ 114.192,0	0,00	\$ 114.192
				Neto	615.887
				IVA	117.019
				Total	732.906

ANEXO B: COTIZACIÓN DE PRODUCTOS MARCA SIEMENS

En comparación con la empresa Festo, la empresa Siemens también posee diferentes distribuidores a lo largo del país, en este caso los productos se cotizaron a través de la empresa SARGENT INDUSTRIAL.

PRODUCTOS	FAMILIAS	DISTRIBUIDORES (sitio web, teléfono)
AUTOMATIZACIÓN		
Automatización para Plantas Industriales		
- Módulo Lógico Programable - Controladores Lógicos Programables PLC - Paneles HMI - Periferia Descentralizada - Computadores Industriales - Software - Sistemas de Identificación - Comunicaciones Industriales - Switches y Routers Industriales - Fuentes de Poder	LOGO! SIMATIC 57-300 / 400/1200 / 1500ET200 SIMATIC HMI (TD, Micro, Basic, Comfort, Mobile) SIMATIC ET200x SIMATIC IPC, SIMATIC Field PG SIMATIC STEP7, TIA Portal, WinCC SIMATIC RFID SIMATIC NET SCALANCE SITOP	Calimport (www.calimport.cl) 2 2488 7000 Dartel (www.dartel.cl) 2 2757 2200 Sargent (www.sargent.biz) 2 2510 3333 Vignola (www.vignola.cl) 2 2433 6200
Comunicaciones Industriales Robustas		
- Switch y Router industriales - Software Ciberseguridad Crossbow - Comunicación inalámbrica Wimax	RUGGEDCOM	Lams (www.lams.cl) 2 2206 7973 Soltex (www.soltex.cl) 2 2730 4700 Termodinámica (www.termodinamica.cl) 2 2270 9700
INSTRUMENTACIÓN		
Analítica de Procesos (Integradores de sistemas)		
- Cromatógrafos - Analizadores continuos de gases	MAXUM SITRANS SL / LDS / ULTRAMAT	Ambiente y Tecnología (www.ayt.cl) 2 2238 1604 IMA (www.ima.cl) 2 2499 8200 Esinfra (www.esinfra.cl) 2 28530021
Instrumentación de Campo		
- Flujómetros (Magnéticos, Ultrasónicos, Coriolis, Vortex, entre otros) - Transmisores de Temperatura - Medidores de Nivel - Transmisores de Presión - Posicionadores de válvulas - Flujómetros Ultrasónicos	SITRANS F SITRANS T SITRANS L / POINTEK / ECHOMAX SITRANS P SIPART PS2 / SITRANS VP	Termodinámica (www.termodinamica.cl) 2 2270 9700 Bermat (www.bermat.cl) 2 2412 2800 Vignola (www.vignola.cl) 2 2433 6200 Soltex (www.soltex.cl) 2 2730 4700
Pesaje Dinámico y Estático		
- Pesómetros de correas transportadoras - Alimentadores pesométricos - Protección de procesos - Flujómetros de sólidos - Celdas de carga	MILTRONICS SIWAREX	Pesamatic (www.pesamatic.cl) 2 2790 4000
CONTROL Y MANIOBRA		
- Partidores Suaves - Contactores / Guardamotores - Contactores al aire y en vacío - Relés térmicos, electrónicos, de tiempo, aislación, entre otros - SIMOCODE - Botoneras, Luces Pilotos y Señalización	SIRIUS	Dartel (www.dartel.cl) 2 2757 2200 Lureye (www.lureye.cl) 2 2897 5000 Sargent (www.sargent.biz) 2 2510 3333 Ducasse (www.ducasse.cl) 2 2355 7050 Emeltec (www.emeltec.cl) 2 2307 0060 Casa Musa (www.casamusa.cl) 2 2692 0005

PRODUCTOS	FAMILIAS	DISTRIBUIDORES (sitio web, teléfono)
PROTECCIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN		
- Interruptores Caja Moldeada - Interruptores Corte en Aire - Fusibles - Medidores de energía - Interruptores termomagnéticos - Interruptores diferenciales	SETRON BETA	Dartel (www.dartel.cl) 2 2757 2200 Sargent (www.sargent.biz) 2 2510 3333 Emeltec (emeltec.cl) 2 2307 0060 Casa Musa (www.casamusa.cl) 2 2692 0005
ACCIONAMIENTOS		
Motores Eléctricos en Baja y Media Tensión (Eficiencia Estándar y Alta Eficiencia) / Variadores de Frecuencia de Media Tensión		
- Motores IEC - Variadores de Media Tensión - Motores NEMA	SIMOTICS N-Compact 1LA8 1LA7, 1LE1001, 1LE1002, 1LE1003 1LE1015, 1LE1016, 1LE0, IE1, IE2, IE3 Perfect Harmony SINAMICS GM SIMOTICS Serie 1LE2 N-Compact 1LA8 NEMA PREMIUM	M. Hochschild (www.mhis.cl) 2 2473 6600 Ducasse (www.ducasse.cl) 2 2355 7050 Lureye (www.lureye.cl) 2 2897 5000 Sargent (www.sargent.biz) 2 2510 3333 M. Hochschild (www.mhis.cl) 2 2473 6600 Lureye (www.lureye.cl) 2 2897 5000
Servomotores		
- Servomotores, Motores de alto torque - Servoaccionamientos	1FK7, 1PH8, 1FL6 Simotion, SINAMICS S120, S110, V90	SHH (www.shh.cl) 2 2406 8320 Sargent (www.sargent.biz) 2 2510 3333
Variadores de Frecuencia en Baja Tensión (Incluye aplicaciones de eficiencia energética)		
- Variadores Estándares: entrada monofásica y trifásica - Variadores avanzados (multiejes)	SINAMICS V20, G120, G120C SINAMICS S120	Sargent (www.sargent.biz) 2 2510 3333 Dartel (www.dartel.cl) 2 2757 2200 Lureye (www.lureye.cl) 2 2897 5000 Ducasse (www.ducasse.cl) 2 2355 7050
Transmisión de Potencia		
- Motoreductores hasta 20.000Nm - Acoplamientos	MOTOX SIMO GEAR N-EUPEX: A y B BIPEX: BWN ZAPEX: ZIN RUPEX: RWN ELPEX: B ARPEX: ARS-06	Sargent (www.sargent.biz) 2 2510 3333 Ducasse (www.ducasse.cl) 2 2355 7050 Sargent (www.sargent.biz) 2 2510 3333

Oficinas Siemens

Casa Matriz - Santiago
Cerro El Plomo 6000, pisos 9
Las Condes, Santiago
Contacto:
Javiera Bustamante
+56 2 2477 1286, javiera.bustamante@siemens.com

Zona Norte - Antofagasta
Néstor del Fierro 451
Sector Industrial La Negra, Antofagasta
Contacto:
Andrés Vera
+56 9 42114475, andres.vera_arcos@siemens.com
Rodrigo Silva
+56 9 91836656, rodrigo.silva_tello@siemens.com

Zona Norte - Calama
Av. Chorrillos 1631, Piso 7
Oficina 701 - 702, Calama
Ex Finca San Juan, Calama
Teléfono: +56 55 2531 078
Contacto:
Patricio Melgarejo
+56 9 5965 5233, patricio.melgarejo@siemens.com

Zona Sur - Concepción
Flex Center Bío - Bío, Marco Polo 9038, Local E
Hualpén, Talcahuano. Teléfono: + 56 41 2489 332
Contacto:
Francisco Casanueva
+56 9 4411 8715, francisco.casanueva@siemens.com
María Faúndez
+56 9 4420 7130
maria.faundez@siemens.com
Esteban Cifuentes
+56 9 5158 4864
esteban.cifuentes@siemens.com
Rodrigo Pincheira
+56 9 4467 3272
rodrigo.pincheira@siemens.com

<http://www.industry.siemens.com/home/aan/es/chile>

HOT-LINE TÉCNICA GRATUITA

Resuelve todas tus dudas de:

- Especificaciones Técnicas - Selección de productos
- Dimensionamiento - Compatibilidad entre equipos
- Comunicaciones entre equipos - Configuración básica
- Diagramas de conexión - Fallas o alarmas en equipos

800 36 34 34 ó al +56 2 2477 1290
support.aan.automation@siemens.com

Sucursales Distribuidores Autorizados

Ambiente y Tecnología Ltda.
Santiago: +56 2 2499 8200
Calama: +56 55 233 7775
Antofagasta: +56 55 222 7201

Bermat S.A.
Santiago: +56 2 2412 2800
Antofagasta: +56 55 2474 545
Concepción: +56 41 2259 071

Calimport S.A.
Santiago: +56 2 2488 7000
Antofagasta: +56 55 2497 303
Concepción: +56 41 2238 307
Puerto Montt: +56 65 2311 077

Casa Musa S.A.
Santiago: +56 2 2692 0000
Concepción: +56 41 2232 000

Dartel S.A.
Santiago: +56 2 2757 2200
Iquique: +56 57 2427 271
Antofagasta: +56 55 2267 320
Calama: +56 55 2364 668
Copiapo: +56 52 2241 481
La Serena: +56 51 2470 340
Los Andes: +56 34 2405 916
Valparaíso: +56 32 2250 298
Rancagua: +56 2 2797 4014
Talca: +56 71 2240 609
Concepción: +56 41 2469 955
Temuco: +56 45 2941 028
Puerto Montt: +56 65 2318 800

Ducasse Ltda
Santiago: +56 2 2355 7050
Iquique: +56 57 2413 797
Antofagasta: +56 55 2261 523
La Serena: +56 51 2217 462
Valparaíso: +56 32 2257 891
Rancagua: +56 72 2239 222
Talca: +56 71 2231 375
Concepción: +56 41 2206 000
Los Angeles: +56 43 2315 000
Temuco: +56 45 2235 601
Valdivia: +56 63 2203 763
Osorno: +56 64 2235 911
Puerto Montt: +56 65 2263 929

Emeltec S.A.
Santiago: +56 2 2307 0060

Sucursales Integradores de Sistemas

Ambiente y Tecnología Ltda.
Santiago: +56 2 2499 8200
Calama: +56 55 233 7775
Antofagasta: +56 55 222 7201

Eslnfa Ltda.
Santiago: +56 2 2853 0021

Hochschild S.A.
Santiago: +56 2 2473 6600
Antofagasta: +56 55 2212 877
Copiapó: +56 52 2244 840
Concepción: +56 41 2788 913
Puerto Montt: +56 65 2385 155

Lams Ltda
Santiago: +56 2 2206 7973

Lureye S.A.
Santiago: +56 2 2897 5000
Copiapo: +56 52 2352 350
Antofagasta: +56 55 2715 900
La Serena: 56 51 2221 676
Concepción: +56 41 2566 700
Puerto Montt: +56 65 2567 400

Pesamatic S.A.
Santiago: +56 2 2790 4000
Antofagasta: +56 55 2273 471
Concepción: +56 41 2429 835
Puerto Montt: +56 65 2274 343

Sargent S.A.
Santiago: +56 2 2510 3333
Concepción: +56 41 2239 797

SHH
Santiago: +56 2 2406 8320

Soltex S.A.
Santiago: +56 2 2730 4700
Antofagasta: +56 55 2292 984
Copiapó: +56 52 2236 797
Concepción: +56 41 2482 341

Termodinamica Ltda
Santiago: +56 2 2270 9700
Antofagasta: +56 55 2485 346
Concepción: +56 41 2485 200

Vignola S.A.
Santiago: +56 2 2433 6200
Antofagasta: +56 55 2565 200
Valparaíso: +56 32 2154 328
Concepción: +56 41 2105 400
Puerto Montt: +56 65 2350 150

IMA S.A.
Santiago: +56 2 2378 5190
Calama: +56 55 2337 775
Antofagasta: +56 55 2227 201
Concón: +56 32 281 5847



COTIZACIÓN
FECHA: 19-11-2018
: PB2-022181

TECNICA THOMAS SARGENT
RUT: 92.357.000-4
Av. General Velasquez 5720
San Bernardo, Santiago
Teléfono: (56 2) 25103333

DATOS DEL CLIENTE	DATOS DE CONTACTO
CARLOS JAVIER TORRES ABARCA 18760879-1 Contacto : CARLOS TORRES Tel: Cel: +56975943406 carlos.torres.abarca.1994@gmail.com	Barbara Matus Vendedor Transaccional centro Tel: +562 25103001 Cel: bmatus@sargent.biz
CONDICIONES COMERCIALES	
Precios :	En pesos netos + IVA
Entrega :	Por confirmar
Lugar de Entrega :	Bodega Sargent Santiago
Validez de la Oferta :	15 días, salvo venta previa.
Condiciones de Pago :	z.8) 30% Anticipo, saldo contra fecha factura

#	ARTICULO	DESCRIPCION	CANT	P/u	TOTAL
1	AUTSIE101136	6ES7214-1AG40-0XB0 CPU 1214C, DC/DC/DC, 14DI/10DO/2AI SIEMENS. Entrega Inmediata	1	260.260	260.260
2	DRVSAR0001	6SL3210-5FB10-8UA0 SINAMICS V90 Tensión de entrada: 200-240 V AC monofásico/trifásico (6-8 SEMANAS)	1	437.129	437.129
3	DRVSAR0001	1FL6096-1AC61-2AA1 SIMOTICS S-1FL6-1FL6 Tensión de empleo 400 V 3 AC PN=7 kW; NN=2000 1/min (6-8 SEMANAS)	1	1.623.404	1.623.404
4	AUTSIE101008	6AV2123-2GB03-0AX0 SIMATIC HMI KTP700 BASIC. Entrega Inmediata	1	494.035	494.035
5	AUTSIE101056	6ES7590-1AB60-0AA0 RAIL DIN 160MM (6,3") (4-6 SEMANAS)	1	17.738	17.738
6	AUTSIE00260	6XV1840-2AH10 Cable ETHERNET Fast Connect CAT 5. Entrega Inmediata	1	1.730	1.730
7	INS00100	7ML1123-0BA50 Echomax XPS-30 Sensor ultrasónico (6-8 SEMANAS)	1	1.128.362	1.128.362

SUBTOTAL	\$ 3.962.658
IVA (19%)	\$ 752.905
TOTAL	\$ 4.715.563