

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECATRÓNICA



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA DETECTORA
DE FUGAS EN BOTELLAS PLÁSTICAS PARA LA EMPRESA
“INDUSTRIAS PLASTISELVA E.I.R.L.”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECATRÓNICO**

PRESENTADA POR:

BACH. ARANA ROMANI CRISTHIAN LUIS
BACH. SANCHEZ VALDIVIEZO FERNANDO DANIEL

ASESOR:

MG. ING. PALOMARES ORIHUELA RICARDO JOHN

LIMA - PERÚ

2018

DEDICATORIA

*A mi madre, mi
padre y hermana*

Por ustedes.

*Cristhian Luis
Arana Romani*

*A mis Padres,
hermanos, familia y
amigos*

Por ustedes.

*Fernando Daniel
Sánchez
Valdiviezo.*

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Ricardo Palma por otorgarme los conocimientos necesarios para lograr mis metas como profesional.

Cristhian Luis Arana Romani. Fernando Daniel Sánchez Valdiviezo

RESUMEN

La presente tesis titulada “Diseño e implementación de una máquina detectora de fugas en botellas plásticas para la empresa Industrias Plastiselva E.I.R.L.”, consta de un diseño mecánico, electrónico e informático que se implementó para la realización de la máquina, y esta se pudo adaptar a la planta.

En el diseño mecánico se analizaron las cargas que soporta la estructura, considerando las vibraciones ejercidas por el mismo funcionamiento de la máquina. También se tomó en cuenta el espacio que ocuparía la maquina con sus 2 estaciones, ya que las mismas estarían ubicadas junto a las fajas transportadoras que salen de la maquina sopladora de plástico que tienen en planta.

En el diseño eléctrico y electrónico se sumaron todas las cargas del sistema como también los tipos de sensores y electroválvulas a usar, de tal manera se seleccionaron los equipos que calzaban a la perfección para el proceso. Así mismo se realizaron los estudios eléctricos que cumplen con las cargas de ambas estaciones.

En el diseño de programación se utilizó el lenguaje de programación Ladder por etapas, ya que permite identificar rápidamente las secuencias del proceso. La programación trabaja con ambas estaciones en paralelo.

En nuestras conclusiones definimos que la maquina detectora de agujeros trabaja exitosamente haciendo el control de calidad deseado. También en el área física utilizada no genera ningún obstáculo para la movilidad en planta. Las botellas con agujeros son expulsadas por el sistema. Por consiguiente, la programación permite hacer de este un proceso automatizado.

Palabras Claves: Detección de fuga, Maquina inyectora, Control de calidad.

ABSTRACT

This thesis entitled "Design and implementation of a leak detection machine in plastic bottles for the company Plastiselva EIRL Industries ", consists of a mechanical, electronic and computer design that was implemented for the execution of the machine, and this could be adapted to the operation of the plant.

In the mechanical design, the loads that the structure supports were analyzed, considering the vibrations exerted by the machine itself. It also took into account the space that the machine would occupy with its two stations, since they would be located next to the conveyor belts that come out of the plastic blowing machine that they have in plant.

In the electrical and electronic design all the loads of the system were added as well as the types of sensors and electro valves to be used; the equipment was selected in such a way that they fitted perfectly for the process. Likewise, the electrical studies that comply with the loads of both stations were carried out.

In the programming design, the Ladder programming language was used in stages, since it allows quick identification of the sequences of the process. The programming works with both stations simultaneously.

In our conclusions we define that the hole detection machine works successfully performing the desired quality control. The physical area used does not create any obstacle for mobility in the plant. The bottles with holes are ejected by the system. Therefore, the programming allows to do of this a machine-aid process.

Key words: Leak detection, injection machine, quality control.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN.....	4
ABSTRACT	5
INTRODUCCIÓN.....	7
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
1.1 Problematización.....	8
1.2 Objetivo	9
1.3 Justificación.....	9
1.4 Alcances y Limitaciones de la Investigación.....	10
1.5 Estructura de la Tesis	11
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	13
2.1 Antecedentes de la Investigación	13
2.2 Selección de Variables	16
2.3 Bases Teóricas	17
CAPÍTULO III: DISEÑO E IMPLEMENTACION.....	39
3.1 Diseño Mecánico.....	39
3.2 Diseño Electrónico.	70
3.3 Diseño Eléctrico.	83
3.4 Diseño de Programación	88
3.5 Implementación de la máquina detectora de fugas	101
CAPÍTULO IV: PRUEBAS Y RESULTADOS	109
4.1 Pruebas de funcionamiento de la parte mecánica.....	109
4.2 Resultados	115
CONCLUSIONES.....	118
RECOMENDACIONES	119
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	120
ANEXOS.....	122

INTRODUCCIÓN

En el capítulo I se expone una introducción a la tesis y el planteamiento de los objetivos de la misma, además de esto se describe una idea general de la realidad que se enfrenta la industria limeña en el rubro del plástico.

A pesar de la cantidad de electroválvulas, sensores, cilindros neumáticos y la electrónica, realizar un sistema de tales características es un reto apasionante con una gran cantidad de variables a considerar para su diseño e implementación.

En el capítulo II se describe los antecedentes y conceptos teóricos que enmarcan nuestra investigación. Así como se hace referencia a las tecnologías que actualmente detectan las fugas en botellas plásticas. Por otro lado, se estudia el marco de los plásticos de envases, que nos ayudará a entender las consideraciones que se deben tener antes de empezar a diseñar e implementar la máquina.

En el capítulo III se describe el diseño e implementación de todo el sistema propuesto. Se describe el diseño Mecánico, Electrónico, Eléctrico y la Programación. Finaliza con la implementación de las estructuras mecánicas y mangueras neumáticas, instalación de los sensores y actuadores, así como el armado del tablero eléctrico.

En el capítulo IV se describe las pruebas realizadas a cada uno de los sistemas y los resultados obtenidos durante la fase de pruebas cuando la máquina estaba en funcionamiento.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Problematización

Según el Ministerio de Ambiente (MINAM), en el año 2017, el plástico representa el 10% de todos los residuos generados en el Perú, la mayoría de botellas defectuosas son desechadas de manera inmediata por el cliente, atentando directamente al medio ambiente ya que estas no pueden ser recicladas de una manera correcta.

La empresa “INDUSTRIAS PLASTISELVA E.I.R.L” se dedica a la producción de botellas de plástico derivados del Policloruro de Vinilo (PVC) y Tereftalato de polietileno (PET) para diversas empresas de la ciudad de Lima y provincias. Actualmente cuenta con un sistema de control de calidad manual para la selección de botellas en buen estado y este proceso es totalmente deficiente ya que hay casos que, por error humano, dejen pasar botellas no aptas y éstas son entregadas al cliente.

Según datos de la empresa, por cada 200.000 botellas el 5% salen defectuosas y aproximadamente el 50% de esas, logran pasar el control de calidad, de esta manera la empresa se perjudica de manera económica porque el cliente al estar inconforme con los pedidos, pierde confianza en la empresa y los pedidos están siendo suspendidos.

La falta de recursos tecnológicos para los sistemas de control de calidad provoca que no puedan acceder a licitaciones con grandes y potenciales clientes, ya que estos requieren altos estándares que deben cumplir para poder ser tomados en cuenta y por esta razón se detiene el crecimiento de la empresa.

Problema general

¿Cómo diseñar e implementar una máquina detectora de fugas en botellas plásticas para la empresa “Industrias Plastiselva E.I.R.L”?

Problemas específicos

- a) ¿Cómo se diseña la estructura mecánica de la máquina detectora de fugas para que se implemente y adapte al proceso actual de planta?
- b) ¿Cómo se implementa un sistema para detectar fugas en botellas plásticas y que cuente con un mecanismo de expulsión para aquellas que no cumplan los estándares de calidad?
- c) ¿Cómo programar el PLC para poder automatizar todo el sistema de la maquina detectora de fugas?

1.2 Objetivo

Objetivo General

Diseñar e implementar de una maquina detectora de fugas en botellas plásticas para la empresa “Industrias Plastiselva E.I.R.L.”

Objetivos Específicos

- a) Diseñar la estructura mecánica de una máquina detectora de fugas para que se implemente y adáptate al proceso actual de planta.
- b) Implementar un sistema para detectar fugas en botellas plásticas y que cuente con un mecanismo de expulsión para aquellas que no cumplan los estándares de calidad.
- c) Programar el PLC para poder automatizar todo el sistema de la maquina detectora de fugas.

1.3 Justificación

Ambiental

La importancia ambiental se refleja ya que, al automatizar el sistema de control de calidad, las botellas en mal estado ya no pasarían a ser

enviadas al cliente y, por ende, entrarían en un proceso ideal de reciclado, ya que no serían desechadas directamente a la basura por parte de los clientes, por lo que se dejaría de producir mayor contaminación ambiental en su entorno.

Tecnológica

La adaptación de un sistema automatizado de control de calidad hará mejorar significativamente su competitividad frente a otras empresas del rubro. De esta manera se logra optimizar la eficiencia en el proceso de detección de fugas.

Económica

La importancia de un mejorado control de calidad se encuentra en el ahorro de tiempo en comparación al proceso actual, además permitirá fidelizar a los clientes ya que estos recibirán sus pedidos en buen estado. Al mismo tiempo que le permitirá brindar sus servicios a empresas que realizan grandes pedidos, que exigen en sus proveedores estándares de calidad más altos. Así mismo contar con las botellas recicladas permitirá un pequeño ahorro en materia prima

1.4 Alcances y Limitaciones de la Investigación

Alcances

Esta tesis se enfocará en la automatización del proceso de control de calidad, por ende, la máquina para pruebas de detección de fugas en botellas plásticas será diseñada en el software de diseño, SolidWorks, el cual permitirá simular toda la parte mecánica.

El proyecto incluye 3 etapas, durante la primera se desarrollará el diseño preliminar y se seleccionarán los elementos para desarrollar el sistema, en la segunda se corroborará el diseño y se iniciará la construcción del

sistema, en la tercera etapa se efectuarán los ajustes del sistema de control y pruebas del sistema

Por ende, se trazan los alcances para la tesis.

- a) El diseño de la maquina deberá adaptarse a la faja actual de la planta.
- b) La máquina va a realizar las pruebas en botellas plásticas de 500ml.
- c) La máquina analizara 2 botellas a la vez.
- d) La máquina tendrá 5 segundos para examinar y si es el caso expulsar la botella de la faja.

Limitaciones

Este proyecto está delimitado al diseño y construcción de una máquina detectora de fugas en botellas plásticas.

Las limitaciones encontradas que va a tener la máquina detectora de fugas en botellas plásticas son:

- a) Para realizar la programación del PLC, se deberá usar un software con licencia.
- b) En la elección de comprar los pistones, tuvimos que elegir unos de menor costo para no salirnos del presupuesto.
- c) Las paradas de planta deben de coordinarse con tiempo para evitar inconvenientes.

1.5 Estructura de la Tesis

La tesis se encuentra dividida en 4 capítulos, conclusiones y recomendaciones culminando en los anexos y las referencias bibliográficas, como se muestra esquemáticamente en la figura 1.

La estructura de la tesis responde a la resolución secuencial del problema de diseño e implementación de una maquina detectora de fugas para botellas plásticas.

Capítulo I - Introducción

- Problematicación
- Objetivos
- Justificación
- Alcances y Limitaciones

Capítulo II - Marco Teórico

- Antecedentes
- Selección de variables
- Bases Teóricas
- Detección de fugas
- Plásticos

Capítulo III - Diseño del sistema

- Diseño Mecánico
 - Estructura y Pernos de la máquina
- Diseño Electrónico
 - Principales componentes
 - Selección de sensores y actuadores
- Diseño Eléctrico
 - Cálculo de cargas eléctricas
 - Principales componentes del tablero eléctrico y selección de los mismos
- Diseño de Programación
 - Algoritmo del sistema
 - Diagrama de flujo
 - Algoritmos de las estaciones
 - Programación del sistema completo
- Implementación del sistema
 - Sistemas: Mecánico, Electrónico y Eléctrico

Capítulo IV - Pruebas y Resultados

- Pruebas de las etapas
 - Retención
 - Soplado
 - Expulsión
- Resultados
 - Mecánica
 - Eléctrica
 - Programación

Conclusiones

- Conclusiones de los objetivos cumplidos

Recomendaciones

- Recomendaciones para mejorar el sistema

Anexos

Bibliografía

Figura 1. Diagrama de la estructura básica de la Tesis.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se mencionan los antecedentes de la investigación que se tomaron como referencia y como bases para el diseño e implementación de una maquina detectora de fugas en botellas plásticas. Asimismo, se establece la selección de variables que define el control del sistema. Finalmente, se presentan las bases teóricas que sustentan y complementan con todos los temas que se utilizaron y aplicaron para el desarrollo de la presente tesis.

2.1 Antecedentes de la Investigación

Antecedentes Nacionales

Balarezo, C.; D' Alessio, M.; Lisung, G.; Ojeda, J. (2012). Realiza un estudio sobre el mercado peruano en máquinas inyectoras de aire a presión y la importancia de estas. Sus conclusiones son de importancia ya que reflejan la relevancia de este tipo de investigaciones en el mercado peruano. Dentro de sus conclusiones más importantes manifiestan que:

Un reto importante para la industria del envase será desarrollar envases que minimicen el impacto al medioambiente, así como liderar los esfuerzos para implementar sistemas de reciclaje formales, en colaboración con los municipios, fabricantes, y minoristas. El diseño del envase en el mercado peruano puede convertirse en una ventaja competitiva y ser un factor de diferenciación entre productos del mercado y un factor de realce y de imagen en las marcas peruanas. Se debería considerar como una forma de lograr competitividad regional y mundial. El subsector de envases de plástico es el más amplio mundial y nacionalmente; y crecerá aún más debido a las nuevas tecnologías en resinas PET y bioplásticos, y al mayor consumo de bebidas, alimentos (e.g., como los espárragos), y una amplia variedad de nichos de mercado, que demandan este material para sus envases. (p.248)

Patiño, M. (2013). Realizan el diseño una máquina compactadora de botellas de plástico descartables PET. Son conclusiones son de gran

importancia ya que menciona el tema de seguridad al personal que se debe tener en las instalaciones. Dentro de sus conclusiones más importantes manifiestan que:

Considerar sistemas de seguridad contra accidentes fue de gran importancia debido a que nuestros principales públicos usuarios son jóvenes. Esta consideración ha determinado la forma y funcionamiento de diversos componentes de la máquina. Ante el hecho de que la máquina pueda estar sometida a periodos de esfuerzos grandes, por encima de los necesarios para poder compactar botellas de plástico PET, se ha dotado de suficiente resistencia aquellos componentes directamente involucrados en estos sobre esfuerzos (el sistema de compactado principalmente) a fin de garantizar su funcionamiento durante dichos periodos. En resumen, pudimos diseñar una máquina compactadora de botellas de plástico descartable PET accionada por fuerza humana con el objetivo de procesar este tipo envases a fin de ser almacenados y transportados eficazmente para poder ser reciclados, además incluir un sistema de recompensa para alentar su uso. Esta máquina presta el servicio de modelo de estudio para poder desarrollar posteriores diseños de máquinas que mejoren la eficacia en el compactado (mayor reducción de volumen y mayor cantidad de botellas procesadas por hora) y cuenta con un presupuesto de construcción de 2417.90 nuevos soles. (p.87)

Soto, S.; Gutiérrez, J. (2008). Donde manifiesta la importancia de tener un estándar de calidad en la selección de componentes para que a futuro su mantenimiento se optimice y el desgaste de los equipos sea menor. Dentro de sus conclusiones más importantes manifiestan que:

Aprovechando el buen estado de las máquinas se podría estructurar un buen mantenimiento planificado y preventivo para no ocasionar paradas de innecesarias de máquinas. (p.87)

La falta de estándares de calidad, la ausencia de equipos e instrumentos para realizar ensayos es un factor importante por el cual se podría tomar mayor énfasis para una mejora continua. Con la implementación de un sistema para mantenimiento se podría llevar todo un registro de las fallas

de máquina para que más adelante sirva para el mantenimiento preventivo. (p.132)

Antecedentes Internacionales

Castillo, P.; Daquilema R. (2014). Sus comentarios son de importancia ya que menciona características importantes en el diseño botellas plásticas para tener en consideración en nuestros tiempos de operación. En sus conclusiones más importantes manifiestan que:

El tiempo de encendido del motor reductor será de 2 segundos con un giro de horario y 8 segundos con giro anti horario para lo cual se podrá compactar una botella en cada encendida. Con el diseño del tambor compactador y su conjunto se puede obtener excelentes resultados, sea con botellas sin tapa, con tapa, y hasta incluso con botellas con residuos de agua teniendo así una excelente compactación de 1/3 de su volumen original, gracias a su sistema de púas que perfora las botellas y la parte plana que sirve para el arrastre y compactación de las mismas. Con el dimensionamiento del sistema de recepción e identificación de botellas, permite recibir solo botellas de 500 ml con longitudes de (15 a 30 cm) y diámetro que varía entre (6 a 8 cm). (p.125)

Cruz, H.; Campoverde, E. (2010). Los comentarios son de importancia ya que se enfoca en el ahorro energético y por ende en cuidado del medio ambiente, también señala la importancia de realizar diagramas para la programación. Dentro de sus conclusiones más importantes manifiestan que:

Un reto importante para la industria del envase será desarrollar envases que minimicen el impacto al medioambiente, así como liderar los esfuerzos para implementar sistemas de reciclaje formales, en colaboración con los municipios, fabricantes, y minoristas. Antes de comenzar la programación del PLC se elaboró un diagrama de flujo de todo el proceso, desde la alimentación hasta la descarga, con la finalidad de no cometer muchos errores en el programa. El diseño del sistema de cualquier índole, basado en PLC, resultan muy versátiles, prácticos y

económicos, debido a la gran flexibilidad que proporciona al momento de programarlos, la cantidad de modelos que existen en el mercado, diversidad de funciones, variedad de medios de comunicación, memoria, interrupciones internas y externas y finalmente su costo. (p.125)

Hachi, J.; Rodríguez, J. (2010). Sus comentarios son de importancia ya que mencionan el tema de reciclaje que se produce al no contar con un buen sistema de control de calidad. En sus conclusiones más importantes manifiestan que:

Considerar los sistemas de seguridad contra accidentes fue de gran importancia. Esta consideración ha determinado la forma y funcionamiento de diversos componentes de la máquina. Según el estudio de mercado realizado se puede concluir la demanda real del PET es similar a las importaciones. Ya que el Ecuador no exporta este material y depende totalmente de las importaciones para cubrir la demanda interna. Del cien por ciento del PET post consumo, actualmente el 70.17% es tratado, ya sea como reciclaje o como desecho, mientras el 29.83% restante no recibe ninguna clase de tratamiento o gestión. (p.142)

2.2 Selección de Variables

Con el fin de mejorar los procesos productivos y el control de calidad de la empresa Industrias Plastiselva E.I.R.L. Se tienen las siguientes variables con los respectivos indicadores, estos se presentan la Tabla 1.

Tabla 1. Variables e Indicadores

VARIABLES	INDICADORES
Variable 1	Presión, Posición, Voltaje, Precisión, Repetibilidad.
Máquina detectora de fugas	
Variable 2	Rigidez, Viscosidad, Flexión, Durabilidad.
Frascos de plásticos	

Fuente: Elaboración propia.

2.3 Bases Teóricas

Maquina detectora de fugas

En el sector industrial del plástico, una maquina detectora de fuga cumple la función de identificar aquellos frascos de plástico que poseen al menos un orificio en su estructura, tal como se muestra en la figura 2. De esta manera, se realiza un control de calidad en los frascos para evitar problemas en los posteriores procesos productivos, como por ejemplo en el envasado del producto.



Figura 2. Maquina detectora de fugas

Fuente: <https://atrya.com.mx/pdf/CAT-DETECTOR%20DE%20FUGA%20EN%20LINEA.pdf>

Fugas

Según la RAE, se define como una fuga a la salida accidental de gas o líquido por un orificio o una abertura producidos en su contenedor.

A continuación, se menciona los tipos más comunes de fugas y las pruebas más frecuentes para poder detectarlas

Tipos de fugas

Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, se debe conocer qué tipo de fugas sale del recipiente ya que estos pueden ser gases, gases/líquidos y líquidos, así como se muestra en la figura 3, en las que se muestra los 3 tipos de un recipiente de gas líquido.

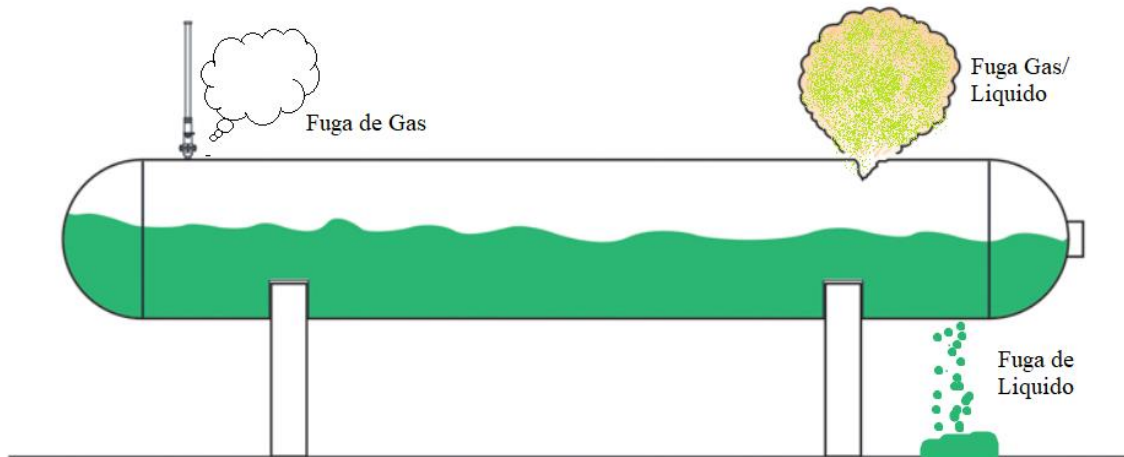


Figura 3. Tipos de fugas en un tanque

Fuente: <http://mexicogas.net/wp/2015/01/28/riesgos-en-el-manejo-del-gas-l-p/>

En el recipiente existe la fuga del gas, gas/líquido y líquidos netamente, a continuación, se detallan los mismos.

- Fugas de líquidos:** Derrames de sustancias líquidas de un contenedor cuando el fluido permanece líquido durante el proceso.
- Fugas de gas/vapor:** Escapes de sustancias en fase gas de un contenedor. El cálculo exige tratamientos distintos si el fluido almacenado es gas a presión o si es un vapor en equilibrio con un líquido
- Fugas bifásicas:** Mezclas de gas y líquido a menudo resultantes de la ebullición del líquido en las condiciones de descarga.

Pruebas de detección de fugas

Los estudios de Torres, C. y Ochoa, D. en el 2010 indican lo siguiente en su tesis de grado:

“A un nivel industrial y dependiendo del producto las pruebas deben ser no invasivas o destructivas para no dañar la forma y características de los envases. Estas son 3 tipos de pruebas, inmersión, por diferencial de presión y prueba por electros.” (p. 50)

A continuación, detallaremos cada una de las pruebas.

a) Prueba por inmersión.

Esta prueba consiste en introducir el o los envases a probar sellados en una cámara que contiene un fluido, por lo general agua, la prueba determina la calidad del envase si no se libera el aire contenido en el envase dentro del mismo. Esta es una de las pruebas más económicas y sencillas de realizar, pero presenta el inconveniente de que los envases se contaminan durante el proceso, y no se pueden detectar porosidades inferiores al límite de la tensión superficial del fluido con el que se realiza la prueba, así como muestra en la figura 4.



Figura 4. Prueba de inmersión para una botella plástica

Fuente: <http://www.boustens.com/camara-vacio-vlt-eco/>

b) Prueba por electrodos

Esta técnica es la más precisa y costosa, consiste en aplicar un diferencial de voltaje del orden de Kilo Voltios entre dos electros separados por el

material al probar, se determina si el material presenta porosidad si se genera arco entre los electrodos al momento de la prueba, se usa especialmente en la industrias que requieren que no haya ningún tipo de contaminación por contacto durante las pruebas de estanqueidad, Esta técnica es usada para detectar porosidades de 0.001 mm de diámetro en adelante. Un ejemplo donde se aplica esta técnica es en la industria de los preservativos.

c) Prueba por diferencia de presión

La prueba por diferencial de presión consiste en inyectar aire a presión dentro de un envase y medir el diferencial de presión con respecto a la presión atmosférica al momento de inyectar el aire y de nuevo después de un tiempo y mediante la comparación de estos dos valores se determina si el envase presenta porosidades, la ventaja de este tipo de prueba con respecto al anterior es que el grado de contaminación es mucho menor y se puede disminuir por medio del filtrado del aire según la aplicación, se usa principalmente en la industria del plástico para productos conformados mediante el proceso de inyección, soplado o inyecto soplado.

“Actualmente existen varias formas para la detección de fugas en cualquier lado. Estos pueden ser electrónicos o mecánicos” (Torres, C. y Ochoa, D., 2010, p.52). Tal como se observa en la figura 5 que se muestra un dispositivo electrónico el cual trabaja con sensores para detectar fugas



Figura 5. Dispositivo electrónico para detección de fugas

Fuente: [http://www.directindustry.es/prod/sonotec-ultraschallsensorik-halle-gmbh/product-](http://www.directindustry.es/prod/sonotec-ultraschallsensorik-halle-gmbh/product-16277)

16277

Sistema Neumático

El diseño neumático comprende el método para seleccionar los elementos que irán en la máquina mediante el cálculo y dimensionamiento con sustentos matemáticos.

Una parte imprescindible, es la selección de los pistones la cual mediante base teórica se pueden obtener resultados más exactos. Así mismo elegir las electroválvulas ideales es fundamental.

Válvulas neumáticas direccionales.

Todo diseño neumático, está gobernado por válvulas de direccionamiento, que se encargan de permitir, orientar o detener un flujo de aire hacia los elementos de trabajo como cilindros o puntos de soplado. Estas válvulas están determinadas por varias características:

Vías: Número de bocas de conexión que son igualmente la cantidad de flujo que puede gobernar.

Posiciones: Se refiere a la cantidad de posiciones estables del elemento.

Accionamiento: Puede ser mecánico, manual, neumático o eléctrico.

Conexión: Se refiere a las bocas de entrada, estas están directamente relacionadas por el caudal que manejan.

Las electroválvulas sirven como relevo entre el control eléctrico, que en muchas aplicaciones son de mejor implementación, y el sistema de movimiento o potencia mecánica en este caso neumático.

Una electroválvula de simple accionamiento eléctrico o llamada monoestable tienen el retorno a su posición inicial por medio de un resorte; por su lado las válvulas de doble accionamiento eléctrico o inestables, tienen dos solenoides que coordinan la posición de la válvula.

Para los criterios de selección se deben tener en cuenta reglas o sugerencias: una electroválvula monoestable se prefiere no accionar por tiempos prolongados ya que la bobina reduciría su vida útil. Las electroválvulas inestables pueden en muchas aplicaciones utilizarse como elementos de memoria, ya que pueden almacenar su última posición aun

en ausencia de energía, pero su doble accionamiento implica que el control debe tener presente mayores parámetros.

Elementos principales de una maquina detectora

Con respecto a su funcionamiento, este tipo de máquinas usa la tecnología neumática porque es limpia y abundante. Entre sus elementos principales se tiene:

- a) Cilindros neumáticos de soplado: Son aquellos que se conectan mecánicamente con las cavidades para extenderlas o contraerlas y puedan unirse con las boquillas de los frascos.
- b) Sensores de presión: Son aquellos que dan lectura a la presión del aire contenida en los frascos. Sí la presión se mantiene constante entonces el frasco no tiene agujero, de lo contrario debe ser rechazado. Sensores reflexivos: son aquellos sensores que detectan el ingreso y salida de los frascos.
- c) Cilindros neumáticos de retención para una buena inyección de aire en los frascos, a través de las cavidades, estos deben de permanecer estáticos por un instante de tiempo. Por ello, se necesitan de cilindros neumáticos de retención para realizan esta función.
- d) Cilindros neumáticos de expulsión: son aquellos cilindros neumáticos que rechazan los frascos con agujeros hacia un depósito.
- e) Controlador Lógico Programable: Es el aquel dispositivo electrónico donde se conectan las señales de entrada, proveniente de los sensores, y señales de salida de los actuadores. Además, posee un algoritmo de control que controla el funcionamiento de toda la máquina.
- f) Panel HMI: es la interfaz de configuración de los tiempos de retención, expulsión y soplado.

Características de una maquina detectora de fugas

Para la selección de una maquina detectora de fugas son las siguientes:

- a) Número de Cavidades o válvulas de soplado: se refiere a la cantidad de frascos que la maquina puede testear en simultáneo. Su elección dependerá del espacio que se tenga en la faja transportadora y el tiempo de producción de frascos por hora.
- b) Máxima presión de soplado: se refiere a la presión que se suministrará a los frascos de plásticos a través de las cavidades. Sí la presión baja drásticamente entonces el frasco contiene agujeros.
- c) Capacidad de los frascos a testear: se refiere al volumen que tendrán los frascos (litros o mm³). A más volumen, más cantidad de aire se le debe inyectar a los frascos para un buen análisis del sensor de presión.
- d) Numero de Testeos por hora: se refiere a la cantidad de testeos que se realiza por unidad de tiempo, por ejemplo: 1800 testeos por hora. Su selección dependerá de la velocidad de producción de las maquinas inyectoras.

Tecnologías actuales

Existen varias empresas a nivel internacional que construyen este tipo de máquinas con precios variados en función de la calidad de sus componentes. Entre algunas de ellas tenemos:

a) Probador automático SPG-4

Máquina de origen chino de alta estabilidad y precisión tal como se muestra en la figura 6. Cuenta con un PLC de marca Siemens que supervisa las señales de micro fugas de acuerdo con el tiempo establecido y las curvas de cambio de presión. Además, consta de una pantalla táctil de 7" y un variador de frecuencia de la marca Schneider que controla la faja transportada en varias velocidades para una detección de fugas más rápida y precisa. Las características técnicas de la máquina son:

- Capacidad de los frascos: 0.5 – 6 litros.
- Testeos por hora: 2800 – 3000 horas.
- Presión: 2 bar.
- Máxima altura a probar: 400mm.
- Largo de banda transportadora: 1500mm.



Figura 6. Probador automático SPG-4

Fuente: https://atrya.com.mx/Sistema_en_línea_para_la_detección_de_fugas_en_envases_basado_en_CO2._LEAK-MASTER__MAPMAX_WITT%20GAS/equipo/548

b) Detector de fugas LT1

Máquina de origen chino con pantalla amigable simple de usar para configurar los tiempos de testeo, tal como se muestra en la figura 7. Se aplica a diversos tipos de botellas, tapas, latas y barriles de plástico. Entre sus características técnicas se tiene:

- Alimentación: 220VAC 60Hz.
- Potencia: 150W.
- Presión: 5-7 kgf/cm².

- Numero de cavidades: 1.
- Tiempo de testeo: 2 – 10 segundos.
- Capacidad de los frascos: 200ml – 10L
- Peso: 92kg.

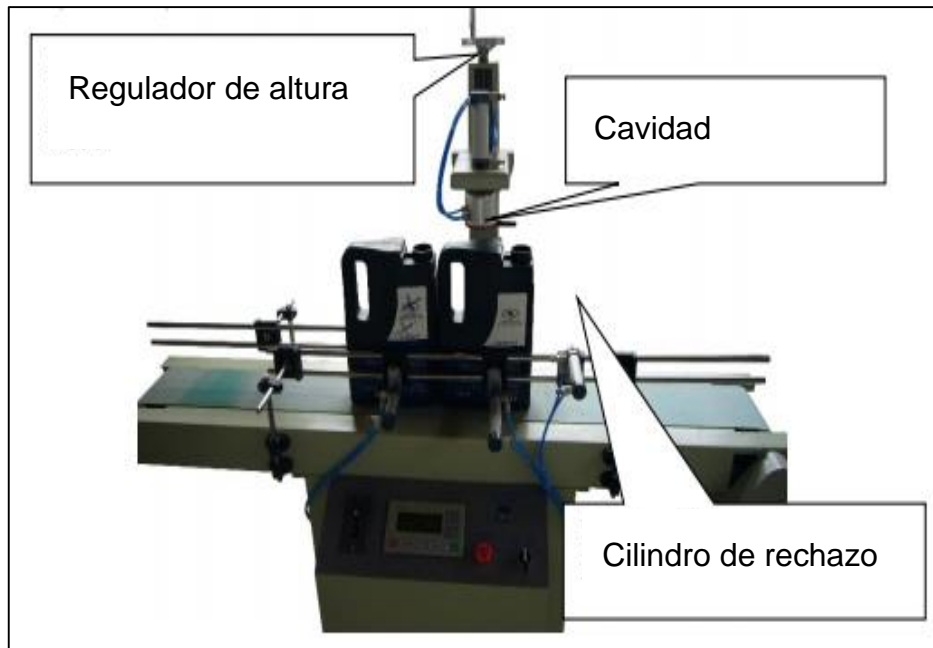


Figura 7. Detector de fugas LT1

Fuente: <http://amiac-sl.com/docs/amiac.pdf>

Recipientes de Plásticos.

Los plásticos se caracterizan por su alta relación entre resistencia y densidad, siendo excelentes aisladores térmicos y eléctricos con una buena resistencia a los ácidos álcalis y disolventes. “Las enormes moléculas de las que están compuestos pueden ser lineales, ramificadas o entrecruzadas, dependiendo del tipo de plástico. Las moléculas lineales y ramificadas son termoplásticas (ablandándose al calor) mientras que las entrecruzadas son termo endurecibles (endureciéndose con calor).” (Meysenbug, 2001, p.74)

Clasificación de los Plásticos según su Plasticidad.

Los plásticos se clasifican en termoplásticos y termoestables, a continuación, se detalla los mismos. Desde el punto de vista de la plasticidad por elevación de la temperatura, los plásticos se clasifican en estas dos categorías diferentes.

Termoplásticos

Los termoplásticos son polímeros lineales y no se encuentran entrecruzados, son polímeros solubles en algunos disolventes orgánicos, son capaces de fundir, por tanto, reciclables. Si los comparamos con los demás tipos de plásticos, los termoplásticos se fabrican y emplean en cantidades muy grandes. Estos tipos de plásticos al calentarse fluyen como líquidos viscosos y al enfriarse se solidifican. El enfriamiento y calentamiento puede realizarse cuantas veces se quiera sin perder las propiedades del material. “Este tipo de plásticos componen aproximadamente el 85% de los plásticos consumidos y son reciclables tal como se muestra en la figura 8. Los principales tipos de termoplásticos son.” (Chausin, 2002, p.75)

- Polietileno.
- Polipropileno.
- Poliestireno.
- Cloruro de Polivinilo.
- Nylon.



Figura 8. Termoplásticos.

Fuente: <https://marianmorales.wordpress.com/2012/11/12/termoplásticos-plásticos-termoestables-y-elastómeros/>

Termoestables

Los termoestables son materiales que adquieren un estado final y reticulado (entrecruzado), que los hace insolubles e incapaces de fundir. A esos materiales se llega partiendo de materias primas de bajo peso molecular de las que se obtiene, en la primera fase, un producto intermedio (prepolímero), muy poco o nada reticulado, todavía capaz de fundir y fluir, y por tanto de rellenar un molde. La reticulación espacial que da lugar a la formación de la macromolécula termoestable tiene lugar por reacción química (curado) durante el moldeo de la pieza. “Puesto que no funden y no reblandecen son materiales que presentan muy buenas propiedades a elevadas temperaturas. Junto con su alta resistencia térmica presentan alta resistencia química, rigidez, dureza superficial, buena estabilidad dimensional, entre otras ventajas sobre otros materiales.” (Toro, 2004, p.58)

Este tipo de plásticos se funden al aplicar calor y se solidifican al aplicar aún más calor. Estos no pueden ser recalentados y remodelados, pero pueden reprocesarse por fusión. Estos polímeros generalmente son más resistentes, aunque más frágiles, que los termoplásticos. Por ejemplo, en la realización de cascos como se muestra en la figura 9. Los principales tipos de termoestables son:

- Resina de Poliéster.
- Melanina Formaldehído.
- Urea Formaldehído.
- Fenol Formaldehído (Bakelita).



Figura 9. Termoestables.

Fuente: <http://cerezo.pntic.mec.es/rlopez33/tecno/tercero/plastico/contents/trmoest.html>

Por otro lado, en la fabricación de envases encontramos una variedad de productos tales como: botellas, frascos, bolsas, sacos, cajas, bidones, cintas, películas, termo formado, tapas y mallas, entre otros. Estos productos pueden fabricarse con aditivos atóxicos para el envasado de productos alimenticios y cosméticos, o con aditivos normales para otros usos, como frascos para la industria farmacéutica.

Existe en este campo un alto grado de sustitución del vidrio, lo cual origina fuertes tasas de incremento en las etapas iniciales de introducción al mercado. No obstante, existe una gran competencia con los productores de envases de vidrio. La demanda de estos productos es indirecta y está asociada al crecimiento de la capacidad adquisitiva de la población. El mercado final es el de productos de consumo masivo; principalmente alimentos y comestibles envasados (aceite, bebidas), cosméticos y artículos de tocador. “El mercado de envases está de cierta manera protegido porque las importaciones no resultan competitivas debido al costo del flete. En los últimos años, estas líneas de producción han tenido una gran expansión, en especial para alimentos y bebidas gaseosas.” (Aseplas, 2010, p.120)

Procesos de Fabricación de Plásticos

Procesos de Inyección

La inyectora es una máquina especializada de alta presión de cierre e inyección. Además, es capaz de producir grandes cantidades de partes de pequeña, mediana o de gran dimensión. Son constituidas básicamente por cuatro unidades:

- a) Unidad de inyección: Funde mezcla y transporta el material.
- b) Unidad de cierre y apertura: Abre y cierra el molde, soporta las partes de éste y actúa mediante presión mecánica e hidráulica para mantener unidas las dos mitades del molde (parte fija y parte móvil) durante la inyección.
- c) Estructura: Se soporta y fijan todas las partes y piezas del equipo, así como las conexiones eléctricas, hidráulicas, neumáticas y circuitos de enfriamiento.
- d) Unidad de control: Reporta y muestra el estado general de operación del equipo como presiones, temperaturas y ciclos de inyección. Hoy en día las inyectoras poseen su propio software y son controladas a través de un panel HMI.

El corazón de la inyectora es el cilindro de inyección. La resina plástica es alimentada en una tolva, en la cual se coloca imanes para retirar el plástico partículas metálicas ferrosas.

El material pasa al cilindro en donde se genera calor dentro del mismo, exteriormente el cilindro esta abrazado por un grupo de resistencias que mantienen y controlan este calor que hace derretir al material. (Gianni, 2000, p.157)

La materia prima se acumula en la parte delantera para inyectar en forma de pistón y crea una contra presión en sentido contrario al flujo del material, esta presión puede aumentarse y disminuirse en función al equipo. El tornillo que contiene el cilindro en su interior lleva una parte

delantera un torpedo que cuando es presionado para avanzar cierra la cámara evitando que el material fundido regrese.

El material sale del cilindro por una boquilla entrando en la cavidad del molde. Este proceso se realiza por la presión del tornillo y el grado de fluidez del material. Debe existir buen cierre del molde para desalojar el aire atrapado evitando que se incendie la materia prima. (Gianni, 2000, p.158)

Los materiales típicos para la inyección son: polipropileno de inyección, polipropileno de alta transparencia, polipropileno de alto impacto y cristal, polietileno de alta y de baja densidad. En la figura 10, se presenta el diagrama de la máquina inyectora para una mejor interpretación de sus componentes.

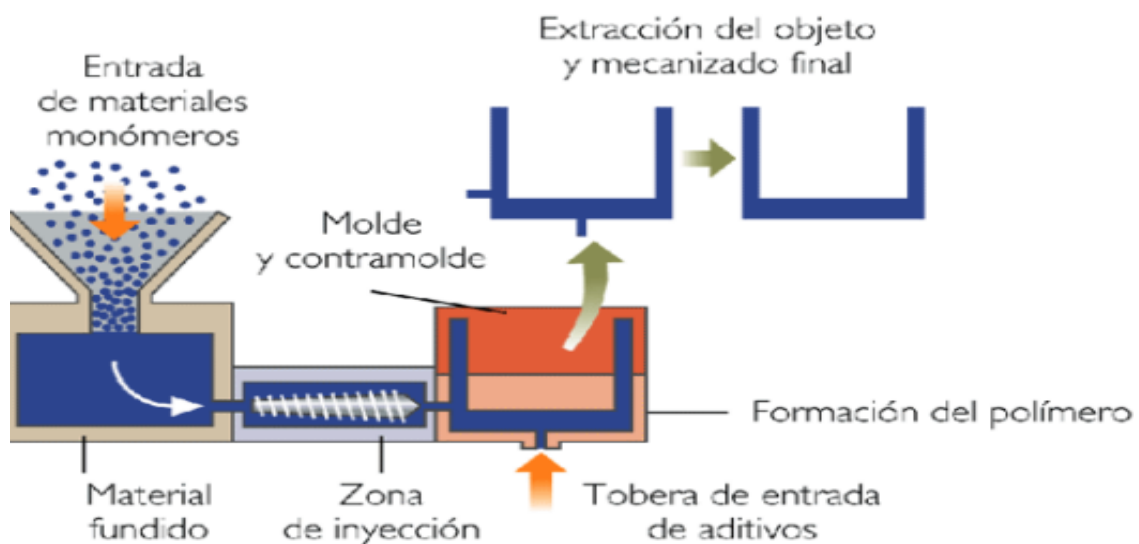


Figura 10. Sección transversal simplificada de una máquina inyectora.

Fuente:<http://www.edu.xunta.gal/centros/iessantomefreixeiro/system/files/plastico.pdf>

Proceso de Extrusión

La extrusión es el proceso de fundir la resina mediante la aplicación de calor y presión, forzándolo por una matriz de medidas exactas y obtener en forma continua: películas, planchas, tubos, caños y otros perfiles, películas para el revestimiento de papel, cartón, hojas metálicas, celofán y otros substratos revestimientos alrededor de alambres o cables.

La resina plástica en gránulos es depositada en la tolva que tiene forma de embudo. Cae entonces por gravedad en los canales de un tornillo que gira dentro del revestimiento endurecido del cilindro de la extrusora y es forzado hacia delante por los filetes giratorios del tornillo a medida que la resina se desplaza, es calentada, fundida, mezclada y comprimida por una serie de complicadas formas de flujo dentro de los canales del tornillo.

En su camino por el cilindro la resina sólida granulada debe transformarse en una masa fluida homogénea. La masa fundida pasa finalmente por un arreglo de mallas, por su filtro de soporte y por el adaptador hasta llegar a la matriz misma. El arreglo de mallas sirve principalmente para filtrar las materias extrañas que pueden haber entrado a la tolva. También aumenta la contra presión en la camisa del cilindro sobre todo si no se usa una válvula de presión. “Los materiales típicos para este proceso son: polipropileno cast, poliestireno biorientado, polietileno de alta y de baja densidad (lineal). En la figura 11, se muestra la sección transversal de la máquina.” (Gianni, 2000, p.172)

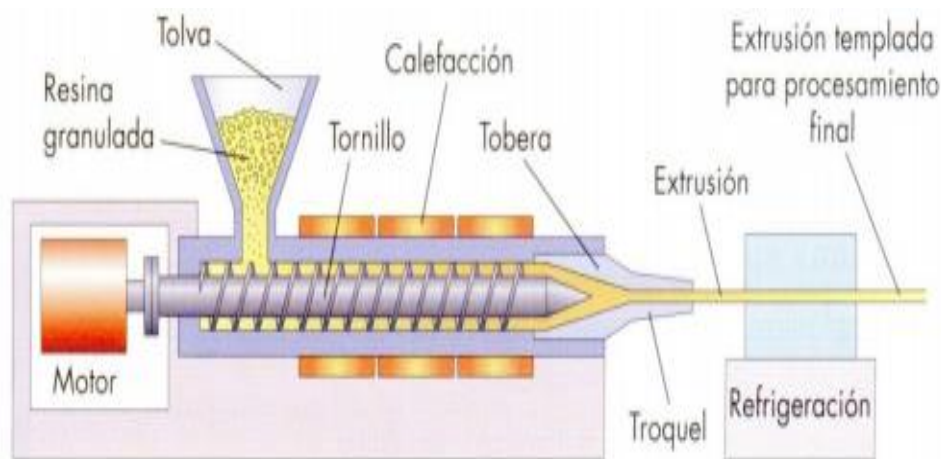


Figura 11. Sección transversal simplificada de una máquina extrusora.

Fuente: <http://www.edu.xunta.gal/centros/iessantomefreixeiro/system/files/plastico.pdf>

Proceso de Soplado

Soplado es el proceso de soplar por medio de aire comprimido en resina plástica, fundiéndola en forma de tubo circular hueco encerrado en un

molde para formar un envase hueco. La sección transversal de una de estas máquinas se muestra en la figura 12.

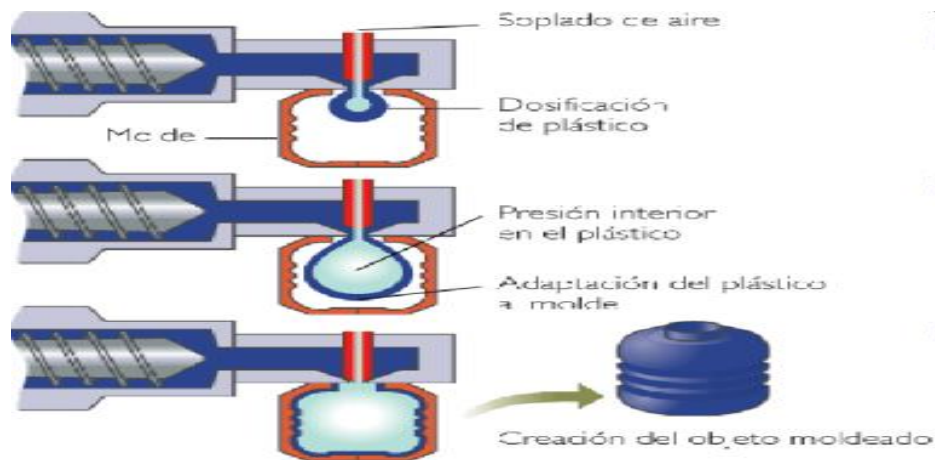


Figura 12. Sección transversal de una máquina inyector- sopladora.

Fuente:<http://www.edu.xunta.gal/centros/iessantomefreixeiro/system/files/plastico.pdf>

Por otro lado, existen tres formas de fabricar envases plásticos soplados:

- Extrusión – soplado:** La extrusora aplica temperatura y presión para fundir el plástico y con una adecuada fluidez (capacidad de deslizamiento de la resina dentro del cilindro plastificador) se introduce a través de un dado (pieza que da el espesor de la pared del envase) de forma apropiada, para producir continuamente una manguera llamada parison.
- Inyección – soplado:** Se logra alta calidad de botellas, en particular en el área de la rosca. Son más costosas las botellas debido a que son más pesadas comparándolas con el mismo tamaño de botellas sopladas y especialmente por el valor de los equipos. El proceso consiste en inyectar la rosca y luego se sopla el cuerpo del envase
- Estirado – soplado:** Este proceso se realiza por medio de un dado y tornillo girándose continuamente, este da como resultado tubos de diámetro y largo específico. Posteriormente son calentados, formando el cuello y el fondo, estirándolo longitudinalmente (por aire a presión) se realiza el proceso de soplado y al final se inyecta.

El proceso de estirado soplado se emplea para la fabricación de envases que utilizan como resina principal el PET; el cual da como resultado

envases con un grado mayor de pureza. Los materiales típicos para soplado son: PVC, PET, polietileno de alta y de baja densidad. (Gianni, 2003, p.181).

Causas de daños en Frascos de Plástico

Existen numerosas causas de porque los frascos de plástico pueden contener agujeros en su estructura, cómo el frasco de la figura 13, entre las importantes tenemos:



Figura 13. Botella con Agujeros

Fuente:<http://cidta.usal.es/cursos/agua/modulos/Practicas/naturaleza12/profundidad.html>

Frascos agujereados debido a la contaminación del material: Se refiere a las partículas externas que ingresan e infectan al material durante el proceso de inyección. Las partículas metálicas ferrosas pueden afectar al material si los imanes en la tolva no se encuentran bien colocados cuando se ingresa la resina plástica. Frascos agujereados debido a la quemadura del material: La materia prima se incendia cuando no existe un buen cierre del molde en el proceso de inyección.

Dentro de los 5 problemas más comunes en el moldeo por soplado tenemos:

Espesor Desigual de la Pared

Una de las propiedades más destacadas del PET es su capacidad de auto nivelación. Esto significa que cuando una parte de la preforma empieza a estirarse primero, el mismo acto del estiramiento induce una resistencia al alargamiento, lo que hace más resistente el proceso de estiramiento. Esto obliga a que se estiren partes adyacentes que estaban quizás un poco más frías, y en ese movimiento de estiramiento y pausa, la preforma se convierte en una botella que puede tener una diferencia de 0.001 pulgadas en el espesor de pared en la circunferencia de una botella redonda.

Sin embargo, muchas botellas muestran diferencias mayores. Como sucede en todos los procesos de transformación de plástico, existen una serie de condiciones que debe darse con el fin de lograr el resultado descrito. A continuación, exponemos, en orden de relevancia, varios temas que pueden afectar el espesor de la pared.

Desviación del punto de inyección. Esta es de lejos la causa más común de los problemas del espesor de la pared. El resultado del proceso de moldeo por inyección debe centrarse en el moldeo por soplado y mantenerse firme cuando las altas presiones de aire conviertan la burbuja de la preforma pre inflada en una botella. De otra manera, el espesor de pared irá donde el punto de inyección vaya y ninguna auto nivelación podrá evitarlo. (Brandau, 2011, p.68)

La preforma se dobla antes de entrar al moldeo por soplado. Esto es algo que sucede con más frecuencia en el moldeo por estirado soplado de una sola etapa y tiene una causa diferente. En el proceso de dos etapas esto puede ocurrir cuando el grosor de la pared de la preforma tiene diferencias de más de 0.004 pulgadas. Esto conlleva un calentamiento desigual – es decir, el lado más delgado se calienta más y este lado puede luego contraerse más que el lado más frío entre las preformas al salir de los hornos y el moldeo por soplado. En ese caso, la barra de estiramiento desvía la preforma y la transporta al moldeo soplado de la misma manera.

En el soplado estirado de una sola etapa podría haber otro problema además de las posibles diferencias de espesor de pared: Una distribución desigual del calor de la preforma. Esto se debe a que el calentamiento viscoso crea un anillo de material caliente dentro del plástico fundido. Cuando el canal de alimentación se divide normalmente en dos flujos, el material más caliente se queda en la parte trasera y no fluye hacia adelante y esto se nota en el espesor desigual de pared.

Brillo Perlado y Opacidad

Estos son problemas de naturaleza opuesta que, sin embargo, pueden ser difíciles de distinguir, ya que ambos llevan a un blanqueamiento de la botella.

El brillo perlado también se llama blanqueo bajo tensión. Cuando el PET se estira demasiado, su microestructura se puede romper, y la pared resultante muestra una serie de pequeños círculos blancos, por lo tanto, se hace la conexión con "perlas". El estiramiento excesivo es una función tanto de espesor de pared como de la temperatura, es decir, una pared delgada a una temperatura muy por encima del punto de transición vítrea se puede comportar perfectamente bien, mientras que una pared más gruesa, pero más fría puede mostrar un brillo perlado.

El brillo perlado siempre sucede en el interior de la botella porque el interior de la preforma tiene que estirarse mucho más. Entendiendo esto se hace más fácil resolver el problema. Si el área afectada es muy delgada, debe ser enfriada y el área por debajo de ella se debe calentar para traer más material en la parte blanquecina de la botella. Si es razonablemente gruesa, la temperatura en esta sección (o general) se debe aumentar para permitir que se estire más fácilmente. (Brandau, 2011, p.70)

En el moldeo por soplado de dos etapas (recalentamiento), esto se consigue cambiando la configuración de la lámpara o de la ventilación. En el moldeo de una sola etapa, el calor total es controlada por el tiempo de

sostenimiento y enfriamiento, mientras que se puede utilizar un cambio en la velocidad de inyección para cambiar la temperatura en la preforma.

La opacidad se desarrolla cuando el PET, ya sea en la etapa de inyección o de soplado se calienta más allá de aproximadamente 115 ° C (240 ° F) y se deja que se enfríe, incluso en un corto período de tiempo. A esta temperatura, las moléculas de PET tienen la libertad suficiente para formar cristales, y eso es precisamente lo que van a hacer, ya que permite un estado de energía más bajo. En dos etapas, la lámpara responsable puede encontrarse fácilmente y debe disminuirse su temperatura o aumentar ventilación para mantener la temperatura de la preforma por debajo de 115 ° C / 240 ° F.

La opacidad siempre ocurre en el exterior de la preforma y la ventilación enfriará esta parte más que el interior. En el proceso de una sola etapa, el tiempo de refrigeración y / o el tiempo de retención son los que se incrementan para combatir la opacidad. (Brandau, 2011, p.71)

Fuerza de Carga Superior Insuficiente

A medida que el peso de las botellas se reduce constantemente para ahorrar en el uso de resina, la fuerza de carga superior se ha convertido en una cuestión mucho más importante. La carga superior se mide generalmente en botellas vacías en un dispositivo adecuado con velocidad ajustable. El valor medido se compara entonces con la carga estática (cuántas botellas están encima de la capa inferior en el pallet) y es multiplicado por un factor de seguridad (o ignorancia) para tener en cuenta las cargas dinámicas cuando un camión va por un bache y toda la carga se acelera hacia arriba y abajo. Multiplicar la carga estática por dos, tres, o cuatro, no es un método muy científico, y algunas empresas han medido la carga real en un camión en movimiento a veces con resultados sorprendentes.

El mejor rendimiento en carga superior depende casi exclusivamente del espesor de pared y el diseño de la botella. Las botellas colapsan en la parte más débil de la botella, sea hombro, parte inferior, o el cuerpo. Los

procesadores deben saber dónde falló la botella para que puedan mover más material a esta zona.

Una cuestión inquietante es que los valores de carga superior de las botellas vacías no son de interés para nadie, ya que las botellas vacías no fallan debido a la carga superior. Algunas botellas mostrarán el mismo comportamiento si están llenas o vacías, pero otras se van a desempeñar hasta cuatro veces mejor cuando están llenas. (Brandau, 2011, p.72)

Insuficiente Juego de la Base o Base Redondeada

Todas las botellas tienen lo que se conoce generalmente como un empuje hacia arriba o push-up: El centro de la base se curva hacia el interior en varios grados. Esto es para asegurar que la botella se apoye en el borde exterior de la base o, en el caso de botellas para bebidas carbonatadas, en los pies, típicamente cinco. Este centro de empuje hacia arriba siempre se reducirá hacia el exterior en cierta medida.

Cuando está demasiado caliente después del moldeo, se moverá hacia afuera tanto que empieza a sobresalir más allá de los límites del borde externo, y la botella se "balancea" en vez de sostenerse derecha. También puede suceder que la presión de aire residual dentro de la botella empuja el centro de la parte inferior cuando se abre el molde, a pesar de que esto es una ocurrencia más bien rara. En algunas máquinas, los chorros de aire de refrigeración soplan en las partes inferiores de las botellas después del moldeo para evitar esta contracción hacia afuera. De lo contrario, el procesador tiene que reducir el calor en la parte inferior de la preforma o aumentar el tiempo de enfriamiento.

El juego de la base, la distancia del centro de la parte inferior de botella a los pies, es de suma importancia para bebidas carbonatadas. Esto es porque la carbonatación en el producto puede ejercer una presión de hasta 70 psi dentro de la botella. Esta presión empuja entonces sobre el disco central de la base de la botella, que por lo tanto tiene que tener algún espacio para moverse antes de que se exceda la profundidad de los pies.

“El juego de la base debe medirse en intervalos cortos, por lo general de 2 horas. A menudo es el único parámetro que impide a las máquinas correr más rápido debido al tiempo de enfriamiento necesario.” (Brandau, 2011, p.73)

Resistencia Insuficiente al Impacto

Las botellas deben soportar una caída desde 1 a 2 metros conteniendo agua a alrededor de 4 ° C (40 ° F) para simular las condiciones en un refrigerador doméstico. Al contrario de las poliolefinas, el PET no se rompe en la esquina más delgada (a menos que haya un brillo perlado u opacidad)

En dos etapas de moldeo, una temperatura más fría de preforma obligará a una mayor orientación en el material y mejorará el rendimiento. El tiempo de retención tiene más impacto debido a que la preforma se contrae fuera del núcleo durante la fase de enfriamiento y por lo tanto se prefiere. “Cuando las preformas son recalentados hasta el punto de opacidad, las áreas cristalinas son más frágiles y también pueden fallar. Se aplica el mismo remedio.” (Brandau, 2011, p.74)

CAPITULO III: DISEÑO E IMPLEMENTACION

En el presente capítulo se muestra el diseño de la Máquina detectora de fugas en botellas plásticas y se estructura en el diseño Mecánico, Eléctrico, Electrónico e Informático de la máquina y los subsistemas que lo componen, estos se han dividido en 3 etapas: retención, soplado y rechazo. Los mismos que se detallaran a continuación.

- a. Retención: Cuando el sensor de posición detecta que la botella ha llegado a su punto, este activará 2 pistones, los cuales detendrán el avance de las mismas, mientras la faja detiene su avance y las dejará en la posición ideal, para que la siguiente etapa proceda.
- b. Soplado: Una vez que se retienen las botellas en la posición fijada, la etapa de soplado procede; en esta etapa intervienen 2 pistones los cuales llenan las botellas a una presión y esta es controlada por los sensores, esta información se procesa en el PLC para el análisis respectivo si continua o no con el proceso.
- c. Rechazo: Esta etapa procede solo cuando existe una caída de presión, por lo que 2 pistones neumáticos desechan las botellas en mal estado.

3.1 Diseño Mecánico

El diseño mecánico de las etapas mencionadas incluye criterios de selección y cálculos físicos. Sin embargo, para tener estos datos debemos basarnos en las condiciones iniciales que tiene la máquina detectora de fugas.

Condiciones Iniciales

La máquina detectora de fugas para botellas plásticas requiere de las siguientes condiciones iniciales para el correcto funcionamiento de la misma.

- a. La estructura soporta el peso de los dos cilindros de retención de $\varnothing 16 \times 100$ mm con 350 gr cada uno en la etapa de retención.

- b. El operario puede ser capaz de regular la posición de los cilindros.
- c. Soporta el peso de los dos sensores difusos de Ø8 mm y 50 gr cada uno en la etapa de retención.
- d. El operario puede ser capaz de regular la posición de los sensores difusos de retención.
- e. La estructura soporta el peso de los dos cilindros de soplado de Ø25x25mm con 350 gr cada uno en la etapa de soplado.
- f. El operario puede ser capaz de regular la posición de los cilindros de soplado.
- g. La estructura soportar el peso de las electroválvulas ON/OFF de 220gr cada una en la etapa de soplado.
- h. La estructura soporta el peso de las cuatro electroválvulas 5/2 monoestables de los cilindros de retención, soplado y rechazo de 184gr cada una.
- i. La estructura soporta el peso de los dos cilindros de soplado de Ø16x50mm con 350 gr cada uno en la etapa de rechazo.
- j. Soportar el peso del sensor reflexivo de 50 gr
- k. El operario puede ser capaz de regular la posición de los cilindros de rechazo.
- l. La estructura de rechazo se empotró en la faja transportadora a 300mm del pedestal.

Diseño de la estructura

El buen desempeño de una maquina industrial descansa en el diseño mecánico porque cumple la función de brindar estabilidad, durabilidad y resistencia a la misma. El sistema mecánico de la maquina detectora de fugas se divide de la siguiente manera:

- a. Estructura general: es aquella que soporta la estructura mecánica de las etapas de soplado y retención.

- b. Estructura de la etapa de retención: es aquella que soporta los cilindros o pistones de retención y sus respectivos sensores difusos para la detección de los frascos.
- c. Estructura de la etapa de soplado: es aquella que soporta los cilindros o pistones de soplado y sus respectivas electroválvulas ON/OFF.
- d. Estructura de la etapa de rechazo: es aquella que soporta el cilindro o pistón de rechazo y su respectivo sensor difuso para la detección.

Estructura general

Por cada estación, se diseña un pedestal a partir de tubos cuadrados de fierro de 4", tal como se muestra en la figura 14. Esta estructura soportará el peso de todas las estructuras correspondientes a cada etapa además de las vibraciones emitidas.

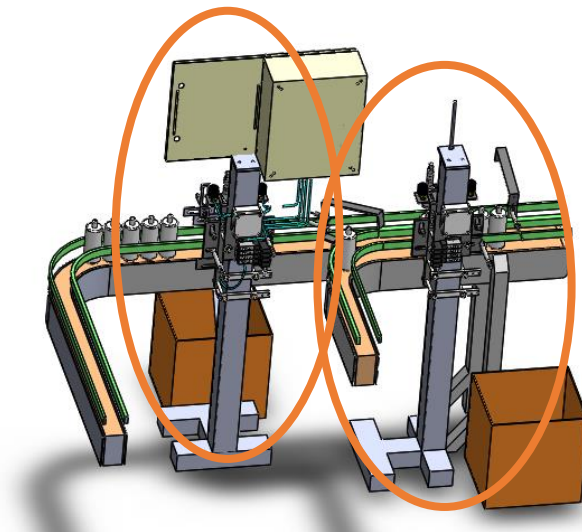


Figura 14. Pedestales de la estación 1 y 2.

Fuente: Elaboración propia

Estructura de retención

Con esto, se plantea la estructura que se muestra en la figura 15. Su diseño consiste en platinas de hierro de 1 ½” de ancho y ¼” de espesor, por ser de bajo costo y altamente comercializable.

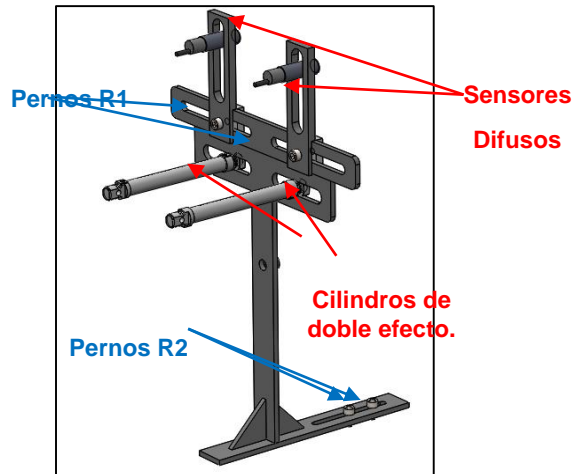


Figura 15. Estructura de la etapa de retención.

Fuente: Elaboración propia

La estructura cuenta con ranuras rectas, o también conocidas como “ojos chinos”, para el desplazamiento de los cilindros neumáticos y los sensores difusos, tal como se muestra en la figura 16 y 17 respectivamente. Sin embargo, es importante realizar la selección de los pernos R1 y R2 que soportan distintas partes de la estructura, permitiendo que estas puedan moverse a lo largo de las ranuras. Adicionalmente, se estima que el 70% de los fallos mecánicos en el diseño de máquinas son relacionados a errores en la selección de los elementos de unión.

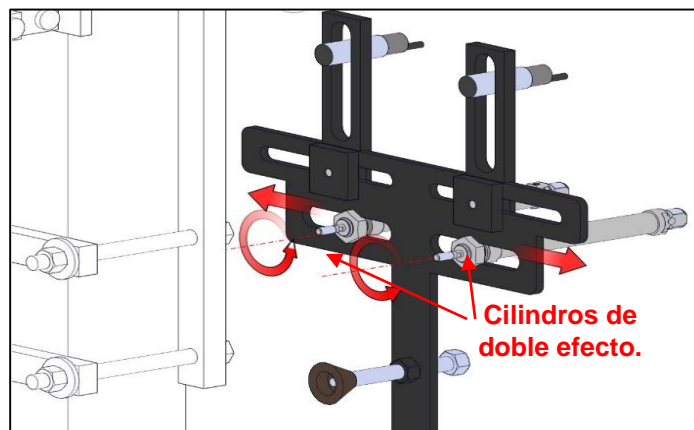


Figura 16. Desplazamiento de los cilindros de retención sobre la ranura.

Fuente: Elaboración propia

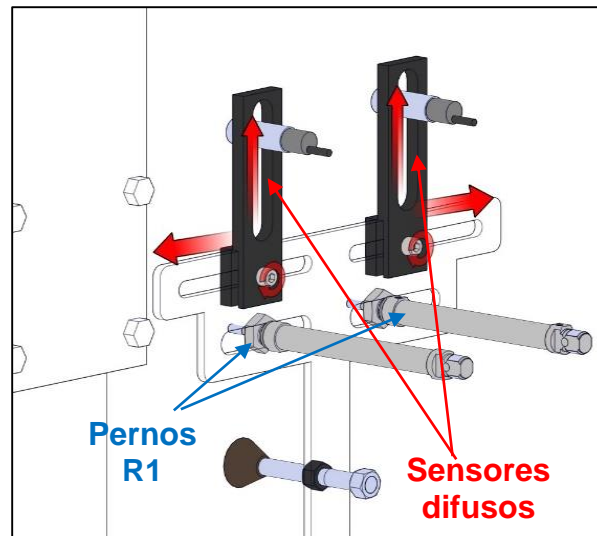


Figura 17. Desplazamiento de los sensores difusos sobre la ranura.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se seleccionan los pernos R1 y los pernos R2. Los pernos R1 soportan las estructuras de los sensores difusos y los pernos R2 permiten que toda la estructura de retención quede apoyada a otra pieza. Vale mencionar, que, para desplazar ambas partes, es necesario desajustar los pernos y moverlos a la posición deseada.

Selección de los pernos R1

Se requiere determinar un diámetro adecuado para los pernos milimétricos de la junta mostrada en la figura 18, la cual está sometida a cargas estáticas y debe ser montada y desmontada con cierta frecuencia. Además, se asume un factor de seguridad de 3.

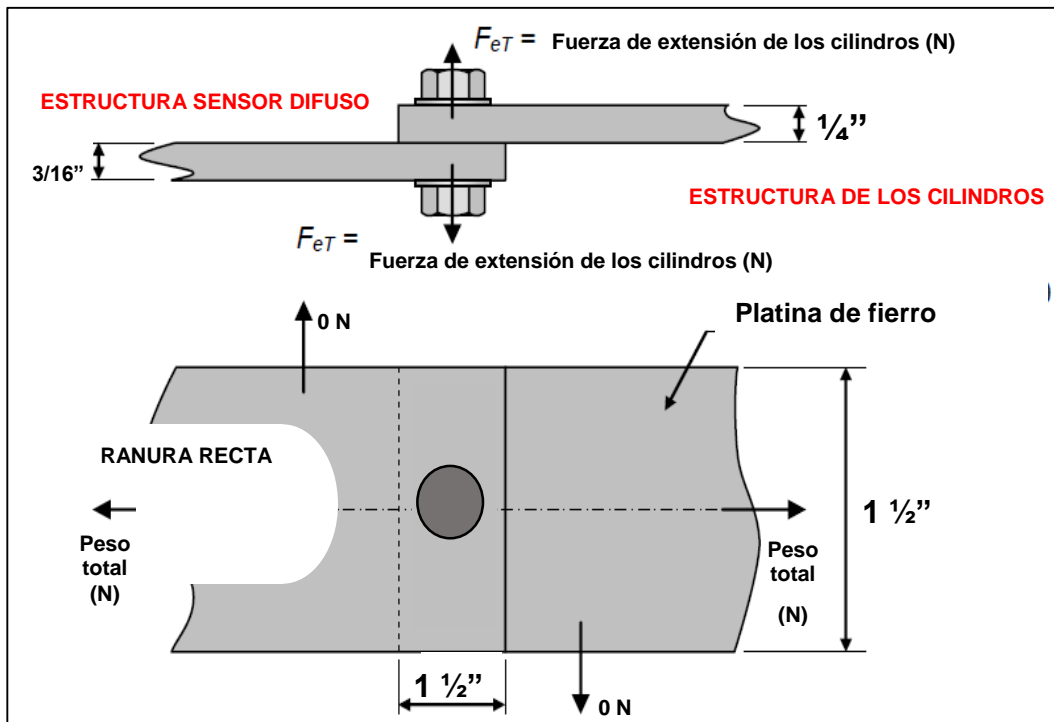


Figura 18. Junta estructural atornillada del perno R1.

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, la junta está sometida a varias fuerzas. La fuerza F_{eT} es la fuerza de los dos cilindros de $\varnothing 16 \times 100$ mm y actúa tratando de separar las partes. El peso total es la suma del peso del sensor difuso y la estructura que lo sostiene; además, produce un esfuerzo cortante en el perno R1. Entonces, el perno está sometido a una combinación de tracción y cortante directo.

Asumiendo que la fuerza de avance del cilindro es igual a la fuerza de retroceso entonces F_{eT} se calcula con la ecuación 1:

$$F_{eT} = 2 \left(\frac{P\pi D^2}{4} \right) \dots\dots\dots (1)$$

Donde,

F_{eT} : Fuerza de extensión los cilindros.

P: Presión de línea neumática.

D: Diámetro del cilindro

$$F_{eT} = 2 \left(\frac{6 * 10^5 * \pi * 0,016^2}{4} \right) = 241,28 \text{ N}$$

Para estimar el diámetro de los pernos, se utiliza la ecuación 2. Con un diámetro seleccionado se hacen los cálculos y las verificaciones necesarias, y si después de eso se encuentra que el perno está sobredimensionado o no cumple los requisitos, se determina un nuevo diámetro y se hacen nuevamente los cálculos.

$$A_t = \left(\frac{6F_e}{(in^{-1})S_y} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

A_t: Área de esfuerzo a tracción.

F_e: Fuerza estimada

in: Constante dimensional

S_y: Resistencia de fluencia mínima

La fuerza estimada se calcula mediante la división entre la F_{eT} y la cantidad de pernos tal como se muestra en la ecuación 3.

$$F_e = \frac{F_{eT}}{n_b} \dots\dots\dots (3)$$

Donde,

F_e: Fuerza estimada.

F_{eT}: Fuerza de extensión los cilindros.

n_b: Número de pernos

$$F_e = \frac{241,28 N}{1} = 241,28 N = 54,24 lbf$$

Se selecciona un perno de clase 12.9 cuya resistencia limite mínima, resistencia de fluencia mínima y resistencia ultima mínima a la tracción, en ese orden, son:

$$S_p = 140 \text{ ksi}; S_y = 160 \text{ ksi}; S_u = 176 \text{ ksi}$$

Donde,

S_p : Resistencia Limite mínima.

S_y : Resistencia de fluencia mínima.

S_u : Resistencia ultima mínima.

Entonces, aplicando la ecuación 2:

$$A_t = \left(\frac{6 * 54,24 lbf}{(in^{-1}) * 160000 lbf/in^2} \right)^{2/3} = 0,02 in^2$$

A partir de este dato, se selecciona un perno milimétrico de rosca basta M8, ya que el área de esfuerzo de está por encima, al área requerida (0,05 in²). El paso, diámetro menor y área de esfuerzo a tracción son:

$$p = 1,25 \text{ mm}; d_r = 6,47 \text{ mm}; A_t = 0,05 in^2$$

Donde,

p: El paso.

d_r : Diámetro menor.

A_t : Área de esfuerzo a tracción.

Se observa que el tamaño del perno escogido encaja adecuadamente en los espacios disponibles que se muestra en la figura 48. Teniendo en cuenta que las cargas sobre la junta son estáticas y que la conexión es reutilizable, la fuerza de apriete se calcula con la ecuación 4:

$$F_i = 0,75 S_p A_t \dots\dots\dots (4)$$

Donde,

F_i : Fuerza de apriete.

S_p : Resistencia Limite mínima.

A_t : Área de esfuerzo a tracción.

$$F_i = 0,75 * 140ksi * 0,05in^2 = 5250 lbf$$

Ahora bien, para que existe separación de las partes, debe cumplirse la ecuación 5:

$$F_i \geq N_{sep} F_e \left(\frac{k_c}{k_c + k_b} \right) \dots\dots\dots (5)$$

Donde,

N_{sep} : Factor de seguridad para la separación de las partes.

F_e : Fuerza estimada.

k_c : Constante de la junta

k_b : Constante elástica del perno

Primero, se calcula la constante elástica del perno K_b mediante la ecuación 6:

$$k_b = \frac{A_t E_b}{L} \dots\dots\dots (6)$$

Donde,

k_b : Constante elástica.

A_t : Área de esfuerzo a tracción.

L : Longitud del área roscada.

E_b : Módulo de elasticidad del hierro

$$k_b = \frac{0,05 \text{ in}^2 * 24,5 * 10^6 \text{ lbf/in}^2}{\frac{3}{16} \text{ in} + \frac{1}{4} \text{ in}} = 2,8 * 10^6 \text{ lbf/in}$$

Segundo, se calcula la constante de la junta K_c mediante la ecuación 7:

$$k_c = dE_c a e^{b(d/L)} \dots\dots\dots (7)$$

Donde,

d: Diámetro mayor.

E_c : Módulo de Elasticidad.

a y b: Constantes de tabla 2 según material.

L: Longitud del área roscada.

Tabla 2. Parámetros para el cálculo de la constante elástica de la junta.

Material	E (GPa)	ν	a	b
Acero	207	0.29	0.7872	0.6287
Aluminio	72	0.33	0.7967	0.6382
Cobre	121	0.33	0.7957	0.6355
Hierro fundido gris	~100	0.21	0.7787	0.6162

Fuente: <https://es.scribd.com/document/316132161/Resumen-Del-Cap-8-de-Diseno-Mecanico>

Para el hierro se obtiene $a=0.7787$ y $b=0.6162$, entonces reemplazando se obtiene:

$$k_c = 8 \text{ mm} * 24,5 * 10^6 * 0,7787 * e^{0,6162(8 \text{ mm}/0,4375 \text{ in})}$$

$$k_c = 9,18 * 10^6 \text{ lbf/in}$$

Con estos valores, se puede calcular que no exista separación de partes con el perno seleccionado:

$$N_{sep} = \frac{F_i (k_c + k_b)}{F_e \left(\frac{k_c + k_b}{k_c} \right)} = \frac{5250 (9,18 + 2,8)}{54,24 \left(\frac{9,18 + 2,8}{9,18} \right)} = 126,3 > 3$$

Donde,

F_i : Fuerza de apriete.

F_e : Fuerza estimada.

k_c : Constante de la junta

k_b : Constante elástica del perno

Este factor de seguridad es suficiente grande. La gran precarga sobre los pernos hace muy poco probable que se tengan problemas de separación de juntas.

Por último, después de haber asegurado que las partes no se separan, se debe calcular el factor de seguridad del perno M8 mediante la ecuación 8:

$$N = \left[\frac{1}{N_F^2} + \frac{1}{N_S^2} \right]^{-1/2} \dots\dots\dots(8)$$

Donde N_F es el factor de seguridad considerando solo el efecto de tracción (ecuación 9), y N_S es el factor de seguridad considerando solo el esfuerzo cortante (ecuación 10).

$$N_F = (S_p A_t - F_i) \frac{k_c + k_b}{k_b F_e} \dots\dots\dots(9)$$

$$N_F = (140 \text{ksi} * 0,05 \text{ in}^2 - 5250 \text{ lbf}) \frac{9,18 + 2,8}{2,8 * 54,24 \text{ lbf}} = 138,04$$

$$N_S = \frac{0,577 \pi S_y d_r^2}{4V} \dots\dots\dots(10)$$

Donde V es la fuerza cortante resultante igual al peso total:

$$V = \text{Peso}_{\text{Total}} = \text{Peso}_{\text{sensor}} + \text{Peso}_{\text{estructura}}$$

$$V = (0,05 \text{kg} + 0,203 \text{kg}) * \frac{9,81 \text{m}}{\text{s}} = 2,5 \text{ N} = 0,56 \text{ lbf}$$

Por lo tanto, se obtiene de la ecuación 10:

$$N_S = \frac{0,577 * \pi * 160 \text{ksi} * (6,47 \text{mm})^2}{4 * 0,56 \text{ lbf}} = 8401,15$$

Reemplazando los factores de seguridad en la ecuación 8:

$$N = \left[\frac{1}{(138,04)^2} + \frac{1}{(8401,15)^2} \right]^{-1/2} = 138,02 > 3$$

El factor de seguridad es mayor al propuesto, entonces, el diseño es seguro utilizando un perno M8 de clase 12.9.

Selección de los pernos R2

Los pernos R2 soportan la estructura de retención y permiten su desplazamiento. Sin embargo, es necesario poder acercar y alejar esta estructura de la faja transportadora con fines de regulación. Por tal motivo, se plantea la estructura que se muestra en la figura 19. Su diseño consiste en platinas de fierro de 1 ½" de ancho y ¼" de espesor, por ser de bajo costo y altamente comercializable.

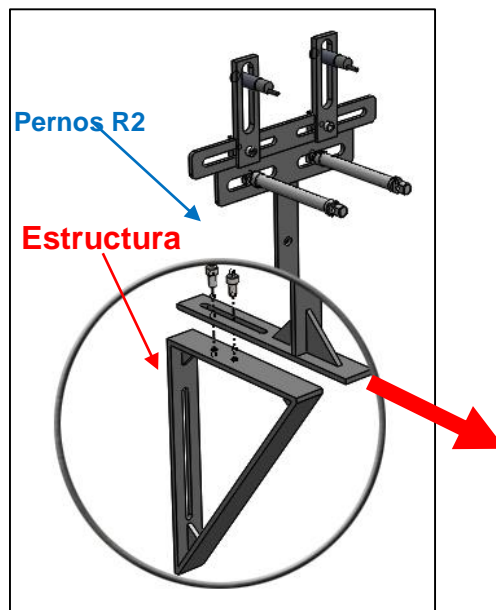


Figura 19. Estructura de apoyo para la etapa de retención.

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, se requiere determinar un diámetro adecuado para los pernos milimétricos R2 de la junta mostrada en la figura 20, la cual está sometida a cargas estáticas debe ser montada y desmontada con cierta frecuencia. Además, se asume un factor de seguridad de 3.

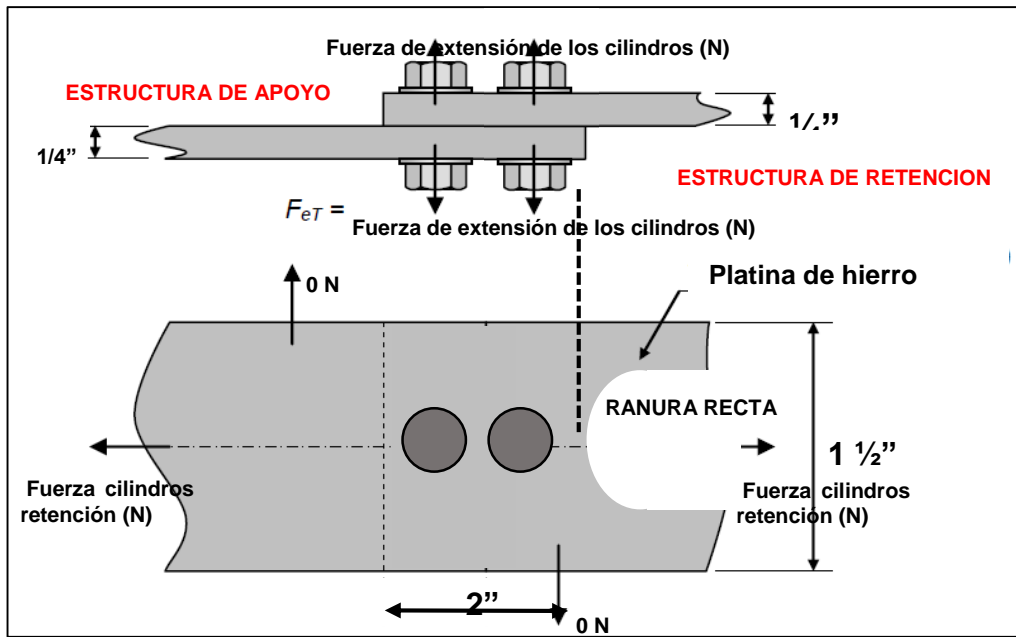


Figura 20. Junta estructural atornillada del perno R2.

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, la junta está sometida a varias fuerzas. La fuerza F_{eT} es la suma de los pesos de la estructura de retención, los cilindros neumáticos y los sensores difusos. Por otro lado, la fuerza de avance y retroceso de los cilindros neumáticos de retención producen un esfuerzo cortante en el perno R2. Por lo que, el perno está sometido a una combinación de tracción y cortante directo.

Calculando la fuerza F_{eT} ecuación 11:

$$F_{eT} = peso_{estructura} + peso_{cilindros} + peso_{sensores} \dots\dots\dots (11)$$

$$F_{eT} = (1,9kg + 2 * 0,35kg + 2 * 0,05kg) * 9,81 \frac{m}{s^2} = 26,49 N$$

Para estimar el diámetro de los pernos, se utiliza la ecuación 12. Con un diámetro seleccionado se hacen los cálculos y las verificaciones necesarias, y si después de eso se encuentra que el perno está sobredimensionado o no cumple los requisitos, se determina un nuevo diámetro y se hacen nuevamente los cálculos.

$$A_t = \left(\frac{6F_e}{(in^{-1})S_y} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (12)$$

Donde la fuerza F_e es igual a la relación entre la fuerza F_{eT} y el número de pernos, como se muestra en la ecuación 13.

$$F_e = \left(\frac{F_{eT}}{n_b} \right) \dots\dots\dots (13)$$

$$F_e = \frac{26,49 N}{2} = 13,24 N = 2,98 lbf$$

Se selecciona un perno de clase 12.9 cuya resistencia limite mínima, resistencia de fluencia mínima y resistencia ultima mínima a la tracción, en ese orden, son:

$$S_p = 140 \text{ ksi}; S_y = 160 \text{ ksi}; S_u = 176 \text{ ksi}$$

Entonces, aplicando la ecuación 12:

$$A_t = \left(\frac{6 * 2,98 lbf}{(in^{-1}) * 160000 \text{ lbf}/in^2} \right)^{2/3} = 0,002 \text{ in}^2$$

A partir de este dato, se selecciona un perno milimétrico de rosca basta M8, ya que el área de esfuerzo de está por encima, al área requerida (0,05 in²). El paso, diámetro menor y área de esfuerzo a tracción son:

$$p = 1,25 \text{ mm}; d_r = 6,47 \text{ mm}; A_t = 0,05 \text{ in}^2$$

Se observa que el tamaño del perno escogido encaja adecuadamente en los espacios disponibles que se muestra en la figura 20. Teniendo en cuenta que las cargas sobre la junta son estáticas y que la conexión es reutilizable, la fuerza de apriete se calcula con la ecuación 14:

$$F_i = 0,75 S_p A_t \dots\dots\dots (14)$$

$$F_i = 0,75 * 140 \text{ ksi} * 0,05 \text{ in}^2 = 5250 \text{ lbf}$$

Ahora bien, para que existe separación de las partes, debe cumplirse la ecuación 15:

$$F_i \geq N_{sep} F_e \left(\frac{k_c}{k_c + k_b} \right) \dots\dots\dots (15)$$

Donde N_{sep} es el factor de seguridad para la separación de las partes.

Primero, se calcula la constante elástica del perno K_b mediante la ecuación 16:

$$k_b = \frac{A_t E_b}{L} \dots\dots\dots (16)$$

Donde E_b es el módulo de elasticidad del fierro y L es la longitud del área roscada, es decir, la suma de los espesores:

$$k_b = \frac{0,05 \text{ in}^2 * 24,5 * 10^6 \text{ lbf/in}^2}{\frac{1}{4} \text{ in} + \frac{1}{4} \text{ in}} = 2,45 * 10^6 \text{ lbf/in}$$

Segundo, se calcula la constante de la junta K_c mediante la ecuación 17:

$$k_c = d E_c a e^{b(d/L)} \dots\dots\dots (17)$$

Donde las constantes a y b se obtienen de la tabla 2:

Para el fierro se obtiene $a=0.7787$ y $b=0.6162$, entonces reemplazando se obtiene:

$$k_c = 8 \text{ mm} * 24,5 * 10^6 * 0,7787 * e^{0,6162(8 \text{ mm}/0,5 \text{ in})}$$

$$k_c = 8,85 * 10^6 \text{ lbf/in}$$

Con estos valores, se puede calcular que no exista separación de partes con el perno seleccionado:

$$N_{sep} = \frac{F_i}{F_e} \left(\frac{k_c + k_b}{k_c} \right) = \frac{5250}{2,98} \left(\frac{8,85 + 2,45}{8,85} \right) = 2249,46 > 3$$

Este factor de seguridad es suficiente grande. La gran precarga sobre los pernos hace muy poco probable que se tengan problemas de separación de juntas.

Por último, después de haber asegurado que las partes no se separan, se debe calcular el factor de seguridad del perno M8 mediante la ecuación 18:

$$N = \left[\frac{1}{N_F^2} + \frac{1}{N_S^2} \right]^{-1/2} \dots\dots\dots (18)$$

Donde N_F es el factor de seguridad considerando solo el efecto de tracción (ecuación 19), y N_S es el factor de seguridad considerando solo el esfuerzo cortante (ecuación 20).

$$N_F = (S_p A_t - F_i) \frac{k_c + k_b}{k_b F_e} \dots\dots\dots (19)$$

$$N_F = (140 \text{ksi} * 0,05 \text{in}^2 - 5250 \text{lb}f) \frac{8,85 + 2,45}{2,45 * 2,98 \text{lb}f} = 2708,53$$

$$N_S = \frac{0,577 \pi S_y d_r^2}{4V} \dots\dots\dots (20)$$

Donde V es la fuerza cortante resultante igual a la fuerza de avance y retroceso de los cilindros neumáticos (ecuación 21):

$$V = 2 \left(\frac{P \pi D^2}{4} \right) \dots\dots\dots (21)$$

$$V = 2 \left(\frac{6 * 10^5 * \pi * 0,016^2}{4} \right) = 241,28 \text{ N} = 54,24 \text{ lb}f$$

Por lo tanto, se obtiene:

$$N_S = \frac{0,577 * \pi * 160 \text{ksi} * (6,47 \text{mm})^2}{4 * 54,24 \text{ lb}f} = 86,73$$

Reemplazando los factores de seguridad en la ecuación 18:

$$N = \left[\frac{1}{(2249,46)^2} + \frac{1}{(86,73)^2} \right]^{-1/2} = 86,67 > 3$$

El factor de seguridad es mayor al propuesto, entonces, el diseño es seguro utilizando un perno M8 de clase 12.9.

Selección de los pernos R3

Todas estas estructuras se deben empotrar en el pedestal mediante la pieza de apoyo que se muestra en la figura 21. Desajustando los pernos R3, el operario pueda subir o bajar la estructura de retención porque éstos se deslizan a través de la ranura recta o también llamado “ojo chino”.

Su diseño consiste en platinas de fierro de 2” de ancho y 3/4” de espesor, por ser de bajo costo y altamente comercializable.

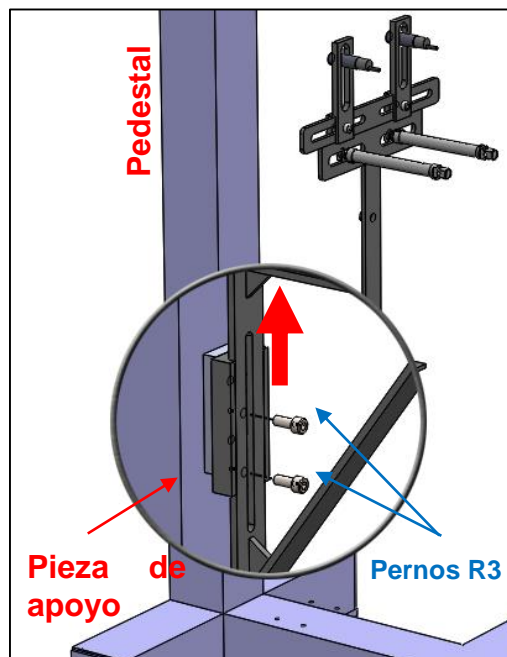


Figura 21. Pieza de apoyo en el pedestal.

Fuente: Elaboración propia

De esta manera, se requiere determinar un diámetro adecuado para los pernos milimétricos R3 de la junta mostrada en la figura 22, la cual está sometida a cargas estáticas debe ser montada y desmontada con cierta frecuencia. Además, se asume un factor de seguridad de 3.

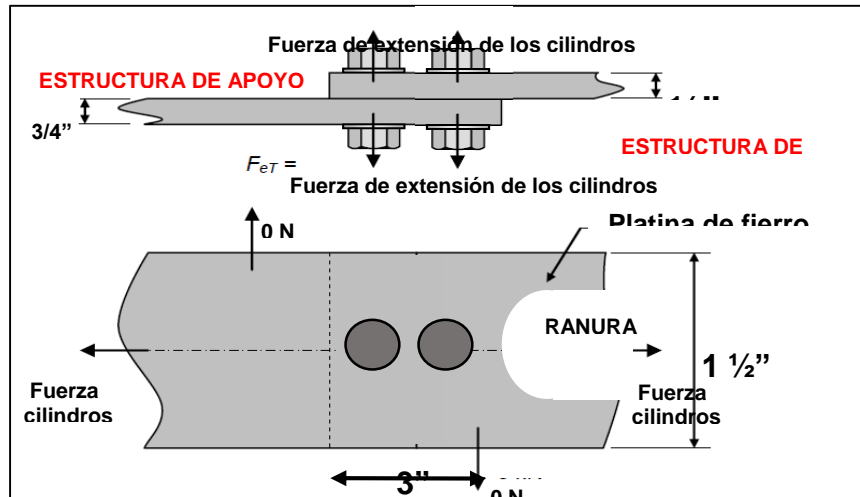


Figura 22. Junta estructural atornillada del perno R3

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, la junta está sometida a varias fuerzas. La fuerza F_{eT} es la suma de los pesos de las estructuras anteriores, los cilindros neumáticos, los sensores difusos. Por otro lado, la fuerza de avance y retroceso de los cilindros neumáticos de retención producen un esfuerzo cortante en el perno R3. Por lo que, el perno está sometido a una combinación de tracción y cortante directo.

Calculando la fuerza F_{eT} (ecuación 22):

$$F_{eT} = peso_{estructuras} + peso_{cilindros} + peso_{sensores} \dots \dots \dots (22)$$

$$F_{eT} = (1,9kg + 1,5kg + 2 * 0,35kg + 2 * 0,05kg) * 9,81 \frac{m}{s^2} = 41,20 N$$

Para estimar el diámetro de los pernos, se utiliza la ecuación 23. Con un diámetro seleccionado se hacen los cálculos y las verificaciones necesarias, y si después de eso se encuentra que el perno está sobredimensionado o no cumple los requisitos, se determina un nuevo diámetro y se hacen nuevamente los cálculos.

$$A_t = \left(\frac{6F_e}{(in^{-1})S_y} \right)^{2/3} \dots \dots \dots (23)$$

Donde la fuerza F_e es igual a la relación entre la fuerza F_{eT} y el número de pernos, como se muestra en la ecuación 24.

$$F_e = \frac{F_{eT}}{n_b} \dots\dots\dots (24)$$

$$F_e = \frac{41,20 N}{2} = 20,60 N = 4,6 lbf$$

Se selecciona un perno de clase 12.9 cuya resistencia limite mínima, resistencia de fluencia mínima y resistencia ultima mínima a la tracción, en ese orden, son:

$$S_p = 140 ksi; S_y = 160ksi; S_u = 176ksi$$

Entonces, aplicando la ecuación 23:

$$A_t = \left(\frac{6 * 4,6lbf}{(in^{-1}) * 160000 lbf/in^2} \right)^{2/3} = 0,003 in^2$$

A partir de este dato, se selecciona un perno milimétrico de rosca basta M8, ya que el área de esfuerzo de está por encima, al área requerida (0,05 in²). El paso, diámetro menor y área de esfuerzo a tracción son:

$$p = 1,25 mm; d_r = 6,47mm; A_t = 0,05 in^2$$

Se observa que el tamaño del perno escogido encaja adecuadamente en los espacios disponibles que se muestra en la figura 23. Teniendo en cuenta que las cargas sobre la junta son estáticas y que la conexión es reutilizable, la fuerza de apriete se calcula con la ecuación 24:

$$F_i = 0,75S_pA_t \dots\dots\dots (24)$$

$$F_i = 0,75 * 140ksi * 0,05in^2 = 5250 lbf$$

Ahora bien, para que existe separación de las partes, debe cumplirse la ecuación 25:

$$F_i \geq N_{sep}F_e \left(\frac{k_c}{k_c+k_b} \right) \dots\dots\dots (25)$$

Donde N_{sep} es el factor de seguridad para la separación de las partes.

Primero, se calcula la constante elástica del perno K_b mediante la ecuación 26:

$$k_b = \frac{A_t E_b}{L} \dots\dots\dots (26)$$

Donde E_b es el módulo de elasticidad del fierro y L es la longitud del área roscada, es decir, la suma de los espesores:

$$k_b = \frac{0,05 \text{ in}^2 * 24,5 * 10^6 \text{ lbf/in}^2}{\frac{3}{4} \text{ in} + \frac{1}{4} \text{ in}} = 1,23 * 10^6 \text{ lbf/in}$$

Segundo, se calcula la constante de la junta K_c mediante la ecuación 27:

$$k_c = d E_c a e^{b(d/L)} \dots\dots\dots (27)$$

Donde las constantes a y b se obtienen de la tabla 2:

Para el fierro se obtiene $a=0.7787$ y $b=0.6162$, entonces reemplazando se obtiene:

$$k_c = 8 \text{ mm} * 24,5 * 10^6 * 0,7787 * e^{0,6162(8 \text{ mm}/1 \text{ in})}$$

$$k_c = 7,30 * 10^6 \text{ lbf/in}$$

Con estos valores, se puede calcular que no exista separación de partes con el perno seleccionado:

$$N_{sep} = \frac{F_i}{F_e} \left(\frac{k_c + k_b}{k_c} \right) = \frac{5250}{4,6} \left(\frac{7,3 + 1,23}{7,3} \right) = 1333,60 > 3$$

Este factor de seguridad es suficiente grande. La gran precarga sobre los pernos hace muy poco probable que se tengan problemas de separación de juntas.

Por último, después de haber asegurado que las partes no se separan, se debe calcular el factor de seguridad del perno M8 mediante la ecuación 28:

$$N = \left[\frac{1}{N_F^2} + \frac{1}{N_S^2} \right]^{-1/2} \dots\dots\dots (28)$$

Donde N_F es el factor de seguridad considerando solo el efecto de tracción ecuación 29, y N_S es el factor de seguridad considerando solo el esfuerzo cortante ecuación 30.

$$N_F = (S_p A_t - F_i) \frac{k_c + k_b}{k_b F_e} \dots\dots\dots (29)$$

$$N_F = (140ksi * 0,05 in^2 - 5250lbf) \frac{7,3 + 1,23}{1,23 * 4,6lbf} = 2638,30$$

$$N_S = \frac{0,577\pi S_y d_f^2}{4V} \dots\dots\dots (30)$$

Donde V es la fuerza cortante resultante igual a la fuerza de avance y retroceso de los cilindros neumáticos (ecuación 31):

$$V = 2 \left(\frac{P\pi D^2}{4} \right) \dots\dots\dots (31)$$

$$V = 2 \left(\frac{6 * 10^5 * \pi * 0,016^2}{4} \right) = 241,28 N = 54,24lbf$$

Por lo tanto, se obtiene:

$$N_S = \frac{0,577 * \pi * 160ksi * (6,47mm)^2}{4 * 54,24 lbf} = 86,73$$

Reemplazando los factores de seguridad en la ecuación 28:

$$N = \left[\frac{1}{(2638,30)^2} + \frac{1}{(86,73)^2} \right]^{-1/2} = 86,68 > 3$$

El factor de seguridad es mayor al propuesto, entonces, el diseño es seguro utilizando un perno M8 de clase 12.9.

A modo de resumen, en la Tabla 3 se muestra las características de los pernos seleccionados para la etapa de retención.

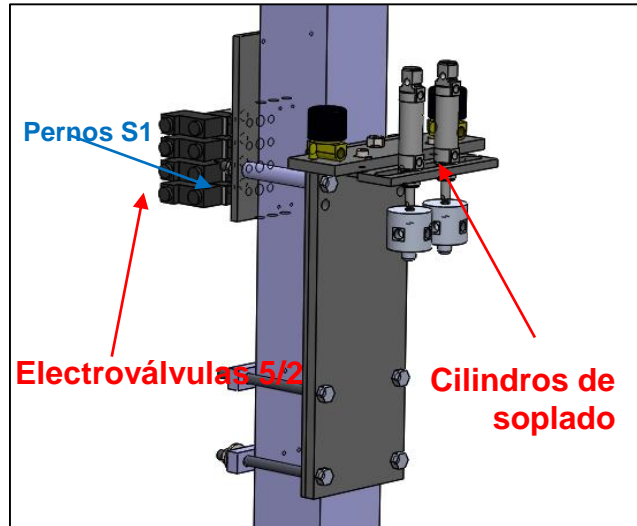
Tabla 3. Características de los pernos seleccionados.

Ítem	Diámetro	Clase	Cantidad
Perno R1	M8x1.25x20mm	12.9	2
Perno R2	M8x1.25x16mm	12.9	2
Perno R3	M8x1.25x20mm	12.9	2

Fuente: Elaboración propia

Estructura de soplado

La estructura que se muestra en la figura 23 consiste en planchas de acero de $\frac{1}{2}$ " de espesor, y platinas de hierro de $1\frac{1}{2}$ " de ancho con $\frac{1}{4}$ " de espesor, por ser de bajo costo y comercializable. La estructura cuenta con ranuras rectas, o también conocidas como "ojos chinos", para el desplazamiento de los cilindros neumáticos de soplado como se muestra en la figura



24.

Figura 23. Estructura de la parte de soplado.

Fuente: Elaboración propia

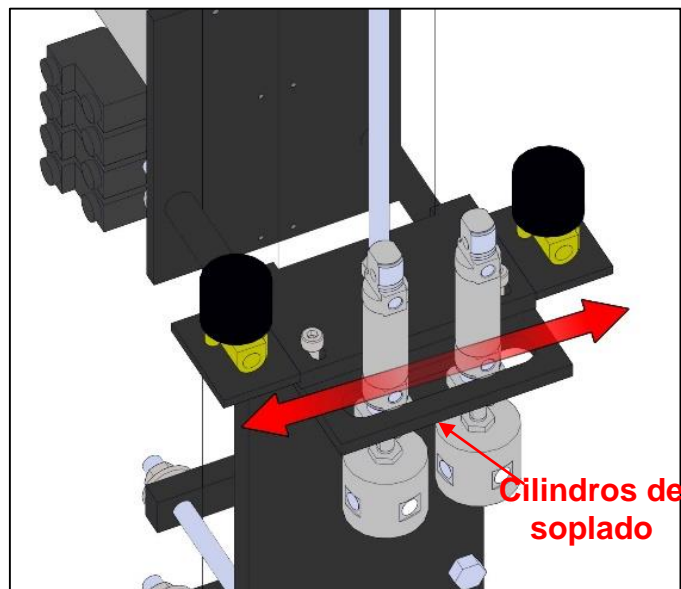


Figura 24. Desplazamiento de los cilindros de soplado sobre la ranura.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se seleccionan los pernos S1 que soportan los pesos de los cilindros neumáticos de soplado y de las cavidades.

Selección de los pernos S1: Se requiere determinar un diámetro adecuado para los pernos milimétricos de la junta mostrada en la figura 25, la cual está sometida a cargas estáticas y debe ser montada y desmontada con cierta frecuencia. Además, se asume un factor de seguridad de 3.

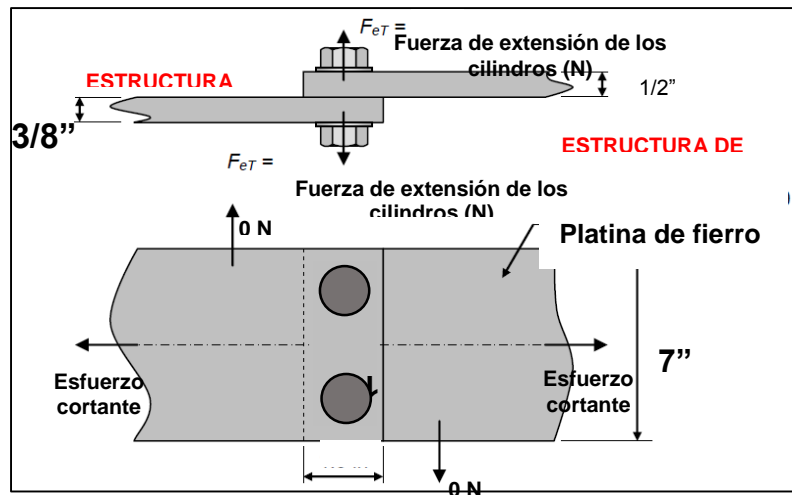


Figura 25. Junta estructural atornillada del perno S1.

Fuente: Elaboración propia

Como se observa, la junta está sometida a varias fuerzas. La fuerza F_{eT} es la suma de las fuerzas de los dos cilindros de $\varnothing 25 \times 25$ mm, el peso de las dos cavidades y el peso de la estructura. Además, se observa que no existe ninguna fuerza que genere esfuerzo cortante. Entonces, el perno solo está sometido a esfuerzo de tracción.

Asumiendo que la fuerza de avance del cilindro es igual a la fuerza de retroceso entonces F_{eT} se calcula como sigue en la ecuación 32:

$$F_{eT} = 2 \left(\frac{P\pi D^2}{4} \right) + peso_{cavidades} + peso_{estructura} \dots\dots\dots (32)$$

$$F_{eT} = 2 * \left(\frac{6 * 10^5 * \pi * 0,025^2}{4} \right) + (2 * 0,26kg + 2 * 0,73kg) * 9,81 m/s^2$$

$$= 608,47 N$$

Para estimar el diámetro de los pernos, se utiliza la ecuación 33. Con un diámetro seleccionado se hacen los cálculos y las verificaciones necesarias, y si después de eso se encuentra que el perno está sobredimensionado o no cumple los requisitos, se determina un nuevo diámetro y se hacen nuevamente los cálculos.

$$A_t = \left(\frac{6F_e}{(in^{-1})S_y} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (33)$$

Donde la fuerza F_e es igual a la relación entre la fuerza F_{eT} y el número de pernos, como se muestra en la ecuación 34.

$$F_e = \left(\frac{F_{eT}}{n_b} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (34)$$

$$F_e = \frac{608,47 N}{2} = 304,24 N = 68,40 lbf$$

Se selecciona un perno de clase 12.9 cuya resistencia limite mínima, resistencia de fluencia mínima y resistencia ultima mínima a la tracción, en ese orden, son:

$$S_p = 140 ksi; S_y = 160ksi; S_u = 176ksi$$

Entonces, aplicando la ecuación 33:

$$A_t = \left(\frac{6 * 68,40lbf}{(in^{-1}) * 160000 lbf/in^2} \right)^{2/3} = 0,02 in^2$$

A partir de este dato, se selecciona un perno milimétrico de rosca basta M8, ya que el área de esfuerzo de está por encima, al área requerida (0,05 in²). El paso, diámetro menor y área de esfuerzo a tracción son:

$$p = 1,25 mm; d_r = 6,47mm; A_t = 0,05 in^2$$

Se observa que el tamaño del perno escogido encaja adecuadamente en los espacios disponibles que se muestra en la figura 56. Teniendo en cuenta que las cargas sobre la junta son estáticas y que la conexión es reutilizable, la fuerza de apriete se calcula con la ecuación 35:

$$F_i = 0,75S_pA_t \dots\dots\dots (35)$$

$$F_i = 0,75 * 140ksi * 0,05in^2 = 5250 lbf$$

Ahora bien, para que existe separación de las partes, debe cumplirse la ecuación 36:

$$F_i \geq N_{sep} F_e \left(\frac{k_c}{k_c + k_b} \right) \dots\dots\dots (36)$$

Donde N_{sep} es el factor de seguridad para la separación de las partes.

Primero, se calcula la constante elástica del perno K_b mediante la ecuación 37:

$$k_b = \frac{A_t E_b}{L} \dots\dots\dots (37)$$

Donde E_b es el módulo de elasticidad del fierro y L es la longitud del área roscada, es decir, la suma de los espesores:

$$k_b = \frac{0,05 \text{ in}^2 * 24,5 * 10^6 \text{ lbf/in}^2}{\frac{3}{8} \text{ in} + \frac{1}{2} \text{ in}} = 1,4 * 10^6 \text{ lbf/in}$$

Segundo, se calcula la constante de la junta K_c mediante la ecuación 38:

$$k_c = d E_c a e^{b(d/L)} \dots\dots\dots (38)$$

Donde las constantes a y b se obtienen de la tabla 2. Para el fierro se obtiene $a=0.7787$ y $b=0.6162$, entonces reemplazando se obtiene:

$$k_c = 8 \text{ mm} * 24,5 * 10^6 * 0,7787 * e^{0,6162(8 \text{ mm}/0,875 \text{ in})}$$

$$k_c = 7,5 * 10^6 \text{ lbf/in}$$

Con estos valores, se puede calcular que no exista separación de partes con el perno seleccionado:

$$N_{sep} = \frac{F_i}{F_e} \left(\frac{k_c + k_b}{k_c} \right) = \frac{5250}{68,40} \left(\frac{7,5 + 1,4}{7,5} \right) = 91,08 > 3$$

Este factor de seguridad es suficiente grande. La gran precarga sobre los pernos hace muy poco probable que se tengan problemas de separación de juntas.

Por último, después de haber asegurado que las partes no se separan, se debe calcular el factor de seguridad del perno M8 mediante la ecuación 39:

$$N = \left[\frac{1}{N_F^2} + \frac{1}{N_S^2} \right]^{-1/2} \dots\dots\dots (39)$$

Donde N_F es el factor de seguridad considerando solo el efecto de tracción tal como se ve en la ecuación 40, y N_S es el factor de seguridad considerando solo el esfuerzo cortante que para este caso es cero.

$$N_F = (S_p A_t - F_i) \frac{k_c + k_b}{k_b F_e} \dots\dots\dots (40)$$

$$N_F = (140 \text{ksi} * 0,05 \text{in}^2 - 5250 \text{lb}f) \frac{7,5 + 1,4}{1,4 * 68,40 \text{bf}} = 162,64$$

Reemplazando los factores de seguridad en la ecuación 39:

$$N = \left[\frac{1}{(138,04)^2} + \frac{1}{0^2} \right]^{-1/2} = 162,64 > 3$$

El factor de seguridad es mayor al propuesto, entonces, el diseño es seguro utilizando un perno M8 de clase 12.9.

Estructura de expulsión

El diseño consiste en platinas de fierro de 1 1/2" de ancho con 1/4" de espesor, por ser de bajo costo y altamente comercializable como se muestra en la figura 26.

La estructura cuenta con ranuras rectas, o también conocidas como "ojos chinos", para el desplazamiento de los cilindros neumáticos de rechazo. A continuación, se realiza la selección de los pernos RE1.

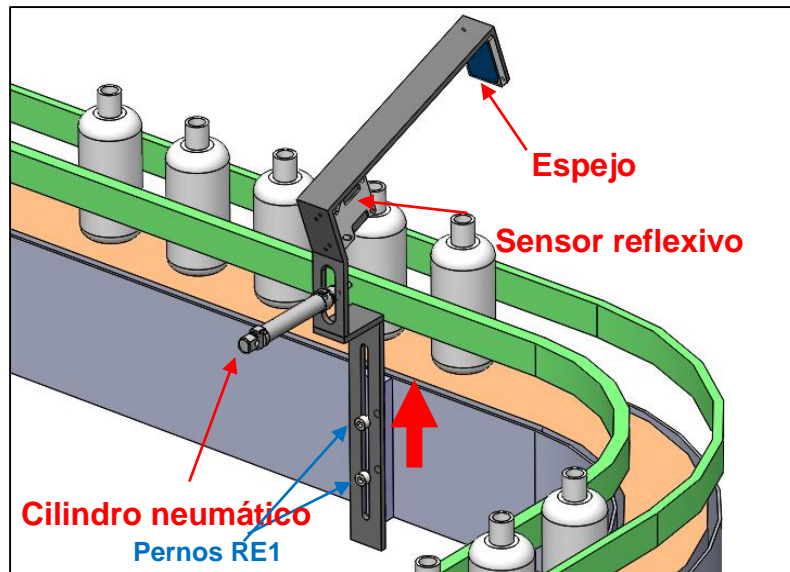


Figura 26. Estructura mecánica de la parte de rechazo

Fuente: Elaboración propia

Selección de los pernos RE1

Los pernos RE1 soportan la estructura de soplado y permiten su desplazamiento gracias a las ranuras rectas. Se requiere determinar un diámetro adecuado para los pernos milimétricos de la junta mostrada en la figura 27, la cual está sometida a cargas estáticas y debe ser montada y desmontada con cierta frecuencia. Además, se asume un factor de seguridad de 3. Como se observa, la junta está sometida a varias fuerzas. La fuerza F_{eT} es la fuerza de avance y retroceso del cilindro de rechazo. Por otro lado, la suma del peso de la estructura, el cilindro neumático y el sensor reflexivo producen un esfuerzo cortante en el perno RE1. Por lo que, el perno está sometido a una combinación de tracción y cortante directo.

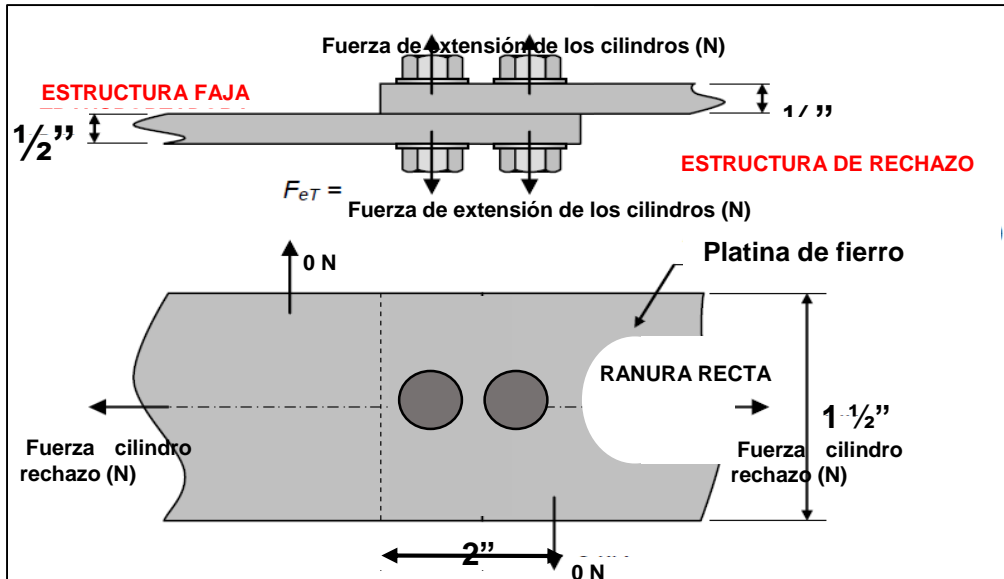


Figura 27. Junta estructural atornillada del perno RE1.

Fuente: Elaboración propia

Asumiendo que la fuerza de avance del cilindro es igual a la fuerza de retroceso entonces F_{eT} se calcula con la ecuación 41:

$$F_{eT} = 2 \left(\frac{P\pi D^2}{4} \right) \dots\dots\dots (41)$$

$$F_{eT} = 2 \left(\frac{6 * 10^5 * \pi * 0,016^2}{4} \right) = 241,28 \text{ N}$$

Para estimar el diámetro de los pernos, se utiliza la ecuación 42. Con un diámetro seleccionado se hacen los cálculos y las verificaciones necesarias, y si después de eso se encuentra que el perno está sobredimensionado o no cumple los requisitos, se determina un nuevo diámetro y se hacen nuevamente los cálculos.

$$A_t = \left(\frac{6F_e}{(in^{-1})S_y} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (42)$$

Donde la fuerza F_e es igual a la relación entre la fuerza F_{eT} y el número de pernos, como se muestra en la ecuación 43.

$$F_e = \frac{F_{eT}}{n_b} \dots\dots\dots (43)$$

$$F_e = \frac{241,28 \text{ N}}{2} = 120,64 \text{ N} = 27,12 \text{ lbf}$$

Se selecciona un perno de clase 12.9 cuya resistencia limite mínima, resistencia de fluencia mínima y resistencia ultima mínima a la tracción, en ese orden, son:

$$S_p = 140 \text{ ksi}; S_y = 160 \text{ ksi}; S_u = 176 \text{ ksi}$$

Entonces, aplicando la ecuación 42:

$$A_t = \left(\frac{6 * 27,12 \text{ lbf}}{(in^{-1}) * 160000 \text{ lbf}/in^2} \right)^{2/3} = 0,01 \text{ in}^2$$

A partir de este dato, se selecciona un perno milimétrico de rosca basta M8, ya que el área de esfuerzo de está por encima, al área requerida (0,05 in²). El paso, diámetro menor y área de esfuerzo a tracción son:

$$p = 1,25 \text{ mm}; d_r = 6,47 \text{ mm}; A_t = 0,05 \text{ in}^2$$

Se observa que el tamaño del perno escogido encaja adecuadamente en los espacios disponibles que se muestra en la figura 27. Teniendo en cuenta que las cargas sobre la junta son estáticas y que la conexión es reutilizable, la fuerza de apriete se calcula con la ecuación 44:

$$F_i = 0,75 S_p A_t \dots\dots\dots (44)$$

$$F_i = 0,75 * 140 \text{ ksi} * 0,05 \text{ in}^2 = 5250 \text{ lbf}$$

Ahora bien, para que existe separación de las partes, debe cumplirse la ecuación 45:

$$F_i \geq N_{sep} F_e \left(\frac{k_c}{k_c + k_b} \right) \dots\dots\dots (45)$$

Donde N_{sep} es el factor de seguridad para la separación de las partes.

Primero, se calcula la constante elástica del perno k_b mediante la ecuación 46:

$$k_b = \frac{A_t E_b}{L} \dots\dots\dots (46)$$

Donde E_b es el módulo de elasticidad del fierro y L es la longitud del área roscada, es decir, la suma de los espesores:

$$k_b = \frac{0,05 \text{ in}^2 * 24,5 * 10^6 \text{ lbf/in}^2}{\frac{1}{4} \text{ in} + \frac{1}{2} \text{ in}} = 1,63 * 10^6 \text{ lbf/in}$$

Segundo, se calcula la constante de la junta k_c mediante la ecuación 47:

$$k_c = d E_c a e^{b(d/L)} \dots\dots\dots (47)$$

Donde las constantes a y b se obtienen de la tabla 2:

Para el fierro se obtiene $a=0.7787$ y $b=0.6162$, entonces reemplazando se obtiene:

$$k_c = 8 \text{ mm} * 24,5 * 10^6 * 0,7787 * e^{0,6162(8 \text{ mm}/0,75 \text{ in})}$$

$$k_c = 7,78 * 10^6 \text{ lbf/in}$$

Con estos valores, se puede calcular que no exista separación de partes con el perno seleccionado:

$$N_{sep} = \frac{F_i}{F_e} \left(\frac{k_c + k_b}{k_c} \right) = \frac{5250}{27,12} \left(\frac{7,78 + 1,63}{7,78} \right) = 234,14 > 3$$

Este factor de seguridad es suficiente grande. La gran precarga sobre los pernos hace muy poco probable que se tengan problemas de separación de juntas.

Por último, después de haber asegurado que las partes no se separan, se debe calcular el factor de seguridad del perno M8 mediante la ecuación 48:

$$N = \left[\frac{1}{N_F^2} + \frac{1}{N_S^2} \right]^{-1/2} \dots\dots\dots (48)$$

Donde NF es el factor de seguridad considerando solo el efecto de tracción (ecuación 49), y NS es el factor de seguridad considerando solo el esfuerzo cortante (ecuación 50)

$$N_F = (S_p A_t - F_i) \frac{k_c + k_b}{k_b F_e} \dots\dots\dots (49)$$

$$N_F = (140 \text{ksi} * 0,05 \text{in}^2 - 5250 \text{lbf}) \frac{7,78 + 1,63}{1,63 * 27,12 \text{lbf}} = 372,52$$

$$N_S = \frac{0,577 \pi S_y d_r^2}{4V} \dots\dots\dots (50)$$

Donde V es la fuerza cortante resultante igual al peso total:

$$V = \text{Peso}_{\text{sensor}} + \text{Peso}_{\text{estructura}} + \text{Peso}_{\text{cilindro}}$$

$$V = (0,05 \text{kg} + 1,3 \text{kg} + 0,35 \text{kg}) * \frac{9,81 \text{m}}{\text{s}} = 16,68 \text{N} = 3,8 \text{lbf}$$

Por lo tanto, se obtiene:

$$N_S = \frac{0,577 * \pi * 160 \text{ksi} * (6,47 \text{mm})^2}{4 * 3,8 \text{lbf}} = 1238,06$$

Reemplazando los factores de seguridad en la ecuación 48:

$$N = \left[\frac{1}{(372,52)^2} + \frac{1}{(1238,06)^2} \right]^{-1/2} = 356,72 > 3$$

El factor de seguridad es mayor al propuesto, entonces, el diseño es seguro utilizando un perno M8 de clase 12.9.

3.2 Diseño Electrónico.

En el diseño electrónico se seleccionarán todos los elementos necesarios para controlar toda la maquina detectora de fugas, para ello se enlistarán todos los componentes electrónicos que equipará la maquina conjuntamente.

Condiciones Iniciales.

- a. Dispositivos electrónicos robustos mecánicamente: porque partículas sucias están presentes en el área de producción de frascos.
- b. Dispositivos electrónicos inherentes el ruido eléctrico: porque existen muchas máquinas de gran carga que se encuentran conectadas a la misma red eléctrica.
- c. Dispositivos electrónicos con montaje en riel DIN: para un fácil encaje e intercambio de dispositivos en el tablero eléctrico:
- d. Con voltajes de 24VDC: porque son los voltajes más usados para sensores y actuadores.

Selección de componentes electrónicos.

Cada estación cuenta con tres sensores de proximidad (dos difusos y uno reflexivo) y dos sensores de presión digitales. Éstas serán descritas a continuación

Sensores difusos

Se utilizan en la etapa de retención para detectar la presencia de frascos de plásticos. La razón de su selección es debido a que no necesita un espejo para su funcionamiento ya que demandaría diseñar una estructura mecánica adicional. Para esta aplicación, el alcance debe ser de mayor de 100mm y debe alimentarse con 24VDC.

La ubicación de estos sensores está en la estructura mecánica de la etapa de retención, tal como se muestra en la figura 28.

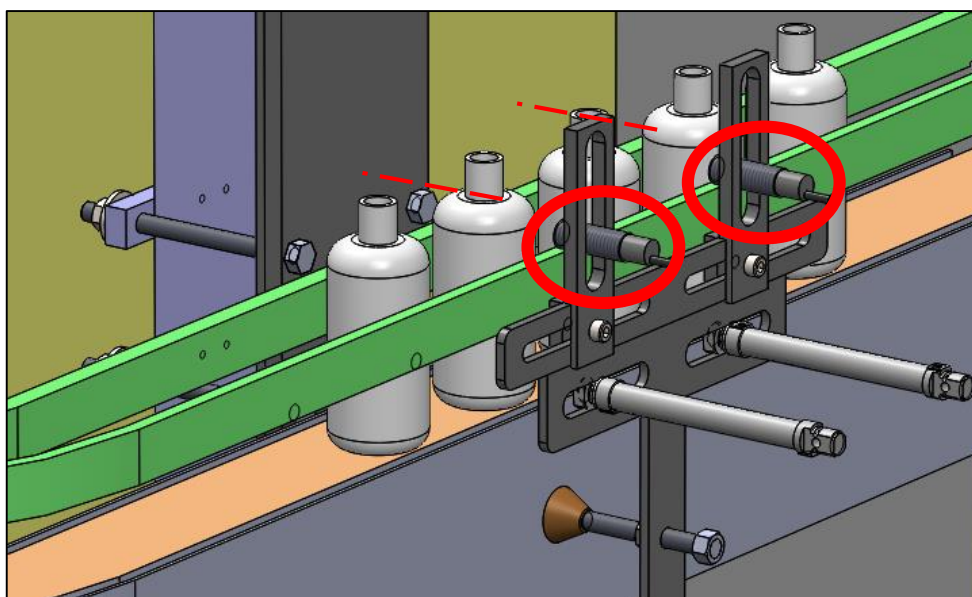


Figura 28. Ubicación de los sensores difusos.

Fuente: Elaboración propia

Para la selección del sensor indicado se han tomado como referencia 3 marcas comerciales en los que se describen sus características principales en la Tabla 4

Tabla 4. Características técnicas de los sensores difusos.

Modelo	Optex	OMRON	Autonics
	CDT - 100	E3F2-DS30B4	BEN3M-PDT
Alcance	300mm	380mm	400mm
Alimentación	24VDC	24VDC	24VDC
Consumo	50mA	55mA	45mA
Protección	IP66	-	IP66
Tiempo de respuesta	1.5 mS	0.9 mS	1ms

Fuente: Elaboración propia

Con los datos técnicos ya descritos se procede a seleccionar el sensor BEN3M-PDT ya que el tiempo de respuesta se encuentra en el rango

necesario y el alcance es mucho mayor a los otros. Adicionalmente cuenta con protección IP66 ideal para medio de trabajo.

Los sensores seleccionados son de tipo cilindro tal como se observa la figura 29 en y pueden ser adaptados a la estructura.



Figura 29. Sensor difuso BR400-DDT.

Fuente: www.giwronic.com/sensorcilindro

Sensores reflexivos

Se utilizan en la etapa de rechazo para detectar la presencia de los frascos de plásticos que serán eliminados. La razón de su selección es debido a que su área de sensado es menor que los difusos, lo que origina una detección más precisa sin preocuparse por la vibración y velocidad del mismo. Para esta aplicación, el alcance debe ser de mayor de 100mm y debe alimentarse con 24VDC.

La ubicación de estos sensores está en la estructura mecánica de la etapa de retención, tal como se muestra en la figura 30.

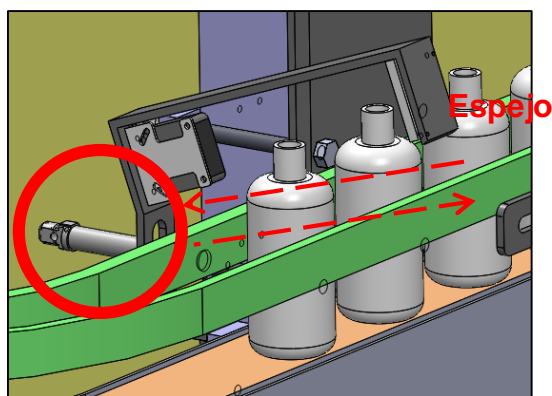


Figura 30. Ubicación de los sensores reflectivos.

Fuente: Elaboración propia

Por ello, se presentan en la Tabla 5 Los modelos disponibles en el mercado y en ella se encuentran las características más de cada sensor para posteriormente escoger el más indicado.

Tabla 5. Características técnicas de los sensores reflexivos.

Modelo	Optex	OMRON	Autonics
	BGS-2S	E3Z-LS61	BR400-DDT
Alcance	0.2 a 2m	0.50 a-3.2m	0.1-3m
Alimentación	24VDC	24VDC	24VDC
Consumo	100mA	50mA	40mA
Protección	-	IP50	IP50
Tiempo de respuesta	1ms	1.3ms	1ms
Peso	320g	350g	200g

Fuente: Elaboración propia

Se selecciona el sensor difuso BEN3M-PDT de la marca Autonics cuyas características técnicas sobre sale en el tiempo de respuesta y su alcance es el ideal para la detección de las botellas plásticas y se muestra en la figura 62.



Figura 31. Sensor difuso BEN3M-PDT.

Fuente: www.giwronic.com/sensorcilindro

Sensor digital de presión

Se utilizan para detectar la presión del aire que se ingresa a los frascos de plásticos. Si la presión decae drásticamente, entonces el frasco está con agujeros y debe ser rechazado. Para esta aplicación, la presión a sensor estará en un rango de 0 a 1kgf/cm² y el sensor debe alimentarse con 24VDC. La ubicación de estos sensores es dentro del tablero de control. Dentro de la Tabla 6. Se encuentran detallados los modelos y características de sensores de presión para la selección de uno de ellos.

Tabla 6. Características técnicas de los sensores digitales de presión.

Modelo	Sunux	KEYENCE	Automation Direct
	DP-100	AP-C30	QPSL-AN-42
Alimentación	24VDC	24VDC	10.8 – 26.4VDC
Consumo	350mA	290mA	260mA
Salidas digitales	1-NPN	2-NPN	2-NPN
Salida analógica	4-20mA	4-20mA	4-20mA
Precisión	+/- 6%	+/- 5%	+/- 3%

Fuente: Elaboración propia

Por ello, se selecciona el sensor digital de presión QPSL-AN-42 de la marca Automation Direct ya que tiene un rango amplio de presiones y la precisión que tiene es mucho menor a los otros, este sensor se muestra en la figura 32.



Figura 32. Sensor digital de presión QPSL-AN-42

Fuente: www.giwronic.com/sensorcilindro

Electroválvulas

Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el paso de un fluido por un conducto o tubería. La válvula se mueve mediante una bobina solenoide. Generalmente no tiene más que dos posiciones: abierto y cerrado o todo y nada. Las electroválvulas se usan en multitud de aplicaciones para controlar el flujo de todo tipo de fluidos. Existen varios tipos de electroválvulas entre ellas: electroválvulas monoestables y biestables tal como se muestra en la figura 33.

En la

Tabla 7 se detalla, las principales características de electroválvulas necesarias para el desarrollo de la máquina



Figura 33. Electroválvula biestable y monoestable.

Fuente: giwronic.com/electroválvulas

Tabla 7. Electroválvulas monoestables

Modelo	Sunux	KEYENCE	Mindman
	DP-100	AP-C30	MVSC-220-4E1-DC24
Rango de presión	-7 PSI a 7PSI	-10PSI a 10PSI	-15PSI a 15PSI
Alimentación	24VDC	24VDC	10.8 – 26.4VDC
Potencia	110mA	120mA	83mA
Salidas digitales	1-NPN	2-NPN	2-NPN
Salida analógica	4-20mA	4-20mA	4-20mA

Fuente: Elaboración propia

Por ello se seleccionan las electroválvulas MVSC-220-4E1-DC24 ya que tienen un rango más amplio de Presión y en caso que haya alguna falla en el sistema neumático estas puedan resistir esa diferencial.

Válvulas Solenoide

Dispositivo electro-mecánico que se energiza o des energiza para abrir o cerrar un orificio de paso y permitir o bloquear el flujo de aire, agua, aceite, gases inertes, combustibles, vapor, etc. Este dispositivo está diseñado para el control unidireccional (un solo sentido) y es sumamente práctico y eficiente para el control de fluidos limpios, ya que su instalación y

mantenimiento son sumamente sencillos si lo comparamos con otro tipo de válvula. En la Tabla 8 se detallan las características de algunas válvulas solenoides.

Tabla 8. Válvulas Solenoides

Modelo	Hunter	Naumatics	Automation Direct
	PGV201	Serie 501	MUD-8-AC220
Precisión	5%	7%	4%
Alimentación	12 VDC	24 VAC	220 VAC
Consumo	1500mA	1200mA	800mA
Salida analógica	4-20mA	4-20mA	4-20mA

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, se seleccionan las válvulas solenoides MUD-8-AC220 de Automation Direct ya que estas operan a 220VAC, tienen mayor precisión y son más robustas para operar en el ambiente de la empresa. Y se puede visualizar en la figura 34.



Figura 34. Válvula Solenoide

Fuente: www.giwronic.com/ValvulaSelenoide

Panel HMI

Se usa un panel HMI para una interacción amigable con los operarios de máquina y fácil regulación de los tiempos de análisis y el valor límite de presión. En la Tabla 9 se detallan los modelos más convencionales.

Tabla 9. Modelos de pantallas HMI

Modelo	Hitech	Weintek	Automation Direct
	PWS6700T-N	TK6070IP	EA1-T4CL
Dimensiones	20cmx18cmx9cm	15cmx15cmx8cm	10cmx10cmx5cm
Alimentación	24VDC	24VDC	24VDC
Consumo	0.40 A	0.45 A	0.30 A
Resolución	320x240 dot	320x240 dot	480x320 dot
Puerto de comunicación 1	USB	RS232	USB
Puerto de comunicación 2	RS232	RS232	RS232

Fuente: Elaboración propia

Una vez que se analizan las opciones se procede a elegir la pantalla HMI de la marca Automation Direct y el modelo EA1-T4CL debido a que sus características más relevantes que presenta es una mejor resolución ante las demás alternativas. Y se podrá observar en la figura 35.



Figura 35. Pantalla HMI

Fuente: https://cdn.automationdirect.com/images/products/views/pv_ea1t4cl_04.jpg

Programador Lógico Controlable

Con los sensores y actuadores ya seleccionados, se procede a elegir el Controlador Lógico Programable que gobernará las dos estaciones de detección de fugas. En la Tabla 10 se muestra el listado de los sensores y actuadores con el fin de determinar el número de entradas y salidas de nuestro controlador. De tal manera poder dimensionar de mejor manera, para que cumplan con el requerimiento de la máquina.

Tabla 10. Entradas y salidas por estación.

Item	Desc.	Estación 1	Estación 2	TOTAL
Sensor (entrada)	Difuso	2	2	4
	Reflexivo	1	1	2
	Presión	2	2	4
Total				10
Electroválvula Monoestable (Salida)	Etapa soplada	1	1	2
	Etapa retención	2	2	4
	Etapa rechazo	1	1	2
Faja transportadora (Salida)	-	1	1	2
Total				10

Fuente: Elaboración propia

Con esto, se observa que el controlador debe tener, como mínimo, diez señales de entrada y diez de salida. El PLC debe estar ubicado dentro del tablero de control. La

Tabla 11 consta con los PLCs más comerciales del medio

Tabla 11. Características técnicas del PLC.

Modelo	UNITRONICS	KEYENCE	Automation Direct
	V - 150	AP-C30	D0-06DD1
Alimentación	220 VAC	220 VAC	220 VAC
Número de entradas	35	16	20
Voltaje de entradas	12-24VDC	12-24VDC	12-24VDC
Número de salidas	24	8	16
Voltaje de salidas	6-27VDC	6-27VDC	6-27VDC
Memoria disponible	10 KB	15 KB	14.8 KB
Comunicación	RS-232C/RS485	RS-232C/RS485	RS-232C/RS485
Corriente	3.2 A	2.8 A	2.0 A

Fuente: Elaboración propia

Por ello, se selecciona el controlador D0-06DD1 de la marca Automation Direct que cuenta con 20 entradas, 16 salidas, 4 slots para módulos de expansión y se alimenta de 220VAC. En la figura se muestra sus características técnicas y en la figura 36 se observa su modelo.



Figura 36. Controlador Logico Programable D0-06DD1.

Fuente: www.giwronic.com/sconversoranalgodigital

Debido a que el controlador no cuenta con señales analógicas, se debe incluir un módulo externo para leer las señales análogas de los sensores de presión cuyo rango es de 4 a 20 mA. Para ello, en la Tabla 12 se detallan las marcas y modelo más comercial.

Tabla 12. Características del módulo de entradas analógicas.

Modelo	Rockwell Automation	OMRON	Automation Direct
	1734-IE8C	NXAD4203	F0-08ADH-1
Rango de entrada	0-20 mA	0-20 mA	0-20 mA
Resolución	8 bit	8 bit	16 bit
PLC Data	0-FFFF (Binary)	0-FFFF (Binary)	0-FFFF (Binary)
T. muestreo	5 ms	15 ms	2 ms
Imp. de entrada	150 ohms	110 ohms	90 ohms
Corriente	1 A	0.8 A	0.5 A
Temp. de trabajo	0 – 70°C	0 – 40°C	0 – 55°C

Fuente: Elaboración propia

Por ello, se selecciona un módulo F0-08ADH-1 de la marca Automation Direct que cuenta con 8 entradas analógicas de 0 a 20 miliamperios. Debido a que el tiempo de respuesta es mucho menor al de las otras alternativas presentadas. En la figura 37. Se muestra el modelo escogido.



Figura 37. Módulo de entradas analógicas F0-08ADH-1.

Fuente: https://cdn.automationdirect.com/images/products/views/pv_ea1t4cl_04.jpg

El sensor de presión transmite señales (4-20mA) al módulo de entradas analógicas (0-20mA), y éste las convierte en señales digitales. Las señales digitales mínimas y máximas se calculan con la ecuación 51.

$$D = \frac{65535}{20} A \dots\dots\dots (51)$$

Una presión mínima como 0 kg/cm² equivale a 12mA y Una presión máxima como 1 kg/cm², para esta aplicación, equivale a 20mA, entonces la señal digital mínima y máxima es:

$$D_{min} = \frac{65535}{20} 12mA = 39321$$

$$D_{max} = \frac{65535}{20} 20mA = 65535$$

Ahora bien, antes de que se diseñe el algoritmo de programación, en la figura 38 y 39 se muestran la distribución de las entradas y salidas de la estación 1 y 2, respectivamente para.

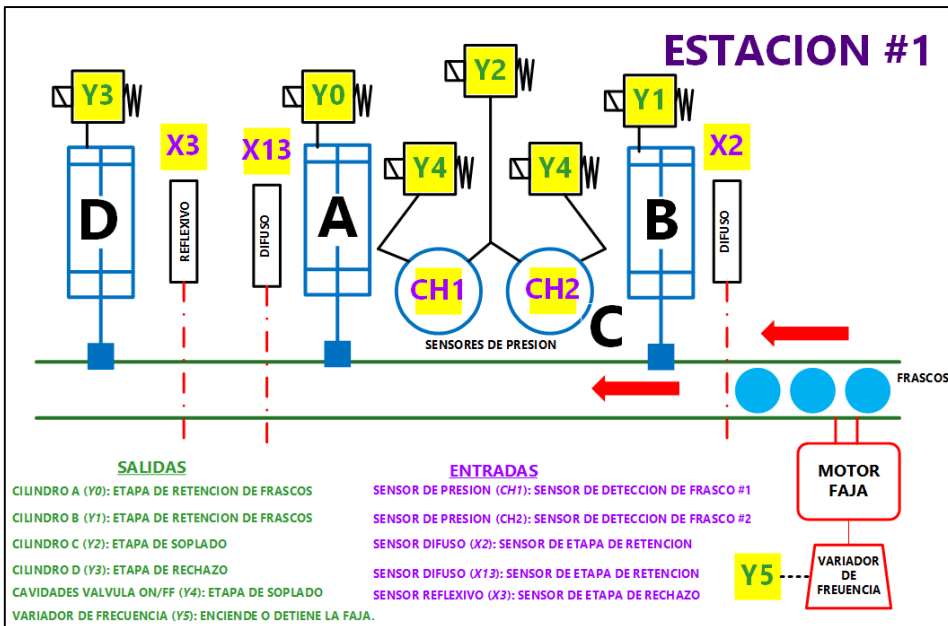


Figura 38. Diagrama de distribución de entradas y salidas de la estación 1

Fuente: Elaboración propia

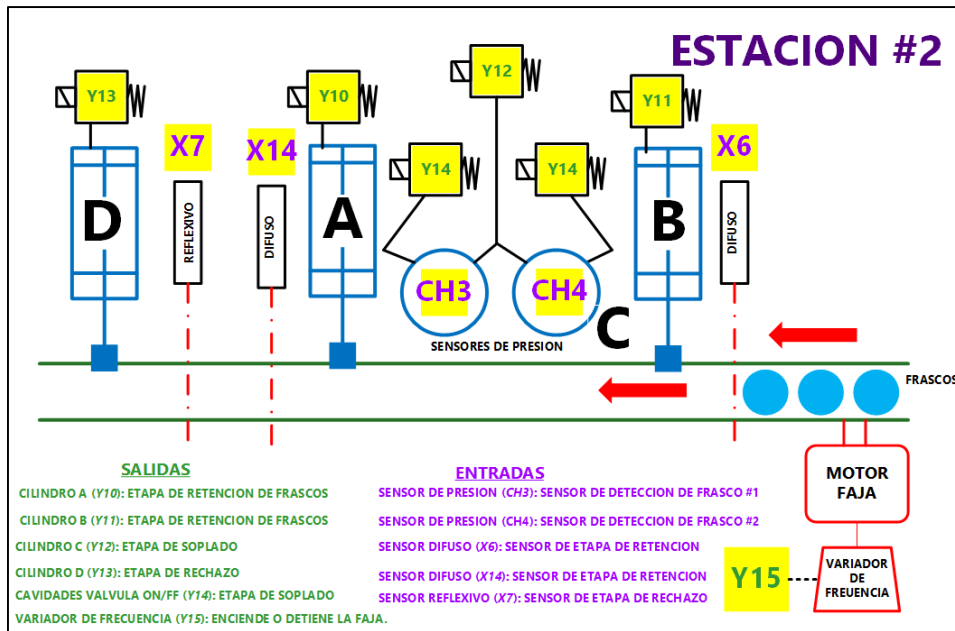


Figura 39. Diagrama de distribución de entradas y salidas de la estación 2

Fuente: Elaboración propia

3.3 Diseño Eléctrico.

En esta parte del diseño, se describe el análisis de cálculos y selección de los componentes eléctricos que se utiliza para el desarrollo de la máquina. Inicialmente se detallan las condiciones iniciales y luego del cálculo del consumo por cada subsistema.

Condiciones Iniciales

La máquina detectora de fugas para botellas plásticas requiere de las siguientes condiciones iniciales para el correcto funcionamiento de la misma.

- Alimentado con un suministro en 230 VAC estabilizada y monofásica con frecuencia en 60 Hz.
- Convertor de voltaje 220 VAC a 5-12 VDC
- Sistema de protección para picos de voltaje.
- Llave termo eléctrica que soporte toda la carga.

- e. Los calibres de los cables ideales para soportar el consumo de amperaje.
- f. Un botón de emergencia.
- g. Sistema de encendido accionado con una llave de seguridad.

Calculo del consumo eléctrico.

Para obtener el cálculo del consumo eléctrico de la maquina se sumarán todas cargas de los sistemas de la máquina y posteriormente en función a la carga se seleccionarán los componentes eléctricos.

Consumo de los Sub Sistemas.

La sumatoria del consumo total de los sensores y actuadores de cada sub sistema está descritos en la Tabla 13 en la que obtendremos una carga total y en función a eso continuar dimensionando los elementos.

Tabla 13. Calculo de la carga de los sensores

Componentes	Cantidad	Corriente (A)	Total (A)
BEN3M-PDT	2	0.05	0.1
BR400-DDT	4	0.04	0.16
QPSL-AN-42	2	0.26	0.52
F0-08ADH-1	8	0.045	0.36
MVSC-220-4E1-DC24	8	0.09	0.72
EA1-T4CL	1	0.3	0.3
		TOTAL	2.16

Fuente: Elaboración propia

En base a la carga total de los sensores y electroválvulas se procede a elegir la fuente de 24VDC con una corriente mayor a 2.16 Amperios por seguridad este se puede seleccionar de la Tabla 14. donde constan las opciones más comerciales.

Tabla 14. Opciones de transformadores 220VAC- 24 VDC

Modelo	Cytron	Signet	Automation Direct
	PS-50S-24	7001	PSB24-060-P
Alimentación	220 VDC	220 VDC	220 VDC
Corriente	3.0 A	1.3 A.	2.5 A.
Potencia	72W	31.2W	60W

Fuente: Elaboración propia

Como resultado de la selección se observa que el **PSB24-060-P** se aproxima más a la potencia requerida, la cual es 2.5 Amperios.

Una vez obtenido este último dato se realiza la sumatoria de todos los elementos que trabajan a 220VAC para obtener la carga total de la maquina tal como se muestra en la Tabla 15.

Tabla 15. Carga total del sistema

Componentes	Cantidad	Corriente (A)	Total (A)
PSB24-060-P	1	2.5	2.5
MUD-8-AC220	4	0.8	3.2
Motor / Variador	2	15	30
		TOTAL	35.7

Fuente: Elaboración propia

Con esta carga total del sistema de 27.66 Amperios se procede a la selección del interruptor termo magnético para brindarle toda la seguridad eléctrica, según Tabla 16 podemos visualizar las marcas en el mercado de los mismos.

Tabla 16. Selección del Interruptor TermoMagnetico

Modelo	Chint Electric	Schneider	ABB
	EB 3ka.	NG160E	OT40F3
Alimentación	220 VDC	220 VDC	220 VDC
Corriente	40	32	40
Poder de Corte	3KA	8 KA	7.5KA

Fuente: Elaboración propia

Dimensionamiento del cableado

Para el dimensionamiento y selección del cableado se obtendrá en función a la carga de los componentes de la máquina. Para ello, con la ayuda de la figura 40, se podrán escoger el número de cable que corresponde en función a la corriente.

AWG	Dia mm	SWG	Dia mm	Max Amps	Ohms / 100 m
11	2.30	13	2.34	12	0.47
12	2.05	14	2.03	9.3	0.67
13	1.83	15	1.83	7.4	0.85
14	1.63	16	1.63	5.9	1.07
15	1.45	17	1.42	4.7	1.35
16	1.29	18	1.219	3.7	1.48
18	1.024	19	1.016	2.3	2.04
19	0.912	20	0.914	1.8	2.6
20	0.812	21	0.813	1.5	3.5
21	0.723	22	0.711	1.2	4.3
22	0.644	23	0.610	0.92	5.6
23	0.573	24	0.559	0.729	7.0
24	0.511	25	0.508	0.577	8.7
25	0.455	26	0.457	0.457	10.5
26	0.405	27	0.417	0.361	13.0
27	0.361	28	0.376	0.288	15.5
28	0.321	30	0.315	0.226	22.1

Figura 40. Dimensionamiento del cable eléctrico

<https://pepegreen.com/awg-que-es/>

En la Tabla 17 podremos observar el dimensionamiento hecho en base a la información antes mencionada.

Tabla 17. Selección de calibres

Componentes	Núm. Cable AWG
OT40F3	5
Variador	10
PSB24-060-P	16
MUD-8-AC220	22
MVSC-220-4E1-DC24	22
EA1-T4CL	26
BEN3M-PDT	26
BR400-DDT	26
QPSL-AN-42	26

Fuente: Elaboración propia

3.4 Diseño de Programación

En esta parte del diseño se describe el algoritmo usado para las etapas de retención, soplado y expulsión, además, de describir partes esenciales de la programación del PLC para que el funcionamiento de la maquina sea el más óptimo. A continuación, se mencionan las condiciones iniciales para el diseño de programación.

Condiciones Iniciales

- a. El lenguaje de programación es amigable para el usuario
- b. El algoritmo empleado para cada proceso es puntual y preciso
- c. El lenguaje de la programación es compatible con el PLC seleccionado
- d. La programación realiza todas las funciones necesarias para la etapa de retención, sopladas y expulsión.

Algoritmo del sistema

Diagrama de flujo

Para empezar a realizar un algoritmo es fundamental plantear un diagrama de flujo para organizar un esquema visual de lo que el programa va a ejecutar, cuáles serán sus procesos, variables y ejecuciones.

En las figuras 41 y 42 se visualizan los diagramas de flujo para la programación de la maquina detectora de fugas en las que se han dividido en etapas, estas son: retención, soplado y liberación dentro de cada etapa consta de validaciones que se realizan para constatar el estado de los sensores y actuadores (variables).

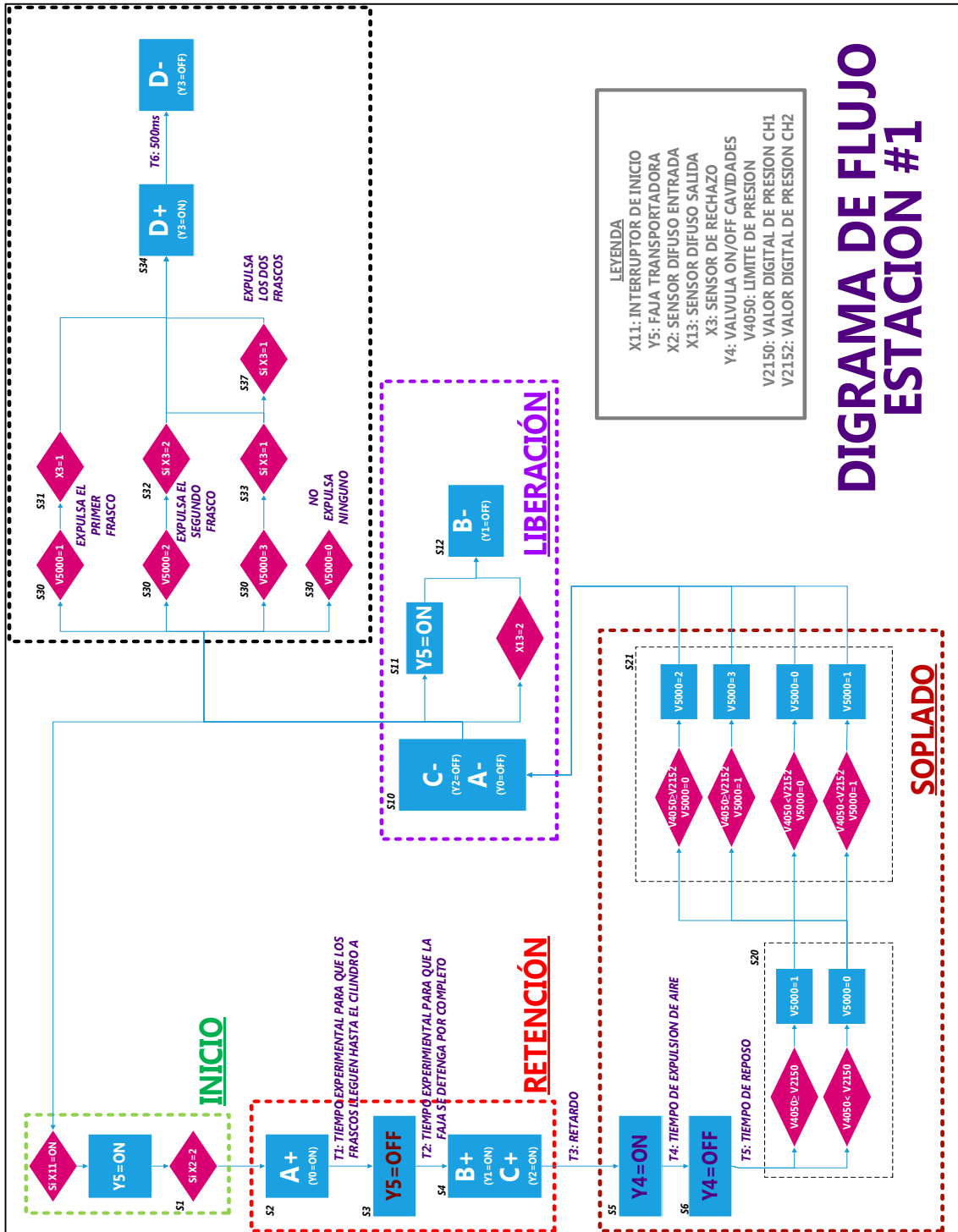


Figura 41. Diagrama de flujo de la estación #1.

Fuente: Elaboración propia

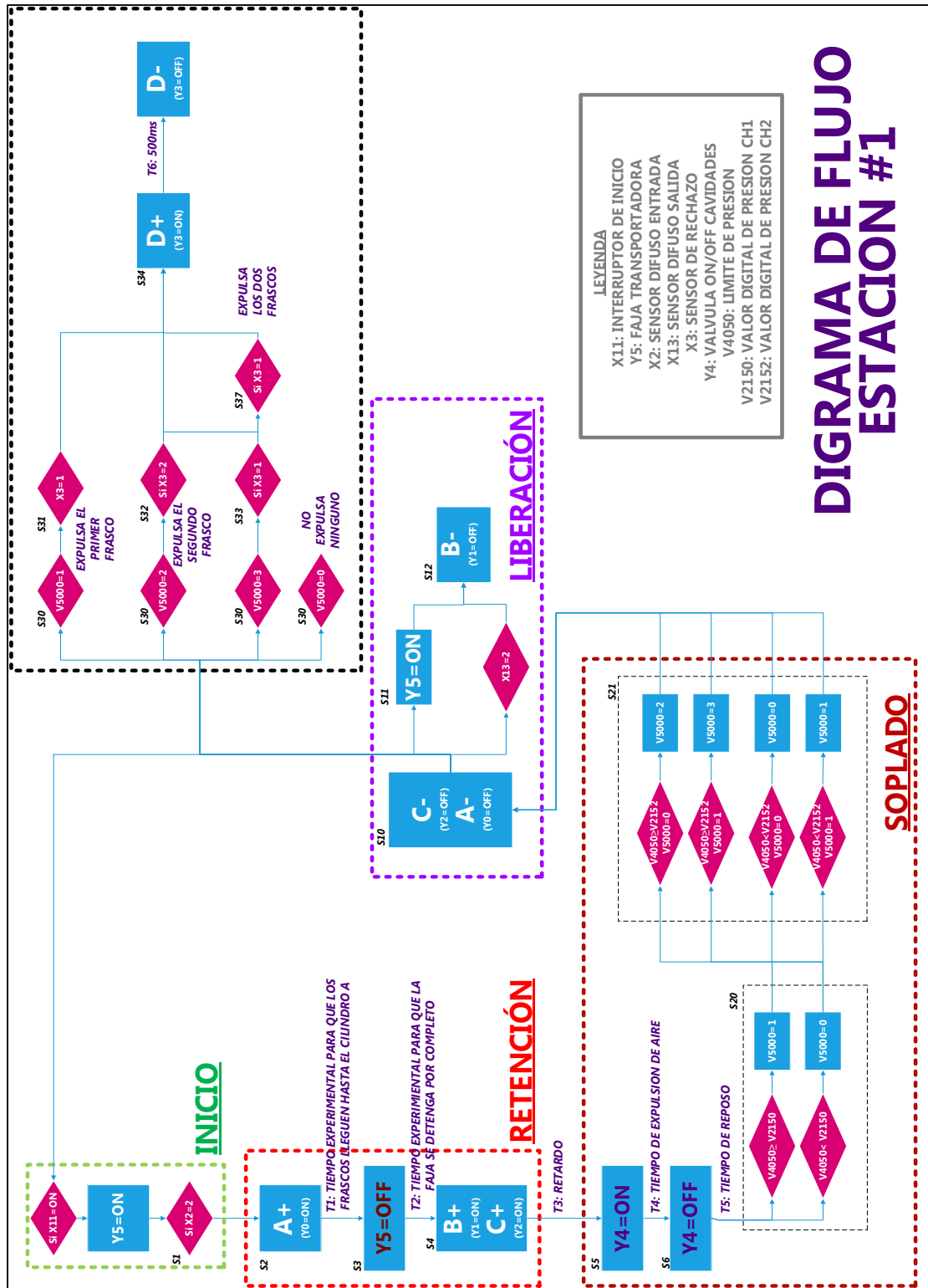


Figura 42. Diagrama de flujo de la estación #1.

Fuente: Elaboración propia

Algoritmo para estación 1:

Etapa Inicio: El proceso se inicia al activar el interruptor X11 empotrado en el tablero eléctrico. Entonces la salida Y5 se activará y la faja transportadora empezará a funcionar a una velocidad regulada por el variador de frecuencia. Luego, cuando el sensor difuso de entrada X2 cuente 2 frascos entonces se pasará a la etapa de retención.

Etapa de retención: luego del conteo de los 2 frascos, el cilindro de retención A se extenderá durante el tiempo T1 (tiempo experimental para que los frascos lleguen hasta el cilindro A). Luego la salida Y5 se desactivará ocasionando que la faja transportadora se detenga. El tiempo T2 es pequeño y espera a que la faja transportadora se detenga por completo. Luego, el cilindro de retención B se extenderá conjuntamente con los cilindros de soplado C. De esta manera las cavidades estarán sujetando los frascos de plásticos. Llegado aquí, el programa pasa hacia la etapa de soplado.

Etapa de soplado: Después de un tiempo T3 de retardo, la salida Y4 se activa para abrir las electroválvulas ON/OFF de las cavidades para el ingreso de aire hacia los frascos. Después de un tiempo T4, la salida Y4 se desactiva cerrando las electroválvulas mencionadas durante un tiempo T5 de reposo. Para luego, proceder a analizar las presiones.

El valor digital de presión de CH1 (cavidad 1) se deposita en la memoria V2150 y el valor digital de presión de CH2 (cavidad 2) en la memoria V2152. Se hace necesario definir un valor límite de presión que determinará el estado del frasco: sí el valor digital de presión supera el límite de presión, entonces el frasco no contiene agujeros. De lo contrario, será expulsado.

Este valor límite será definido en la memoria digital V4050. En la figura 43 se muestra, por ejemplo, que el valor de memoria V2152 no supera el límite de presión V4050, entonces el frasco 2 contiene agujeros y debe ser eliminado. Esto sucede porque existe una caída de presión en los frascos por la presencia de agujeros en su estructura.

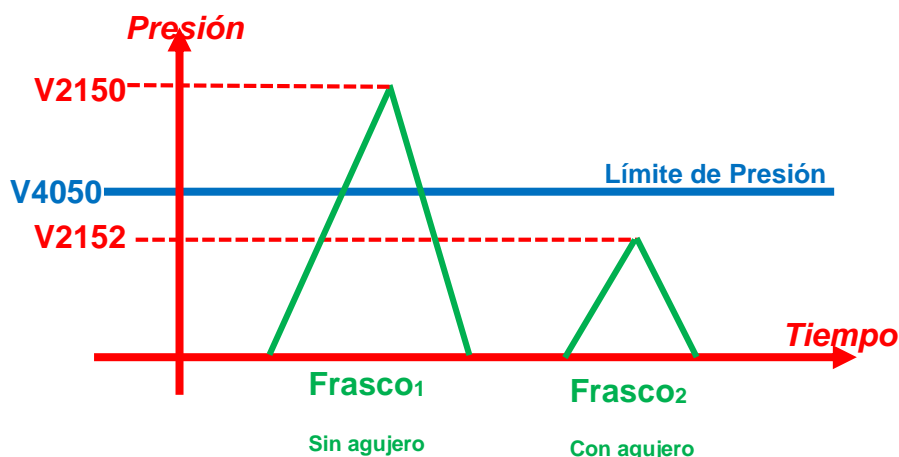


Figura 43. Límite de presión y valores digitales de presión en estación #1

Fuente: Elaboración propia

El algoritmo determina que frasco debe rechazar según el valor que se le coloca a la memoria V5000:

Sí V5000=0, entonces no se debe rechazar ningún frasco.

Sí V5000=1, entonces se debe rechazar el primer frasco.

Sí V5000=2, entonces se debe rechazar el segundo frasco.

Sí V5000=3, entonces se debe rechazar los dos frascos.

Etapa de liberación: después de realizar el análisis, los cilindros de soplado C y de retención B se retraen dejando los frascos analizados libres. Luego, la salida Y5 se activa para que la faja transportadora empiece a funcionar y cuando el sensor de salida X13 cuenta dos frascos, entonces el cilindro de retención A se retrae para que pasen los siguientes dos frascos. Posteriormente, el algoritmo regresa a la etapa de inicio y, en paralelo, se realiza la etapa de rechazo.

Etapa de rechazo: depende del valor en la memoria V5000:

Sí V5000=0, entonces el cilindro de rechazo D no realiza ninguna acción.

Sí V5000=1, entonces el sensor de rechazo X3 debe detectar el paso del primer frasco. Luego se extiende el vástago de cilindro de rechazado D durante medio segundo para después retraerlo inmediatamente. Cuando

el segundo frasco es detectado por el sensor, no se realiza ninguna acción.

Sí $V5000=2$, entonces el sensor de rechazo X3 debe detectar el paso del segundo frasco. Luego se extiende el vástago de cilindro de rechazado D durante medio segundo para después retraerlo inmediatamente. Cuando el primer frasco es detectado por el sensor, no se realiza ninguna acción.

Sí $V5000=3$, entonces el sensor de rechazo X3 debe detectar el paso del primer frasco. Luego se extiende el vástago de cilindro de rechazado D durante medio segundo para después retraerlo inmediatamente. Cuando el segundo frasco es detectado por el sensor, también se extiende el vástago de cilindro de rechazado D durante medio segundo para después retraerlo inmediatamente.

Algoritmo para estación 2:

Etapa Inicio: El proceso se inicia al activar el interruptor X12 empotrado en el tablero eléctrico. Entonces la salida Y15 se activará y la faja transportadora empezará a funcionar a una velocidad regulada por el variador de frecuencia. Luego, cuando el sensor difuso de entrada X6 cuente 2 frascos entonces se pasará a la etapa de retención.

Etapa de retención: El cilindro de retención A se extenderá durante el tiempo T51 (tiempo experimental para que los frascos lleguen hasta el cilindro A). Luego la salida Y15 se desactivará ocasionando que la faja transportadora se detenga. El tiempo T52 es pequeño y espera a que la faja transportadora se detenga por completo. Luego, el cilindro de retención B se extenderá conjuntamente con los cilindros de soplado C. De esta manera las cavidades estarán sujetando los frascos de plásticos. Llegado aquí, el programa pasa hacia la etapa de soplado.

Etapa de soplado: Después de un tiempo T53 de retardo, la salida Y14 se activa para abrir las electroválvulas ON/OFF de las cavidades para el ingreso de aire hacia los frascos. Después de un tiempo T54, la salida Y54 se desactiva cerrando las electroválvulas mencionadas durante un tiempo T55 de reposo. Para luego, proceder a analizar las presiones. El valor

digital de presión de CH3 (cavidad 3) se deposita en la memoria V2154 y el valor digital de presión de CH4 (cavidad 4) en la memoria V2156. Se hace necesario definir un valor límite de presión que determinará el estado del frasco: sí la el valor digital de presión supera el límite de presión, entonces el frasco no contiene agujeros. De lo contrario, será expulsado. Este valor límite será definido en la memoria digital V4062. En la figura 44 se muestra, por ejemplo, que el valor de memoria V2156 no supera el límite de presión V4062, entonces el frasco 4 contiene agujeros y debe ser eliminado. Esto sucede porque existe una caída de presión en los frascos por la presencia de agujeros en su estructura.

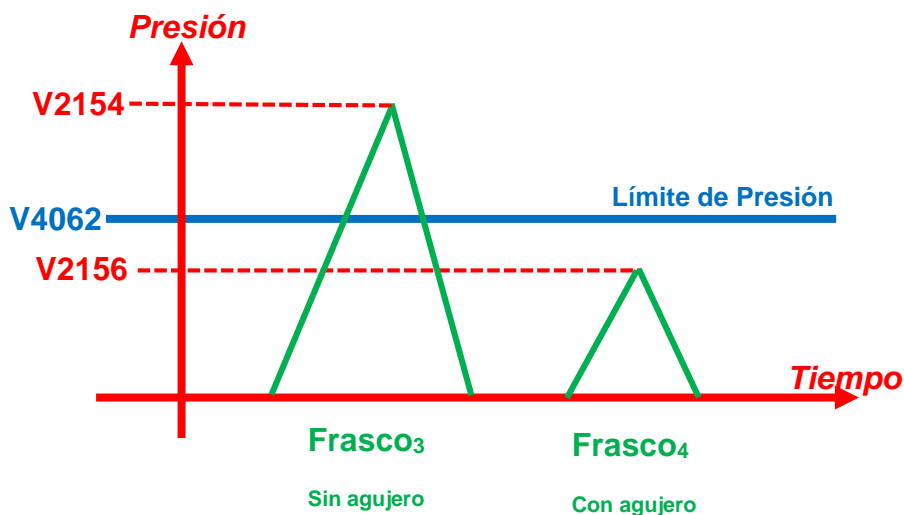


Figura 44. Límite de presión y valores digitales de presión en estación #2.

Fuente: Elaboración propia

El algoritmo determina que frasco debe rechazar según el valor que se le coloca a la memoria V5002:

Sí V5002=0, entonces no se debe rechazar ningún frasco.

Sí V5002=1, entonces se debe rechazar el primer frasco.

Sí V5002=2, entonces se debe rechazar el segundo frasco.

Sí V5002=3, entonces se debe rechazar los dos frascos.

Eta de liberación: después de realizar el análisis, los cilindros de soplado C y de retención B se retraen dejando los frascos analizados libres. Luego, la salida Y15 se activa para que la faja transportadora

empiece a funcionar y cuando el sensor de salida X14 cuenta dos frascos, entonces el cilindro de retención A se retrae para que pasen los siguientes dos frascos. Posteriormente, el algoritmo regresa a la etapa de inicio y, en paralelo, se realiza la etapa de rechazo.

Etapa de rechazo: depende del valor en la memoria V5002:

Sí V5002=0, entonces el cilindro de rechazo D no realiza ninguna acción.

Sí V5002=1, entonces el sensor de rechazo X7 debe detectar el paso del primer frasco. Luego se extiende el vástago de cilindro de rechazado D durante medio segundo para después retraerlo inmediatamente. Cuando el segundo frasco es detectado por el sensor, no se realiza ninguna acción.

Sí V5002=2, entonces el sensor de rechazo X7 debe detectar el paso del segundo frasco. Luego se extiende el vástago de cilindro de rechazado D durante medio segundo para después retraerlo inmediatamente. Cuando el primer frasco es detectado por el sensor, no se realiza ninguna acción.

Sí V5002=3, entonces el sensor de rechazo X7 debe detectar el paso del primer frasco. Luego se extiende el vástago de cilindro de rechazado D durante medio segundo para después retraerlo inmediatamente. Cuando el segundo frasco es detectado por el sensor, también se extiende el vástago de cilindro de rechazado D durante medio segundo para después retraerlo inmediatamente.

Programación del sistema

Para la programación del sistema se eligió usar el lenguaje LADDER ya que este puede ser leído de forma secuencial para entender la lógica, además que la estructura del programa es clara, puesto que las instrucciones están más ligadas o relacionadas entre sí. Además, que el tiempo de depuración de errores es menor debido a que la estructura es más sencilla y comprensible. Los bloques de código son casi auto explicativos, lo que reduce y facilita la documentación. Esta programación

permite que para una extensión o mejora futura no sea difícil ubicar las etapas.

A continuación, se describen figuras que forman parte de la programación del sistema, las cuales muestran a que parte del proceso pertenecen.

En el ítem 5 el SP0 es activado, lo cual realiza un escaneo de los sensores como de las válvulas las cuales se establecen en su posición inicial. Esto se realiza al iniciar el encendido de la maquina como se muestra en la figura 45

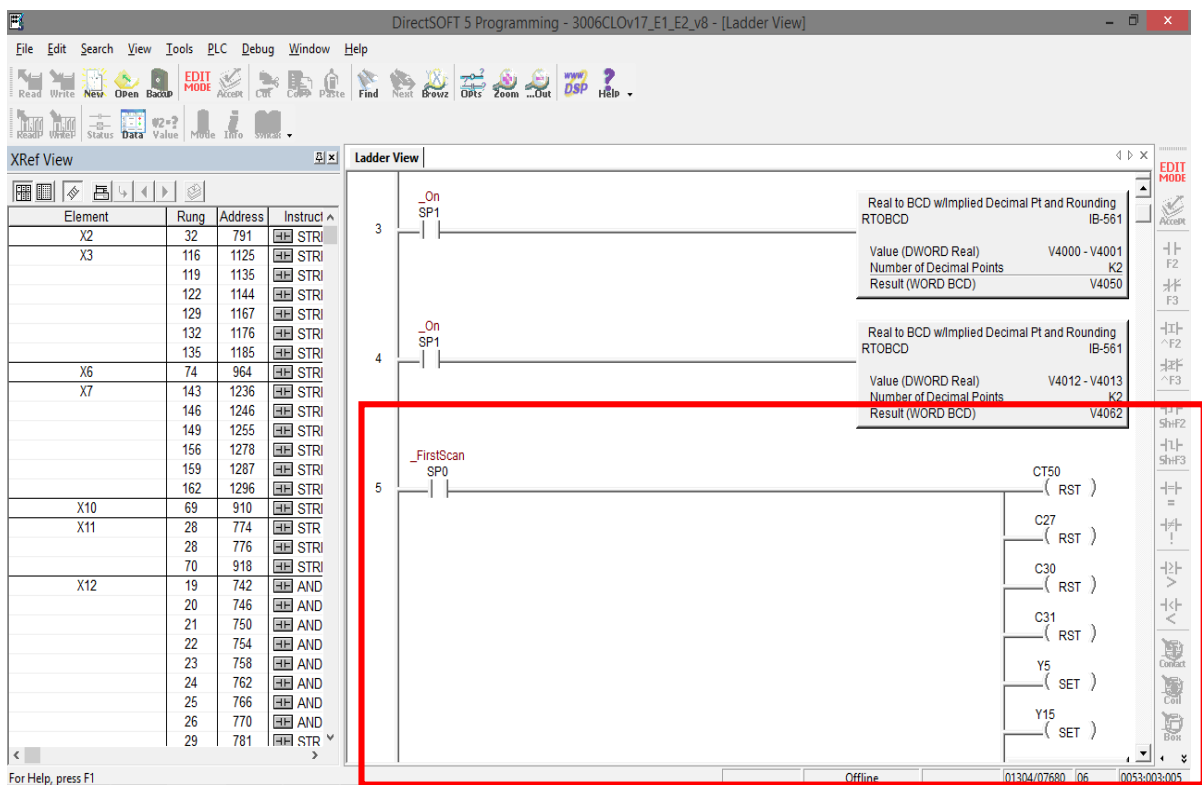


Figura 45. Imagen de programación donde SP0 se activa

Fuente: Elaboración propia

En la figura 46 se muestra del ítem 19 al ítem 26, estos pertenecen a la etapa de soplado de la estación 2 donde se activan las válvulas. Al recibir la señal la entrada X17 y teniendo de condición que X15 y X12 estén desactivados, se tendrá la señal de salida Y10 la cual activa el pistón. Cuando la entrada X17 no recibe ninguna señal al igual que X15 y X12,

se tendrá que a señal de salida Y10 se resetea lo cual la lleva a su estado inicial.

En el caso de recibir la señal la entrada X21 y teniendo de condición que X15 y X12 estén desactivados, se tendrá la señal de salida Y11 la cual activa el pistón. Cuando la entrada X21 no recibe ninguna señal al igual que X15 y X12, se tendrá que a señal de salida Y11 se resetea lo cual la lleva a su estado inicial.

Para el caso de recibir la señal la entrada X22 y teniendo de condición que X15 y X12 estén desactivados, se tendrá la señal de salida Y12 la cual activa el pistón. Cuando la entrada X22 no recibe ninguna señal al igual que X15 y X12, se tendrá que a señal de salida Y12 se resetea lo cual la lleva a su estado inicial.

Para el caso de recibir la señal la entrada X20 y teniendo de condición que X15 y X12 estén desactivados, se tendrá la señal de salida Y13 la cual activa el pistón. Cuando la entrada X20 no recibe ninguna señal al igual que X15 y X12, se tendrá que a señal de salida Y13 se resetea lo cual la lleva a su estado inicial.

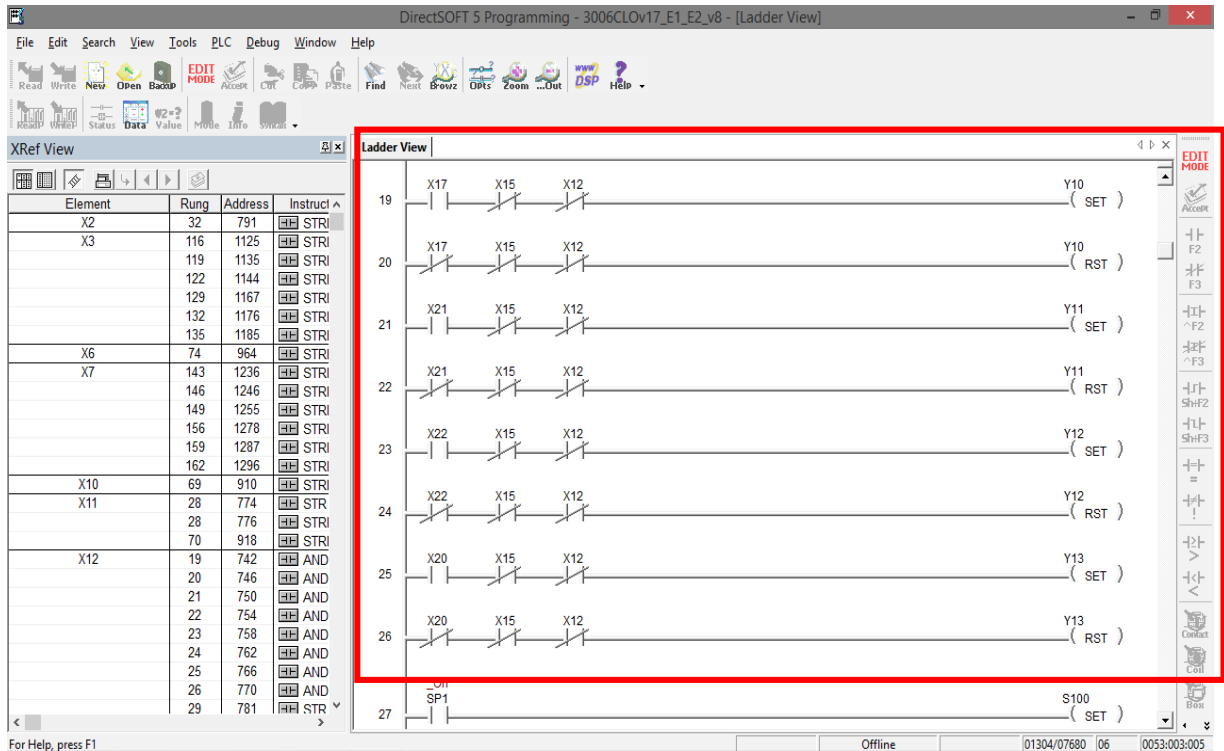


Figura 46. Imagen de programación en la etapa de soplado

Fuente: Elaboración propia

En la figura 47 podemos ver que del ítem 27 al ítem 29 se activa la etiqueta S100 a partir que el SP1 está activado, esto conlleva a que se active la entrada X11 de la estación 1 y que la faja(X16) se detenga. Cuando esta condición se cumple se activa la salida Y5 y también se realiza un salto a la condición S1.

Luego cuando se activa la entrada X12 de la estación 2 y que la faja(X15) se detenga. Cuando esta condición se cumple se activa la salida Y15 y también se realiza un salto a la condición S51.

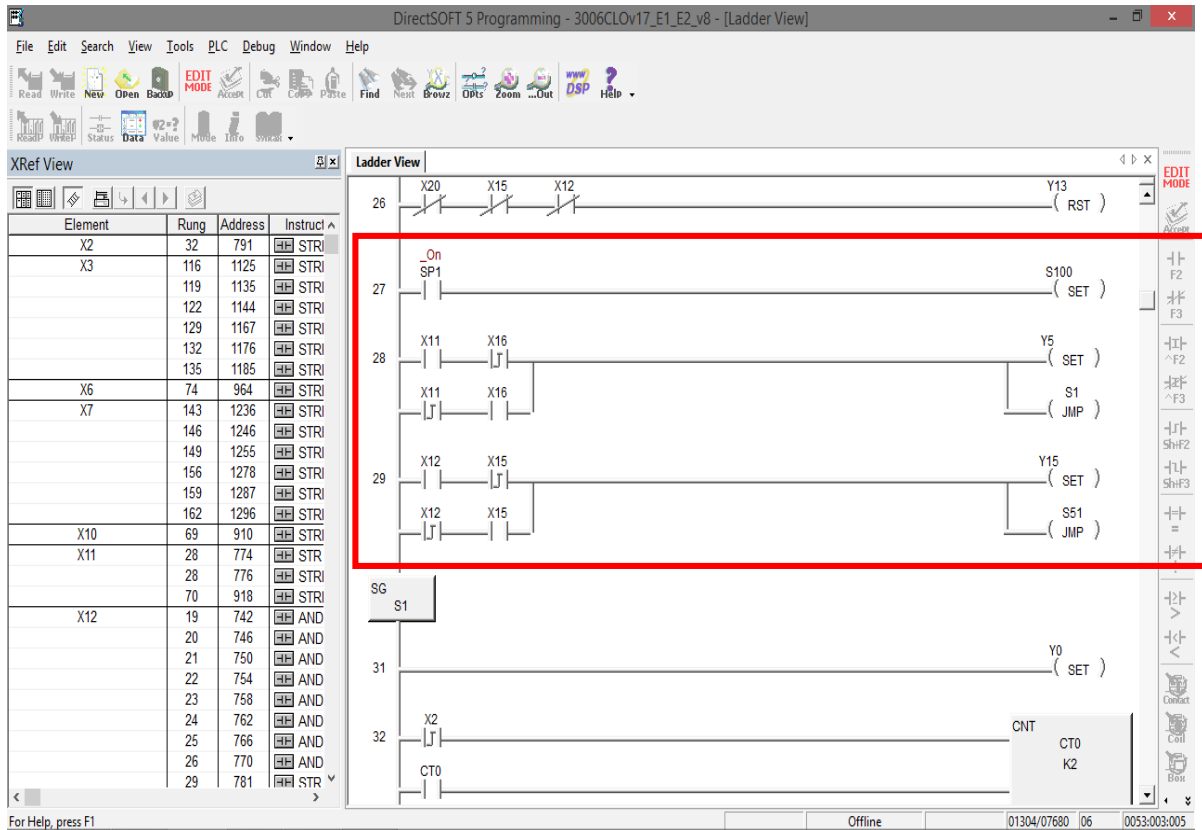


Figura 47. Imagen de programación del sistema

Fuente: Elaboración propia

En la figura 48 también pertenece a la etapa de expulsión donde la cual comienza a partir de cumplir el tiempo 2 (T2) donde se activan los pistones Y1 e Y2 y se ejecuta un salto a la etiqueta S5, que activa un retardo T3. Este tiempo activa al pistón Y4 que expulsa la botella, para luego saltar a la condición S6.

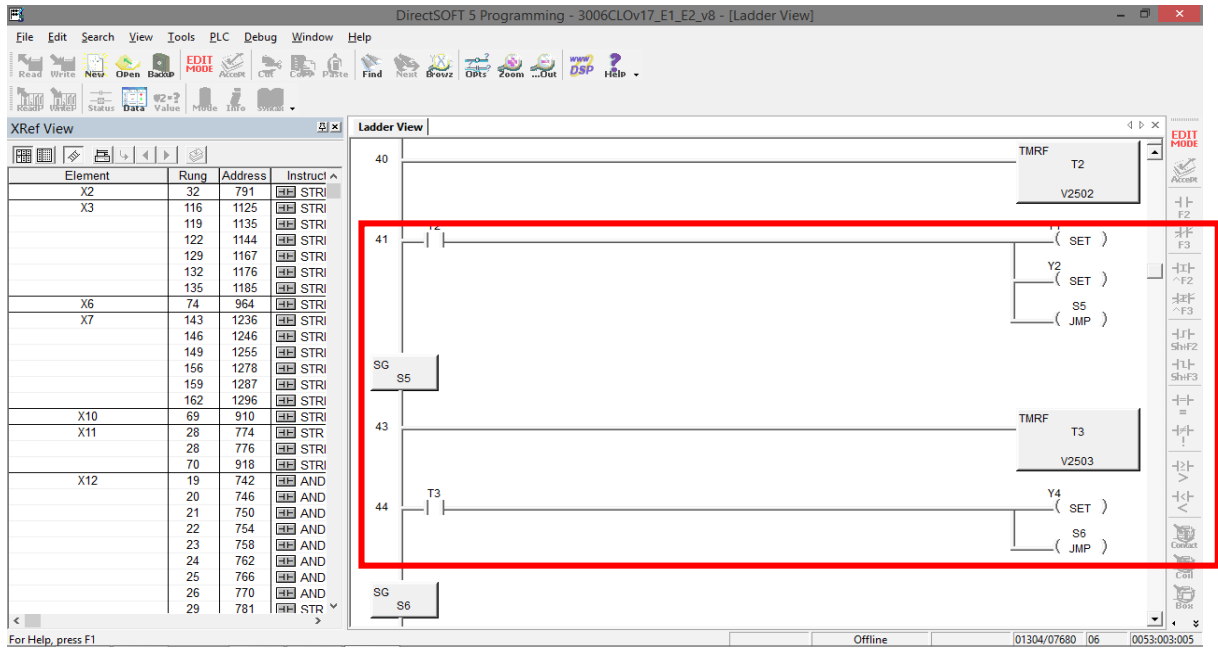


Figura 48. Imagen de programación en la etapa de expulsión
Fuente: Elaboración propia

En la figura 49 vemos el ítem 53 que muestra que si la variable V4050 es mayor igual a la variable V2150 se activa C17 que es una condicional y a su vez se salta a S21, V5000 es una memoria. Esto se realiza en la medición de aire a presión enviada a las botellas. Si no existe una caída de presión la botella no tiene ninguna fuga de aire.

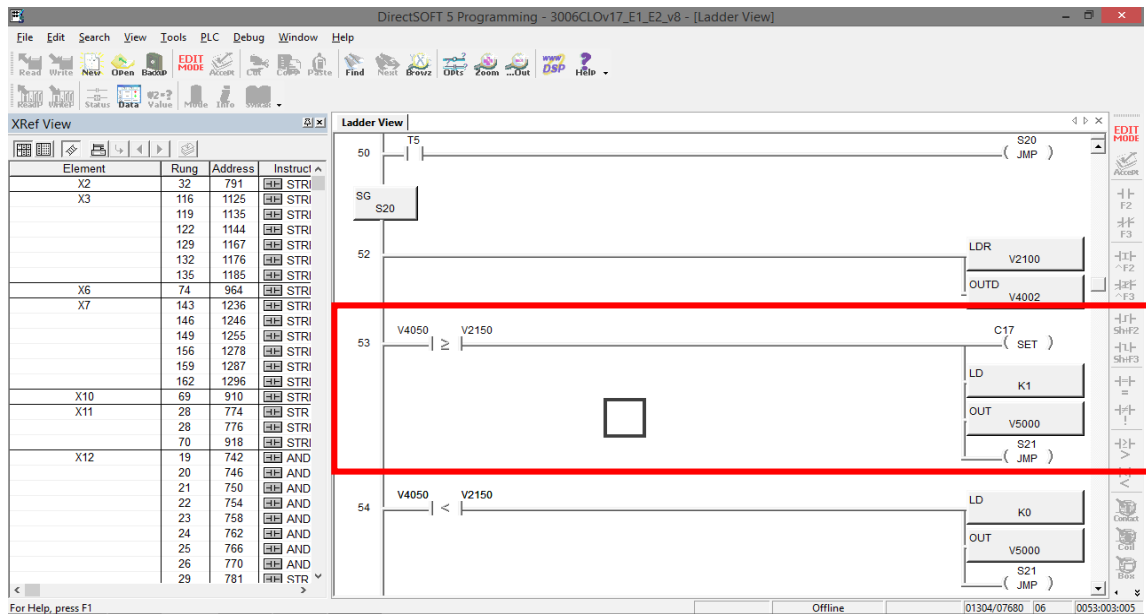


Figura 49. Imagen de programación calculando la presión de la botella.

Fuente: Elaboración propia

3.5 Implementación de la máquina detectora de fugas

En la presente parte se explicará la implementación de la maquina detectora de fugas en botellas plásticas, en la figura 50 se visualiza la estación 1 de la máquina.



Figura 50. Estación 1

Fuente: Elaboración propia

Implementación de la parte mecánica.

En esta etapa se implementó las bases de las estaciones, donde se colocó lentamente las estructuras de 4" que pertenecen a la base ya que estas están ubicadas según el diseño al lado de la faja. La estructura de la estación 1 ya tiene implementada parte de las barras de soporte para los pistones de retención como se muestran en la figura 51.



Figura 51. Base de la estructura de la estación 1

Fuente: Elaboración propia

En la figura 52 se muestra la colocación de la base de la estación 2 que va al lado de la segunda faja transportadora.



Figura 52. Base de la estructura de la estación 2

Fuente: Elaboración propia

En la figura 53 Se aprecia la instalación de los pernos para el aseguramiento de los soportes con las diferentes etapas en la parte mecánica del sistema. Las fuerzas que ejercen en los pernos están calculadas en la etapa de diseño.



Figura 53. Pernos de aseguramiento de soportes

Fuente: Elaboración propia

En la figura 54 Se encuentran las conexiones neumáticas que van por toda la estructura hasta llegar a los pistones.

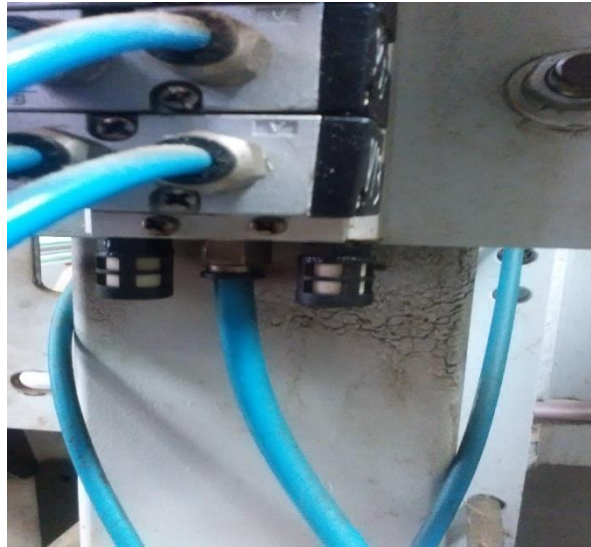


Figura 54. Acondicionamiento de mangueras neumáticas

Fuente: Elaboración propia

En la figura 55 se observa el montaje de la estructura de soplado junto a las mangueras neumáticas debidamente colocadas en los pistones de la estación 1, así como en la alimentación de estas.



Figura 55. Instalación de la etapa de soplado de la estación 1

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 56 se presenta la instalación de la estructura de soplado junto a las mangueras neumáticas debidamente colocadas en los pistones de la estación 2, así como en la alimentación de estas.



Figura 56. Instalación de la etapa de soplado de la estación 2

Fuente: Elaboración propia

Implementación de la parte electrónica.

En la presente etapa se mostrará la implementación de la parte electrónica del sistema. En la figura 57 se muestra el sensor difuso utilizado para la detección de las botellas plásticas para la etapa de retención.



Figura 57. Sensor difuso

Fuente: Elaboración propia

En la figura 58 Se visualiza la instalación del sensor reflectivo ubicado en la etapa de expulsión.



Figura 58. Sensor reflectivo

Fuente: Elaboración propia

Implementación de la parte eléctrica.

En esta etapa se presenta el tablero de control donde está ubicado el PLC además de los contactores, también la caja de paso por donde va el cableado. Todos estos datos han sido calculados en el área de diseño de la parte eléctrica. A continuación, en la figura 59 se encuentra el tablero eléctrico de la máquina.

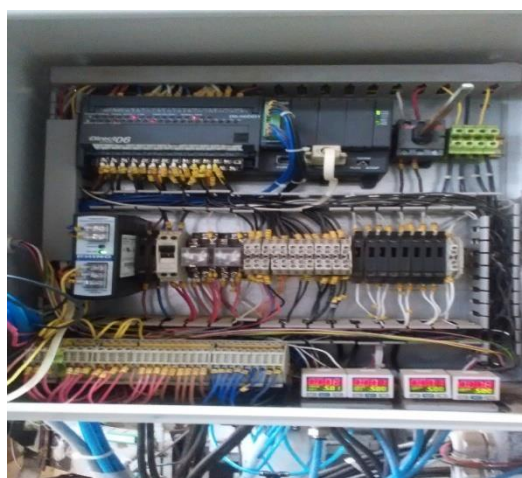


Figura 59. Tablero de la maquina

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, en la figura 60 se encuentra la otra cara de la tapa del tablero donde también están conexiados además de la entrada de fuente para las electroválvulas.



Figura 60. Contra cara de la tapa del tablero

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura 61 se visualiza el variador de velocidad de la faja que también está siendo controlado por el sistema.



Figura 61. Variador de velocidad de la faja

Fuente: Elaboración propia

Integración de los sistemas en la implementación.

En la integración de todos los sistemas podemos observar en la figura 62 como el sistema de retención se encuentra activo, así como el de soplado y expulsión. Todas las conexiones neumáticas se encuentran colocadas.



Figura 62. Integración de los sistemas

Fuente: Elaboración propia

También se verifica que las conexiones eléctricas se encuentren operativas como se ve en la figura 63 donde el sensor de presencia enciende un led rojo al verificar que una botella se encuentra en frente.



Figura 63. Funcionamiento del sistema

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO IV: PRUEBAS Y RESULTADOS

El presente capítulo corresponde a las pruebas y resultados obtenidos en la realización de la implementación de la máquina detectora de fugas en botellas plásticas, siendo los resultados obtenidos a partir del funcionamiento de la máquina donde se comprobó el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Después del diseño, la máquina se trasladó al área de producción de frascos de la empresa “Industrias Plastiselva E.I.R.L.”. La fuente de aire provino de la máquina inyectora sopladora regulada a una presión de 6 bar y la alimentación eléctrica fue de 220VAC

4.1 Pruebas de funcionamiento de la parte mecánica

En la presente prueba se corrobora el adecuado diseño mecánico de la máquina detectora de fugas en botellas plásticas. Además de corroborar la adecuada selección de componentes como el funcionamiento de estas.

Pruebas de funcionamiento de la etapa de retención.

Se realizó las pruebas de la etapa de retención para las botellas en la empresa Industrias Plastiselva E.I.R.L. con la finalidad de comprobar y validar el correcto funcionamiento de esta.

Las pruebas permitieron comprobar la correcta instalación y selección de los componentes para la etapa del sistema de retención siendo activados los pistones para sujetar las botellas plásticas. Esto parte de la correcta selección del sensor difuso BR400-DDT, el sensor tiene un tiempo de respuesta de 1ms lo cual es imperceptible a simple vista, este envía una señal que es procesada por el PLC que activa los pistones como se muestra en la figura 64.



Figura 64. Sistema de retencion activado

Fuente: Elaboracion propia

Los pistones son de doble efecto tubular de 16mm. Cuando el PLC envia la señal al actuador el consumo de aire por pistón es de 14.71 l/min.

Pruebas de funcionamiento de la etapa de soplado

Se realizó las pruebas de la etapa de soplado para las botellas en la empresa Industrias Plastiselva E.I.R.L. con la finalidad de comprobar y validar el correcto funcionamiento de las valvulas.

La medicion de los sensores de presión para la prueba de soplado esta a cargo de los sensores QPSN -AP-42. En la figura 65 se muestra los 4 sensores de presion con las mediciones minimas eso quiere decir que estan listas para testear.



Figura 65. Sensores de presión

Fuente: Elaboración propia

Las pruebas nos daban un error en que la faja transportadora estaba yendo muy rápido por lo que se redujo la velocidad en el variador de frecuencia. Al hacer este cambio el sistema empezó a trabajar correctamente por lo que las botellas dejaron de colapsar. En la figura 66 podemos visualizar el anterior estado del variador a 70 por ciento y en la figura 67 que se redujo a 55 por ciento.



Figura 66. Variador de frecuencia al 70%

Fuente: Elaboración propia



Figura 67. Variador de frecuencia al 55%

Fuente: Elaboración propia

En la figura 68 podemos observar el trabajo de las electroválvulas inyectando aire a presión de 1 kgf/cm² para la que las botellas plásticas no sufran ninguna deformación. En esta parte se verifica que la etapa de retención está activa junto a la de soplado.



Figura 68. Soplado de envases de plástico

Fuente: Elaboración propia.

Las pruebas permitieron comprobar la correcta instalación y selección de los componentes para la etapa del sistema de soplado siendo activadas las válvulas para soplar las botellas plásticas.

Pruebas de funcionamiento de la etapa de expulsión

Se realizaron las pruebas de la etapa de expulsión para las botellas en la empresa Industrias Plastisilva E.I.R.L. con la finalidad de comprobar y validar el correcto funcionamiento del pistón que rechaza las botellas.

En la figura 69 podemos observar el preciso instante en el que el pistón de rechazo es activado y expulsa una botella con agujero. Al lado antes de la válvula también se divide el sensor reflectivo a 24 VDC que envía la señal corroborando la presencia de la botella.



Figura 69. Prueba de etapa de expulsión

Fuente: Elaboración propia.

Las pruebas permitieron comprobar la correcta instalación y selección de los componentes para la etapa del sistema de expulsión siendo activado el pistón para rechazar las botellas plásticas.

Pruebas de los sistemas integrados.

Para la integración del sistema de soplado con el sistema de retención se tomaron pruebas de calibración en la velocidad de la faja para que esta no termine botando las botellas que se arrastraban un poco cuando la faja iba muy rápido, esto se logró reduciendo el porcentaje del variador de velocidad a 55%, antes se encontraba a 70% En la figura 70 podemos observar que la botella posterior se cae hacia atrás al chocar con los pistones de retención ya que iba a velocidad de 70% en el variador.



Figura 70. Etapas de pruebas del pistón

Fuente: Elaboración propia

En la figura 71 podemos observar trabajando a la vez los pistones de retención, así como el pistón de expulsión, esto se logró gracias a la programación que permite trabajar en paralelo todos los sistemas de las 2 estaciones.

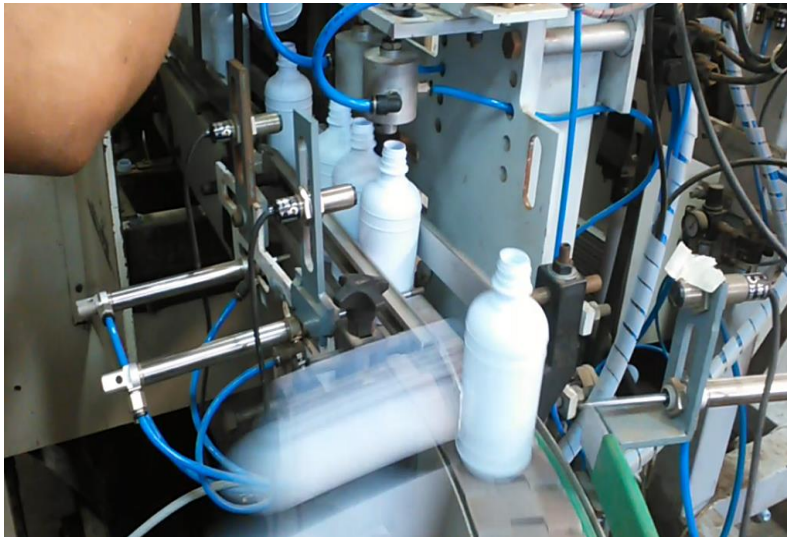


Figura 71. Etapa de pruebas del pistón de retención y expulsión

Fuente: Elaboración propia

4.2 Resultados

Resultados de la máquina detectora de fugas.

Los resultados de las pruebas realizadas anteriormente en la máquina detectora de fugas han sido satisfactorias, no se generaron retrasos en producción al estar operativo el control de calidad ya que las botellas defectuosas fueron expulsadas rápidamente a través del pistón, las electroválvulas inyectoras de aire trabajaron con normalidad sin generar mayor vibración que la prevista, no se generó ninguna sobre carga eléctrica, tampoco ningún error al algoritmo al operar las 2 estaciones al mismo tiempo. El diseño mecánico, eléctrico y de programación cumple con lo requerido. Estos resultados se reflejan a continuación en la figura 68.



Figura 72. Máquina detectora de fugas

Fuente: Elaboración propia.

Resultados de la parte mecánica de la máquina.

El resultado del funcionamiento de la parte mecánica fue satisfactorio ya que soporta el peso de 17.5 kilogramos porque las platinas de hierro de 4" para la base y estructura principal mantienen firme cada estación, las estructuras secundarias están dimensionadas en 1 ½" de ancho y ¼" de espesor y cada estación está ubicada a lado de su respectiva faja

transportadora. En la figura 69 se muestra una vista lateral de la base y estructura principal, ahí se ve como está adaptada a la faja.



Figura 73. Vista lateral de la base y estructura principal

Fuente: Elaboración propia.

Resultados de la parte eléctrica de la máquina.

El resultado del dimensionamiento de los componentes eléctricos fue satisfactorio, la carga total dimensionada fue de 35.7 Amperios, como se visualiza en la figura 70, por lo que se eligió un interruptor de 40 Amperios. Se comprobó que el dimensionamiento del transformador de 24VDC a 60 W. pudo soportar la carga total de todos los sensores y actuadores.

La etapa de rechazo operó exitosamente a pesar de estar separada del soporte principal. El cableado e instalación neumática de los equipos se dio eficientemente por lo que todas las botellas con fugas fueron expulsadas de la faja.



Figura 74. Tablero Eléctrico y componentes

Fuente: Elaboración propia.

Resultados de la parte de programación de la máquina.

Los resultados de la programación para la automatización del proceso fue exitoso debido a que no se generó error en el funcionamiento de las estaciones, los algoritmos se cumplieron correctamente según la programación, se utilizó el lenguaje LADDER. El programa trabaja con las 2 estaciones al mismo tiempo y este proceso se realiza de forma continua e independiente una vez encendida la máquina y sus estaciones. La máquina está en capacidad de evaluar una botella por segundo. Siendo positivos los resultados tanto en la aplicación como en la simulación descrita en la figura 71.

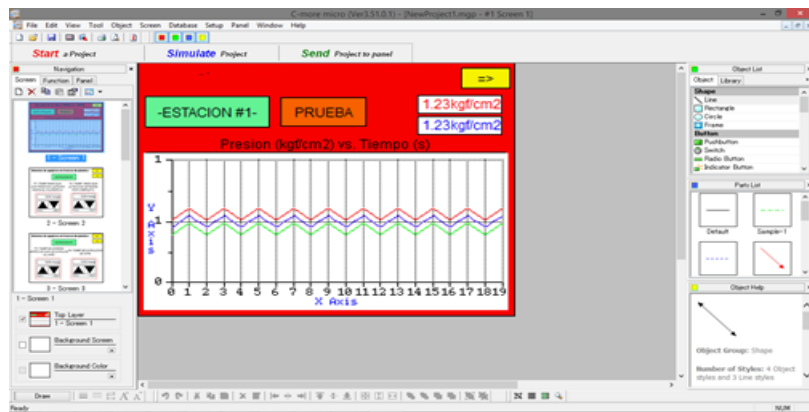


Figura 75. Simulación de medición de presión

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

La presente tesis tuvo como objetivo diseñar e implementar una maquina detectora de fugas en botellas plasticas para la empresa “Industrias Plastiselva E.I.R.L.” obteniendo de esta investigación las siguientes conclusiones:

1. Se diseñó e implementó la estructura mecánica de la maquina detectora de fugas para que se adapte al proceso de la planta y a la vez soporte su peso de 17.5 kilogramos más las vibraciones emitidas por los pistones y electroválvulas. Esto se cumplió por la correcta elección del material de soporte que consiste en platinas de hierro de 4” para la base y estructura principal. Para las estructuras secundarias se calculó las siguientes dimensiones: 1 ½” de ancho y ¼” de espesor además del correcto dimensionamiento de los componentes que ayudaron para el soporte de ambas estaciones.
2. Se implementó un sistema de detección de fugas en botellas plásticas que cuenta con un mecanismo de expulsión para las botellas que no cumplen los estándares de calidad. Esto se cumplió al usar un sensor de presión ensamblado a una válvula sopladora, cuando el sensor registro un nivel menor de presión a 1.23 kgf/cm², el PLC ejecutó la etapa de expulsión procediendo a retirar la botella mediante el pistón neumático.
3. Se programó el PLC con lo que se automatizó el sistema de la máquina detectora de fugas. Esto se logró utilizando el lenguaje Ladder donde la programación permitió seleccionar y separar las botellas con agujeros en un tiempo de 2 segundos desde la etapa de soplado hasta la de expulsión. El programa trabajó con las 2 estaciones al mismo tiempo y este proceso se realizó de forma continua e independiente una vez encendida la máquina y sus estaciones. La máquina evaluó 64 botellas por minuto entre las 2 estaciones.

RECOMENDACIONES

De la presente investigación podemos mencionar las siguientes observaciones y recomendaciones:

- 1) La máquina detectora de fugas puede ampliarse al usar mas pistones esto permitiría controlar más actuadores según la necesidad requerida por cada empresa.
- 2) Se recomienda usar la programación indicada en el caso de alguna extensión en el proceso ya que es amigable y más sencillo de entender. La programación actual puede extenderse de ser necesario.
- 3) En el caso de una extensión se recomienda usar los mismos equipos seleccionados en la presente investigación porque son los que mejor se acoplan al proceso.
- 4) Recomendamos para futuras investigaciones relacionadas basarse en nuestros comparativos para la selección de equipos verificando que la suma de las cargas sea la correcta. También si se incrementara el peso de los equipos, verificar con nuestros cálculos mecánicos el material del soporte y el diámetro de los pernos a usar.
- 5) Tomar en consideración una etapa de pre filtrado de aire.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) ASEPLAS (2010). Manual de plásticos, Instituto Mexicano de Plástico Industrial, México.
- 2) Balarezo, C.; D' Alessio, M.; Lisung, G.; Ojeda, J. (2012). “Plan estratégico de la industria del envase.” (En su tesis de maestría para obtener el grado de magíster en Administración de Negocios Globales), de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- 3) Brandau, O. (2011). Stretch blow molding, Editorial Elsevier, Los Angeles – Estados Unidos.
- 4) Castillo, P.; Daquilema R. (2014). “Diseño y construcción de un modelo de máquina expendedora inversa (RVM) automatizada, orientada al reciclaje de botellas plásticas PET para la facultad de Mecánica - ESPOCH.” (En su tesis de pregrado para optar por el título de Ingeniero Mecánico), de la Escuela Politécnica de Chimborazo, Ecuador.
- 5) Chausin, P. (2002). Manual de plásticos, Editorial Hispano Europa, Barcelona –España.
- 6) Cruz, H.; Campoverde, E. (2010). “Diseño e implementación de una máquina flexible para envasado de líquidos” (En su tesis de pregrado para optar por el título de Ingeniero en Electrónica), de la Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador
- 7) Gianni, F. (2000). Moldes y máquinas de inyección para la transformación de plásticos, 2da Edición, McGraw Hill, México DF –México.
- 8) Hachi, J.; Rodríguez, J. (2010). “Estudio de factibilidad para reciclar envases plásticos de polietileno tereftalato (pet)” (En su tesis de pregrado para optar por el título de Ingeniero Industrial), de la Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, Ecuador.
- 9) Meysenbug, V. (2001). Tecnología de plásticos para ingenieros, Editorial Hispano Europa, Munich – Alemania.

- 10) Patiño, M. (2013). "Diseño y construcción de una máquina compactadora manual de botellas de plástico PET." (En su tesis de pregrado para optar por el título de Ingeniero Mecánico), de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- 11) Soto, S.; Gutiérrez, J. (2008). "Desarrollo e implementación de un modelo de Gestión para el área logística de una empresa manufacturera de productos plásticos." (En su tesis de pregrado para optar por el título de Ingeniero Industrial), de la Universidad Ricardo Palma, Lima.
- 12) Toro, J. (2004). Aplicación para polietileno tereftalato reciclado, Espol, Guayaquil-Ecuador.
- 13) Torres, C.; Ochoa, D. (2010). "Diseño y construcción de una máquina para pruebas de estanqueidad en envases plásticos tipo pet" (En su tesis de pregrado para optar por el título de Ingeniero Macatrónico), de la Universidad de San Buenaventura, Bogotá, Colombia.

ANEXOS

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA
DETECTORA DE FUGAS EN BOTELLAS PLÁSTICAS
PARA LA EMPRESA “INDUSTRIAS PLASTISELVA
E.I.R.L.”**

PLANOS ELECTRICOS

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Autores:

Cristhian Luis, Arana Romani
Fernando Daniel, Sánchez Valdiviezo



1

Hoja	Descripción
01	Portada
02	Lista de hojas
39	Tablero
40	Tablero
41	Tablero
42	Tablero
13	Listado de materiales
14	Listado de materiales
03	Sinóptico de Estacion #1
04	Sinoptico de Estacion #2
05	Esquema eléctrico
06	Esquema eléctrico
07	Esquema eléctrico
08	Esquema eléctrico
09	Esquema eléctrico
10	Esquema eléctrico
34	Esquema eléctrico
11	Listado de mangueras
12	Listado de mangueras
15	Listado de cables

-> 1

Hoja	Descripción
16	Listado de cables
17	Listado de cables
18	Listado de cables
19	Bomera X1-(1/7)
20	Bomera X1-(2/7)
21	Bomera X1-(3/7)
22	Bomera X1-(4/7)
35	Bomera X1-(5/7)
36	Bomera X1-(6/7)
37	Bomera X1-(7/7)
38	Tablero

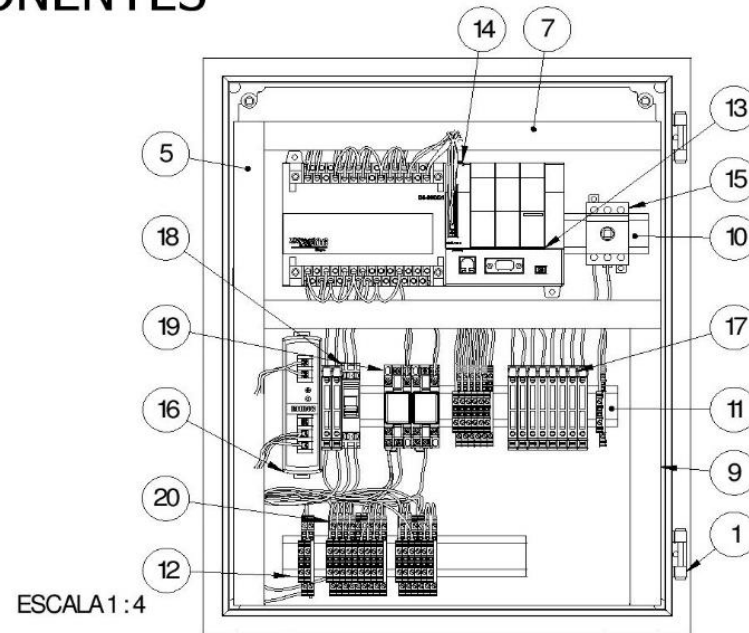
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Autores:

Cristhian Luis, Arana Romaní
Fernando Daniel, Sánchez Valdiviezo



COMPONENTES



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Autores:

Cristhian Luis, Arana Romaní
Fernando Daniel, Sánchez Valdiviezo



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	NSYCRN54200P	Armario	1
5	0 362 02	Canaleta plastica ranurada 25x60	1
7	0 362 02	Canaleta plastica ranurada 25x60	2
9	0 362 02	Canaleta plastica ranurada 25x60	1
10	EW_RAL_H	Rail DIN	1
11	EW_RAL_H	Rail DIN	1
12	EW_RAL_H	Rail DIN	1
13	d0-06dd1	MICRO PLC 20 DC IN / 16 DC OUT 220AC	1
14	f0-08adh-1	Modulo analogico para PLC 0-20mA 16BIT	1

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Autores:

Cristhian Luis, Arana Romaní
Fernando Daniel, Sánchez Valdiviezo



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
15	OT16-40F3	Interruptor seccionador 3 polos	1
16	psb24-060-p	FUENTE DE PODER 24VDC 25A 60W	1
17	nsytrv42sf5	Bornera portafusible 5x20mm, negra, 2 puntos, 4mm ²	10
18	gb2cd07	Interruptor p/circuito control 2amp	1
19	QM2N1-D24	Micro relay 24VDC 8 pines	2
20	nsytrv24d	Bornera de 2 pisos, 2.5mm ² , 1000V, 32A	24

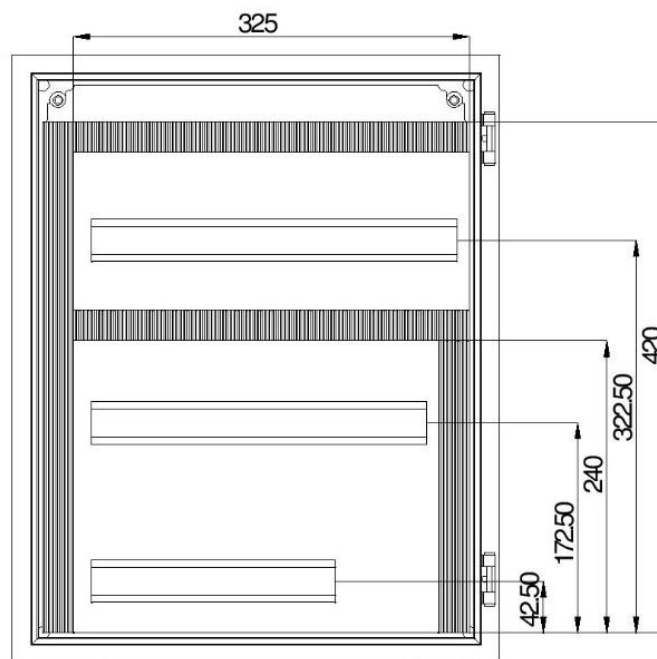
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Autores:

Cristhian Luis, Arana Romaní
Fernando Daniel, Sánchez Valdiviezo



DIMENSIONADO



ESCALA 1:4

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Autores:

Cristhian Luis, Arana Romaní
Fernando Daniel, Sánchez Valdiviezo



ABB

Referencia	Etiqueta	Descripción	Cantidad	Fabricante
OT40F3	Q1	Interruptor seccionador de 3 polos 40A	1	ABB

AutomationDirect

Referencia	Etiqueta	Descripción	Cantidad	Fabricante
D0-06DD1	N1	20 DC IN/16 DC SINK OUT MICRO PLC POWER SUPPLY 220AC	1	AutomationDirect
F0-08ADH-1	N1	Modulo de 8 entradas analogicas, 16 bits de resolucion, rango de 4-20mA	1	AutomationDirect
PSB24-060-P	G1	FUENTE DE PODER 24VDC 2.5A 60W	1	AutomationDirect
QM2N1-D24	K13 , K14	Micro relay 24VDC 8 pines (QM2N1-D24)	2	AutomationDirect
QPSL-AN-42	B1 , B2 , B5 , B6	Sensor de presion 12-24VDC, NPN, 2 salidas discretas y 1 analogica	4	AutomationDirect

Autonics

Referencia	Etiqueta	Descripción	Cantidad	Fabricante
BR400-DDT	B3 , B4 , B7 , B8	Sensor difuso NPN 12-24VDC	4	Autonics

Legrand

Referencia	Etiqueta	Descripción	Cantidad	Fabricante
036202	L1	Canaleta plastica ranurada 25x60	4	Legrand

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**Autores:**Cristhian Luis, Arana Romaní
Fernando Daniel, Sánchez Valdiviezo

Mindman

Referencia	Etiqueta	Descripción	Cantidad	Fabricante
MVSC-220-4E1-DC24	K1 , K2 , K3 , K4	Electrovalvula 5/2 con retorno por muelle de 24VDC	4	Mindman
MUD-8-AC220	K5 , K6	Valvula solenoide 2 posiciones Normalmente Cerrado 220VAC	2	Mindman
MVSC-220-4E1-DC24	K10 , K7 , K8 , K9	Electrovalvula 5/2 con retorno por muelle de 24VDC	4	Mindman
MUD-8-AC220	K11 , K12	Valvula solenoide 2 posiciones Normalmente Cerrado 220VAC	2	Mindman

Schneider Electric

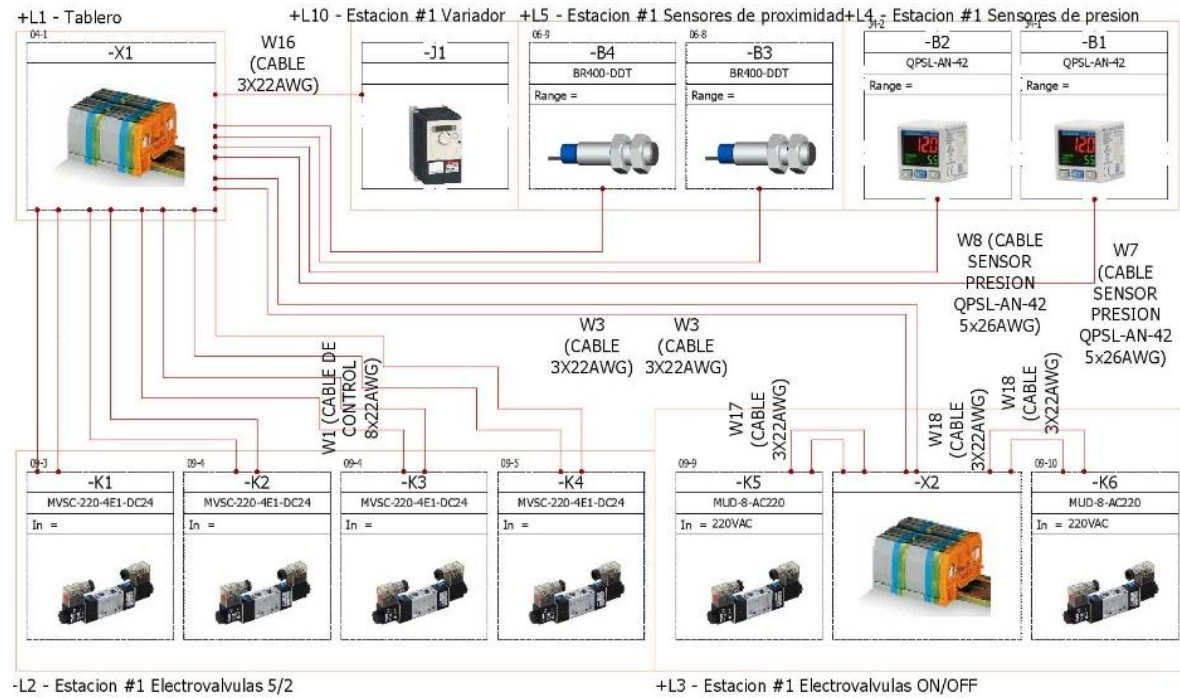
Referencia	Etiqueta	Descripción	Cantidad	Fabricante
O6602	L1	Rail DIN	3	Schneider Electric
GB2CD07	Q2	Disyuntor Bipolar 2A	1	Schneider Electric
NSYCRN54200P	L1	Armario 400x500x200	1	Schneider Electric
NSYTRV24D	X1-1 , X1-10 , X1-11 , X1-12 , X1-13 , X1-14 , X1-15 , X1-17 , X1-19 , X1-2 , X1-20 , X1-21 , X1-3 , X1-4 , X1-5 , X1-6 , X1-7 , X1-8 , X1-9	Bomera de 2 pisos, 2.5mm2, 1000V, 32A	19	Schneider Electric
NSYTRV425F5	F1 , F10 , F11 , F2 , F3 , F4 , F5 , F6 , F8 , F9	Bomera porta fusible 5x20mm, negra, 2 puntos, 4mm2	10	Schneider Electric
XB4BJ21	S2 , S3	Selector de manija larga de cuerpo metalico	2	Schneider Electric
XB4BS8442	S1	Boton de emergencia con giro para desenergizar	1	Schneider Electric

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Autores:

Cristhian Luis, Arana Romaní
Fernando Daniel, Sánchez Valdiviezo



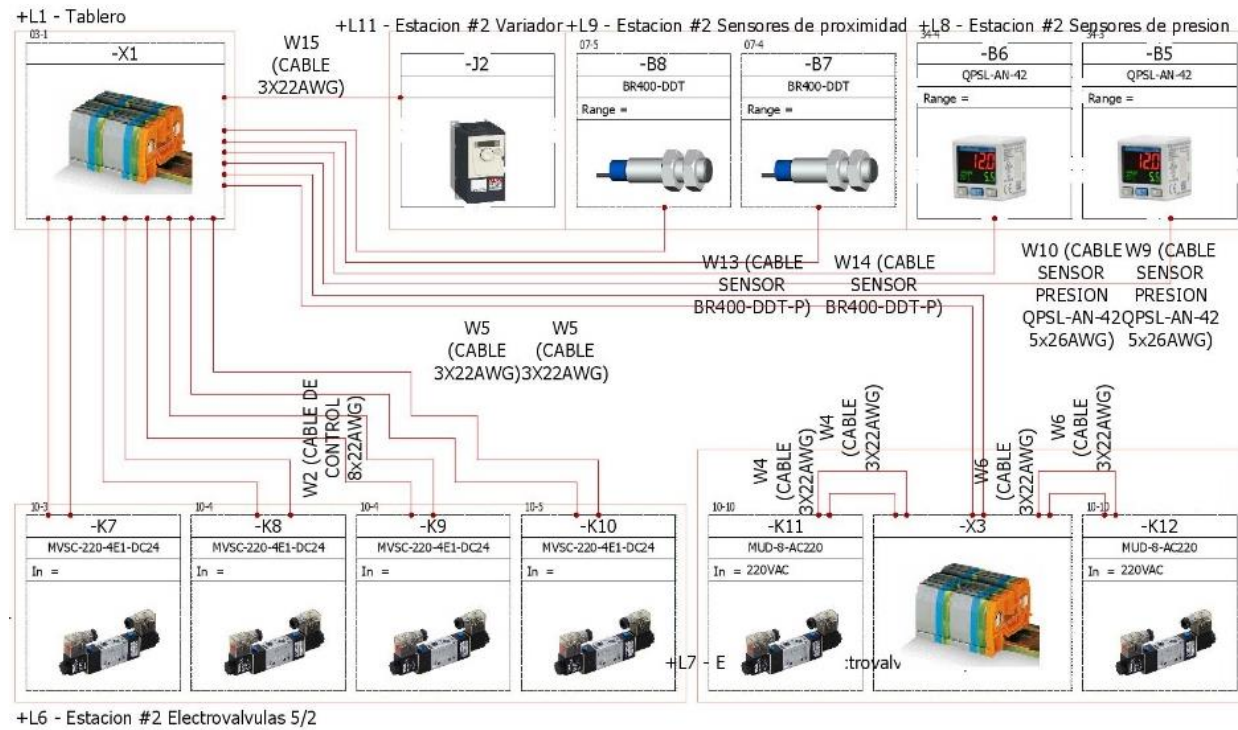


UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Autores:

Cristhian Luis, Arana Romaní
Fernando Daniel, Sánchez Valdiviezo





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Autores:

Cristhian Luis, Arana Romaní
Fernando Daniel, Sánchez Valdiviezo





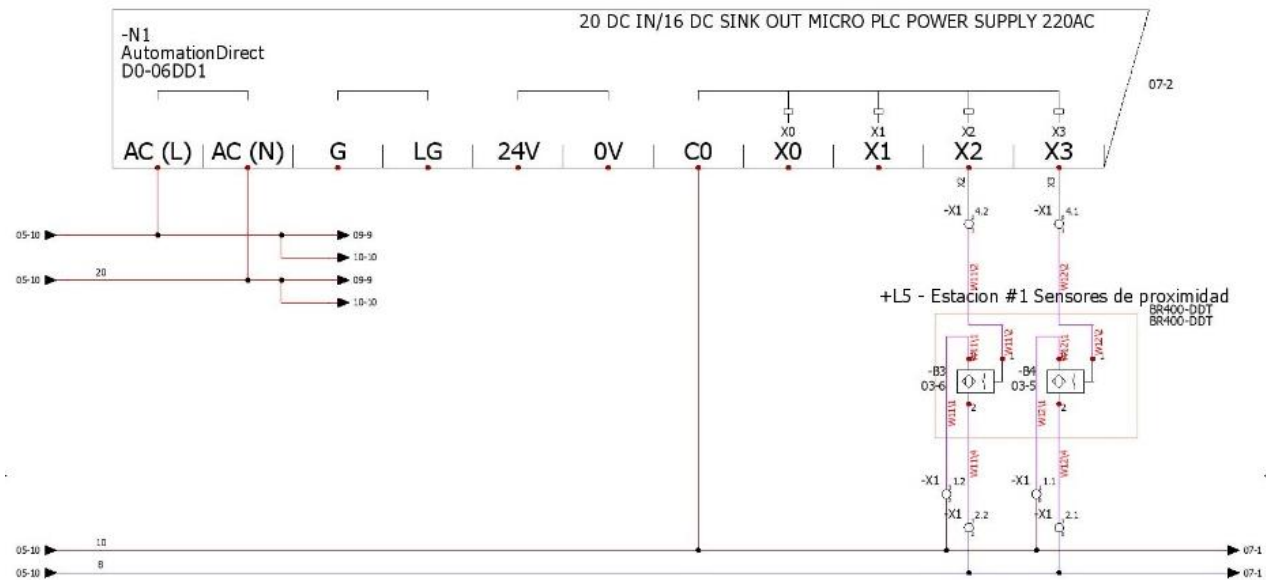
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Autores:

Cristhian Luis, Arana Romaní
Fernando Daniel, Sánchez Valdiviezo



DESCRIPCION DE ENTRADAS PLC
 SENSOR DE PRESION (X0); SENSOR DE DETECCION DE FRASCO #1
 SENSOR DE PRESION (X1); SENSOR DE DETECCION DE FRASCO #2
 SENSOR PROXIMIDAD (X2); SENSOR DE CONTEO DE FRASCOS
 SENSOR PROXIMIDAD (X3); SENSOR DE RECHAZO



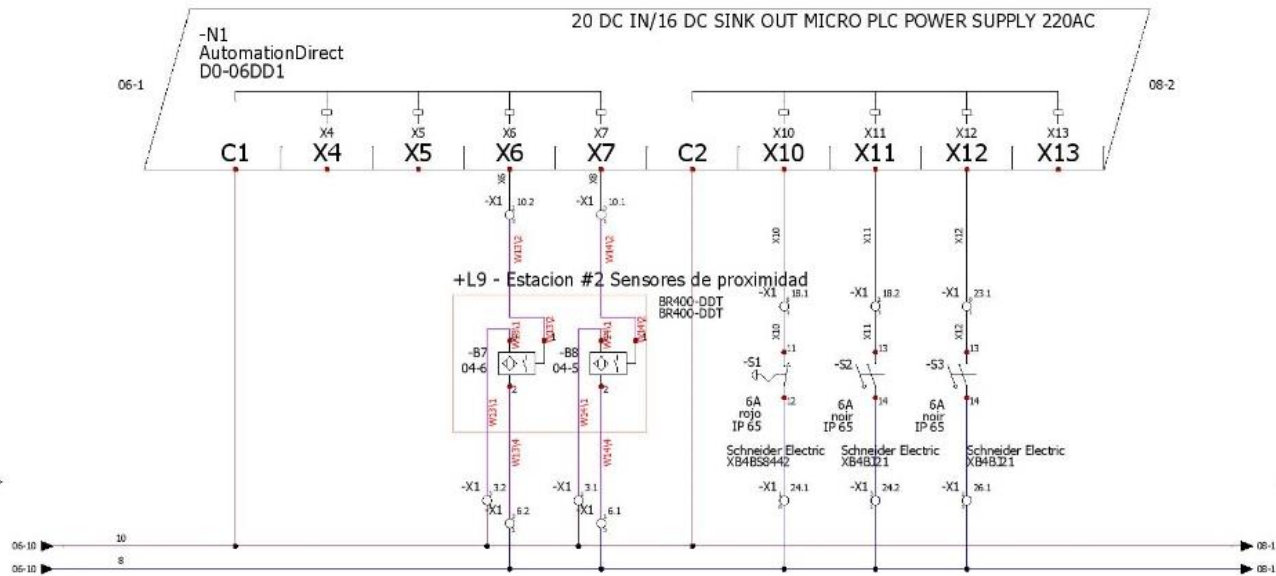
UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Autores:

Cristhian Luis, Arana Romaní
 Fernando Daniel, Sánchez Valdiviezo



DESCRIPCION DE ENTRADAS PLC
 SENSOR PROXIMIDAD B7 (X6): SENSOR DE CONTEO DE FRASCOS
 SENSOR PROXIMIDAD B8 (X7): SENSOR DE RECHAZO
 PULSADOR S1 (X10): EMERGENCIA NC
 INTERRUPTOR S2 (X11): INICIO ESTACION #1
 INTERRUPTOR S3 (X12): INICIO ESTACION #2

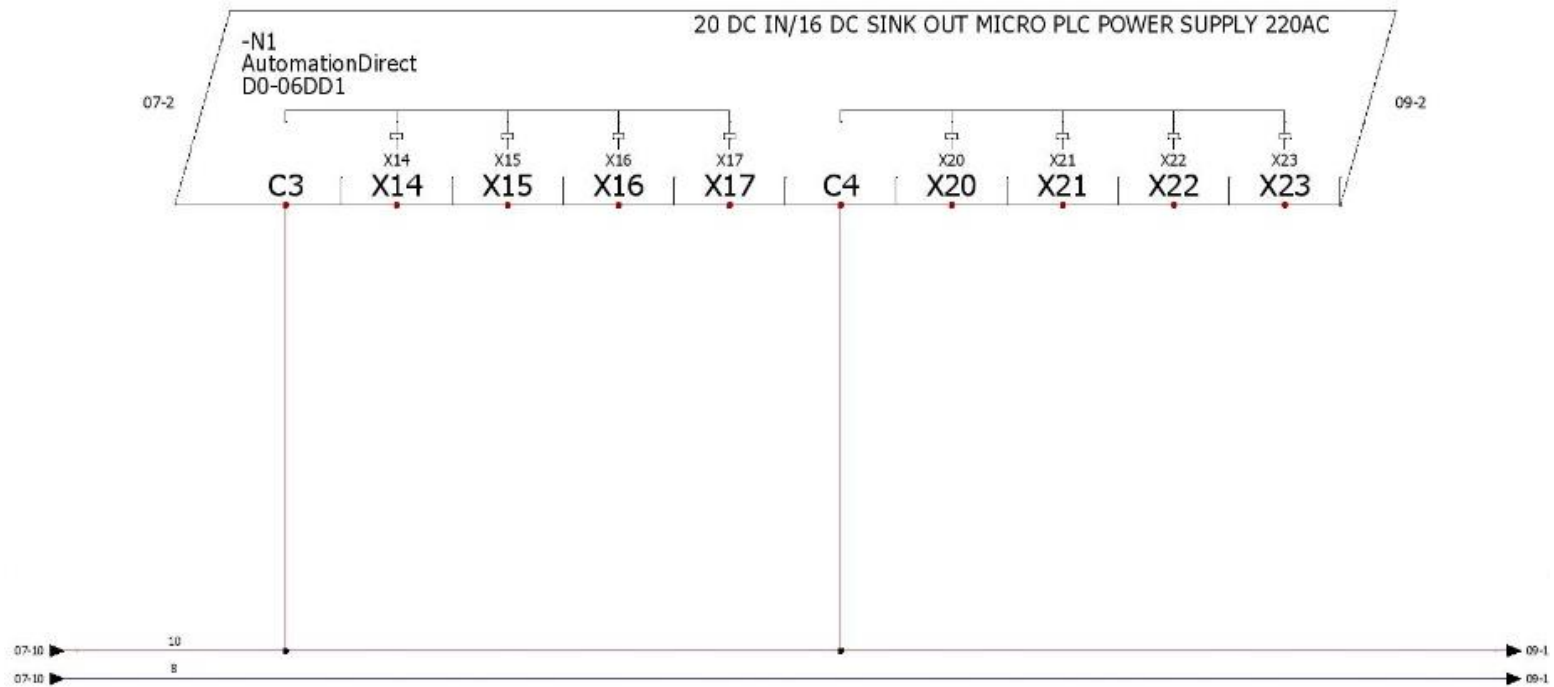


UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Autores:

Cristhian Luis, Arana Romaní
 Fernando Daniel, Sánchez Valdiviezo





UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Autores:

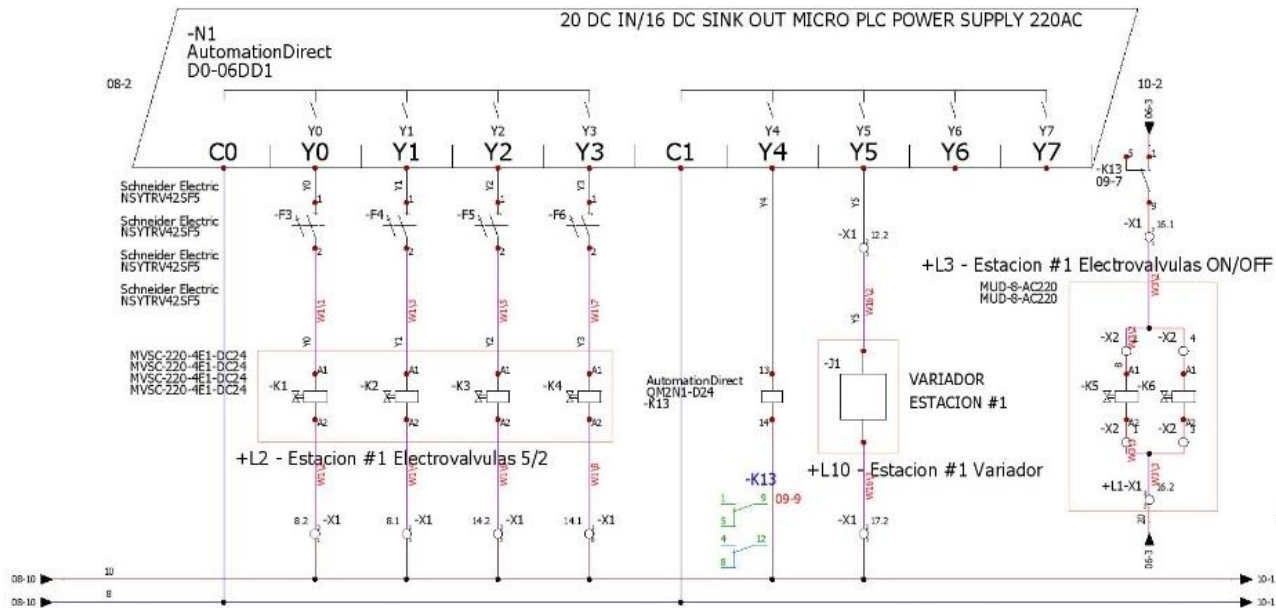
Cristhian Luis, Arana Romaní
Fernando Daniel, Sánchez Valdiviezo



DESCRIPCION DE SALIDAS PLC

ELECTROVALVULA K1 - PISTON A1 (Y0): PISTON DE RETENCION DE FRASCOS
 ELECTROVALVULA K2 - PISTON B1 (Y1): PISTON DE SEPARACION DE FRASCOS
 ELECTROVALVULA K3 - PISTON C1 (Y2): PISTON DE INYECCION DE AIRE

ELECTROVALVULA K3 - PISTON D1 (Y3): PISTON DE RECHAZO DE FRASCOS
 VALVULA SOLENOIDE K5 y K6 (Y4): VALVULA DE INYECCION DE AIRE
 VARIADOR DE FRECUENCIA J1 (Y5): ENCIENDE O DETIENE LA FAJA.



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Autores:

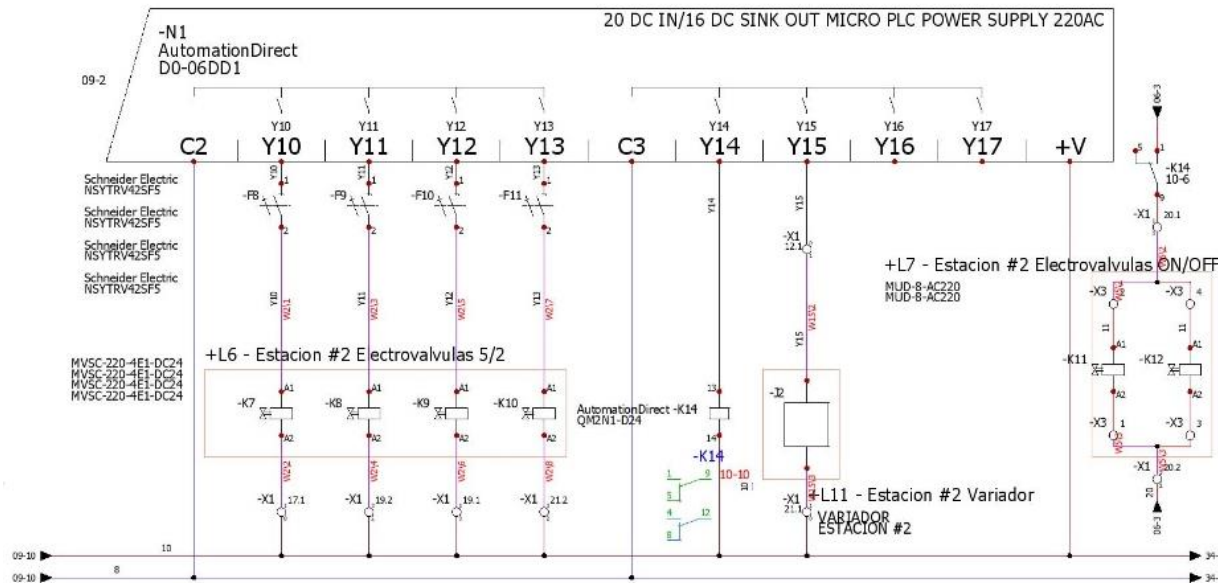
Cristhian Luis, Arana Romaní
 Fernando Daniel, Sánchez Valdiviezo



DESCRIPCION DE SALIDAS PLC

ELECTROVALVULA K7 - PISTON A2 (Y10): PISTON DE RETENCION DE FRASCOS
 ELECTROVALVULA K8 - PISTON B2 (Y11): PISTON DE SEPARACION DE FRASCOS
 ELECTROVALVULA K9 - PISTON C2 (Y12): PISTON DE INYECCION DE AIRE

ELECTROVALVULA K10 - PISTON D2 (Y13): PISTON DE RECHAZO DE FRASCOS
 VALVULA SOLENOIDE K11 y K12 (Y14): VALVULA DE INYECCION DE AIRE
 VARIADOR DE FRECUENCIA Z (Y15): ENCIENDE O DETIENE LA FAJA.



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Autores:

Cristhian Luis, Arana Romaní
 Fernando Daniel, Sánchez Valdiviezo



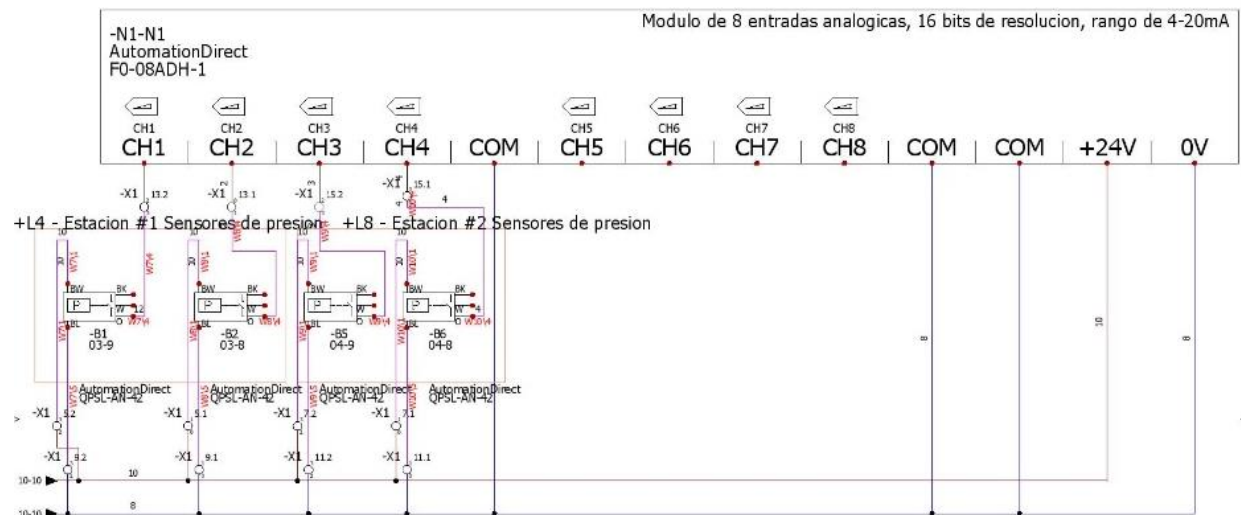
DESCRIPCION DE ENTRADAS ANALOGICAS PLC

SENSOR DE PRESION B1 (CH1): SENSOR DE DETECCION DE FRASCO ESTACION 1

SENSOR DE PRESION B2 (CH2): SENSOR DE DETECCION DE FRASCO ESTACION 1

SENSOR DE PRESION B5 (CH3): SENSOR DE DETECCION DE FRASCO ESTACION 2

SENSOR DE PRESION B6 (CH4): SENSOR DE DETECCION DE FRASCO ESTACION 2



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Autores:

Cristhian Luis, Arana Romaní
Fernando Daniel, Sánchez Valdiviezo



Programación Ladder

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

EDIT MODE

Accept

F2

F3

^F2

^F3

ShF2

ShF3

=

!

>

<

Contact

Coil

Box

Real to BCD w/Implied Decimal Pt and Rounding

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

For Help, press F1

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

Real to BCD w/Implied Decimal Pt and Rounding
RTOBCD IB-561

Value (DWORD Real) V4000 - V4001
Number of Decimal Points K2
Result (WORD BCD) V4050

Real to BCD w/Implied Decimal Pt and Rounding
RTOBCD IB-561

Value (DWORD Real) V4012 - V4013
Number of Decimal Points K2
Result (WORD BCD) V4062

CT50 (RST)
C27 (RST)
C30 (RST)
C31 (RST)
Y5 (SET)
Y15 (SET)

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View Ladder View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

6

7

Y5 (SET)

Y15 (SET)

LD K0

OUT V5002

LDR R2.038

OUTD V3000

LDR R65535

OUTD V3002

LDR R1.019

OUTD V3004

Double BCD to Real with Implied Decimal Point BCDTORD IB-562

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STR
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

Double BCD to Real with Implied Decimal Point
BCDTORD IB-562
Value (DWORD BCD) V2000 - V2001
Number of Decimal Points K0
Result (DWORD REAL) V2050 - V2051

Double BCD to Real with Implied Decimal Point
BCDTORD IB-562
Value (DWORD BCD) V2002 - V2003
Number of Decimal Points K0
Result (DWORD REAL) V2052 - V2053

Double BCD to Real with Implied Decimal Point
BCDTORD IB-562
Value (DWORD BCD) V2004 - V2005
Number of Decimal Points K0
Result (DWORD REAL) V2054 - V2055

Double BCD to Real with Implied Decimal Point
BCDTORD IB-562
Value (DWORD BCD) V2006 - V2007
Number of Decimal Points K0
Result (DWORD REAL) V2056 - V2057

LDR V2050

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STR
	70	918	STR
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

10 _On SP1

11 _On SP1

12 _On SP1

13 _On SP1

Double BCD to Real with Implied Decimal Point
BCDTORD IB-562

Value (DWORD BCD) V2006 - V2007
Number of Decimal Points K0
Result (DWORD REAL) V2056 - V2057

LDR V2050
MULR V3000
DIVR V3002
SUBR V3004
OUTD V2100

Real to BCD w/Implied Decimal Pt and Rounding
RTOBCD IB-561

Value (DWORD Real) V2100 - V2101
Number of Decimal Points K2
Result (WORD BCD) V2150

LDR V2052

EDIT MODE
Accept
F2
F3
^F2
^F3
Sh+F2
Sh+F3
=
!
>
<
Contact
Coil
Box

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STR
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

15 On SP1

16 On SP1

17 On SP1

LDR V2054

MULR V3000

DIVR V3002

SUBR V3004

OUTD V2104

Real to BCD w/Implied Decimal Pt and Rounding
RTOBCD IB-561

Value (DWORD Real) V2104 - V2105
Number of Decimal Points K2
Result (WORD BCD) V2154

LDR V2056

MULR V3000

DIVR V3002

SUBR

EDIT MODE

Accept

F2

F3

^F2

^F3

Sh+F2

Sh+F3

=

!

>

<

Contact

Coil

Box

Offline

01304/07680 06 0053:003:005

For Help, press F1

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

Real to BCD w/Implied Decimal Pt and Rounding
RTOBCD IB-561

Value (DWORD Real) V2104 - V2105
Number of Decimal Points K2
Result (WORD BCD) V2154

LDR V2056
MULR V3000
DIVR V3002
SUBR V3004
OUTD V2106

Real to BCD w/Implied Decimal Pt and Rounding
RTOBCD IB-561

Value (DWORD Real) V2106 - V2107
Number of Decimal Points K2
Result (WORD BCD) V2156

Y10 (SET)

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

Y0 (SET)

X2

CT0

CNT CT0 K2

CT0

S2 (JMP)

SG S2

Y0 (SET)

S3 (JMP)

SG S3

TMRF T1 V2501

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

For Help, press F1

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

50 T5 S20 (JMP)

52 S20 V4050 V2150 C17 (SET)

53 V4050 LD K1

54 V4050 OUT V5000 V2150 S21 (JMP)

EDIT MODE

Accept

F2

F3

^F2

^F3

ShF2

ShF3

=

!

>

<

Contact

Coil

Box

For Help, press F1

Offline

01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

SG S21

56 LDR V2102
OUTD V4004

57 V4050 | V2152 | V5000 = | K0
C20 (SET)
LD K2
OUT V5000
S10 (JMP)

58 V4050 | V2152 | V5000 = | K1
C17 (RST)
C21 (SET)
LD K3
OUT V5000

EDIT MODE

Accept

F2
F3
^F2
^F3
ShF2
ShF3
=
!
>
<

Contact
Coil
Box

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

SG S10

Y0 (RST)
Y2 (RST)

EDIT MODE

Accept

F2
F3
^F2
^F3
ShF2
ShF3
=
!
>
<

Contact
Coil
Box

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

For Help, press F1

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

Y0 (RST)
Y2 (RST)
S11 (JMP)
S30 (JMP)
Y5 (SET)
S12 (JMP)
CNT CT1 K2

SG S11
SG S12

X13
CT1

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

67 CT1 Y1 (RST)
C17 (RST)
C20 (RST)
C21 (RST)
S1 (JMP)

SG S100

69 X10 Y0 (RST) Y17 (RST)
S0 (RST) S100
C17 (RST)
C20 (RST)
C21 (RST)

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View Ladder View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

70 X11

Y0 (RST) Y4

Y5 (SET)

S0 (RST) S12

S20 (RST) S21

S30 (RST) S37

C17 (RST)

C20 (RST)

C21 (RST)

LD K0

OUT CTA0

LD K0

OUT CTA1

EDIT MODE Accept F2 F3 ^F2 ^F3 ShF2 ShF3 = ! > < Contact Coil Box

For Help, press F1 Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View Ladder View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

71 X12 X15 Y10 Y14 (RST) Y15 (SET) S50 S62 (RST) S70 S71 (RST) S40 S47 (RST) C27 (RST)

EDIT MODE Accept F2 F3 ^F2 ^F3 ShF2 ShF3 = ! > < Contact Coil Box

For Help, press F1 Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View Ladder View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

S50 S62
(RST)
S70 S71
(RST)
S40 S47
(RST)
C27
(RST)
C30
(RST)
C31
(RST)
LD K0
OUT CTA50
LD K0
OUT CTA51
LD K0
OUT V5002

EDIT MODE
Accept
F2
F3
^F2
^F3
ShF2
ShF3
=
!
>
<
Contact
Coil
Box

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STR
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

SG S51

73 Y10 (SET)

74 X6 CT50 CNT CT50 K2

75 CT50 S52 (JMP)

SG S52

77 Y10 (SET) S53 (JMP)

SG S53

TMRF

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

SG S71

Rung 98: LDR V2106, OUTD V4010

Rung 99: V4062 | V2156 | V5002 = | K0 (SET) C30, LD K2, OUT V5002, S60 (JMP)

Rung 100: V4062 | V2156 | V5002 = | K1 (RST) C27, C31 (SET), LD K3, OUT V5002

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

SG S60

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

102 V4062 < V2156 V5002 = K1 (S60 JMP)

104 SG S60 Y10 (RST) Y12 (RST) S61 (JMP) S40 (JMP)

106 SG S61 SG S62 Y15 (SET) S62 (JMP)

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

SG S62

108 X14 CT51 CNT CT51 K2

109 CT51 Y11 (RST) C27 (RST) C30 (RST) C31 (RST) S51 (JMP)

SG S30

V5000 K0 S31 S32 S33 S34 S35 S36 S37 S36

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

SG S30

111 V5000 = K0 S31 S32 S33 S34 S35 S36 S37 (JMP S36)

112 V5000 = K1 S31 S32 S33 S34 S35 S36 S37 (JMP S31)

113 V5000 = K2 S31 S32 S33 S34 S35 S36 S37 (JMP S32)

114 V5000 = K3 S31 S32 S33 S34 S35 S36 S37 (JMP S33)

SG S31

116 X3 CT2 (CNT CT2 K1)

117 CT2 (S34 JMP)

EDIT MODE

Accept

F2 F3 ^F2 ^F3 ShF2 ShF3 = +! > < Contact Coil Box

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STRI
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005

DirectSOFT 5 Programming - 3006CLOv17_E1_E2_v8 - [Ladder View]

File Edit Search View Tools PLC Debug Window Help

Read Write New Open Backup EDIT MODE Accept Cut Copy Paste Find Next Browse Opts Zoom ...Out www DSP Help

Read Write Status Data Value Mode Info Switch

XRef View

Element	Rung	Address	Instruct
X2	32	791	STRI
X3	116	1125	STRI
	119	1135	STRI
	122	1144	STRI
	129	1167	STRI
	132	1176	STRI
	135	1185	STRI
X6	74	964	STRI
X7	143	1236	STRI
	146	1246	STRI
	149	1255	STRI
	156	1278	STRI
	159	1287	STRI
	162	1296	STRI
X10	69	910	STRI
X11	28	774	STR
	28	776	STR
	70	918	STRI
X12	19	742	AND
	20	746	AND
	21	750	AND
	22	754	AND
	23	758	AND
	24	762	AND
	25	766	AND
	26	770	AND
	29	781	STR

Ladder View

For Help, press F1

Offline 01304/07680 06 0053:003:005