



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

**Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Mecánica**

IMPLEMENTACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE PESAJE DE ARÁNDANOS

**Seminario de Título presentado en
conformidad a los requisitos para
obtener el título de Ingeniero de
Ejecución en Mecánica.**

**Profesor Guía:
Sr. Julio Huenul Muñoz
Ingeniero Supervisor planta FRUTEMU:
Sr. Sergio Belmar Vásquez**

Juan Luis Jeldres Romero

**A Ñ O
2014**

RESUMEN

El presente Seminario de Título tiene como fin la implementación y automatización de un sistema de pesaje de fruta fresca, en este caso arándanos, los cuáles se tratan en el frigorífico Agroindustrial y Comercial FRUTEMU Ltda., San Carlos, mediante el reemplazo del pesaje manual existente en la actualidad por un pesaje automático. Para realizar el estudio y desarrollo de las etapas de ingeniería, se ha creado un panel de simulación electrónico y un panel de control automatizado en donde se visualizó en tiempo real todo el proceso de la solución que se propone.

En consecuencia, los objetivos de este trabajo son:

- Implementación del sistema de pesaje.
- Automatización del sistema propuesto.
- Conocer la estructura y funcionamiento de un PLC.
- Aplicación de PLC como elemento de control.
- Programación de PLC con aplicación al sistema de pesaje automático que se propone.
- Configurar un pesaje exacto.
- Reducir los tiempos de ejecución del pesaje
- Minimizar pérdida de fruta

Estos puntos pretenden lograr una disminución importante los costos de producción.

Este estudio aportará con información que permitirá tener una visión más amplia sobre la automatización y sus componentes, abriendo las puertas a los ingenieros mecánicos al mundo de este rubro.

La necesidad de automatizar la producción es un tema crítico que afecta a la empresa actual. Un ejemplo de esto es FRUTEMU ubicada en San Carlos, una ciudad pequeña, que centra su economía en la agricultura y en la actividad agroindustrial,. Por esta razón, cada día es más necesario que toda persona

relacionada con la producción industrial tenga conocimiento de tecnologías de automatización.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS.....	3
Objetivo general:.....	3
Objetivos específicos:	3
CAPÍTULO I.....	4
ARÁNDANOS.....	4
1.1) El cultivo del arándano en Chile	4
1.2) Condiciones para acceder al mercado extranjero.....	5
1.3) Calidad del producto.....	6
1.4) Mercados del arándano	6
1.5) Análisis de la competencia	9
CAPÍTULO II.....	11
FRUTEMU.....	11
2.1) Agroindustrial y comercial FRUTEMU Ltda.	11
2.2) Historia	12
2.3) Mercado.....	14
CAPÍTULO III.....	16
SITUACIÓN ACTUAL.....	16
3.1) Planteamiento del problema	16
3.2) Solución momentánea	18
CAPÍTULO IV	20
ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE UN PLC	20
4.1) PLC.....	20
4.2) Estructura de un PLC	20
4.2.1) Fuente de alimentación.....	21
4.2.2) CPU	21
4.2.3) Módulos o interfaces de entrada y salida (E/S)	21
4.2.4) Dispositivo de programación.....	24
4.3) Funcionamiento	25
4.3.1) Revisar el estado de las entradas.....	25

4.3.2) Ejecución del programa	25
4.3.3) Actualizar el estado de las salidas.....	26
4.4) Clase de señales en procesos de automatización industrial	26
4.4.1) Señal analógica	26
4.4.2) Señal digital	27
CAPÍTULO V	28
PROGRAMACIÓN DE PLC.....	28
5.1) Lenguaje de programación	28
5.1.1) Ladder o tipo escalera (KOP)	28
5.2) Lógica de programación	29
5.2.1) Algebra de Boole	29
5.2.2) Funciones lógicas básicas	30
5.2.3) Lógica secuencial	31
CAPÍTULO VI	33
PROPUESTA CIRCUITAL ELECTRONEUMÁTICA, ELECTROMECAÁNICA Y DE CONTROL DEL SISTEMA.	33
6.1) Componentes eléctricos	33
6.1.1) Relé	33
6.1.2) Contactor	34
6.1.3) Sensor foto eléctrico	35
6.1.4) Elementos de diálogo Hombre-Máquina.....	36
6.1.5) Regleta de conexiones	36
6.2) Componentes neumáticos	37
6.2.1) FRL (filtro regulador lubricador).	37
6.2.2) Electroválvulas neumáticas 5/2	38
6.2.3) Cilindros neumáticos con núcleo magnético.....	39
6.2.4) Sensores de presión	40
6.2.5) Fitting.	40
6.2.6) Compresor	41
6.2.8) Tubing.....	42
6.3) Bloque de pesaje	43
6.3.1)Plataforma de pesaje modelo PBA	43
6.3.2) Indicador de Peso Modelo IND331	45

CAPÍTULO VII	47
DESARROLLO DEL PROGRAMA DE AUTOMATIZACIÓN	47
7.1) Encendido del programa.....	47
7.2) Proceso de envasado	47
7.3) Terminó del proceso	48
CAPÍTULO VIII.....	50
CALCULO DE FUERZAS EN CILINDROS	50
8.1) Cilindro neumático elevador de tolva.....	50
8.2) Cilindro neumático expulsa caja	51
CAPÍTULO IX	52
ESTUDIO ECONÓMICO.....	52
9.1) Cotización de componentes	52
CONCLUSIÓN	54
BIBLIOGRAFÍA	55
ANEXOS.....	56
Cilindros Neumáticos.....	56
Reguladoras de caudal	57
Sensores magnéticos en cilindros	58
Tipos de electroválvulas	59
Circuito de control.....	60
Esquema de montaje	61

INTRODUCCIÓN

La automatización, se ha logrado relacionando la instrumentación electrónica con técnicas neumáticas, oleohidráulica ,entre otras, en el caso de la neumática la cual se basa en la utilización del aire comprimido y es empleada en máquinas de procesos industriales.

En la actualidad la necesidad de automatizar la producción no afecta solo a las grandes empresas, sino también a las medianas y pequeñas empresas. Para cualquier proceso de producción repetitivo, se desarrollan métodos que excluyan el trabajo manual y la habilidad. La fuerza muscular y la habilidad manual deben sustituirse por la fuerza y la precisión mecánica.

Si bien es cierto, hasta no hace mucho tiempo el control de procesos industriales se hacía de forma cableada por medio de contactores y relés. El operario que se encontraba a cargo de este tipo de instalaciones, se le exigía tener altos conocimientos técnicos para poder realizarlas y posteriormente mantenerlas, además cualquier variación en el proceso suponía modificar físicamente gran parte de las conexiones de los montajes, siendo necesario para ello un gran esfuerzo técnico y mayor desembolso económico.

El ordenador y los autómatas programables han intervenido de forma considerable para que este tipo de instalaciones se hayan visto sustituidas por otras controladas de forma programada.

El Autómata Programable Industrial (PLC) nació como solución al control de circuitos completos de automatización. Por lo tanto, se puede decir que un PLC no es más que un aparato electrónico que sustituye los circuitos auxiliares o de mando de los sistemas automáticos.

Para automatizar un proceso hay que conocer su funcionamiento y etapas del proceso. Las ideas quedan plasmadas en un programa el cual es ingresado en un autómata programable que permite la dirección de todo lo que interviene, captadores y actuadores necesarios.

Se estimaba que la automatización de sistemas, fuera un ámbito ajeno a los ingenieros mecánicos, se pensaba que solo personal electrónico o eléctrico eran capaces de desarrollar programas de PLC para determinada actividad. En el presente seminario se deja en claro la transversalidad de esta tecnología en procesos industriales de cualquier naturaleza y de producción de cualquier tipo y que puede ser resuelto por el profesional del área correspondiente.

OBJETIVOS

Objetivo general:

- Implementar y automatizar un sistema electromecánico para pesaje continuo en cintas de selección de frutas

Objetivos específicos:

- Conocer la estructura y funcionamiento de un PLC
- Aplicación PLC como elemento de control
- Programar PLC aplicado al proceso de pesaje.
- Programar un pesaje exacto.
- Definir el listado de componentes del sistema de pesaje con sus características técnicas.
- Reducir los tiempos de ejecución del pesaje
- Minimizar pérdida de fruta

DESARROLLO

CAPÍTULO I

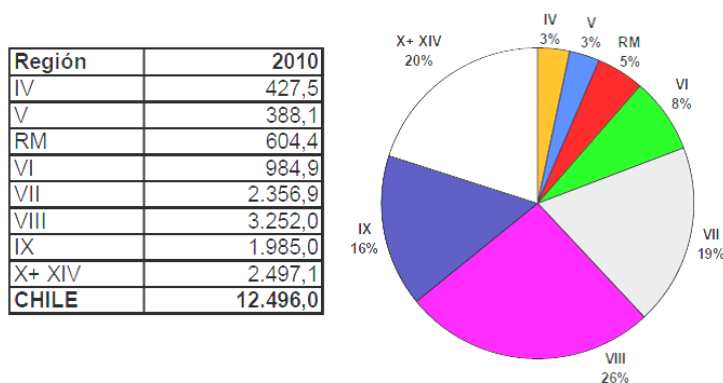
ARÁNDANOS

1.1) El cultivo del arándano en Chile

En Chile la superficie plantada con arándanos asciende a 12.496 has, con un rendimiento promedio de 6800 kg/ha, valor que es bajo pues sólo el 30% de la producción se encuentra en plena producción y el 40% está en una producción creciente y un 21% en formación, lo que permite estimar importantes incrementos en la producción en los próximos años.

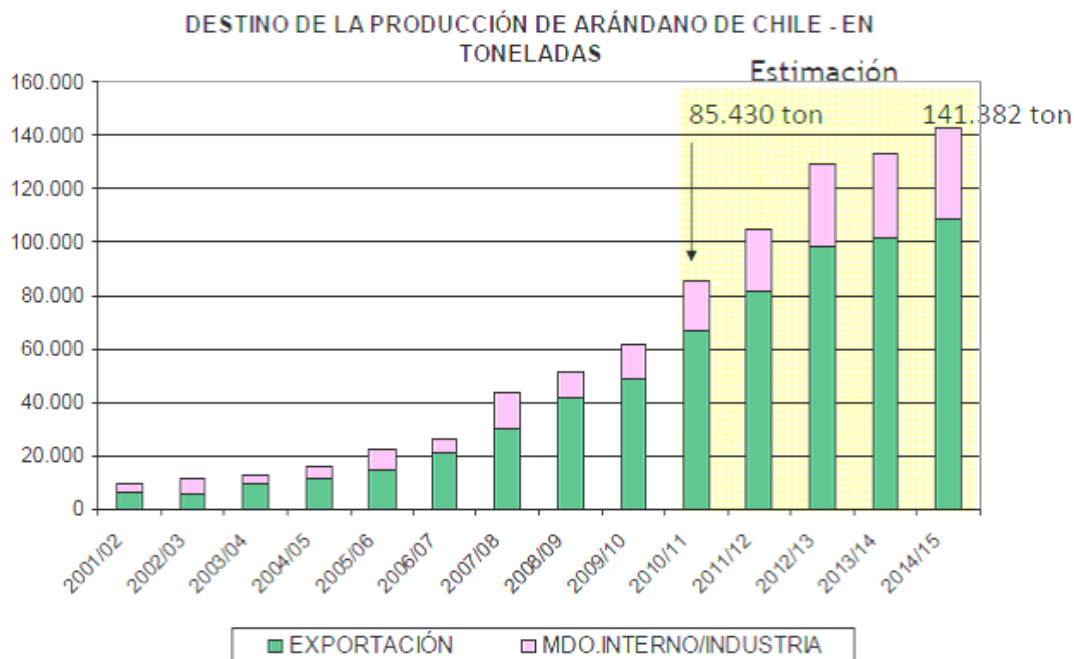
En relación a la distribución geográfica de la producción de arándanos, el 53% se concentra en la VI, VII y la VIII región

Tabla N° 1.1 distribución geográfica del cultivo de arándanos



En relación al destino de los arándanos, alrededor del 78% se destina a la exportación en fresco (66,7 toneladas de 85,4 estimadas de producción total) y el restante a la industria del congelado.

Tabla N°1.2. Destino de la producción de arándanos



1.2) Condiciones para acceder al mercado extranjero

- Calidad y peso exacto del producto.
- Cantidad (satisfacer la demanda externa, especialmente para la relación con EE.UU.).
- Continuidad en las entregas.
- Seguridad de carga
- Cumplimiento de normas de cuidado del medio ambiente.

1.3) Calidad del producto.

Los arándanos deben cumplir determinadas exigencias y requisitos:

- Deben estar libres de defectos
- Limpios: prácticamente libres de cualquier materia extraña visible.
- De apariencia fresca: prácticamente libre de pestes y de daños.
- Ser frutos maduros.
- No deben estar aplastados.
- Sin humedad externa anormal.
- Libre de cualquier gusto u olor extraño.
- Deben estar cubiertos prácticamente de una capa cerosa.
- Tamaño no menor a 10 u 11 milímetros.

1.4) Mercados del arándano

El arándano es una fruta muy apreciada por los países del hemisferio norte, principalmente EE.UU., algunos países de Europa, principalmente Inglaterra, Holanda (destino de tránsito a otros países de Europa), donde su consumo es tradicional. Sin embargo Estados Unidos es el principal productor, consumidor, exportador e importador de arándanos del mundo. El 83,6% del volumen total exportado por Chile se destina a Estados Unidos.

Tabla N° 1.3 Volumen exportado de arándanos

Volumen exportado de Arándanos
Temporada 2010/2011
(toneladas)

País	TOTAL
EE.UU.	54.747,6
Reino Unido	3.980,9
Holanda	3.842,2
Hong-Kong	951,7
Japón	620,9
Canadá	581,1
España	182,8
Taiwán	140,3
Alemania	132,6
Italia	75,1
Francia	51,6
Brasil	40,2
China	25,1
Corea del Sur	23,4
Singapur	20,3
Malasia	17,1
México	13,7
Emiratos Arabes	13,0
Rusia	6,2
Costa Rica	4,2
Irlanda	3,5
Kazajstán	3,2
Tailandia	2,2
Arabia Saudita	1,4
Uruguay	1,2
Argentina	1,0
Turquia	0,7
Colombia	0,4
Polinesia francesa	0,1
	65.483,7

Fuente: elaborado por ODEPA con información del Servicio Nacional de Aduanas.

EE.UU es un mercado amplio, o sea se consume el arándano en todas sus modalidades desde el fresco hasta el procesado y se está sustituyendo el consumo de otras frutas a medida que el arándano está disponible todo el año en los supermercados, y los hábitos de consumo cambian de estivales a anuales.

Europa está en crecimiento, y va rumbo a convertirse en un mercado similar en volumen al norteamericano. Siguiendo los cambios de hábitos hacia el consumo de frutas y hortalizas y la vinculación de esta fruta con lo silvestre.

En Europa Occidental prevalece el arándano cultivado. El país que cuenta con la mayor superficie es Alemania (2.000 has), le sigue en importancia España (600 has), Holanda y Bélgica (430 has), Francia e Italia. La producción de esta región se ubica en alrededor de 20.000 toneladas. Gracias al creciente interés que hay por esta fruta el cultivo se está expandiendo, aunque el ritmo de aumento es inferior al de otras regiones del mundo.

En Europa del Este la mayor parte de los arándanos crecen en forma silvestre (Rusia, Ucrania, Países Bálticos). En este grupo se destaca Polonia, principal productor de arándanos de Europa.

Asia, es un mercado incipiente; en Japón lo han incorporado dadas las acciones de marketing que la USHBC (*United States Highbush Blueberry Council*) está haciendo. En Corea del Sur, Malasia, Taiwán, Singapur y la ciudad de Shanghái, recién comenzaron las acciones de penetración del mercado.

Por lo tanto se considera que hay oportunidades para que siga expandiéndose la demanda mundial a medida que se van conociendo y difundiendo las cualidades del arándano.

Tabla N° 1.4 Estaciones del año de cosecha de arándanos

PROVEEDOR		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
EUROPA	España y Portugal				■	■	■						
	Italia						■	■	■				
	Francia						■	■					
	Belgica, Holanda, Luxemburgo						■	■					
	Alemania							■	■				
	Polonia							■	■				
ESTADO UNIDOS	Florida				■	■	■						
	Carolina del Norte						■						
	New Jersey						■	■	■				
	Michigan							■	■	■			
HEMISFERIO SUR	Chile	■	■	■								■	■
	Argentina	■									■	■	■
	Nueva Zelanda	■	■	■								■	■

La estación de producción de arándano en los EE.UU. abarca de abril a septiembre, siendo la producción de septiembre y abril mínima. El resto del año la fruta fresca comercializada proviene de importaciones.

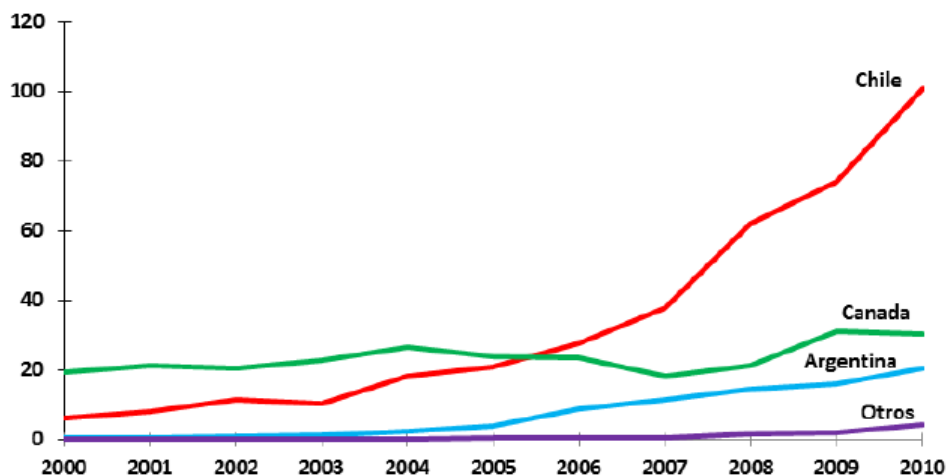
La tendencia de consumo de esta fruta y otros berries (frambuesas, moras, zarzas) es creciente en los mercados mencionados, por la incorporación progresiva del concepto de la alimentación sana y natural que adoptan los consumidores ubicados en países desarrollados.

1.5) Análisis de la competencia

Como se aprecia en el cuadro de disponibilidad de arándano fresco, es un negocio de contra estación, es decir, los competidores de Chile, así como en toda la fruta fresca, son los países de: Argentina, Australia, Nueva ZE 2011landa, Sudáfrica. Sin embargo, Chile es el principal productor del hemisferio sur con mayor antigüedad e incidencia en el mercado internacional, y exporta a Estados Unidos, principal mercado, cerca de diez veces más que Argentina, que sería el segundo exportador a este mercado.

Tabla N° 1.5 Evolución de las importaciones de arándanos a EE.UU.

Evolución de las importaciones de arándanos frescos en EE.UU entre los años 2000 y 2010 (millones de libras).

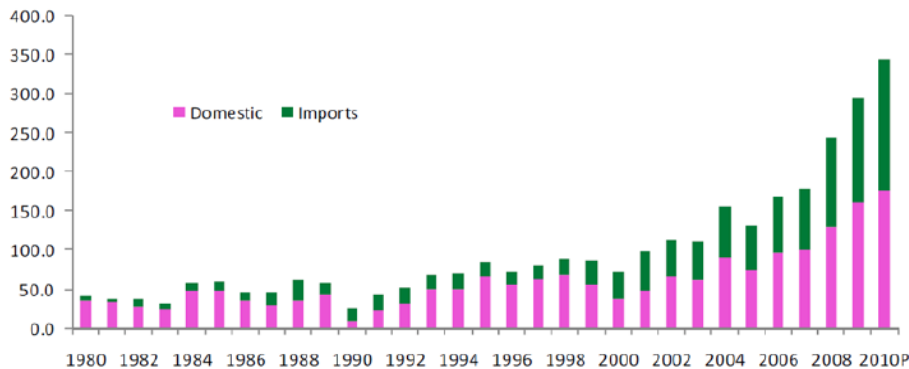


Fuente: USDA, Foreign Agricultural Service

Es importante indicar en este análisis que Estados Unidos es el mayor importador, productor y consumidor de arándanos, representa para los países del hemisferio sur, particularmente Chile y Argentina, del orden del 80% de importancia como mercado. También es importante indicar que toda esta importación representa cerca de un 20% de su consumo, lo que indica que aún existe margen importante para crecer con estrategias adecuadas de mercadeo.

Tabla N° 1.6 Suministros de arándanos para el consumo doméstico

Suministros de arándanos frescos para consumo domésticos, según la fuente, entre 1980 y 2010 (millones de libras).



P= preliminary.

Source: USDA, Economic Research Service calculations.

CAPÍTULO II

FRUTEMU.

2.1) Agroindustrial y comercial FRUTEMU Ltda.

Agroindustrial Y Comercial FRUTEMU Ltda, San Carlos, es una sociedad resultante de un proyecto de fomento empresarial, apoyado por CORFO en el año 1998 y que consistió en que asociativamente aumentaran sus niveles de competitividad y mejoras a la cadena de valor, desarrollado por todos los integrantes. Hoy la empresa se dedica a la prestación de servicios agroindustriales en el mercado de fruta fresca, desde su recepción hasta el despacho a los mercados de exportación.

El equipo administrativo se mantiene hasta hoy, generando una valiosa experiencia en al ámbito agroindustrial específicamente en el mercado de fruta fresca. En relación al área del proyecto, de manera interna y a solicitud de las cada vez mayores exigencias de mercado, ha integrado dentro de sus funciones un particular desarrollo en el área de trazabilidad de fruta fresca, exigencias que aumentan año a año dada la importancia de la seguridad e inocuidad de la industria agroalimentaria.



Figura N° 2.1 Logo de la empresa

2.2) Historia

- En 1998 un grupo de agricultores, productores de manzana, constituye un Proyecto de Fomento cofinanciado por Corfo, llamado Profo Manzanas San Carlos. Este proyecto de fomento termina en el año 2003.
- En 1999, comienzan actividades en el rubro de manzanas y que consistieron en: análisis y desarrollo de manejos productivos más eficientes, gestión comercial conjunta, entrenamiento a empresarios y encargados de huerto; misiones tecnológicas y comerciales dentro y fuera del país, gestión administrativa y comercial; desarrollo de acciones hacia calidad y cumplimientos de normativas ambientales; desarrollo de sistemas de registro y procesamiento de información.
- En el 2002, comienza una estrategia de integración vertical de la empresa y que consistió en inversiones en infraestructura de proceso y almacenaje, para en un plazo de 3 años dar valor agregado a la producción y lograr la comercialización y exportación directa de manzanas. El primer paso consistió en construir una primera cámara de frío para almacenar 400 ton de manzanas para el mercado interno, obteniendo precios superiores a los de épocas de cosecha. La segunda etapa fue la ampliación de la infraestructura y la incorporación del proceso de embalaje lo que le permite contar con una oferta exportable.
- En el año 2003 inician las actividades comerciales, logrando en los años siguientes procesar y exportar manzanas de sus socios. Luego de varias temporadas de desarrollo en el rubro frutícola, la empresa se ve en la necesidad de diversificar su actividad en el misma industria de fruta fresca, de manera de generar más actividad a la planta y por otro suplir el recambio varietal que se produce en el mercado de las manzanas y que deja fuera de mercado parte de la producción de manzanas de sus socios.

- En el año 2008 hace una apuesta decidida de inversiones (del orden de 1 millón de dólares, considerando que hasta esa fecha se tenía invertido 500 mil dólares), con el fin de desarrollar nuevos rubros: arándanos y cerezas, pero esta última sólo como centro de acopio para otras exportadoras y de la producción de agricultores de la misma zona. Los crecimientos en arándanos en los últimos años ha sido del orden del 70% (290 ton el 2008/09, 550 ton 2009/2010, 1200 ton 2010/2011, 800 ton 2011/2012 y 1500 ton 2012/2013), en cerezas también los crecimientos han sido significativos, pero con una mayor variabilidad dada la dependencia de este rubro a las condiciones climáticas que no han sido favorables en las últimas temporadas.

Cabe señalar que la empresa en los últimos años se ha especializado en servicios para exportadoras en los rubros antes mencionados, situación que de acuerdo a los planes estratégicos de la empresa se pretende cambiar en la próxima temporada incorporando un área comercial para la exportación directa de arándanos.

2.3) Mercado

El mercado actual de Frutemu son exportadoras de frutas particularmente de arándanos frescos, durante los últimas 5 temporadas los clientes de la empresa han sido:

- Vital Berry Marketing
- Southernfruit
- Valle Maule
- Rio Blanco
- Vinefresh
- FirstChile
- Blue Andes
- Alfaberries
- Mondasol
- Frugas
- Meyer S.A.
- SociedadAgrícolaMillahue
- Agrícola Jorge Ormeño
- Agrícola David Rodriguez
- Cool Chile
- Madre Tierra Organic

Los servicios realizados indistintamente a estas empresas son:

- Servicios de Frío
- Servicios de Embalaje
- Servicio de Inspección y Despacho a mercados de exportación

- Hidrocooling
- Administración y distribución de materiales

Dentro de la participación de mercado de servicios, en la última temporada de arándanos, el volumen recepcionado y despachado fue del orden de las 1500 toneladas, lo que representa cerca del 2% del volumen total de arándanos exportados por el país. En cerezas y manzanas las participaciones en el mercado son inferiores dada la gran variabilidad climática de los últimos años, que han limitado sustancialmente la cosecha

CAPÍTULO III

SITUACIÓN ACTUAL

3.1) Planteamiento del problema

Todo comenzó cuando una partida de arándanos chilenos con rumbo a EEUU fue encontrado infectado con La Polilla del Racimo de la Vid o *Lobesiobotrana*. La plaga, originaria de Europa ataca las plantaciones de arándanos y su larva provoca un daño directo al alimentarse de los racimos, produciéndose una pudrición y deshidratación de las frutas.

Las medidas de emergencia que determinó el Servicio Agrícola Ganadero (SAG) fue fumigar con bromuro de metilo en los campos de plantación mediante un tratamiento de altas temperaturas, además de aumentar los niveles de inspección del producto en destino.

El problema, es que al someter al arándano a este proceso afecta la condición de la fruta ya que cambia de una temperatura más fresca de cero grados, a una más elevada. Lo que provoca una alteración en la maduración, afectando la calidad, por lo que se podría tener problemas en la exportación de esta.

El proceso que se lleva a cabo para la exportación de arándano es el siguiente: recepción de la fruta, **proceso de embalaje**, palletizaje, pre-frío, almacenaje, inspección y despacho. La solución que se ofreció en Agroindustrial y Comercial FRUTEMU Ltda. fue que durante el proceso de embalaje, en el cual ya no se enviaría fruta en pequeños envases, reemplazándolos por cajas más grandes (a granel) para que posteriormente en EEUU se realicen los siguientes procesos.

El proceso de envasado se realizaba con una máquina que llenaba pocillos en forma automática, lamentablemente dicha máquina solo es capaz de hacer llenado de potes pequeños (250 g) y no a gran escala (1.5 - 3 kg).



Figura N° 3.1 Potes de 250 g



Figura N° 3.2 Antigua máquina usada para llenar potes pequeños

3.2) Solución momentánea

Debido al problema con el envasado, se recurrió a realizar un proceso de envasado de forma manual, dicho proceso consistía en poner en el extremo de la cinta otra cinta perpendicular, la que poseía cajas vacías en la cual caía la fruta, una vez llenada la caja se llevaba manualmente a una romana donde se debía agregar o retirar arándanos para llegar al peso deseado, posterior a sacar la caja se ponía rápidamente una siguiente caja para continuar con el proceso.

Los problemas que se presentaron en este procedimiento son los siguientes:

- Exceso de mano de obra
- Pérdida de fruta que caía en el instante de sacar y poner una caja nueva
- Proceso de pesaje poco exacto
- Aumento de los tiempos muertos



Figura N° 3.3 Envasado manual.



Figura N° 3.4 Envasado manual desde otro ángulo.

CAPÍTULO IV

ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE UN PLC

4.1) PLC

Los PLC's (Controladores Lógicos Programables) son dispositivos electrónicos semejantes a la estructura de un computador, capaz de relacionar variables de entrada y salida con el fin de controlar un proceso determinado.

4.2) Estructura de un PLC

. La estructura básica de cualquier PLC es:

- Fuente de alimentación
- CPU
- Módulo o interfaz de entrada/salida (E/S)
- Dispositivos de programación

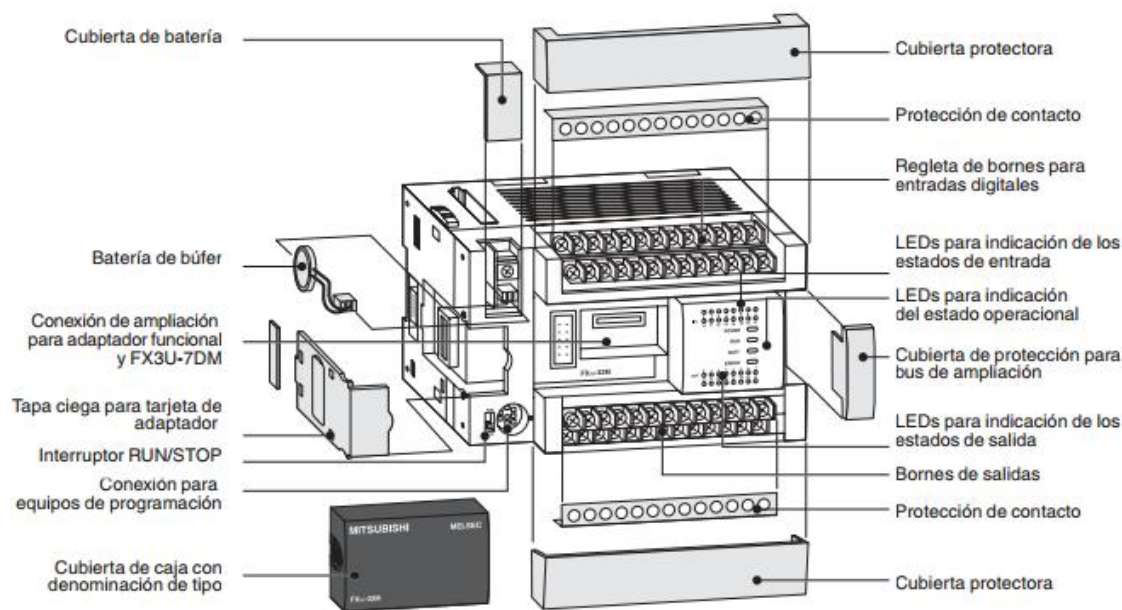


Figura N°4.1 Estructura de un PLC.

4.2.1) Fuente de alimentación

La fuente de alimentación genera la tensión para los módulos eléctricos de los dispositivos de automatización. El nivel de esta tensión es de 24 volts. Para las tensiones de los transmisores de señal, posicionamiento de los aparatos e indicadores luminosos, los cuales necesitan tensiones por encima de los 24 volts, se suministran transformadores como complemento.



Figura N°4.2 Fuente de alimentación

4.2.2) CPU

La CPU es la encargada de comandar y gobernar lo que realiza el PLC y está diseñada a base de microprocesadores y memorias. Esta recibe los datos que le entrega los módulos de entrada para posteriormente ejecutar un programa previamente creado y almacenado en su memoria mediante un equipo programador, luego el resultado de la ejecución de las instrucciones del programa son enviados a los actuadores o dispositivos de salida. Este proceso se realiza de una manera continua y cíclica.

4.2.3) Módulos o interfaces de entrada y salida (E/S)

Son los que proporciona el vínculo entre la CPU del controlador y los dispositivos de campo del sistema. A través de ellos se origina el intercambio de información las cuales pueden ser de tipo digital o analógico, ya sea para la adquisición de datos o la del mando para el control de maquinas del proceso.

4.2.3.1) Módulo o interfaz de entrada

A este módulo se unen eléctricamente los captadores (interruptores, finales de carrera, pulsadores, sensores, etc.)

Se pueden diferenciar dos tipos de sensores conectables al módulo de entradas: los Pasivos y los Activos.

- a) **Los sensores pasivos** son aquellos que cambian su estado lógico, activado - no activado, por medio de una acción mecánica. Estos son los Interruptores, pulsadores, finales de carrera, etc.



Figura N°4.3 Llimit Switch.

- b) **Los sensores activos** son dispositivos electrónicos que necesitan ser alimentados por una tensión para que varíen su estado lógico. Este es el caso de los diferentes tipos de detectores (Inductivos, Capacitivos, Fotoeléctricos). Muchos de estos aparatos pueden ser alimentados por la propia fuente de alimentación del autómeta.



Figura N°4.4 Sensor fotoeléctrico

4.2.3.2) Módulo o interfaz de salida

Módulo de salidas del autómatas que es el encargado de activar y desactivar los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, motores pequeños, etc.). La información enviada por las entradas a la CPU, una vez procesada, se envía al módulo de salidas para que sean activados los actuadores conectados a estas. Lo cierto es que, los actuadores funcionan a voltajes diferentes al PLC y que una conexión directa entre ellos se traduciría en el deterioro del PLC.

Para solucionar el problema se emplea un intermediario entre la salida del PLC y las terminales del actuador los llamados contactores y relés.



Figura N° 4.5 Contactor

4.2.4) Dispositivo de programación

Consiste básicamente del dispositivo encargado de dialogar con el controlador en la fase de configuración, programación y depuración, la comunicación entre ambos es bidireccional. En definitiva estos dispositivos son ordenadores, notebook, netbook y similares.



Figura N°4.6 Programador Pocket

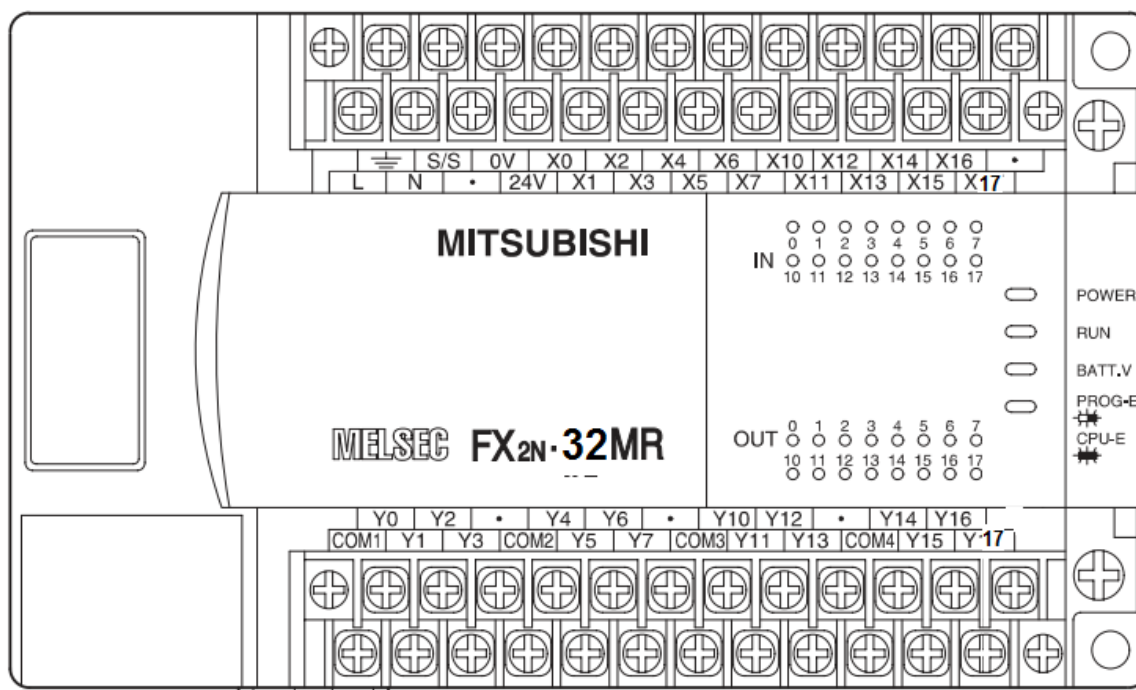


Figura N°4.7 Estructura básica de un PLC

4.3) Funcionamiento

Los autómatas programables son dispositivos de control secuencial que ejecutan correlativamente las instrucciones indicadas en el programa de usuario almacenado en su memoria, generando órdenes o señales de mando a partir de las señales de entrada leídas, al detectarse cambios en las señales, el autómata reacciona según el programa hasta obtener las órdenes de salida necesarias. Esta secuencia se ejecuta continuamente para conseguir el control actualizado del proceso.

A este proceso se le conoce como el “SCAN” del PLC y es un parámetro de especificación importante en un PLC, ya que nos da una idea de la rapidez de operación de este.

Podemos pensar que este ciclo de rastreo (SCAN) consiste de 3 pasos importantes, que son:

- Revisar el estado de las entradas
- Ejecución del programa
- Actualizar el estado de las salidas

4.3.1) Revisar el estado de las entradas

El PLC primero chequea cada una de las entradas para determinar si están activadas o desactivadas. En otras palabras, el PLC se pregunta, ¿Estará el sensor conectado en la primera entrada? ¿Cómo está el de la segunda entrada? ¿Y el tercero...? y así sucesivamente.

El PLC guarda estos datos en su memoria para ser usado durante la siguiente etapa.

4.3.2) Ejecución del programa

Después, el PLC ejecuta su programa una instrucción a la vez. Posiblemente el programa diga que si la primera entrada está activada entonces que se accione la primera salida. Ya que, desde la etapa anterior, éste ya sabe que entradas están accionadas o apagadas, será capaz de decidir si la primera salida tendría que

prender basándose en el estado de la primera entrada. Este guardará los resultados de la ejecución para ser usados más tarde en la siguiente etapa.

4.3.3) Actualizar el estado de las salidas

Finalmente el PLC actualiza el estado de las salidas. Las actualiza de acuerdo a que entradas estuvieron activadas durante el primer paso y los resultados de la ejecución de su programa durante el segundo paso. De acuerdo al ejemplo del paso 2 ahora prendería la primera salida ya que la primera entrada estuvo accionada y su programa dijo, prender la primera salida cuando esta condición sea verdadera.



Figura N° 4.8 Ciclo SCAN

4.4) Clase de señales en procesos de automatización industrial

Las entradas y salidas de las señales se pueden dividir en dos grupos: señal analógica y señal digital.

4.4.1) Señal analógica

Las señales analógicas son de tipo continuo, con un margen de variación determinado. Dichas señales suelen representar magnitudes físicas del proceso, tales como presión, temperatura, velocidad, nivel, etc., mediante una tensión o corriente proporcionales a su valor (0-10V, 4-20mA etc.,).

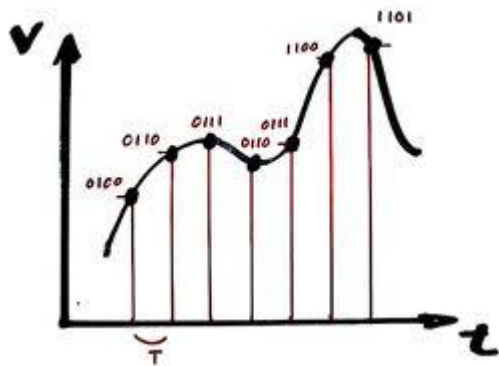


Figura N° 4.9 Señal Analógica; velocidad v/s tiempo

4.4.2) Señal digital

Las señales digitales en cambio, trabajan con señales, todo o nada, llamadas también binarias, que solo pueden presentar dos estados o niveles: abierto o cerrado, conduce o no conduce etc. Estos niveles o estados se suelen representar por variables lógicas o bits, cuyo valor puede ser solo 1 ó 0, empleando la notación binaria del álgebra de Boole.

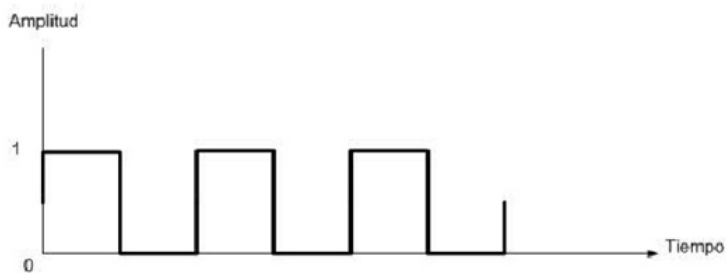


Figura N°4.10 Señal Digital; amplitud v/s tiempo.

CAPÍTULO V

PROGRAMACIÓN DE PLC

5.1) Lenguaje de programación

Primero que todo para poder generar un programa que satisfaga una necesidad se debe conocer el lenguaje ocupado para programar el PLC y los módulos que se puedan adherir a él. En la actualidad cada fabricante diseña su propio lenguaje de programación, lo que significa, que existe una gran variedad comparable con la cantidad de PLC's que hay en el mercado. Con el objetivo de uniformizar estas representaciones, se ha establecido una norma internacional IEC 1131-3 que se encarga de estandarizar los lenguajes de programación.

Lenguaje gráfico: Es la representación basada en símbolos gráficos, de tal forma que según la disposición en que se encuentran cada uno de estos símbolos y en conformidad a su sintaxis que lo gobierna, expresa una lógica de mando y control. El más utilizado es el "Ladder o tipo escalera".

5.1.1) Ladder o tipo escalera (KOP)

El sistema de programación Ladder es el más utilizado por facilitar el trabajo a los usuarios, figura N° 5.1. Los diagramas de escalera son esquemas de uso común para representar la lógica de control de sistemas industriales. Se le llama diagrama "escalera" porque se asemejan a una escalera, con dos rieles verticales (de alimentación) y "escalones" (líneas horizontales), en las que hay circuitos de control que definen la lógica a través de funciones. Este tipo de lenguaje dispone de una serie de símbolos que son utilizados por el programador para poder establecer las condiciones que deben ser procesadas por el autómata en cada momento. Las principales características del lenguaje Ladder son:

- Instrucciones de entrada se introducen a la izquierda
- Instrucciones de salida se situarán en el derecho.
- La mayoría de los PLC permiten más de una salida por cada línea.

- El procesador (o "controlador") explora peldaños de la escalera de arriba a abajo y de izquierda a derecha.

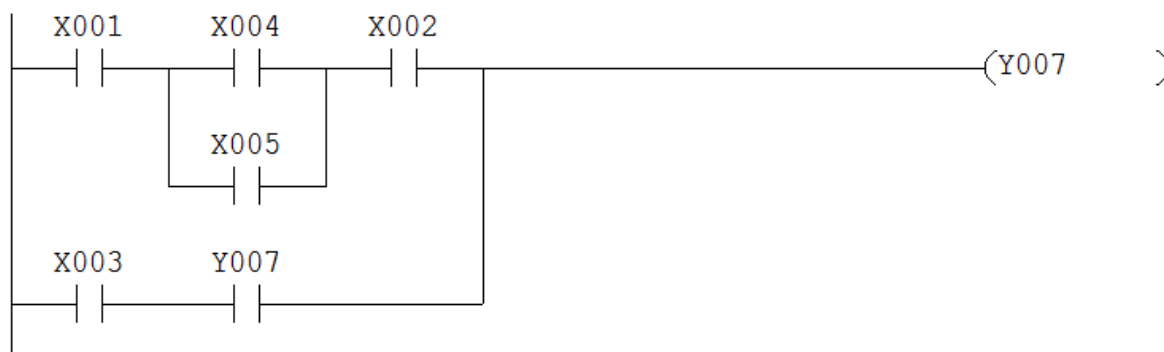


Figura N° 5.1 Ejemplo de Ladder o tipo escalera (KOP)

5.2) Lógica de programación

5.2.1) Algebra de Boole

Muchos componentes utilizados en sistemas de control, como contactores y relés, presentan dos estados claramente diferenciados (abierto o cerrado, conduce o no conduce). A este tipo de componentes se les denomina componentes todo o nada o también componentes lógicos.

Para estudiar de forma sistemática el comportamiento de estos elementos, se representan los dos estados por los símbolos 1 y 0 (0 abierto, 1 cerrado). De esta forma podemos utilizar una serie de leyes y propiedades comunes con independencia del componente en sí; da igual que sea una puerta lógica, un relé, un transistor, etc.

Atendiendo a este criterio, todos los elementos del tipo todo o nada son representables por una variable lógica, entendiendo como tal aquella que sólo puede tomar los valores 0 y 1. El conjunto de leyes y reglas de operación de variables lógicas se denomina álgebra de Boole, ya que fue George Boole el que desarrolló las bases de la lógica matemática.

5.2.2) Funciones lógicas básicas

Cada línea del Ladder posee condiciones de entrada las cuales son programadas de acuerdo a las funciones lógicas básicas para determinar una función de salida.

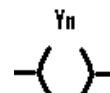
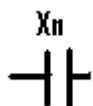


Figura N° 5.2 Símbolo variable de entrada. Figura N° 5.3 Símbolo de función de salida.

Además las entradas o sensores se designan con la letra “X_n” y las salidas o actuadores con la letra “Y_n”.

Las funciones lógicas básicas son:

a) AND (Y) o producto lógico:

La función AND (Y) es 1 si la entrada X0 es 1 y la entrada X1 es 1. El símbolo de operación algebraica para la función AND es el mismo que el símbolo de multiplicación de la aritmética tradicional. La función AND puede tener más de dos entradas, y la salida Y0 es 1 si y solo si todas las entradas son 1.

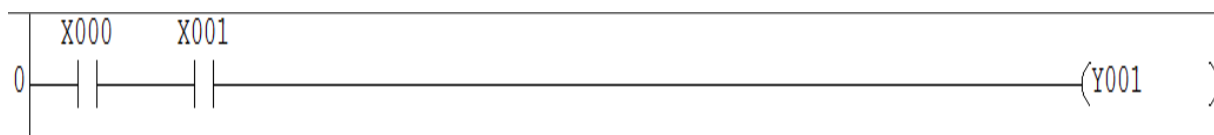


Figura N° 5.4 función AND

B) OR (O) o suma lógica:

La función OR (O) (también llamada OR inclusivo) es 1 si la entrada X0 es 1 o la entrada X1 es 1 o ambas son 1. El símbolo de operación algebraica para la función OR es el mismo que el símbolo de suma de la aritmética tradicional (+). La función OR puede tener más de dos entradas, y la salida Y0 es 1 si al menos una entrada es 1.



Figura N° 5.5 Función OR.

C) NOT (*inversor*) o complemento lógico

La función NOT (NO) invierte la variable de entrada, es decir, cambia ceros por unos y unos por ceros. Esta operación también se conoce como negación o complemento lógico. El símbolo algebraico que se utiliza para la operación NOT es una barra sobre la variable.

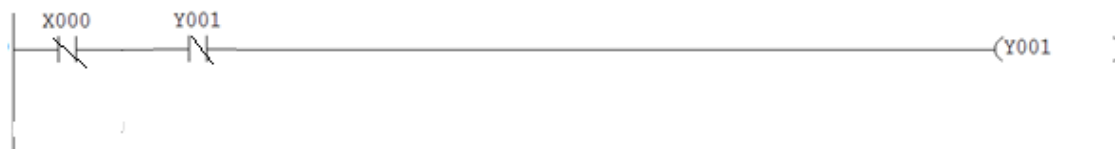


Figura N° 5.6 Función NOT.

5.2.3) Lógica secuencial

La lógica secuencial no depende únicamente del estado actual o momentáneo de las entradas, como es el caso de los circuitos de lógica combinatoria, sino también de sus estados previos. Dentro de la secuencia existen elementos de memoria que guardan el estado de las entradas aún cuando ya hayan conmutado nuevamente a su estado original. Tales estados son mantenidos hasta que se les ordene restablecerse.

La lógica secuencial presta mucha ayuda cuando el programa requiere un control de las secuencias en cuanto al tiempo de ejecución y duración de la rutina y la frecuencia o repetición de esta.

Las funciones secuenciales ocupadas en el proyecto son:

a) Contadores: permiten la ejecución de la línea de programación la cantidad de veces que se requiera. Se designa con la letra "C".

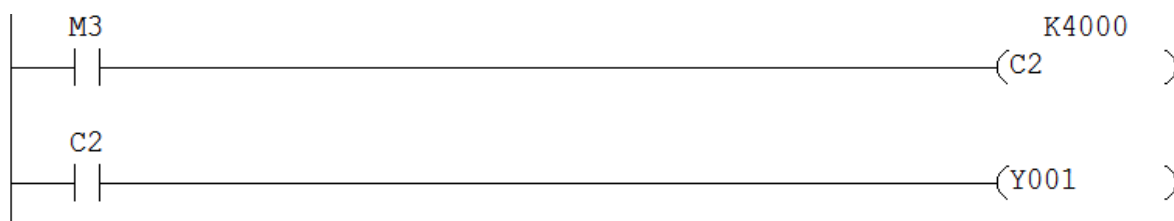


Figura N° 5.7 Contador "C2"

b) Enclavamientos: son funciones de retención de la ejecución de una línea hasta que se desee interrumpir su función.



Figura N° 5.8 Enclavamiento

c) Temporizadores: Sirven para contabilizar tiempos, son contadores que almacenan valores temporales.

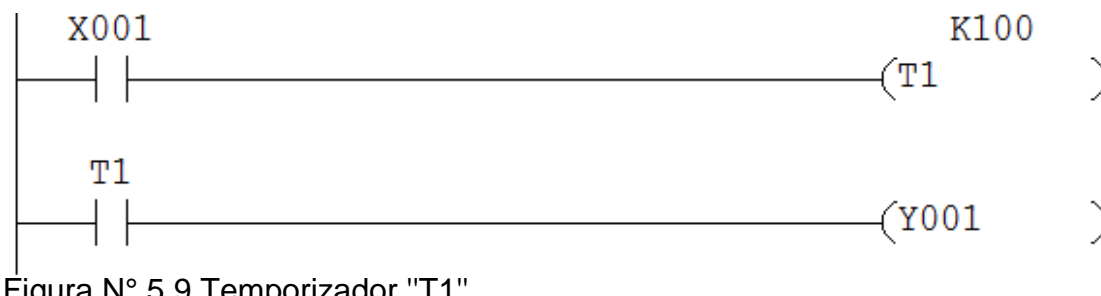


Figura N° 5.9 Temporizador "T1"

CAPÍTULO VI

PROPUESTA CIRCUITAL ELECTRONEUMÁTICA, ELECTROMECAÁNICA Y DE CONTROL DEL SISTEMA.

6.1) Componentes eléctricos

6.1.1) Relé

El relé es interruptor que dispone de uno o más contactos Cerrados (NC) y uno o más contactos abiertos (NO) . Este componente en un circuito de control se conecta directamente al PLC utilizando los bornes A1 y A2 (2-10) que corresponden a los puntos de contacto de la bobina que dispone el relé para su accionamiento.La función del relé es: activar contactores , bobina de electroválvulas ,luces.

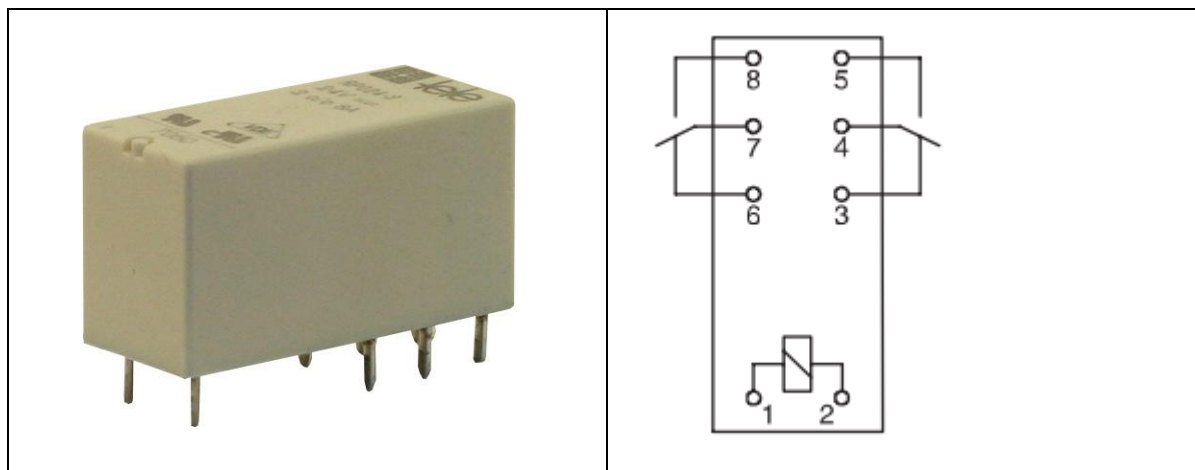


Figura N° 6.1.Relé Tele RP024-2 con sus respectivas distribución de contactos:

Datos generales:

- Tensión nominal DC: 24 V.
- Intensidad nominal: 8 A.
- Tiempo de cierre: 7 ms.
- Tiempo de apertura: 3 ms.

6.1.2) Contactor

Es un dispositivo electromecánico semejante en modo funcional a un relé .La diferencia radica en que el contactor se aplica para transmisión de potencia eléctrica alta, lo que genera un dispositivo de mayor tamaño y de contactos de mayor paso eléctrico.

Su utilización es por tanto aplicable al accionamiento eléctrico de motores o de componentes actuadores de un circuito de control con elevado niveles de corriente (2 o mas Amper).



Figura N° 6.2 Aspecto físico de un contactor.

Observaciones:

- La bobina del contactor puede ser 24 Volt- 110Volt- 220 Volt – 380 volt (Generalmente 220 V).
- El contactor se selecciona por la máxima corriente de fuerza que pasa por los contactos principales.

6.1.3) Sensor foto eléctrico

Es un dispositivo electrónico que responde al cambio en la intensidad de la luz. Requieren de un componente emisor que genera la luz, y un componente receptor que percibe la luz generada por el emisor. Están diseñados especialmente para la detección, clasificación y posicionado de objetos; la detección de formas, colores y diferencias de superficie.

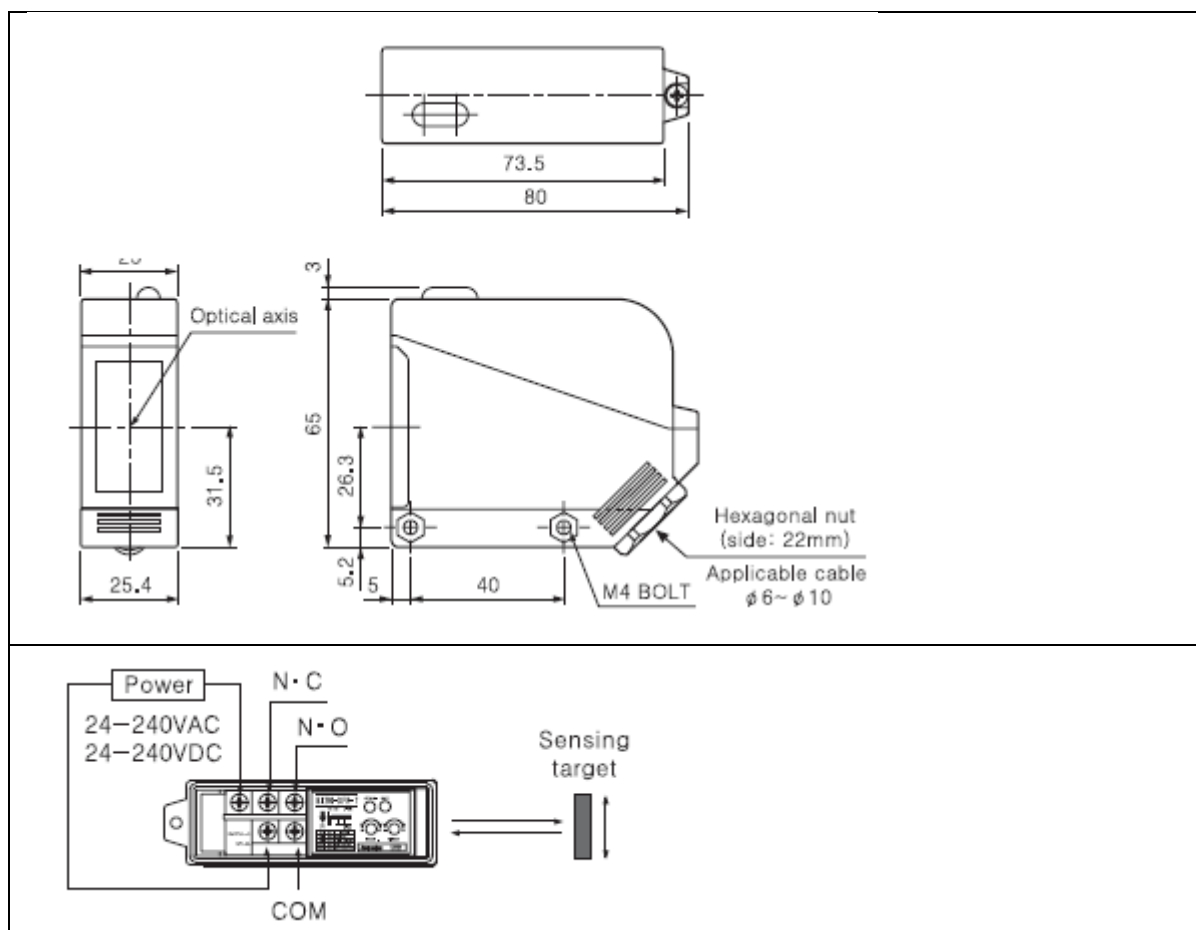


Figura N° 6.3 Sensor fotoeléctrico BX 700-DFR

Datos generales:

- Distancia de detección: 700 mm.
- Fuente de alimentación: 24-240 VAC
- Ajuste de sensibilidad: Ajustable por VR

6.1.4) Elementos de diálogo Hombre-Máquina

Son todos los dispositivos electromecánicos que están presentes en un púlpito, consola o en la puerta del gabinete presente en un circuito de control.

Estos elementos pueden ser :

- Botoneras o Pulsadores (NO, NC o con ambos)
- Switch o Interruptores rotatorios.
- Joistiks .
- Interruptores de palanca .



Figura N° 6.4 Aspecto físico de ejemplos de elementos hombre-máquina

6.1.5) Regleta de conexiones

Es un dispositivo eléctrico usado para conectar varios dispositivos eléctricos.



Figura N° 6.5 Regleta de conexiones

6.2) Componentes neumáticos

6.2.1) FRL (filtro regulador lubricador).

Constituyen unidades indispensables para el correcto funcionamiento de los sistemas neumáticos y para prolongarla vida útil de los componentes. Se instalan en la línea de alimentación de un circuito, suministrando aire libre de humedad e impurezas, lubricado y regulado a la presión requerida, es decir en las óptimas condiciones de utilización.

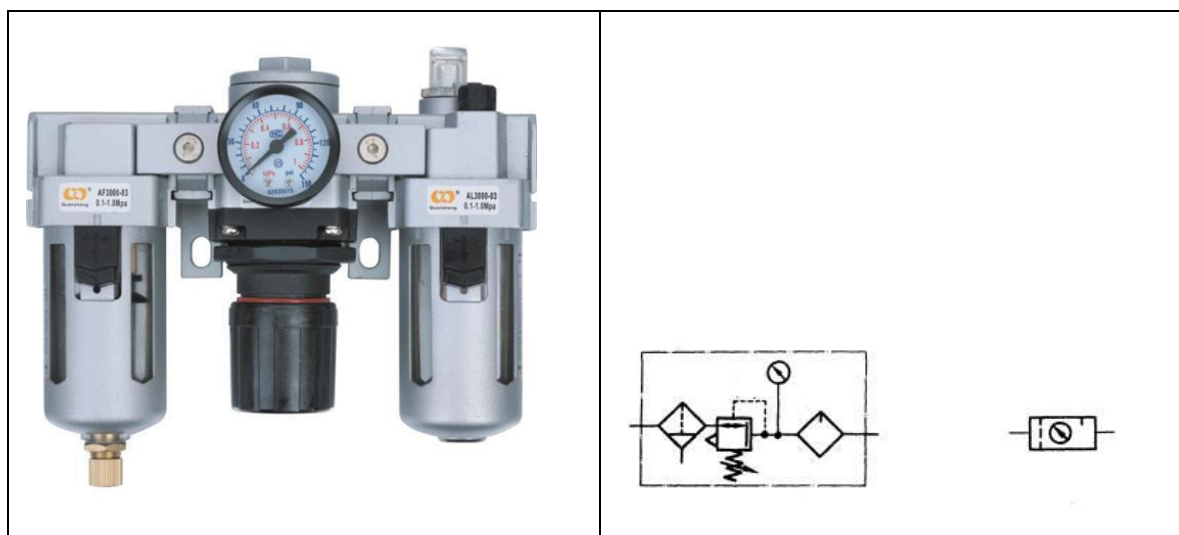


Figura N° 6.6. Aspecto físico de un FRL y su simbología.

Datos generales:

- Tamaño del componente: 1/8" 1/4" 3/8" 1/2" 1" (se define por \varnothing de conexión)
- Grado de filtración: 40 μ m a 5 μ m
- Rango de presión: 0.15-0.9 MPa (20-130 Psi) (1.5 -9 bar)
- Drenado manual
- Capacidad de drenado: 10 CC a 230 CC
- Capacidad de aceite: 25 CC a 380 CC
- Recomendación de lubricante: ISO VG 15-32

6.2.2) Electroválvulas neumáticas 5/2

La función de las válvulas es permitir, orientar o detener un flujo de aire .Por distribuir el aire hacia los elementos de trabajo son conocidas también como válvula distribuidora.

Las válvulas 5/2 poseen cinco orificios de conexión y dos posiciones de mando. Poseen dos escapes correspondiendo uno a cada utilización. Esto brinda la posibilidad, entre otras cosas, de controlar la velocidad de avance y retroceso de un cilindro en forma independiente.

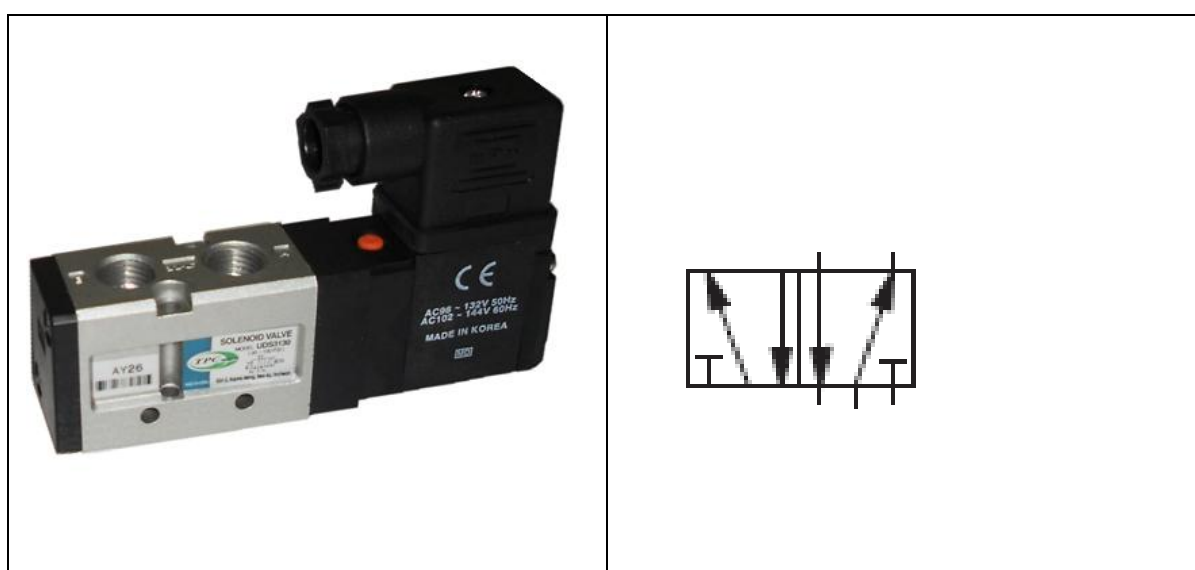


Figura N°6.7 Electroválvula neumáticas 5/2 y su simbología

Datos generales:

- Tamaño del componente: 1/8" 1/4" 3/8" 1/2" 1" (se define por \varnothing de conexión)
- Recomendación de lubricante: ISO VG 15-32

6.2.3) Cilindros neumáticos con núcleo magnético

Son cilindros a los cuales se le conectan sensores de accionamiento magnético en los laterales del cilindro o en una ranura integrada en el cuerpo del cilindro. Los sensores pueden detectar el campo magnético del imán interior colocado en el pistón a través de la pared de aluminio del cilindro neumático.



Figura N°6.8 Cilindro neumáticos con núcleo magnético y su simbología.

Datos generales:

- Fluido: Aire comprimido filtrado con o sin lubricación
- Presión de trabajo: 0.05-0.1 MPa (0,5-10 bar) (7,3-145 psi)
- Temperatura del fluido: Máx. 80 °C (176 °F)

6.2.4) Sensores de presión

Los sensores de presión o transductores de presión son elementos que transforman la magnitud física de presión o fuerza por unidad de superficie en otra magnitud eléctrica. Los rangos de medida son muy amplios, desde unas milésimas de bar hasta los miles de bar.



Figura N° 6.9 Sensores de presión

Datos generales :

- Rangos de presión: Hasta 200 MPa (2.000 bar)
- Señales de salida: 4-20 mA, 0-10 V
- Alimentación: 24 Vdc

6.2.5) Fitting.

Fitting, es un conector que se utiliza en la entrada y salida de compresores y válvulas.



Figura N°6.10 Fitting

6.2.6) Compresor

Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como lo son los gases y los vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir.



Figura N°6.11 Compresor

Datos generales:

- Presión de Trabajo: 0.1 MPa (10 bar)
- Capacidad de Estanque: 100 lts.
- Potencia: 10 HP.
- Proceso: Aire comprimido

6.2.7) Manifold

Es un distribuidor de aire, en simples palabras es un dispositivo de una entradas y varias salidas.



Figura N° 6.12 Manifold

6.2.8) Tubing

Son mangueras conectoras, por ejemplo: se utilizan para conectar la salida de un Manifold con la entrada de una válvula.



Figura N° 6.13 Tubing

6.3) Bloque de pesaje

Para poder llevar a cabo el sistema de pesaje, es indispensable la plataforma de pesaje, además de un indicador en el cual se digita la cantidad en kg de fruta que uno requiere.

En la empresa solo disponen de romanas de pesaje antiguas, las cuales no poseen interfaz de salidas y entradas, las cuales son necesarias para conectarlas al PLC. Por lo cual se vio en la necesidad de cotizar dicha plataforma e indicador de pesaje, por ello se visito "BodenorFlexcenter" específicamente la empresa PRECISION, ubicado en calle Marcopolo 9038, Hualpén, Concepción, donde dieron presupuesto de una plataforma de pesaje modelo PBA y un Indicador de Peso Modelo IND331 marca METTLER TOLEDO.

6.3.1)Plataforma de pesaje modelo PBA



Figura N° 14 Plataforma de pesaje modelo PBA

Notas de seguridad

- Antes de trabajar con la plataforma de pesada leer estas instrucciones y guardarlas para su uso en lo sucesivo.
- Tener cuidado al transportar o levantar aparatos pesados.

- Antes de proceder a trabajos de limpieza, instalación y mantenimiento, desconectar la alimentación de tensión del terminal de pesada.

Elección del lugar de instalación

- El suelo debe resistir con seguridad en los puntos de apoyo al peso de la plataforma de pesada cargada al máximo. Al mismo tiempo se debe tener la estabilidad suficiente para que durante los trabajos de pesada no haya vibraciones. Teniendo también esto en cuenta al integrar la plataforma de pesada en sistemas de transporte.

Condiciones ambientales

Observar las siguientes condiciones del medio ambiente:

- Ninguna radiación solar directa
- Ninguna corriente de aire fuerte
- Ninguna oscilación excesiva de la temperatura
- Margen de temperatura: -10 °C hasta $+40\text{ °C}$

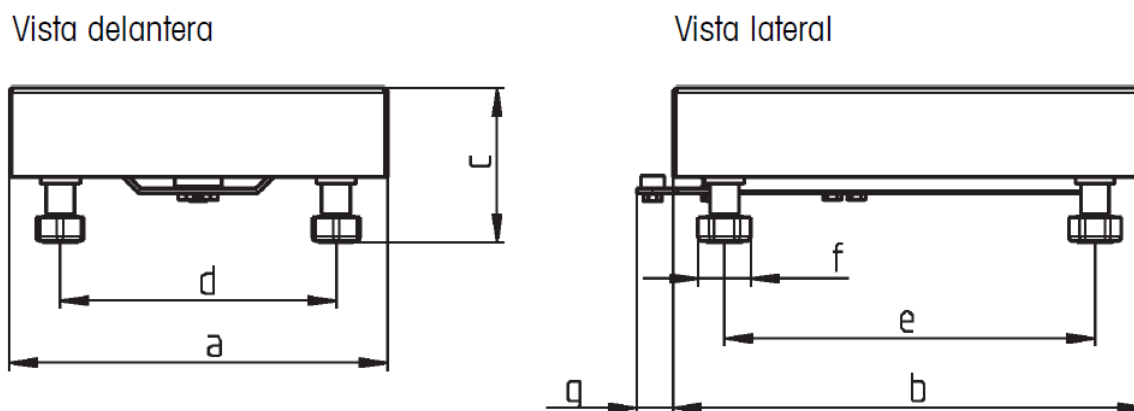


Figura N°6.15 . Vista frontal y lateral de plataforma

Tabla N° 6.1 Dimensiones de plataforma (en mm)

Tamaño de la plataforma	a	b	c	d	e	f	G
300 x 400 mm	300	400	97	235	335	30/34	15

6.3.2) Indicador de Peso Modelo IND331

IND331 ofrece una solución compacta pero flexible para una variedad de necesidades de pesaje. Configuradas en una serie de diferentes tipos de gabinetes, estas terminales se usan en el hogar y prácticamente en cualquier ambiente industrial. Están optimizadas para integrarse fácilmente en sistemas de pesaje existentes, y su construcción modular facilita su mantenimiento.

Características estándar

- Diseño modular, diversos métodos de montaje.
- Compatible con una plataforma de celda de carga analógica
- Posibilidad de colocar la pantalla de montaje en panel de la IND331 en forma remota al módulo de la terminal DIN.
- Pantallas de LED orgánicas (OLED) para capacidad de lectura precisa en
- todas las condiciones de iluminación.
- Un puerto serial para comunicación asincrónica bidireccional y salida para impresiones.
- Energizada con 85–264 VCA o 24 VCD
- Compatible con las siguientes tarjetas opcionales:
 - Interface COM2 y E/S discontinuas (incluye protocolo Modbus RTU).
 - Opción de un interfaz del PLC:
- Acceso con teclas del panel frontal a funciones de pesaje básicas: cero, tara, borrar e imprimir.
- Cálculo de velocidad usado para fuente de comparador o comunicado a un PLC.

- Comparadores: puntos de ajuste de coincidencia simple para comparar el peso o velocidad con valores o rangos objetivo absolutos.
- Unidad de medida para seleccionar incluyendo gramos, kilogramos, libras y toneladas.



Figura N° 6.16 Distribución del panel frontal IND331

CAPÍTULO VII

DESARROLLO DEL PROGRAMA DE AUTOMATIZACIÓN

7.1) Encendido del programa.

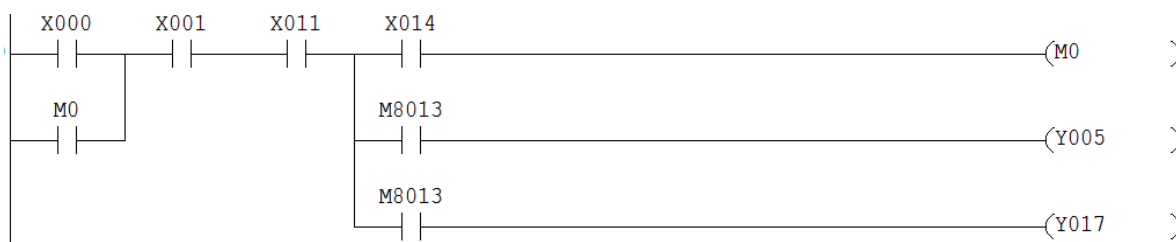


Figura N° 7.1 Ladder 1era línea.

El ladder del sistema de pesaje comienza con:

- El accionamiento de la botonera START (X0); que en este caso es la que da inicio al programa.
- Botonera de Stop (X1) y una botonera de parada de emergencia (X14)
- Al dar inicio al programa se enciende una luz verde parpadeante (M8013) seguido de una chicharra también parpadeante (M8013) que indica el sistema de pesaje esta operativo.

7.2) Proceso de envasado

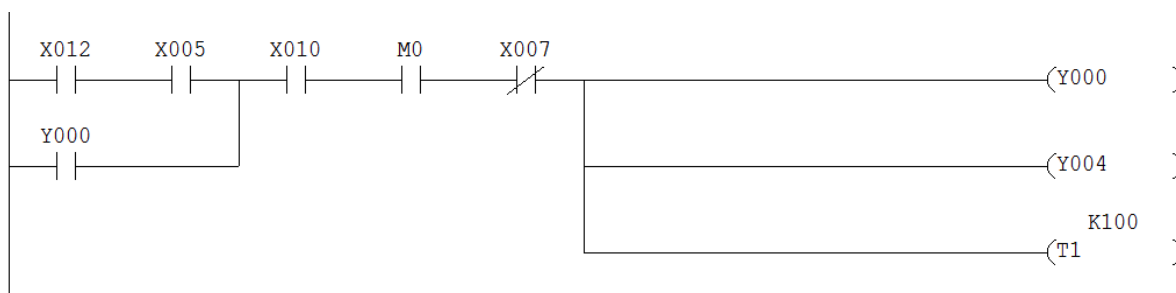


Figura N° 7.2 Ladder 2da línea.

Una vez encendido el equipo:

- Se procede a poner una caja sobre la balanza, con lo cual se activa el sensor fotoeléctrico (X12) que indica si la caja está ubicada o no.
- El cilindro1 cierra su vástago (Sensor X5) bajando la tolva que mantenía cerrado el paso de fruta.
- Encendido del motor de la cinta transportadora de fruta (Y4).

Por motivos de distancia geográfica a la empresa, durante la simulación del proceso se reemplazó el motor de la cinta por un motor en banco de prueba, el cual cumple las mismas funciones de encendido y apagado necesarias para poder programar el sistema.

7.3) Terminio del proceso

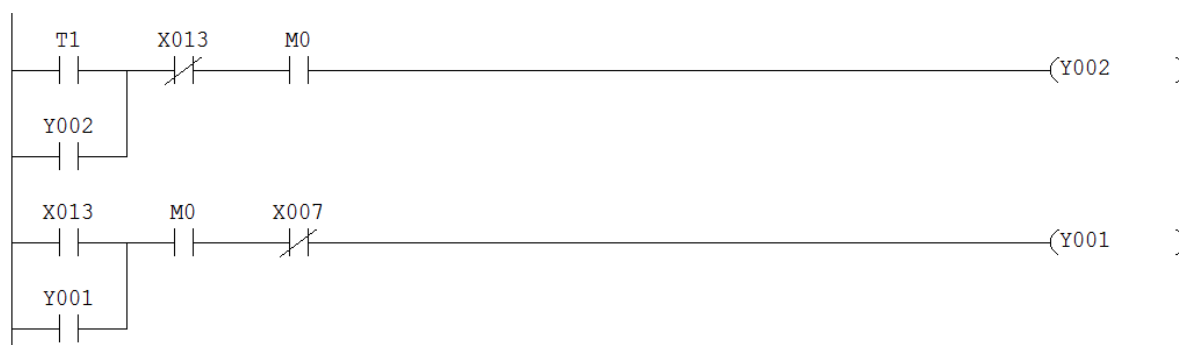


Figura N° 7.3 Ladder 3da parte

Al no poseer la balanza ni el Indicador de Peso, en el sistema Ladder se utilizó un temporizador, sustituyendo dichos elementos.

- Una vez que el motor de la cinta transportadora esté funcionando, pasa un lapso de tiempo de 10 seg. (T1) el cual simula la cantidad de peso deseada.
- Alcanzado el pesaje deseado, se detiene el motor de la cinta (taladro)
- El cilindro1 abre su vástago cerrando el paso de fruta
- El cilindro2 abre su vástago expulsando la caja de la pesa, dando paso a la realización de un nuevo envasado.

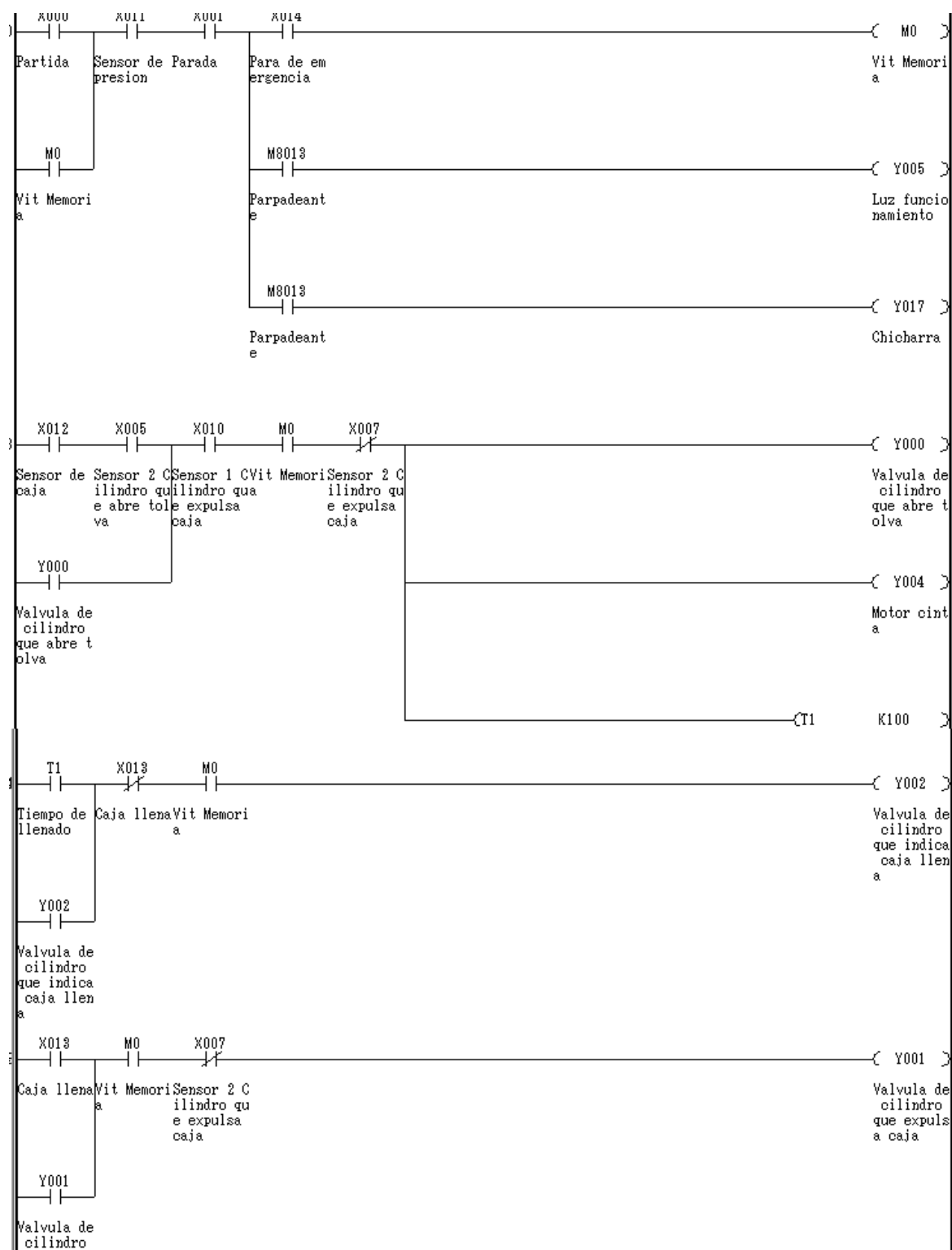


Figura N° 7.4 Ladder finalizado.

CAPITULO VIII

CALCULO DE FUERZAS EN CILINDROS

8.1) Cilindro neumático elevador de tolva.

Presión del sistema: 0.5 MPa (5 kg/cm²)

Se usará un cilindro neumático con las siguientes características:

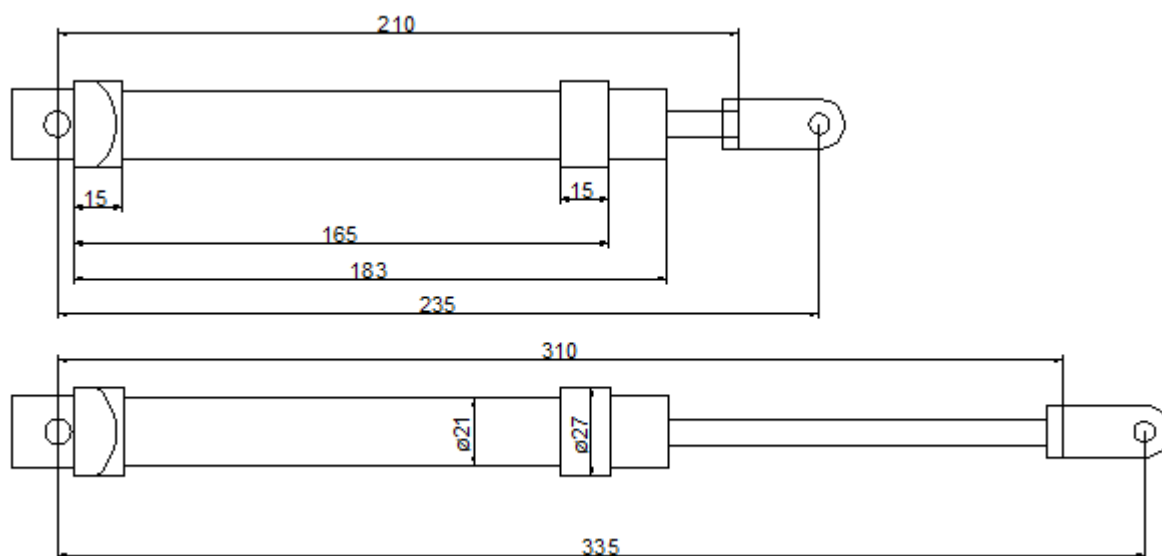


Figura N° 8.1 Cilindro Neumático elevador

$$F = P \cdot A$$

$$F = 5 \text{ (kg/cm}^2\text{)} \cdot \pi \cdot 2^2/4 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$F = 15.7 \text{ kg}$$

Peso de tolva a elevar: peso de arándano sobre tolva + peso de tolva

$$P = 3 \text{ kg} + 4 \text{ kg}$$

$$P = 7 \text{ kg}$$

Con lo que se concluye que el cilindro neumático elegido es capaz de levantar la tolva.

8.2) Cilindro neumático expulsa caja

Presión del sistema: 0,5 MPa (5 kg/cm²)

Se usará un cilindro neumático con las siguientes características:

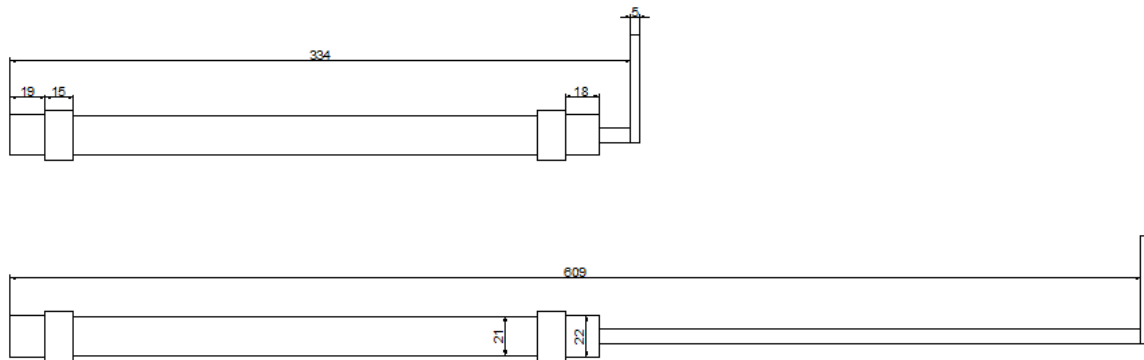


Figura N° 8.2 Cilindro neumático expulsa caja.

$$F = P \cdot A$$

$$F = 5 \text{ (kg/cm}^2\text{)} \cdot \pi \cdot 2^2/4\text{(cm}^2\text{)}$$

$$F = 15.7 \text{ kg}$$

Peso de caja a expulsar: 5 kg

Por lo cual el cilindro neumático elegido cumple con las exigencias requeridas.

CAPÍTULO IX**ESTUDIO ECONÓMICO.****9.1) Cotización de componentes**

Producto	Cantidad	Precio
PLC Mitsubishi MELSEC FX 2N-32 MR	1	\$310.000
Electroválvulas neumáticas 5/2	2	\$74.000
Cilindros neumáticos con núcleo magnético	2	\$126.000
Rele Tele RP024-2	5	\$45.000
Contactador Mitsubishi S-N Series	5	\$100.000
Sensor foto eléctrico	1	\$ 47.000
Regleta de conexiones	1	\$2.000
FRL	1	\$ 23.000
Sensor de presión	1	\$10.000
Fitting	6	\$18.000
Tubing	6 m	\$10.000
Fuente de Poder 24VDC	UI	\$52.000
Cables de contacto AWG 18	300 m	\$75.000
Botonera	3	\$4.500
Luces Led	1	\$1.000
Indicador de Peso Modelo IND331	1	\$523.000
Plataforma de pesaje modelo PBA	1	\$95.000
Total		\$ 1.515.500.

En la actualidad el sueldo mínimo en Chile es de \$210.000 mensuales. Durante el antiguo proceso de envasado trabajan 4 personas, haciendo la suma de \$840.000 mensuales. Tomando en cuenta que la temporada del arándano en Chile es de Octubre a Enero, sería una suma total de \$ 3.360.000.

El costo de inversión del nuevo proceso de envasado es de \$.1.515.500 aprox. Durante el nuevo proceso solo contará con un operario, el cual tendrá que estar vigilando el proceso, el sueldo del operario es de \$210.000 mensuales y durante la temporada \$840.000. Sumando el costo de inversión con el costo del operario nos da \$2.355.500.

Mes	Costo Antiguo proceso	Costo Sistema automatizado
Octubre	\$ 840.000	\$1.725.500
Noviembre	\$1.680.000	\$1.935.500
Diciembre	\$2.520.000	\$2.145.500
Enero	\$ 3.360.000	\$2.355.500.

En conclusión la empresa al 3er mes de implementado el sistema de pesaje automatizado, ya empezaría a ver ganancias. Con un ahorro durante la 1era temporada de \$1.004.500 aprox.

CONCLUSIÓN

La futura implementación de este proyecto ayudará de gran manera a la empresa, debido a que con la automatización del sistema de pesaje el proceso se aplicará de forma exacta, sin pérdida de fruta, reduciendo la cantidad de obreros lo que conlleva a una reducción monetaria para la empresa, además de un proceso más limpio y rápido.

Mediante la utilización de un PLC se pueden controlar las variables que interactúan en el proceso de pesaje, permitiendo el cambio de parámetros, siendo un sistema flexible a los requerimientos del usuario y dependiendo solo a la acción de un botón para comenzar el proceso.

Una de las conclusiones referidas a la metodología de trabajo que se presenta al enfrentar un problema y de la resolución de la automatización de un sistema mecánico radica fundamentalmente en el orden de la ejecución de cómo abordar el tema, esto implica determinar lo que se requiere y como se desea que se desarrolle. En la práctica, los sistemas automatizados tal como se presenta en el ámbito industrial son posibles de abordar por personal no necesariamente electrónico, pues el programador necesita conocer en forma precisa la secuencia o proceso a automatizar, las modificaciones que quiere introducir, los procedimientos de programación y como incorporar nuevas modificaciones al programa.

En síntesis, se debe incorporar esta tecnología en el plan de estudio ya que es un tema que abarca un amplio campo de soluciones industriales y que se estima de vigencia prolongada. Si no se modernizan los conocimientos, no se puede competir por un puesto de trabajo o aspirar a un eficiente ejercicio profesional en forma independiente.

Como conclusión general la empresa al 3er mes de implementado el sistema de pesaje automatizado, ya empezaría a ver ganancias. Con un ahorro durante la 1era temporada de \$1.004.500 aprox.

BIBLIOGRAFÍA

-Técnicas del aire comprimido.

Manual de atlas Copco.

-Neumática aplicada

H. Cornejo –J. Gática –V. Pita.

-Manual de sistemas neumáticos Master Micro.

Empresas Micro.

-Apunte: Introducción a la tecnología de los autómatas programables P.L.C.

J. Huenul Muñoz

-Programación de Autómatas Serie FX

Mitsubishi Electric

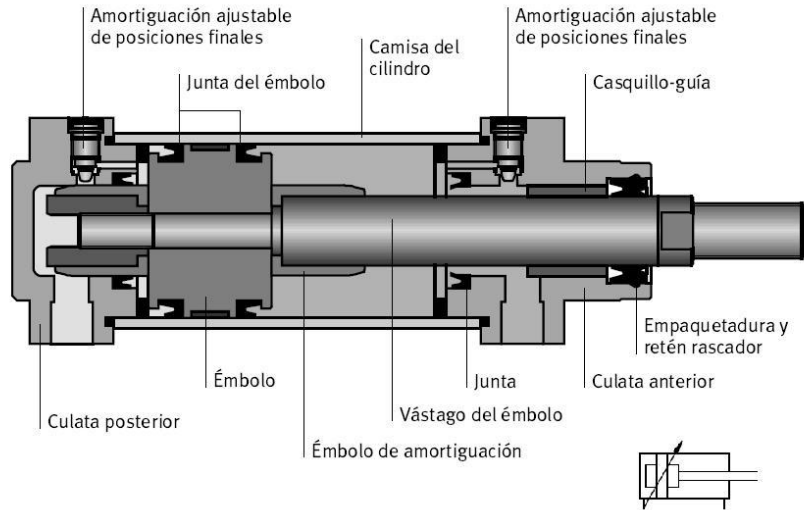
-Sitios Web:

- <http://cl.mt.com/lac/es/home.html>
- <http://industrial-automatica.blogspot.com>
- <http://sitioniche.nichese.com>
- <http://guindo.pntic.mec.es/~crangil/neumatica.htm>
- <http://patentados.com/invento/regleta-de-conexion-electrica.1.html>
- <http://products.autoniconline.com/viewitems/photoelectric-sensors/ors-terminal-type-photoelectric-sensors-bx-series->
- http://www.consys.ru/sites/default/files/documents/MS-N_Series_Brochure_2004.pdf

ANEXOS

componente : **Cilindros Neumáticos**

Doble efecto



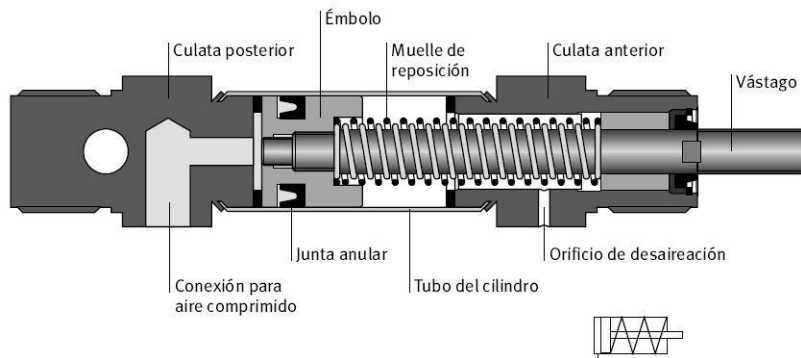
Datos generales

Longitud de carrera (stroke)

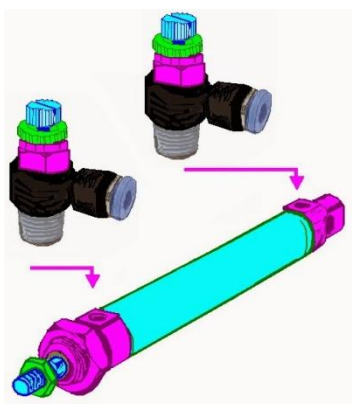
- Diámetro de vástago
- Diámetro de embolo
- Embolo con anillo magnético
- Kit de sellos

Notas

Cilindro simple efecto



Componente : **Reguladoras de caudal**

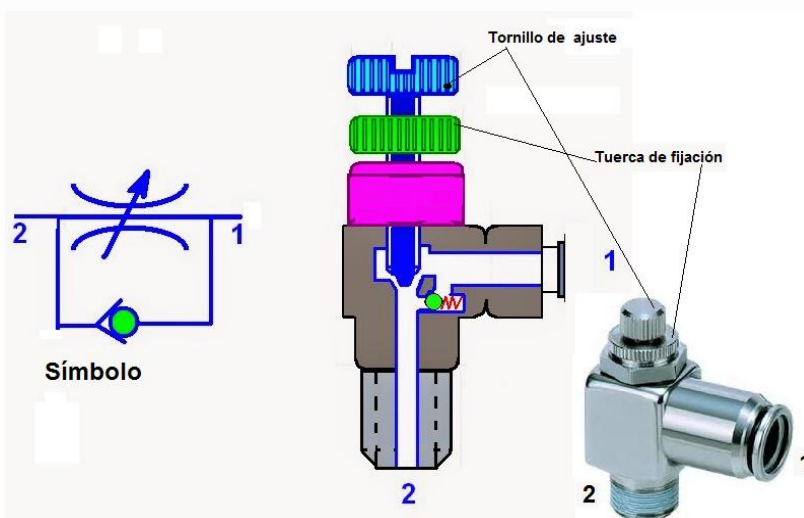


Control de velocidad del vástago de un cilindro neumático

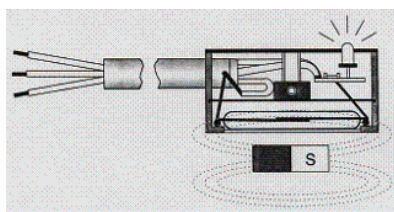
Para controlar la velocidad del movimiento del vástago de un cilindro neumático se utilizan las válvulas reguladoras de caudal unidireccionales.

Estas se colocan en los orificios de entrada y salida del cilindro.

Las válvulas reguladoras de caudal unidireccionales solo permiten la regulación de la velocidad en un solo sentido.



Componente : **Sensores magnéticos en cilindros**



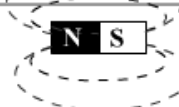
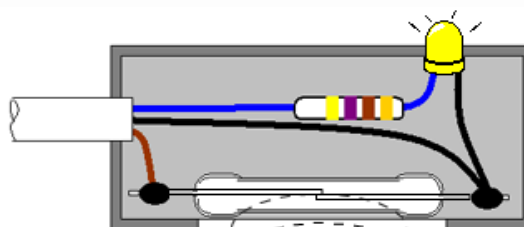
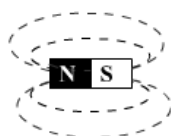
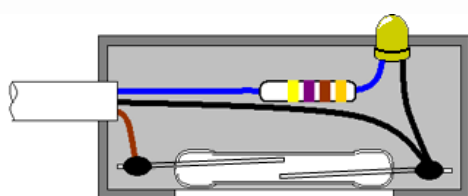
Los detectores magnéticos más utilizados son los denominados REED.

Detectores a contacto REED

(El término REED significa en inglés lengüeta o lámina)

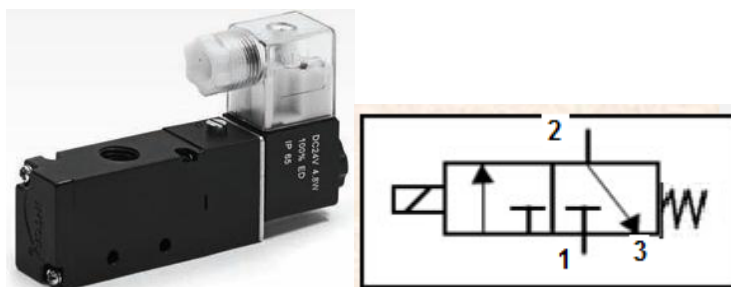
Consiste en unas láminas metálicas (Fe-Ni) suspendidas en el interior de una ampolla hermética de vidrio.

Cuando un campo magnético incide sobre las láminas, éstas son magnetizadas y se unen cerrando un circuito eléctrico.

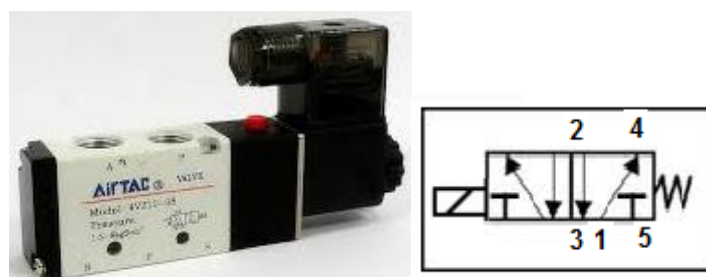


Componente : **Tipos de electroválvulas**

3/2



5/2monestable



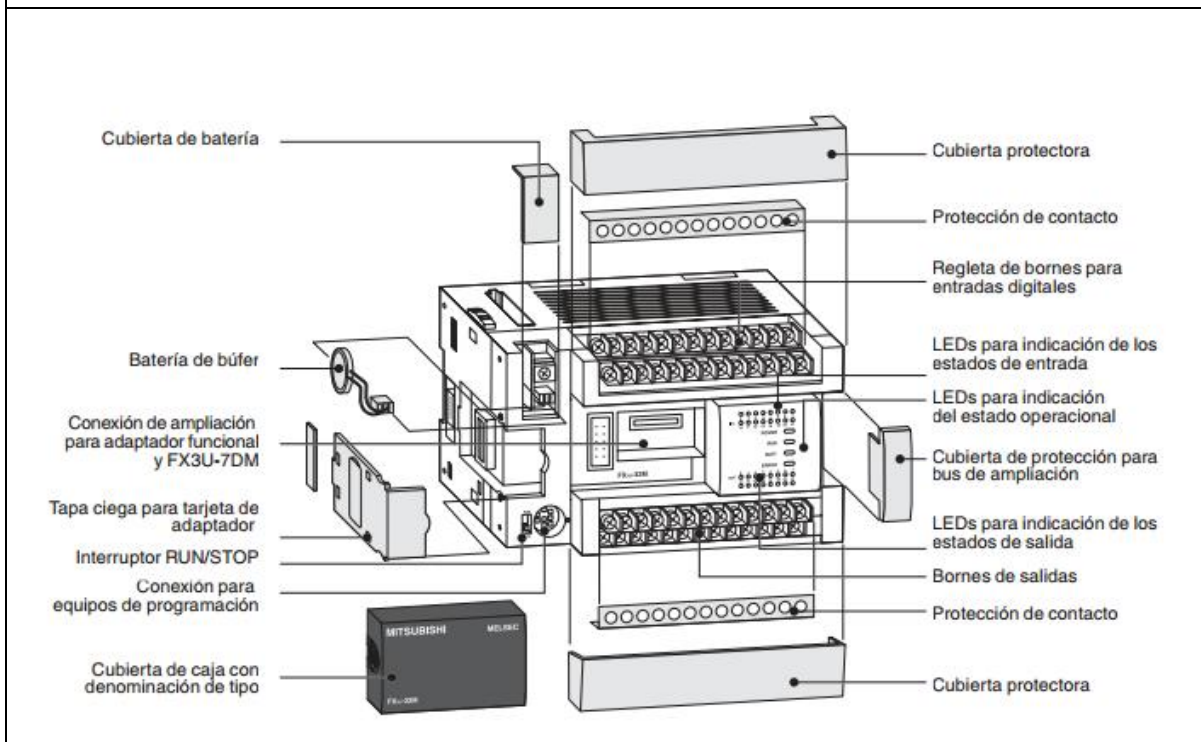
5 / 2 biestable



5 / 3



Componente : **PLC Mitsubishi MELSEC FX2N-32MR**



Controlador lógico programable Mitsubishi PLC MELSEC-F FX2N 32MR incorpora la fuente de alimentación, la CPU y E / S en una sola unidad compacta. Incorpora una variedad de aplicaciones de opciones de E / S, analógico, posicionamiento expansión de la red abierta de alimentación Características integradas incluyen contadores de alta velocidad y salidas de posicionamiento. Posee 16 entradas digitales y 16 salidas digitales