



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA
INSERTADORA DE LINERS PARA AUTOMATIZAR EL
PROCESO DE ENLAINADO EN LA PRODUCCIÓN DE TAPAS DE
28, 38 Y 48 MILÍMETROS DE DIÁMETRO EN LA EMPRESA
VALDISPLAST CIA. LTDA.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

AUTORES:

MILLIER FRANCISCO SUÁREZ QUIIJE

CARLOS RAFAEL GUFFANTTE SALAZAR

Riobamba – Ecuador

2022



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA
INSERTADORA DE LINERS PARA AUTOMATIZAR EL
PROCESO DE ENLAINADO EN LA PRODUCCIÓN DE TAPAS DE
28, 38 Y 48 MILÍMETROS DE DIÁMETRO EN LA EMPRESA
VALDISPLAST CIA. LTDA.**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

**AUTORES: MILLIER FRANCISCO SUÁREZ QUIJIJE
CARLOS RAFAEL GUFFANTTE SALAZAR**

DIRECTOR: ING. MARCO ANTONIO VITERI BARRERA

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Carlos Rafael Guffante Salazar, Millier Francisco Suárez Quijje

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, Carlos Rafael Guffantte Salazar y Millier Francisco Suárez Quijije, declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 16 de noviembre de 2022

Carlos Rafael Guffantte Salazar
0604952085

Millier Francisco Suárez Quijije
0603959305

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto Técnico, **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA INSERTADORA DE LINERS PARA AUTOMATIZAR EL PROCESO DE ENLAINADO EN LA PRODUCCIÓN DE TAPAS DE 28, 38 Y 48 MILÍMETROS DE DIÁMETRO EN LA EMPRESA VALDISPLAST CIA. LTDA.**, realizado por los señores: **Carlos Rafael Guffante Salazar y Millier Francisco Suárez Quijije**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Jorge Luis Paucar Samaniego PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	_____	22-11-16
Ing. Marco Antonio Viteri Barrera DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN	_____	22-11-16
Ing. Andrés Fernando Morocho Caiza ASESOR DEL TRIBUNAL	_____	22-11-16

DEDICATORIA

A mis dos estrellas en el cielo que me acompañaron en este camino y cuyos cálidos abrazos eran suficientes para llenarme de un vaivén de emociones, J&A.

Millier.

A mi familia que me cuida y a mis amigos que me acompañan.

Carlos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco al personal de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo que nos ha aportado en el desarrollo de este trabajo.

Carlos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XVIII
RESUMEN.....	XIX
SUMMARY	XX
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Planteamiento del Problema	3
1.3 Justificación	4
1.3.1 Justificación Teórica.....	4
1.3.2 Justificación Aplicativa.....	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo General.....	5
1.4.2 Objetivos Específicos.....	5
CAPÍTULO II	
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes de Investigación.....	6
2.2 Valdisplast Cía. Ltda.....	7

2.2.1	<i>Datos Generales</i>	7
2.2.2	<i>Distribución y Producción de Tapas</i>	8
2.2.3	<i>Espacio Físico</i>	8
2.3	Tapas	9
2.4	Moldeo por inyección para la fabricación de tapas	10
2.5	Liner o sellos de seguridad	10
2.5.1	<i>Liner espumado</i>	10
2.5.2	<i>Liner de inducción</i>	11
2.5.3	<i>Liner con válvula de ventilación</i>	11
2.6	Proceso de Inserción Manual de Liners	12
2.7	Instrumentación Industrial	12
2.7.1	<i>Controlador Lógico Programable</i>	13
2.7.2	<i>Sensores Industriales</i>	14
2.7.2.1	Sensores Ópticos	14
2.7.2.2	Sensores de Final de Carrera.....	16
2.7.2.3	Sensores Capacitivos.....	18
2.7.3	<i>Actuadores Neumáticos</i>	19
2.7.3.1	Cilindros.....	19
2.7.3.2	Actuadores Giratorios	21
2.7.4	<i>Motores Eléctricos</i>	22
2.7.4.1	Motor AC	22
2.7.4.2	Motor DC	23
2.8	Software	24
2.8.1	<i>Programación de PLC's</i>	24
2.8.1.1	Lista de Instrucciones (IL)	24
2.8.1.2	Texto Estructurado (ST).....	24
2.8.1.3	Diagrama de Escalera (LD).....	24
2.8.1.4	Diagrama de Bloques Funcionales (FBD).....	25
2.8.1.5	Diagrama de Funciones Secuenciales (SFC).....	25
2.8.2	<i>Automatismo Secuencial</i>	25
2.8.3	<i>HMI</i>	25
2.9	Aire Comprimido en la Industria	26

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO.....	27
3.1	Requerimientos del Sistema	27
3.2	Concepción general de la máquina	28
3.3	Descripción de las etapas del proceso	30
3.3.1	<i>Transporte de tapas</i>	30
3.3.2	<i>Colocación de liner</i>.....	31
3.3.3	<i>Inserción de Liner</i>	31
3.3.4	<i>Control de Calidad</i>.....	31
3.3.5	<i>Procesamiento</i>	31
3.3.6	<i>Visualización</i>	32
3.4	Selección de Componentes.....	32
3.4.1	<i>Banda Transportadora</i>.....	32
3.4.2	<i>Actuadores Neumáticos</i>.....	33
3.4.2.1	Cilindro de entrada.....	33
3.4.2.2	Cilindro lineal para la toma del liner.....	35
3.4.2.3	Actuador giratorio	37
3.4.2.4	Cilindro para Pisadores	39
3.4.2.5	Cilindro de parada de tapas	41
3.4.2.6	Cilindro de control de calidad	42
3.4.3	<i>Sistema de Vacío</i>.....	42
3.4.3.1	Ventosa.....	42
3.4.3.2	Eyector	43
3.4.3.3	Regulador de Presión	45
3.4.4	<i>Válvulas de Control Direccional</i>.....	46
3.4.5	<i>Filtro Regulador</i>	48
3.4.6	<i>Sensores</i>	49
3.4.7	<i>Actuadores Eléctricos</i>.....	52
3.4.7.1	Motorreductor para Banda Transportadora	52
3.4.7.2	Motorreductor para Pisador.....	53
3.4.8	<i>Controlador Lógico Programable</i>.....	54
3.4.9	<i>HMI</i>.....	56

3.5	Diseño de la Máquina.....	57
3.5.1	<i>Diseño del Sistema de Transporte de Tapas.....</i>	58
3.5.2	<i>Diseño del Sistema Colocador de Liner.....</i>	60
3.5.3	<i>Diseño del Sistema Insertador de Liner</i>	61
3.5.4	<i>Diseño del Sistema de Control de Calidad.....</i>	61
3.5.5	<i>Diseño del Tablero Eléctrico.....</i>	62
3.6	Implementación de la Máquina	67
3.7	Instalación del Tablero Eléctrico	70
3.8	Herramientas de Software.....	72
3.8.1	<i>EcoStruxure Machine Expert-Basic.....</i>	72
3.8.2	<i>Kinco DTools</i>	73
3.9	Programación de PLC	73
3.9.1	<i>Programación de la sección de Colocación de Liner.....</i>	73
3.9.2	<i>Programación de la sección de Inserción de Liner.....</i>	75
3.9.3	<i>Programación de la sección de Control de Calidad.....</i>	77
3.10	Diseño de HMI.....	78
3.10.1	<i>Panel Principal.....</i>	78
3.10.2	<i>Panel de Producción</i>	79
3.10.3	<i>Panel de Calibración.....</i>	80

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	83
4.1	Pruebas de funcionamiento	83
4.1.1	<i>Población Objetivo</i>	83
4.1.2	<i>Tamaño de la muestra.....</i>	85
4.1.3	<i>Pruebas en Tapas de 28mm</i>	86
4.1.4	<i>Pruebas en Tapas de 38mm</i>	88
4.1.5	<i>Pruebas en Tapas de 48mm</i>	89
4.1.6	<i>Análisis de Rendimiento.....</i>	90
4.2	Evaluación Financiera	92

CAPÍTULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
5.1	CONCLUSIONES.....	95
5.2	RECOMENDACIONES.....	96

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-3:	Stock actual de tapas enlainadas que se maneja en la empresa	28
Tabla 2-3:	Características de la banda transportadora	33
Tabla 3-3:	Características del cilindro de entrada.....	34
Tabla 4-3:	Características del actuador lineal para la toma de liner	36
Tabla 5-3:	Factores para la elección de actuador giratorio	38
Tabla 6-3:	Especificaciones del actuador giratorio.....	39
Tabla 7-3:	Características del actuador lineal para la toma de liner	40
Tabla 8-3 :	Especificaciones del cilindro de parada de tapas.....	41
Tabla 9-3:	Especificaciones de ventosa	43
Tabla 10-3:	Rango de succión requerido en función del diámetro de la ventosa.....	44
Tabla 11-3:	Especificaciones del eyector de vacío	44
Tabla 12-3:	Especificaciones del regulador de presión.....	46
Tabla 13-3 :	Características de las válvulas de control direccional	47
Tabla 14-3 :	Características del Filtro Regulador de aire	48
Tabla 15-3 :	Características del Sensor de Fibra Óptica	50
Tabla 16-3 :	Características de las unidades de Fibra Óptica	51
Tabla 17-3 :	Características del Sensor Capacitivo.....	51
Tabla 18-3:	Características del motor asíncrono.....	53
Tabla 19-3:	Características del motorreductor DC	54
Tabla 20-3:	Características del Controlador Lógico Programable TM221CE16R.....	56
Tabla 21-3 :	Características del HMI.....	57
Tabla 1-4:	Stock mínimo requerido que debe cubrir la máquina.....	84
Tabla 2-4:	Población de tapas por diámetro.....	84
Tabla 3-4:	Tiempos de producción para cada tapa en prueba piloto.....	85
Tabla 4-4:	Parámetros estadísticos para establecer muestras.....	86
Tabla 5-4:	Tiempos de enlainado para tapas de 28mm 1816.....	86
Tabla 6-4:	Tiempos de enlainado para tapas de 28mm Flip-Top.....	87
Tabla 7-4:	Tiempos de enlainado para tapas de 38mm.....	88
Tabla 8-4:	Tiempos de enlainado para tapas de 48mm.....	89
Tabla 9-4:	Resumen de calidad en el enlainado de tapas.....	90
Tabla 10-4:	Detalle de tiempos en las pruebas de enlainado de tapas.	91
Tabla 11-4:	Proyección de tiempos en el enlainado de tapas para la demanda diaria.	91
Tabla 12-4:	Detalle de la Inversión.....	92
Tabla 13-4:	Precio de venta de fundas para cada tipo de tapa	93

Tabla 14-4: Unidades a producir para recuperar la inversión	93
Tabla 15-4: Comparativa del trabajo con máquinas comerciales.	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2:	Espacio físico disponible para la instalación de la máquina enlainadora	9
Figura 2-2:	Tapa de cierre (izquierda) y Flip-Top (derecha)	10
Figura 3-2:	Liner espumado.....	11
Figura 4-2:	Liner de inducción	11
Figura 5-2:	Liners con ventilación.....	12
Figura 6-2:	Controladores lógicos programables.....	14
Figura 7-2:	Sensor óptico en transmisión directa	15
Figura 8-2:	Sensor óptico en configuración reflexiva.....	15
Figura 9-2:	Sensor óptico en configuración difusa	15
Figura 10-2:	Cables de fibra óptica para las distintas configuraciones.....	16
Figura 11-2:	Sensor mecánico de final de carrera	16
Figura 12-2:	Sensor magnético de final de carrera	17
Figura 13-2:	Detector de proximidad neumático	17
Figura 14-2:	Sensor electrónico.....	18
Figura 15-2:	Aplicación de un sensor capacitivo.....	18
Figura 16-2:	Composición básica de un sensor capacitivo	19
Figura 17-2:	Cilindro neumático de simple efecto normalmente dentro	20
Figura 18-2:	Cilindro neumático de doble efecto	21
Figura 19-2:	Actuador giratorio piñón-cremallera.....	22
Figura 20-2:	Motor de corriente alterna.....	23
Figura 21-2:	Motor de corriente continua.....	24
Figura 1-3:	Tapas utilizadas en la empresa Valdisplast Cia. Ltda.	27
Figura 2-3:	Principales componentes a aplicar para cada etapa de la máquina	29
Figura 3-3:	Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema.....	30
Figura 4-3:	Banda transportadora de PVC.....	33
Figura 5-3:	Cilindro MA16X50.....	34
Figura 6-3:	Secuencia para colocar el liner en la tapa	35
Figura 7-3:	Cilindro Lineal de la serie TN.....	36
Figura 8-3:	Actuador neumático giratorio MSQB10-A-S	39
Figura 9-3:	Cilindro lineal de la serie DNC.....	40
Figura 10-3:	Cilindro neumático TN16X50	42
Figura 11-3:	Ventosa PFG 25 NBR-CO-55.....	43
Figura 12-3:	Eyector de Vacío CV-15HR	45

Figura 13-3: Curva de Funcionamiento del Ejector CV-15HR	45
Figura 14-3: Regulador de Presión AR2000.....	46
Figura 15-3: Válvula de control direccional 5/2	48
Figura 16-3: Filtro Regulador de aire	49
Figura 17-3: Sensor de Fibra Óptica BF3RX-P.....	49
Figura 18-3: Unidades de Fibra Óptica FT-420-10	50
Figura 19-3: Sensor Capacitivo CR18-DP.....	52
Figura 20-3: Motorreductor de velocidad variable 5IK60RGN-AF	52
Figura 21-3: Motorreductor JGY-370.....	53
Figura 22-3: Controlador Lógico Programable TM221CE16R.....	55
Figura 23-3: Módulo de entradas/salidas digitales	55
Figura 24-3: HMI Kinco GL070E	57
Figura 25-3: Diseño completo del sistema.....	58
Figura 26-3: Diagrama P&ID del sistema	58
Figura 27-3: Sistema de transporte de tapas	59
Figura 28-3: Sistema colocador de liner	60
Figura 29-3: Sistema insertador de liner.....	61
Figura 30-3: Sistema de control de calidad.....	62
Figura 31-3: Circuito de fuerza del sistema.....	63
Figura 32-3: Conexión de entradas digitales del PLC	64
Figura 33-3: Conexión de salidas digitales del PLC.....	64
Figura 34-3: Conexión de las borneras del tablero y de campo.....	65
Figura 35-3: Vista isométrica del diseño 3D del tablero de control	66
Figura 36-3: Vista frontal del diseño del tablero eléctrico	66
Figura 37-3: Sistema de transporte de tapas	67
Figura 38-3: Sistema de colocación de liners	68
Figura 39-3: Sistema de inserción de liners.....	68
Figura 40-3: Sistema de control de calidad.....	69
Figura 41-3: Borneras de la máquina.....	69
Figura 42-3: Panel frontal del tablero eléctrico	70
Figura 43-3: Disposición de elementos en el tablero.....	71
Figura 44-3: Cableado del panel frontal del tablero	71
Figura 45-3: Fases de desarrollo de un proyecto en EcoStruxure Machine Expert-Basic.....	72
Figura 46-3: Procedimiento para desarrollar una HMI en Kinco DTools	73
Figura 47-3: GRAFCET de sección de colocación de liner	75
Figura 48-3: GRAFCET de la sección de inserción de liner	76
Figura 49-3: GRAFCET de la sección de control de calidad	78

Figura 50-3: Panel principal del HMI.....	79
Figura 51-3: Panel de producción de tapas enlainadas.....	80
Figura 52-3: Panel de calibración de los elementos de la máquina.....	81
Figura 53-3: Panel de activación individual de etapas.....	81
Figura 54-3: Panel de configuración de tiempos.....	82
Figura 1-4: Tapas de 28mm 1816 enlainadas.....	87
Figura 2-4: Tapas de 28mm Flip-Top enlainadas.....	88
Figura 3-4: Tapas de 38mm enlainadas.....	89
Figura 4-4: Tapas de 48mm enlainadas.....	90

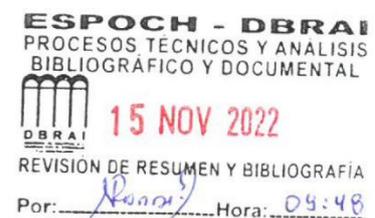
ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: Programación de PLC

RESUMEN

El presente trabajo de titulación consistió en el desarrollo de una máquina capaz de automatizar el proceso de inserción de liners en tapas plásticas con diámetros de 28mm, 38mm y 48mm. El conjunto de tapas y liners con el que se trabajó corresponde a la línea de productos que ofrece la empresa Valdisplast Cia. Ltda., la cual se dedica a la producción y venta de envases y accesorios de plástico para múltiples industrias alrededor del país. Con este trabajo se pretende presentar una alternativa a las constantes problemáticas a las que se ve sometida la empresa en el proceso de enlainado de sus tapas debido a la creciente demanda que tienen estos productos, requiriendo de múltiples trabajadores para alcanzar los plazos de entrega e inclusive extendiendo las jornadas laborales. Se planteó un diseño capaz de ofrecer flexibilidad a la máquina para trabajar con todas las variantes de tapas y liners tanto al nivel material como en el aspecto geométrico. En la implementación se cuidó la elección de materiales que eviten la contaminación en los elementos que forman parte del proceso y se estableció el plan de automatización mediante un controlador lógico programable que gobierna un sistema neumático; definiendo sus acciones a partir de la información recibida de sensores y por medio de una Interfaz Humano-Máquina. Se realizó pruebas de funcionamiento a la máquina existente a partir de información relacionada a la demanda existente en la empresa, en las pruebas se determinaron los tiempos de producción y efectividad en el enlainado de tapas. Finalmente se revisaron algunas consideraciones financieras relacionadas a la inversión del trabajo y su alcance en general.

Palabras clave: <AUTOMATIZACIÓN>, <NEUMÁTICA>, <PROCESO DE ENLAINADO>, <TAPAS PLÁSTICAS>, <CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)>, <INTERFAZ HUMANO-MÁQUINA (HMI)>, <SENSORES>.



2141-DBRA-UPT-2022

SUMMARY

The current degree work consisted in the development of a machine capable of automating the process of inserting liners in plastic caps with diameters of 28mm, 38mm and 48mm. The set of caps and liners used for this work corresponds to the line of products offered by the company Valdisplast Cia. Ltda., which is addressed to the production and sale of plastic containers and accessories for multiple industries around the country. This work aims to present an alternative to the constant problems that the company is subjected to in the lining process of its caps due to the growing demand for these products, requiring multiple workers to meet delivery times and even extending working hours. A design capable of offering flexibility to the machine was proposed to work with all the variants of caps and liners, both at the material level and in the geometric aspect. In the implementation, the choice of materials that avoid contamination in the elements that are part of the process was taken care of, and the automation plan was established through a programmable logic controller that governs a pneumatic system; defining their actions from the information received from sensors and through a Human-Machine Interface. Functional tests were carried out on the existing machine based on information related to the existing demand in the company, in the tests the production times and effectiveness in the lining of caps were determined. Finally, some financial consideration related to the investment of the work and its scope in general were reviewed.

Keywords: <AUTOMATION>, <PNEUMATIC>, <LINING PROCESS>, <PLASTIC CAPS>, <PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)>, <HUMAN-MACHINE INTERFACE (HMI)>, <SENSORS>.



Lic. Nelly Padilla P. Mgs
0603818717
DOCENTE FIE

INTRODUCCIÓN

Actualmente el nivel de automatización industrial en las empresas constituye un pilar para la competitividad en el sector productivo, implicando el uso de diversas tecnologías a fin de controlar un sinnúmero de procesos industriales y que estos sean capaces de efectuar las operaciones deseadas limitando en lo mayor posible la intervención humana para ejecutar un servicio o fabricar un producto, suprimiendo los trabajos manuales y además solucionando problemas ergonómicos de operarios.

En Ecuador muchas empresas a medida que ha crecido la demanda de sus productos optan por mejorar el sistema de producción mediante la adquisición de máquinas automáticas o integración de dispositivos programables en sus equipos para que realicen operaciones requeridas ejecutando circuitos diseñados y programados en software (Alcocer et al., 2020).

La empresa Valdisplast Cía. Ltda. se dedica entre otras cosas a la fabricación de tapas en PEAD y PP y a la inserción de liners en las mismas. Esto último es un proceso que se realiza debido a que varios de los productos están orientados a la industria alimenticia o farmacéutica, por lo cual se requiere colocar sellos de seguridad en dichas tapas que se encarguen de mantener la hermeticidad y a su vez prolongar la vida útil del producto en los envases. Dicho proceso en la actualidad se lleva a cabo de manera manual, contando para su realización con accesorios adecuados a la necesidad hechos en grilón; y debido a que el volumen de producción es cada vez mayor, tanto el tiempo y el recurso humano necesario para cubrir la demanda se han ido elevando. Además, a pesar de ser un proceso que se puede ejecutar de una manera relativamente rápida y sencilla, al presentarse estos volúmenes de producción elevados esta se puede llegar a convertir en una tarea pesada para el trabajador. Es por ello que se plantea la incorporación de una máquina en la línea de proceso con la intención de optimizar recursos y cumplir con el promedio de stock de producto terminado requerido en la empresa.

El presente proyecto consta del desarrollo de una máquina que automatice el proceso de inserción de liners para distintos tipos de tapas plásticas, tomando como referencia aquellas que se producen en la empresa Valdisplast Cia. Ltda., con el objetivo de plantear una solución a los inconvenientes presentes en lo correspondiente a entregas de producto terminado en la empresa, aspirando principalmente a asegurar la calidad del enlainado. El trabajo se divide en cinco capítulos, en el Capítulo I se trata del diagnóstico del problema en el cual se detallan entre otros, la justificación del presente trabajo y los objetivos a cumplirse. Seguidamente, en el Capítulo II se encuentra el marco teórico en el cual se realiza una revisión general de trabajos de investigación relacionados al tema de interés, además se mencionan las bases teóricas necesarias para llevar a cabo este

trabajo de titulación. El marco metodológico dentro del Capítulo III abarca los requerimientos a considerar para el desarrollo de la máquina junto con una concepción general de su funcionamiento, seguido del detalle de los componentes a aplicar para su implementación, se presenta el diseño planteado, así como las consideraciones de software para los elementos correspondientes. Finalmente, en el Capítulo IV se presentan los resultados del trabajo implementado en el cual se evalúan los tiempos de trabajo y la precisión de la máquina para enlaminar los distintos tipos de tapas; todo ello en conjunto con un detalle de la inversión requerida y la idoneidad de llevarla a cabo.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

Valdisplast Cía. Ltda. es una empresa que cuenta con una experiencia de más de 15 años dedicada al diseño, desarrollo y fabricación de envases de PET y PEAD. Además, tapas y accesorios en PP y PEAD de alta densidad. Especializándose en la personalización de proyectos para diferentes industrias, alimentos, lácteos, farmacéutica, agroquímicos, desinfectantes, limpieza y utilitarios (Valdiplast, 2021).

Se debe mencionar que, en lo relacionado a la producción de tapas, algunas de las que se comercializan cuentan con un proceso de inserción de liners, esto se realiza con el fin de no solo mantener el producto en óptimas condiciones sino también asegurar su frescura y mantener su caducidad.

Las tapas que son producidas en Valdisplast Cía. Ltda. se dividen por tamaños, estas son 28mm, 38mm y 48mm. Algunas de las tapas en cada uno de los diferentes tamaños necesariamente deben pasar por el proceso de enlainado. Dicho proceso se realiza de manera manual y las grandes cantidades de tapas que se manejan generan dificultades, entre las que se pueden mencionar el cansancio físico de los trabajadores, capacidad de producción limitada y en ocasiones la necesidad de mayor mano de obra para poder completar un pedido incrementado de esta manera el costo unitario de las tapas.

La función de una máquina enlainadora es colocar en forma automática el liner en la tapa garantizando así la hermeticidad del objeto al momento de su utilización, asegurando la calidad y la inocuidad de los productos. Las empresas optan por utilizar tapas que lleven el material conocido como "liner", para cumplir los estándares y las políticas en los cuales se rigen (Verdezoto & Tocagón, 2015).

1.2 Planteamiento del Problema

¿Se puede diseñar e implementar una máquina insertadora de liners para automatizar el proceso de enlainado en la producción de tapas de 28, 38 y 48 milímetros de diámetro en la Empresa Valdisplast Cia. Ltda.?

1.3 Justificación

1.3.1 *Justificación Teórica*

Este trabajo se realiza debido a que con la implementación de una máquina insertadora de liners se pretende agilizar el proceso y optimizar recursos en lo que corresponde a la producción de las tapas de 48mm, 38mm y 28mm consiguiendo de esa forma suplir las necesidades de la empresa. Actualmente el proceso de enlainado en la empresa Valdisplast Cia. Ltda. se lleva a cabo de manera manual y considerando las grandes cantidades, además de los diferentes tipos de tapas, dicho trabajo se vuelve repetitivo y genera cansancio en el personal que está a cargo del proceso de enlainado. Además, en algunas ocasiones la demanda del mercado obliga a que sea necesario requerir de mayor mano de obra para de esa manera poder completar un pedido, en términos financieros lo mencionado con anterioridad se traduce a mayores costos de producción, por lo tanto, el costo unitario de las tapas se reduce y consecuentemente se obtiene un decremento en las utilidades.

Uno de los principales inconvenientes que se presentan en la empresa es que la inserción de liners se realiza de acuerdo a los diferentes pedidos que los clientes realicen; esto representa un problema debido a que los pedidos son fluctuantes, ocasionando que se deba designar personal para realizar el proceso de enlainado; sin embargo, los trabajadores también deben enfocarse en las tareas de su labor que en ocasiones son consideradas de mayor prioridad. Debido a la acumulación de tarea que se pueden producir tiene como consecuencia la abrumada cantidad de obligaciones que son asignadas a los trabajadores.

1.3.2 *Justificación Aplicativa*

El desarrollo de este proyecto se lo realiza con la finalidad de modernizar a la empresa Valdisplast Cia. Ltda. para de esa manera colaborar en el avance tecnológico de la industria ecuatoriana dejando de lado la realización de procesos repetitivos de manera manual. Se debe agregar que debido a la creciente demanda de botellas plásticas que existe las empresas buscan lograr una mayor participación en el mercado, es por ello que una de las metas de las empresas es incrementar la capacidad de producción para satisfacer la demanda existente.

En primer lugar y a partir de los problemas enunciados en párrafos anteriores es necesario mencionar que el área administrativa propuso mantener un stock de tapas enlainadas bajo las condiciones de trabajo actuales para de esa manera mantener cierta estabilidad en el flujo de productos terminados. No obstante, esto se torna complicado ya que las tapas con liner están en constante despacho y consecuentemente se vuelve a la problemática mencionada con anterioridad, resultando mucho más viable optar por la implementación de la máquina colocadora de liners que

se encargará de cubrir dichos inconvenientes en cuanto al volumen de producción, así como en lo relacionado a los tiempos de trabajo y en lo económico.

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo General*

Diseñar e implementar una máquina insertadora de liners automática dentro de la línea de proceso para tapas de 28, 38 y 48 mm en la empresa Valdisplast Cia. Ltda.

1.4.2 *Objetivos Específicos*

- Identificar la problemática existente en la línea de proceso actual existente en el proceso de enlaminado de tapas de 28, 38 y 48 mm en la empresa Valdisplast Cia. Ltda.
- Diseñar un sistema de automatización que permita cumplir con el proceso de inserción de liners para los diferentes tipos de tapas existentes.
- Realizar un estudio y selección de los componentes adecuados para llevar a cabo la implementación del sistema automático.
- Implementar la máquina insertadora de liners y realizar pruebas de validación para consolidar el correcto funcionamiento del sistema.
- Analizar el sistema automatizado mediante criterios de evaluación financiera para determinar el rendimiento del proyecto.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de Investigación

En ocasiones la capacidad de producción de un determinado producto en una empresa se ve limitada debido a que los procesos se realizan de manera manual y artesanal, esto tiene como consecuencia la necesidad de modernizar los procesos y automatizarlos para de esa manera tener un mayor volumen de producción y obtener una demanda satisfecha (Zhang et al., 2020,15); todas estas observaciones se relacionan también con que a veces los procesos que se realizan tienen particularidades que deben ser estudiadas minuciosamente. Así, por ejemplo, (Calderon-Cordova et al., 2018) presenta un prototipo de automatización diseñado para solucionar una problemática referente al llenado de un tanque de agua para el consumo humano en una determinada empresa, siendo este sistema específico para el ambiente en que se desea implementar.

A partir de lo mencionado en el párrafo anterior los sistemas que inserten liners de manera automática en tapas son útiles para cubrir las grandes cantidades que se manejan, esto debido a que los sellos de seguridad ofrecen grandes ventajas en la industria alimenticia como la conservación de bebidas o alimentos.

Como ejemplo se puede tomar el trabajo desarrollado por Tocagón (2015), en el cual se diseña una máquina enlainadora para la industria Induplast S.A. dentro de su línea de producción de tapas de 40 milímetros de diámetro, mismas que posteriormente serán aplicadas en productos para empresas como Dulacs, Lácteos San Luis, Ecuallac, entre otros. El proceso principal se divide en cinco subsistemas que corresponden a la alimentación, traslación, posición, inserción y control; para los subsistemas intermedios se diseñan mecanismos basados en cilindros neumáticos cuya funcionalidad está definida únicamente para tapas con el diámetro previamente establecido, mientras que en lo que corresponde al control el subsistema se gestiona a partir de un PLC S7-200 que permite sincronizar todas las etapas en cuestión. El corazón de la máquina lo constituye una banda transportadora en la cual se reciben las tapas de la alimentación y en la que más adelante se integran las etapas de traslación, posición e inserción.

Por otro lado, Córdoba & Vélez (2019), presentan el diseño de una máquina que se encargue de automatizar el proceso de enlainado en las tapas de 38mm que se producen en la empresa MM de Antioquia debido a la notable ineficiencia que se notaba en la inserción manual de liners, además del constante agotamiento al que se sometían sus trabajadores en su defecto. La estructura de la máquina se distribuye en tres etapas principales cuyos sistemas trabajan en conjunto: la alimentación de tapas, la alimentación de liners y la matriz de posicionamiento y colocación. La

alimentación de tapas consta de una banda transportadora vertical cuyas características físicas y de inclinación se definen de acuerdo a las dimensiones y peso de las tapas a tratar, la matriz se basa en una mesa indexada que rota gracias a un motor paso a paso y que se detiene constantemente para que en un inicio pueda recibir el liner cortado y en una etapa posterior un cilindro neumático lo inserte al fondo de la tapa, finalmente para la alimentación de liners se cuenta con un sistema de corte y halado de cinta que cortan el poliestireno que se usa como sello para las tapas. Esta distribución es seleccionada con la intención de obtener un diseño compacto y que cumpla con reducidos tiempos de trabajo.

El trabajo de Briceño (2019) propone automatizar el proceso de posicionamiento de liner en tapas plásticas para la empresa IEPESA de Quito con la intención de elevar su productividad. La máquina elaborada tiene la capacidad de trabajar hasta con 16 tapas por minuto a través de una banda transportadora y cuenta con un sistema de visión artificial basado en Raspberry Pi que permite realizar un control de posicionamiento de las tapas de tal forma que se permita el paso únicamente de aquellas que se encuentren adecuadamente orientadas, además de detectar fallas geométricas y de color en las mismas debido a que el proceso en cuestión está orientado a un producto en particular. Una vez que la tapa cumple con todos los parámetros establecidos por el sistema de visión artificial se procede a realizar la colocación del liner a través de un cilindro neumático.

En cuanto a lo desarrollado por Gómez (2012), el diseño planteado consiste en desarrollar una caracola de vibración para que, en función de las características geométricas de las tapas, permita el ingreso de estas hacia una estrella indexadora basada en un mecanismo rueda de ginebra, alrededor de la cual se ubica un dispensador-retenedor de liners en el que los mismos se almacenan para ser tomados mediante un sistema de vacío una vez que se aproxime una tapa para enlaminar a través de la rotación del mecanismo. La automatización de todo el sistema es realizada a través de un Controlador Lógico Programable de relés y electroválvulas solenoides monoestables.

2.2 Valdisplast Cía. Ltda.

2.2.1 Datos Generales

La empresa Valdisplast Cía. Ltda. cuenta con una experiencia de más de 15 años dedicada al diseño, desarrollo y fabricación de envases de PET y PEAD. Además, tapas y accesorios en PP y PEAD de alta densidad. Especializándose en la personalización de proyectos para diferentes industrias, alimentos, lácteos, farmacéutica, agroquímicos, desinfectantes, limpieza y utilitarios (Valdiplast, 2021,1).

2.2.2 *Distribución y Producción de Tapas*

En cuanto a la distribución de la empresa se maneja en 3 principales departamentos entre los cuales se encuentra el administrativo, bodega y producción. Este último es el encargado de mantener un stock determinado de tapas enlaminadas en bodega, dicho almacenamiento de producto terminado debe mantenerse de acuerdo a los despachos realizados. Debido a la producción de tapas de 28, 38 y 48 milímetros de diámetro es necesario mantener en promedio 18000, 7000 y 10000 tapas respectivamente por semana.

Para mantener el almacenamiento presentado con anterioridad la empresa dispone de 2 trabajadores del área de producción destinados a insertar liners, sin embargo, cuando la demanda es alta se requiere de los esfuerzos del personal de bodega, los mismos que deben restarles prioridad a las tareas asignadas en su área de trabajo. Es decir, que el número de trabajadores requeridos en una semana puede llegar a ser de seis.

2.2.3 *Espacio Físico*

El espacio que la empresa está dispuesta a adecuar para la instalación de la máquina enlaminadora, es una habitación que actualmente está designada para el almacenamiento de materia prima como lo es las fundas plásticas para el empaquetamiento de botellas.

En la Figura 1-3 se muestra un diseño de la habitación mencionada con anterioridad, dicho cuarto cuenta con 9 metros cuadrados de superficie. Debido a su ubicación geográfica la humedad presente en la habitación es muy baja, no cuenta con un control de temperatura por lo cual siempre se encuentra a una temperatura ambiente; el tema de la asepsia es muy importante en el proceso de inserción de liners debido a que las tapas son dirigidas en gran cantidad a la industria alimenticia, es por ello que debido a que la habitación se encuentra debajo de escaleras de madera es importante tomar acciones que aseguren la hermeticidad dentro del cuarto para de esa manera evitar que agentes contaminantes se incrusten en los accesorios.

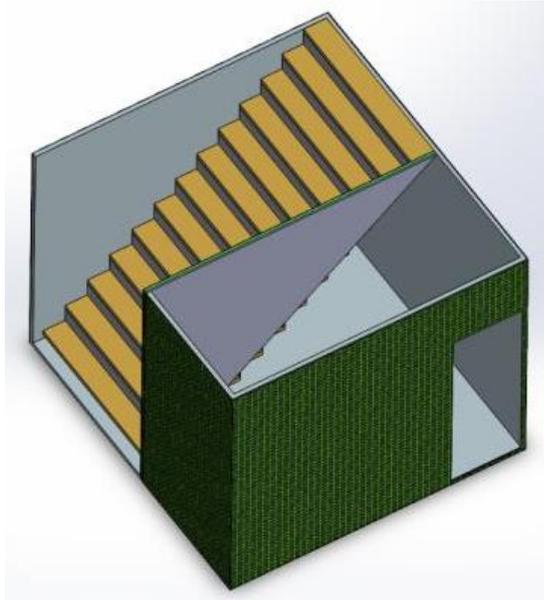


Figura 1-2: Espacio físico disponible para la instalación de la máquina enlainadora

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

2.3 Tapas

Las tapas son cierres que se acoplan a la boca de un envase de modo que lo sella (Peña Martín, 2017,7). La relevancia del uso de las tapas reside en el hecho de que evitan el contacto del contenido con el exterior y también previenen el derrame o pérdida de fluidos u otros materiales. En razón de ello, para llevar a cabo adecuadamente la función de cierre o sellado de envases, es necesario que las tapas sean fabricadas con medidas exactas que permitan que sus orillas embonen exactamente con la boca del envase (Rojas, 2017,1).

Las tapas han sufrido una considerable evolución con el pasar de los años, de tal forma que en la actualidad se cuenta con una amplia variedad de ejemplares cuyos modelos difieren en función de las necesidades de los usuarios. Entre los tipos de tapas más populares se pueden mencionar las tapas con cierre de rosca y las Flip-Top, que son bastante usuales en el sector afín a los productos alimenticios tal y como se muestra en la Figura 2-3.



Figura 2-2: Tapa de cierre (izquierda) y Flip-Top (derecha)

Fuente: (Caps & Jars, 2022; SP Plásticos, 2017)

2.4 Moldeo por inyección para la fabricación de tapas.

El moldeo por inyección es el proceso en el cual se funde material plástico para ser inyectado en un molde cerrado a presión y frío. En dicho molde es en donde el material se solidifica y se crea una pieza que es expulsada de forma automática. Esta es una técnica muy utilizada en la fabricación de elementos a partir de polímeros de alta densidad como el polietileno de alta densidad (PEAD) (Wagner, 2012,245).

2.5 Liner o sellos de seguridad

Se trata de una cubierta fabricada de un polímero suave que tiene la finalidad de proteger a los envases de PET ayuda a evitar derrames o contaminación, ya que el producto viene herméticamente sellado. Es esa pequeña capa o sello que se encuentra entre el cuello del envase y la tapa. Son muy usados para cosméticos, farmacéuticos o alimentos (Maxipet, 2020a,85).

2.5.1 *Liner espumado*

En la Figura 3-3 se puede observar el liner espumado, mismo que está hecho de un polímero suave, es muy delgado, por ambas caras tienen una lámina de espuma, brindando frescura al pues evita el paso del aire y bacterias, además de dar un cerrado hermético.



Figura 3-2: Liner espumado

Fuente: (Sella-Empaq, 2019b)

2.5.2 *Liner de inducción*

En este tipo de liner el sello contiene una lámina de aluminio muy delgada, este tipo es utilizado principalmente en alimentos que serán consumidos en el momento, por ejemplo, los lácteos suelen venir con este tipo de liner, necesitan de calor para ser colocados con un cierre perfecto, pero son fáciles de desprender. La Figura 4-3 muestra un ejemplo de liners de inducción.

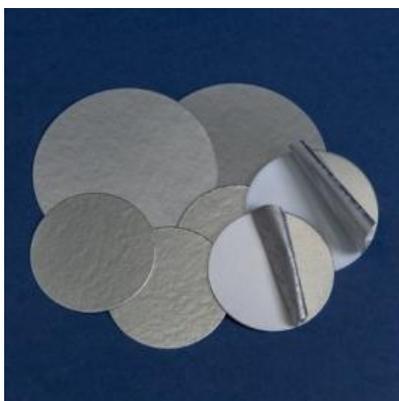


Figura 4-2: Liner de inducción

Fuente: (Sella-Empaq, 2019a)

2.5.3 *Liner con válvula de ventilación*

Es utilizado principalmente en productos que suelen generar gases como agroquímicos o las bebidas carbonatadas, la válvula permite equilibrar la presión que se genera dentro del envase para que no existan fugas o deformaciones (Maxipet, 2020b,86). La Figura 5-3 muestra dichos liners.



Figura 5-2: Liners con ventilación

Fuente: (Wong, n.d.)

2.6 Proceso de Inserción Manual de Liners

En la actualidad en la empresa Valdisplast. Cía. Ltda. se cuenta con varias herramientas adaptadas a la necesidad para el proceso de inserción de liners debido a la particularidad de cada una de las tapas que se disponen, dichos elementos son utilizados por el personal encargado para asegurar que el sello quede al fondo de la tapa, para ello deben seguir una secuencia corta de pasos.

Primero se debe verificar que tanto la tapa y el liner estén completamente limpios, seguidamente se coloca el liner dentro de la tapa y finalmente con la herramienta adaptada se realiza presión sobre el liner con fuerza; es necesario comprobar que el sello de seguridad se encuentre al fondo de la tapa.

El apisonamiento del liner junto con la comprobación son pasos que lo pueden llegar a realizar entre dos a cuatro veces seguidas, de esa manera a la persona encargada le toma un mayor tiempo al esperado cumplir con el enlainado de la tapa e implícitamente acumula un cansancio físico debido a la actividad que realiza.

La inserción de liners de manera manual es un proceso que requiere destreza y habilidad por parte del trabajador ya que si el sello de seguridad se coloca de manera inadecuada este puede llegar a caerse de la tapa o en casos más severos en el proceso de sellado por inducción el liner podría no adherirse al envase, provocando que no quede hermetizado y por ende existe el riesgo de contaminación del producto dentro de la botella.

2.7 Instrumentación Industrial

La instrumentación ha permitido el avance tecnológico en la automatización de procesos industriales, ya que esto es posible gracias a elementos que puedan sentir o transmitir lo que

sucede en el ambiente, para luego tomar una acción de control preprogramada que actúe sobre el sistema para obtener el resultado esperado.

Los instrumentos pueden ser simples como transmisores, válvulas o sensores, así como pueden llegar a ser muy complejos como controladores, analizadores y amortiguadores. Todos los instrumentos tienen la particularidad de conocer qué está pasando en un determinado proceso, así como liberan al operador de las acciones manuales que se requerirían realizar en los procesos industriales (Gutiérrez Hinestroza & Iturralde Kure, 2017,24).

2.7.1 Controlador Lógico Programable

El Controlador Lógico Programable (PLC), es un sistema de control industrial, basado, en una computadora que usa instrucciones de programación para tomar decisiones de encendido y apagado, esto es para evitar realizar conexiones de lógica alambrada por medio de relevadores. Los controladores realizan funciones de control en procesos industriales secuenciales basados en tiempo real. El manejo y programación puede ser realizado por personal eléctrico o electrónico sin conocimientos informáticos. Realiza funciones lógicas: Series, paralelos, temporizaciones, conteo, cálculos, regulaciones, etc. Los controladores lógicos programables tienen terminales de entrada (o captadores) a los que se conectan pulsadores, finales de carrera, fotocélulas, detectores; y terminales de salida (o actuadores) a los que se conectarán bobinas de contactores, electroválvulas, lámparas, de forma que la actuación de estos últimos está en función de las señales de entrada que estén activadas en cada momento, según el programa almacenado. Al utilizar un controlador lógico programable se reduce el trabajo del usuario al realizar el programa, esto es por la relación que existe entre las señales de entrada que se tienen que cumplir para activar cada salida. Esto es debido a que los elementos (como relés auxiliares, de enclavamiento, temporizadores, contadores, etc.) son internos.

Los controladores lógicos programables satisfacen las exigencias tanto de procesos continuos como discontinuos. Regula presiones, temperaturas, niveles y caudales, así como todas las funciones asociadas de temporización, conteo y lógica. Además, incluye una tarjeta de comunicación adicional, lo cual hace que el PLC se perciba como un poderoso satélite dentro de una red de control distribuido.

Generalmente los PLC como los que se muestran en la Figura 6-3 cuentan con un grado de protección IP20, que significa que se encuentran protegidos contra cuerpos solidos de 12.5 mm de diámetro y mayores, pero no cuentan con protección contra el agua; estas características son suficientes para evitar que el polvo al que se puedan exponer estos equipos perjudique en su rendimiento.



Figura 6-2: Controladores lógicos programables

Fuente: (LIESA, 2019)

2.7.2 *Sensores Industriales*

Para poder controlar automáticamente un proceso de fabricación es necesario disponer de información sobre el estado del proceso. Esto se puede hacer midiendo diferentes magnitudes físicas que intervienen en el mismo. Pese a poder recibir diferentes nombres (detector, transductor, sonda), el sensor es el nombre más utilizado en control de autómatas para referirse al dispositivo que mide una magnitud física (Brunete, n.d.,58).

2.7.2.1 Sensores Ópticos

El principio de funcionamiento de los sensores ópticos se basa en la emisión de un haz de luz, el cual se interrumpe o refleja por el objeto a sensar. Están conformados por una fuente que origina el haz luminoso, un receptor del haz que usualmente es un fotodiodo o fototransistor, lentes que permitan dirigir la luz tanto en el emisor como en el receptor y un circuito de salida que puede comprender respuestas digitales, analógicas y seriales (Indriago Alvarado, 2004,71). Existen tres distintas configuraciones en las que se trabaja con sensores ópticos como son:

Transmisión Directa: El emisor es colocado en frente del receptor y el objeto es detectado al pasar entre ambos. La ventaja de esta configuración está en las grandes distancias de detección que pueden alcanzar, llegando hasta aproximadamente 270 metros entre emisor y receptor. Su principal desventaja se encuentra en la necesidad de utilizar cables para la alimentación y la señal distintos para cada elemento. Además, por el alto margen con el que funciona, la transmisión directa constituye una opción viable para ambientes contaminados, pero resulta poco adecuada para trabajar con objetos translucidos o transparentes. En la Figura 7-3 se ejemplifica el principio de esta configuración.

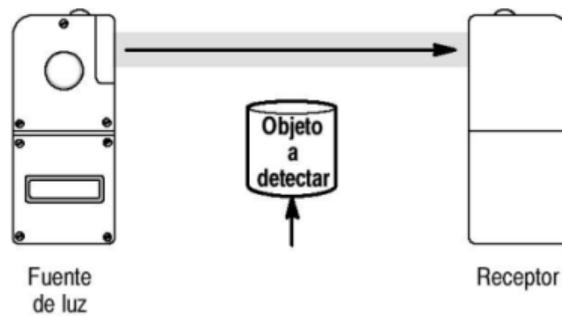


Figura 7-2: Sensor óptico en transmisión directa

Fuente: (Indriago Alvarado, 2004)

Reflexivo: El emisor y el receptor son ubicados uno junto al otro y en frente de ellos una superficie reflexiva como se muestra en la Figura 8-3. El haz de luz sale del emisor y choca con el reflector para finalmente llegar al receptor. Cuando un objeto interrumpe que el haz de luz llegue al receptor es cuando se produce la detección. Esta configuración evita el problema del cableado que se presenta en la transmisión directa, pero a cambio de no alcanzar distancias de detección tan amplias.

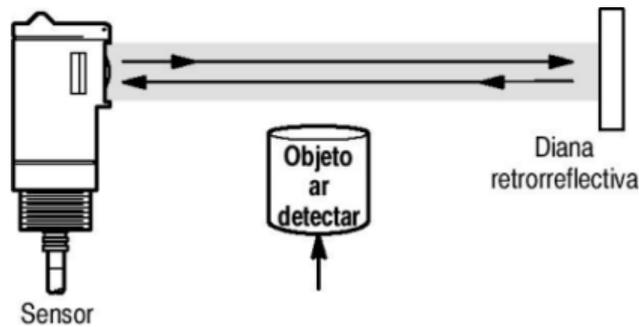


Figura 8-2: Sensor óptico en configuración reflexiva

Fuente: (Indriago Alvarado, 2004)

Difuso: Es una configuración similar a la reflexiva pero que aprovecha al objeto a detectar a manera de reflector en lugar del espejo, como se indica en la Figura 9-3. Es una configuración muy útil para ocasiones en las que no es posible ubicar el sensor a ambos lados del objeto; sin embargo, presenta muy cortas distancias de detección.

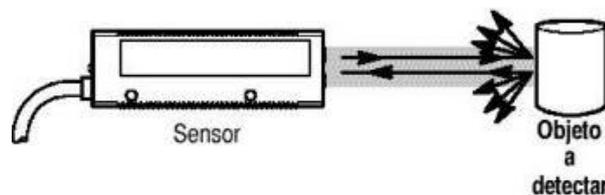


Figura 9-2: Sensor óptico en configuración difusa

Fuente: (Indriago Alvarado, 2004)

Es posible instalar cables o fibras ópticas en este tipo de sensores independientemente de su configuración; de esta forma se consigue trabajar en zonas mucho más reducidas donde los sensores no caben, además de que la fibra puede soportar temperaturas mucho más elevadas, hasta 500 °C. La fibra sirve tanto para luz infrarroja como para luz visible y, como se exhibe en la Figura 10-3, pueden venir tanto en configuración individual para la transmisión directa como bifurcada para los sensores reflexivos y difusos.

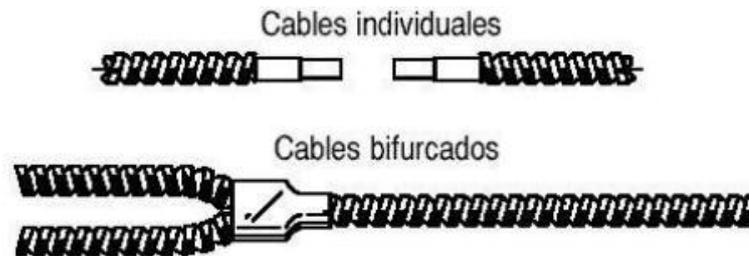


Figura 10-2: Cables de fibra óptica para las distintas configuraciones

Fuente: (Indriago Alvarado, 2004)

2.7.2.2 Sensores de Final de Carrera

Estos tipos de sensores son interruptores mecánicos, magnéticos, neumáticos y electrónicos. Además, estos sensores son utilizados para detectar si el cilindro ha salido en su totalidad o si se encuentra a media carrera (Creus, 2007,124).

Sensor Mecánico: Generalmente constan de un microrruptor el cual se abre o se cierra dependiendo del montaje en campo, suele ser utilizado para determinar la posición final del cilindro neumático. En la Figura 11-3 se visualiza un ejemplar de este tipo de sensores.



Figura 11-2: Sensor mecánico de final de carrera

Fuente: (Honeywell, 2022)

Sensor Magnético: Los cilindros pueden tener un imán en el émbolo, de esta manera se crea un campo magnético a través de las paredes del actuador neumático. Dicho campo es detectado por

el imán del sensor, como el mostrado en la Figura 12-3, conmutando el interruptor para enviar una señal eléctrica.



Figura 12-2: Sensor magnético de final de carrera

Fuente: (Festo, 2022)

Sensor Neumático: Consta de un pistón magnético en el actuador neumático que actúa sobre una válvula 3/2 como se muestra en la Figura 13-3. Como otro modelo se establece al presóstato, el cual, es accionado por la presión de aire del cilindro en un punto determinado de la posición del vástago.



Figura 13-2: Detector de proximidad
neumático

Fuente: (Festo, 2022)

Sensor Electrónico: Es un dispositivo de estado sólido cuyo funcionamiento es parecido al sensor magnético ya que cuando el imán del cilindro neumático se acerca lo suficiente, excita un transistor que entrega una señal eléctrica. En la Figura 14-3 se presentan los elementos principales de este tipo de sensor. La ventaja de estos sensores es que su vida útil puede llegar a ser 5 veces superior al sensor magnético debido a su construcción robusta.



Figura 14-2: Sensor electrónico

Fuente: (Festo, 2022)

2.7.2.3 Sensores Capacitivos

Los sensores capacitivos son interruptores electrónicos que trabajan sin contacto. Estos sensores aprovechan el efecto que tienen los materiales como el papel, vidrio, plástico, aceite, agua, así como de los metales de aumentar su capacidad cuando se encuentran dentro del campo eléctrico generado por el condensador del que constan los mismos (Palma Muñoz, 2017,102).

En la Figura 15-2 se muestra un ejemplo de aplicación de sensores capacitivos como sensor de proximidad de objetos, en la cual a medida que el objeto a sensar se aproxima al sensor, se va modificando el campo electrostático a su alrededor. Una de las principales ventajas de los sensores capacitivos en comparación con otros tipos de sensores de proximidad, radica en el hecho de que estos pueden detectar no únicamente metales, sino también dieléctricos (Artagaveytia & Gutiérrez-Zorrilla, 2015,36).

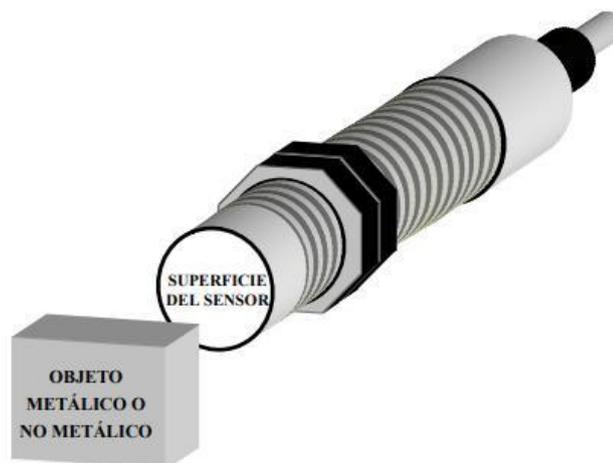


Figura 15-2: Aplicación de un sensor capacitivo

Fuente: (Mandado Pérez & Murillo Roldán, 2005)

Los componentes principales que conforman un sensor capacitivo se indican en la figura 16-2, en la cual la superficie de sensado consta del condensador previamente mencionado; la amplitud del circuito oscilador cambia cuando la capacitancia es modificada debido a la proximidad de un objeto al sensor; esta señal sinusoidal es transformada a una señal de continua por un rectificador y la envía a un disparador que se encarga de comparar esta señal con un valor de umbral, esto con la intención de modificar la salida de OFF a ON; y finalmente la etapa de salida se encarga de acondicionar la señal a valores normalizados de tensión o corriente para activar o desactivar las salidas correspondientes.

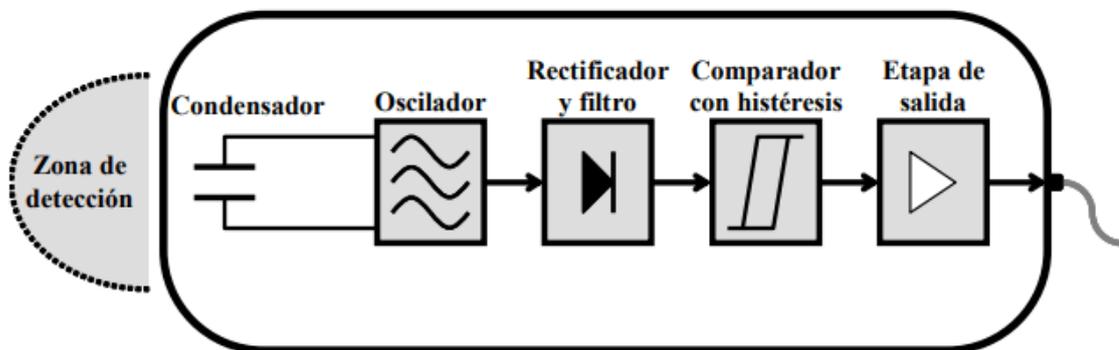


Figura 16-2: Composición básica de un sensor capacitivo

Fuente: (Mandado Pérez & Murillo Roldán, 2005)

2.7.3 Actuadores Neumáticos

Los actuadores son dispositivos capaces de generar una fuerza a partir de líquidos, de energía eléctrica y gaseosa. El actuador recibe la orden de un regulador o controlador y da una salida necesaria para activar a un elemento final de control como lo son las válvulas. En general y debido a la compresibilidad del aire, los actuadores neumáticos no consiguen una buena precisión de posicionamiento. Sin embargo, su sencillez y robustez hacen adecuado su uso en aquellos casos en los que sea suficiente un posicionamiento en dos situaciones diferentes (todo o nada).

El trabajo realizado por un actuador neumático puede ser lineal o rotativo. El movimiento lineal se obtiene por cilindros de émbolo. También se encuentran actuadores neumáticos de rotación continua (motores neumáticos), movimientos combinados e incluso alguna transformación mecánica de movimiento que lo hace parecer de un tipo especial (Escalera Tornero & Rodríguez Fernández, 2009,106).

2.7.3.1 Cilindros

El cilindro neumático consiste en un cilindro cerrado con un pistón en su interior que desliza y que transmite su movimiento al exterior mediante un vástago. Se compone de las tapas trasera y

delantera, de la camisa donde se mueve el pistón, del propio pistón, de las juntas estáticas y dinámicas del pistón y del anillo rascador que limpia el vástago de la suciedad. Los cilindros neumáticos independientemente de su forma constructiva representan los actuadores más comunes que se utilizan en los circuitos neumáticos (Plancarte Oliva, 2013,41).

Los tipos principales de este tipo de actuadores se clasifican en:

Cilindros de simple efecto: Cuentan con una entrada de aire para producir una carrera de trabajo en un sentido. El émbolo se hace retornar por medio de un resorte interno o por algún otro medio externo como cargas, movimientos mecánicos, etc. Puede ser de tipo “normalmente dentro” como es el presentado en la Figura 17-2 o “normalmente fuera”.

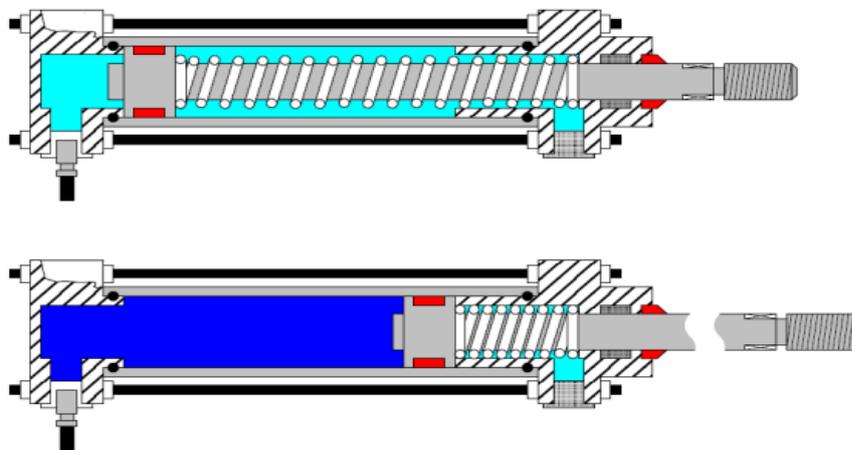


Figura 17-2: Cilindro neumático de simple efecto normalmente dentro

Fuente: (Escalera Tornero & Rodríguez Fernández, 2009)

Tienen un consumo de aire algo más bajo que un cilindro de doble efecto de igual tamaño. Sin embargo, hay una reducción de impulso debida a la fuerza contraria del resorte, así que puede ser necesario un diámetro interno algo más grande para conseguir una misma fuerza. También la adecuación del resorte tiene como consecuencia una longitud global más larga y una longitud de carrera limitada, debido a un espacio muerto.

Cilindros de doble efecto: Cuentan con dos entradas de aire para producir carreras de trabajo de salida y retroceso por acción del aire comprimido. Sus componentes internos son prácticamente iguales a los de simple efecto, con pequeñas variaciones en su construcción, como puede observarse en la Figura 18-2.

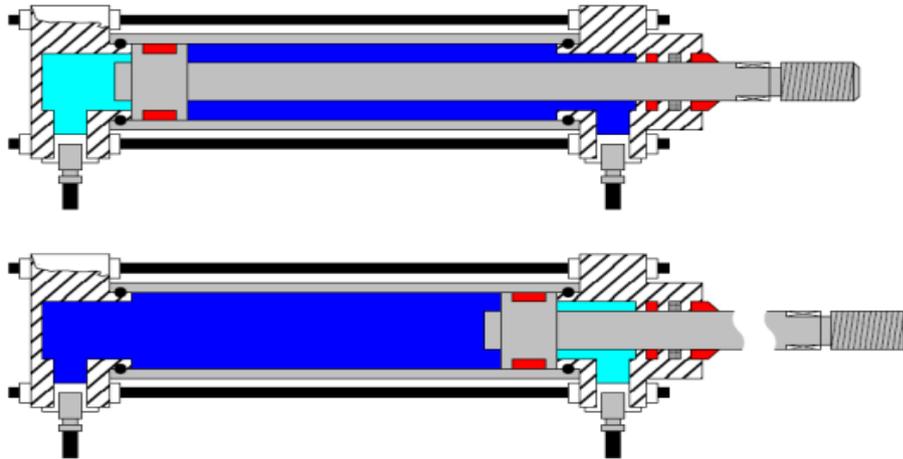


Figura 18-2: Cilindro neumático de doble efecto

Fuente: (Escalera Tornero & Rodríguez Fernández, 2009)

El campo de aplicación de los cilindros de doble efecto es mucho más extenso que el de los de simple, incluso cuando no es necesaria la realización de esfuerzo en ambos sentidos. Esto es debido a que, por norma general (en función del tipo de válvula empleada para el control), los cilindros de doble efecto siempre contienen aire en una de sus dos cámaras, por lo que se asegura el posicionamiento. Para poder realizar un determinado movimiento (avance o retroceso) en un actuador de doble efecto, es preciso que entre las cámaras exista una diferencia de presión. Por norma general, cuando una de las cámaras recibe aire a presión, la otra está comunicada con la atmósfera, y viceversa.

2.7.3.2 Actuadores Giratorios

Los actuadores giratorios son los encargados de transformar la energía neumática en energía mecánica de rotación. Se clasifican en dos grupos en función de su limitación de giro:

Actuadores de giro limitado: Proporcionan movimiento de giro, pero no llegan a producir una revolución. Existen disposiciones de simple y doble efecto para ángulos de giro de 90° , 180° , hasta un valor máximo de aproximadamente 300° . Entre los actuadores de giro limitado se pueden distinguir los actuadores de paleta y los de piñón-cremallera.

El actuador de paleta está compuesto por una carcasa, en cuyo interior se encuentra una paleta que delimita las dos cámaras. Solidario a esta paleta, se encuentra el eje, que atraviesa la carcasa exterior. Es precisamente en este eje donde se obtiene el trabajo, en este caso en forma de movimiento angular limitado. Al aplicar aire comprimido a una de sus cámaras, la paleta tiende a girar sobre el eje, siempre y cuando exista diferencia de presión con respecto a la cámara contraria. Si la posición es inversa, se consigue un movimiento de giro en sentido contrario.

En lo correspondiente al actuador piñón-cremallera, que se puede visualizar en la Figura 19-2, el vástago es una cremallera que acciona un piñón y transforma el movimiento lineal en un movimiento giratorio, hacia la izquierda o hacia la derecha, según el sentido del émbolo. Los ángulos de giro corrientes pueden ser de 45°, 90°, 180°, 290° o hasta 720° bajo ciertas configuraciones.

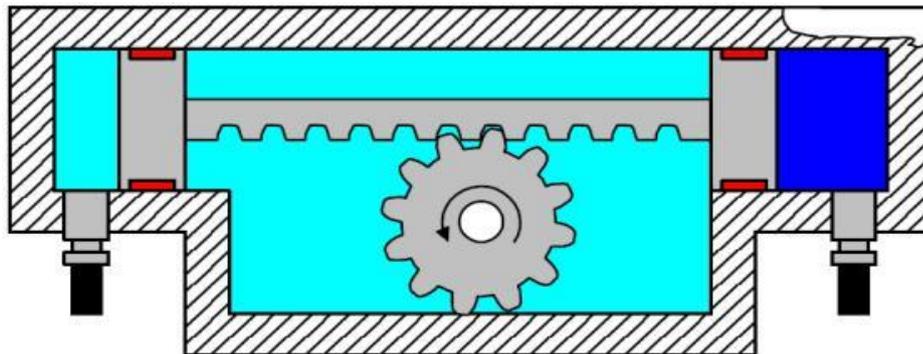


Figura 19-2: Actuador giratorio piñón-cremallera

Fuente: (Escalera Tornero & Rodríguez Fernández, 2009)

Motores Neumáticos: son aquellos que proporcionan un movimiento rotatorio constante. Se caracterizan por proporcionar un elevado número de revoluciones por minuto. Dentro de esta categoría, los actuadores más representativos son los del tipo “de paletas”, también conocidos como “de aletas”.

Su constitución interna es similar a la de los compresores de paletas, es decir, un rotor ranurado, en el cual se alojan una serie de paletas, que gira excéntricamente en el interior del estator. En estas ranuras se deslizan hacia el exterior las paletas o aletas por acción de la fuerza centrífuga cuando se aplica una corriente de aire a presión.

2.7.4 Motores Eléctricos

Los motores eléctricos son máquinas eléctricas rotatorias, las cuales transforman la energía eléctrica en energía mecánica de rotación en un eje. Las bases de su funcionamiento se encuentran en las fuerzas de atracción y repulsión provocadas entre un imán y una bobina por donde circula una corriente eléctrica (Universidad Nacional de la Plata, 2019,84).

2.7.4.1 Motor AC

Los motores de corriente alterna, como el mostrado en la Figura 20-2, son los más empleados debido a la gran ventaja que tienen de funcionar con la forma de corriente que suministran las empresas eléctricas, por lo cual no requieren pasar la corriente alterna a corriente directa, lo que

a su vez involucra un menor costo. Estos se clasifican en motores asíncronos o de inducción y en motores síncronos. En el caso de los motores síncronos su eje gira a la misma velocidad del campo magnético; por otra parte, en los motores asíncronos el eje se revoluciona a una velocidad ligeramente inferior a la del campo magnético.

Los motores asíncronos rigen su funcionamiento a partir de la creación de un campo magnético giratorio en el entrehierro, esto producido por la circulación de corriente alterna a través de los devanados trifásicos y por la influencia de los polos magnéticos del estator (BUN-CA, 2009,89).

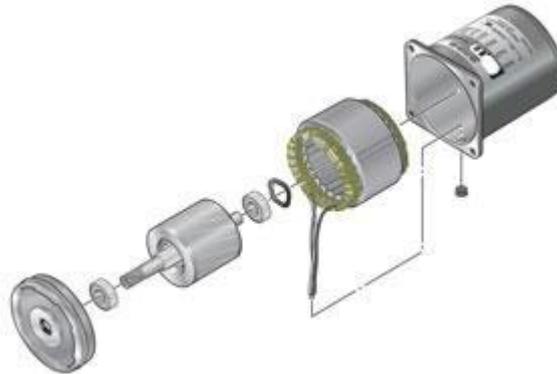


Figura 20-2: Motor de corriente alterna

Fuente: (Oriental Motor, 2020)

2.7.4.2 Motor DC

Los motores de corriente directa o de corriente continua, como también se los denomina, presentan la ventaja de contar con una gran capacidad de regular su velocidad de rotación, esto los convierte en elementos necesarios para aquellas aplicaciones en las cuales se espera un ajuste fino de la velocidad y torque. En este tipo de motores, como se muestra en la Figura 21-2, el estator está formado por polos principales activados por corriente continua. Suelen llevar además polos auxiliares y en casos de grandes potencias incluyen polos de compensación. El rotor se alimenta con corriente continua a través del colector y las escobillas (BUN-CA, 2009,23).

Los devanados en el estator pueden alimentarse de distintas maneras, dando lugar a motores con distintas características como son:

Derivación: El estator se alimenta con la misma tensión de alimentación que el inducido.

Independiente: El estator se alimenta con una fuente de corriente continua independiente.

Serie: La intensidad que atraviesa los devanados del estator es la misma que alimenta el inducido.

Compuesto: Es una combinación de las características Serie y Derivación.

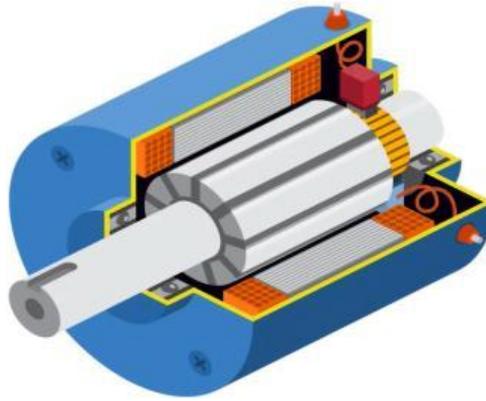


Figura 21-2: Motor de corriente continua

Fuente: (Galco, 2018)

2.8 Software

2.8.1 Programación de PLC's

La norma IEC 61131-3 establece estándares en cuanto a los lenguajes de programación de los autómatas programables. Esta norma los divide en dos tipos: literales y gráficos; en el primer grupo se encuentran la lista de instrucciones (IL) y el texto estructurado (ST), por otra parte, en los lenguajes de tipo gráficos se encuentra el diagrama de escalera (LD), el diagrama de bloques funcionales (FBD) y el diagrama de funciones secuenciales (SFC) (Arias, 2019a,198).

2.8.1.1 Lista de Instrucciones (IL)

Es un lenguaje de bajo nivel, similar al lenguaje ensamblador utilizado en microcontroladores. Con este tipo de lenguaje solo una operación es permitida por línea, es por ello que puede ser adecuado para pequeñas aplicaciones y para optimizar partes de alguna aplicación en específico (Aguilera, 2002,45).

2.8.1.2 Texto Estructurado (ST)

Es un lenguaje de alto nivel y que además es parecido a Pascal, en este se permite el uso de matrices, expresiones matemáticas complejas, bucles de programación, entre otras opciones que lo hacen un lenguaje apto para aplicaciones complejas con varios tipos de datos en el proceso (Páez-Logreira et al., 2015,87).

2.8.1.3 Diagrama de Escalera (LD)

Es el lenguaje de programación más conocido el cual está basada en la programación a lenguaje de máquina que se realizan en los microcontroladores, las instrucciones se ejecutan cíclicamente utilizando contactos lógicos en cada uno de los escalones (Ortíz, 2017,125).

2.8.1.4 Diagrama de Bloques Funcionales (FBD)

Se trata de un lenguaje de alto nivel que permite resumir funciones básicas en bloques de manera que el usuario solo debe estar atento por una programación funcional de su rutina. Este lenguaje es útil cuando no hay ciclos, pero si existen varias ramas en el programa que deben ser creados (Arias, 2019b,201).

2.8.1.5 Diagrama de Funciones Secuenciales (SFC)

También llamado grafcet es un lenguaje gráfico en el cual las ideas fundamentales constituyen cada una de las etapas de la secuencia. En cada etapa se tiene una acción y de esa manera puede ser interpretado por personal cuyo conocimiento en automatización es escaso (Díaz et al., 2007,65).

2.8.2 *Automatismo Secuencial*

Un automatismo secuencial es un sistema cuyo funcionamiento emplea una secuencia de fases claramente diferenciadas, según un conjunto de reglas preestablecidas. En el caso más sencillo, el final de cada fase detectado por un captador apropiado, da paso al inicio de la fase siguiente. Las condiciones de transición entre fases adoptan la forma de condiciones lógicas más o menos complejas provocando cambios de estado del sistema controlado. Los automatismos secuenciales pueden funcionar ya sea sobre la base de la lógica cableada, sobre la base de un programa registrado mediante ordenadores, autómatas programables o sistemas basados en microprocesador (García Moreno & Villanueva Micó, 1999,87).

2.8.3 *HMI*

Un sistema HMI ("*Human Machine Interface*") es una interfaz que presenta los datos a un operador y a través del cual éste puede controlar un determinado proceso. Este representa el medio de interacción entre un usuario y un determinado hardware.

Para el caso del control de procesos, la HMI debe ser capaz de mostrar al usuario datos básicos de todo sistema de control de procesos, tales como variable de proceso, variable de control y set-point o variable de consigna, todo esto presentado a tiempo real, es decir en el momento mismo de la ejecución de las diferentes variaciones. Es recomendable que una HMI contenga tanto componentes gráficos como componentes numéricos. Asimismo, debe utilizarse terminología estandarizada y clara para el usuario final (Ruiz et al., 2008,25).

2.9 Aire Comprimido en la Industria

El aire comprimido no es otra cosa que el mismo aire del ambiente atrapado en un mecanismo donde se incrementa su presión -por la reducción del volumen- a través de un proceso mecánico (CONAE, s.a).

Entre sus principales características dentro de la Industria se puede mencionar que:

- Puede almacenarse en recipientes.
- Aún comprimido el aire no posee características explosivas, esta particular situación hace de la técnica neumática una aliada fundamental en casos de seguridad. Además, no existen riesgos ante chispas o cargas electrostáticas.
- La velocidad de los actuadores neumáticos es razonablemente alta (términos industriales) y su regulación es posible realizarla fácilmente y en forma continua (con ciertas restricciones).
- Los cambios de temperaturas no modifican su prestación en forma significativa y no produce calor por sí mismo.
- Normalmente se trata de una técnica limpia (desde el punto de vista microscópico), característica que unida a la seguridad, proporciona una herramienta eficaz en los procesos industriales.
- La limpieza característica se va perdiendo a medida que se “mira” el aire en detalle. Efectivamente, en dimensión microscópica, el aire presenta impurezas que, para su uso satisfactorio, deben eliminarse. Es decir: el aire tal cual se toma de la atmósfera no sirve, motivo por el cual se debe someter a ciertos tratamientos que se conocen como preparación del aire comprimido.
- El ruido es una característica de los sistemas de aire comprimido (succión de aire). Este inconveniente puede evitarse razonablemente utilizando silenciadores (Díaz Jiménez, 2011,152).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

El presente capítulo abarca el desarrollo del diseño de la máquina desde su concepción general, considerando su funcionalidad a partir de los requerimientos planteados; se establecen los elementos seleccionados para formar parte del sistema. Posteriormente se expone el diseño de la máquina y los elementos necesarios en cada una de las etapas correspondientes, además del diseño de las conexiones eléctricas para finalmente establecer las herramientas de software utilizadas.

3.1 Requerimientos del Sistema

La máquina enlainadora a desarrollar debe cumplir con ciertas características de espacio y funcionalidad, mismas que son descritas a continuación.

- La máquina debe ser instalada en un área máxima de 9m².
- Se debe mantener la asepsia dentro del proceso de producción para evitar contaminación en la materia prima utilizada.
- La máquina debe tener la capacidad de enlainar todos los tipos de tapas que se manejan en la empresa, mismas que son mostradas en la Figura 1-3.

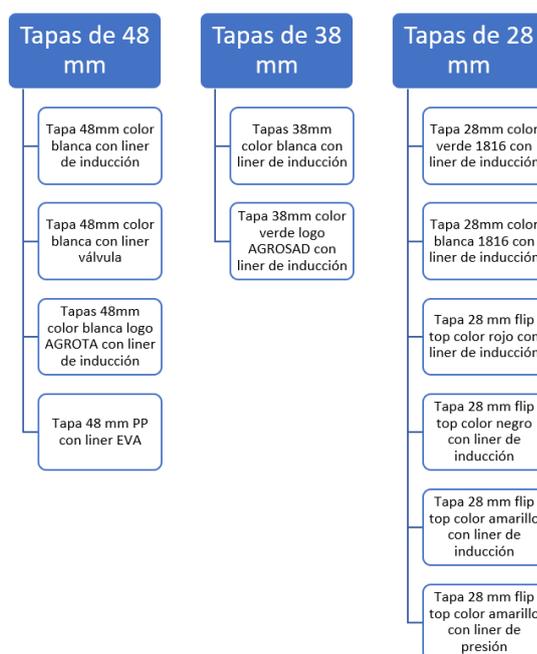


Figura 1-3: Tapas utilizadas en la empresa Valdisplast Cia. Ltda.

- Debe tener la capacidad de cubrir una producción mínima para mantener un stock requerido, dichos datos son mostrados en la Tabla 1-3 que se lleva de manera manual.

Tabla 1-3: Stock actual de tapas enlainadas que se maneja en la empresa

TAPAS Y ACCESORIOS CON LINER	TIEMPO	MINIMO REQUERIDO
Tapas 48mm color blanca con liner de inducción	QUINCENAL	20000
Tapas 48mm color blanca con liner válvula	MENSUAL	10000
Tapas 48mm color blanca logo AGROTA con liner de inducción	QUINCENAL	20000
Tapa 48 mm PP con liner EVA	MENSUAL	15000
Tapas 38mm color blanca con liner de inducción	QUINCENAL	25000
Tapa 38mm color verde logo AGROSAD con liner de inducción	QUINCENAL	25000
Tapa 28mm color verde 1816 con liner de inducción	SEMANAL	15000
Tapa 28mm color blanca 1816 con liner de inducción	SEMANAL	30000
Tapa 28 mm flip top color rojo con liner de inducción	MENSUAL	15000
Tapa 28 mm flip top color negro con liner de inducción	MENSUAL	15000
Tapa 28 mm flip top color amarillo con liner de inducción	MENSUAL	15000
Tapa 28 mm flip top color amarillo con liner de presión	MENSUAL	15000

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

3.2 Concepción general de la máquina

El proceso a seguir por la máquina debe cubrir cuatro aspectos primordiales que son:

- Transporte de tapas.
- Colocación de Liner.
- Inserción de Liner.
- Control de Calidad

El orden en el que se desarrolla cada etapa debe ser de carácter secuencial para obtener un producto terminado exitoso. En la Figura 2-3 se describen los elementos principales a aplicarse

para cubrir cada uno de los puntos mencionados de tal manera que la máquina pueda cumplir a cabalidad con su trabajo.

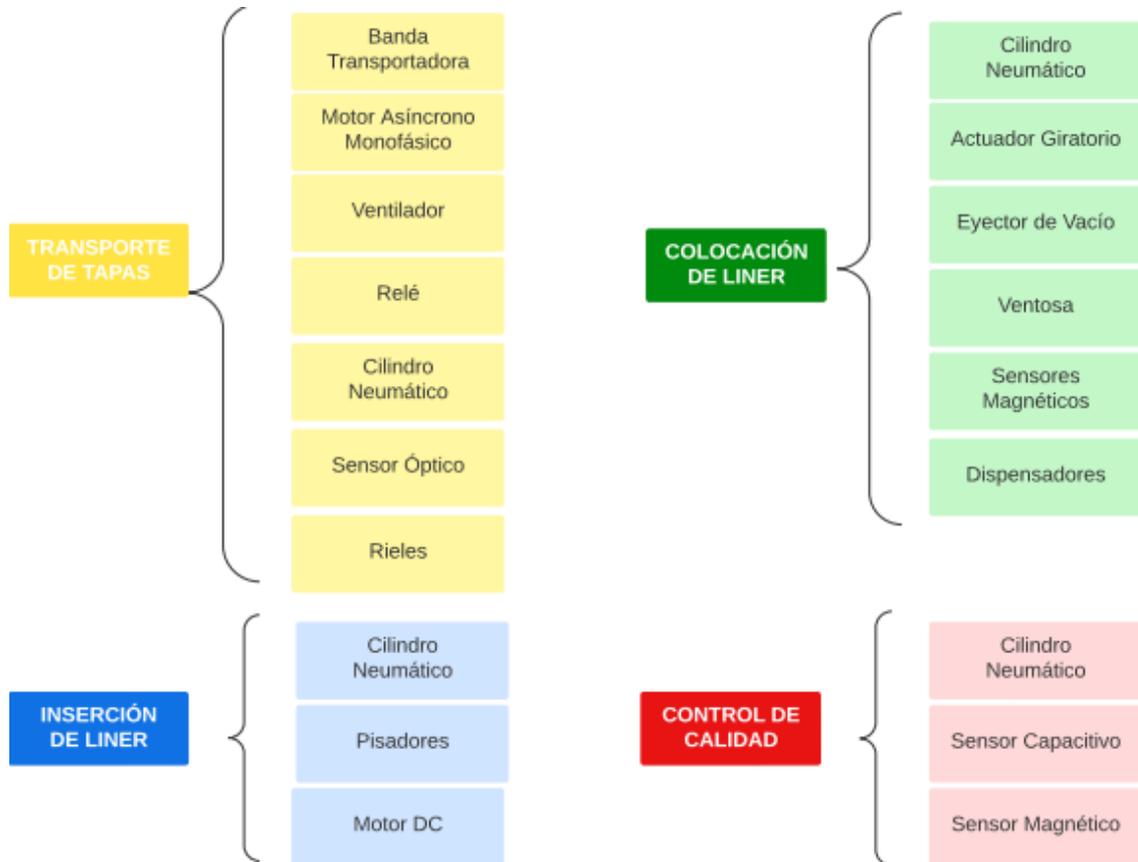


Figura 2-3: Principales componentes a aplicar para cada etapa de la máquina

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

A los elementos mencionados corresponde incluir un controlador lógico programable para el procesamiento de las etapas y un HMI que permita visualizar los datos, así como realizar los ajustes necesarios. En la Figura 3-3 se muestra un diagrama de flujo en el cual se explica de manera general el funcionamiento del sistema, bajo estas instrucciones se debe regir la programación en el PLC.

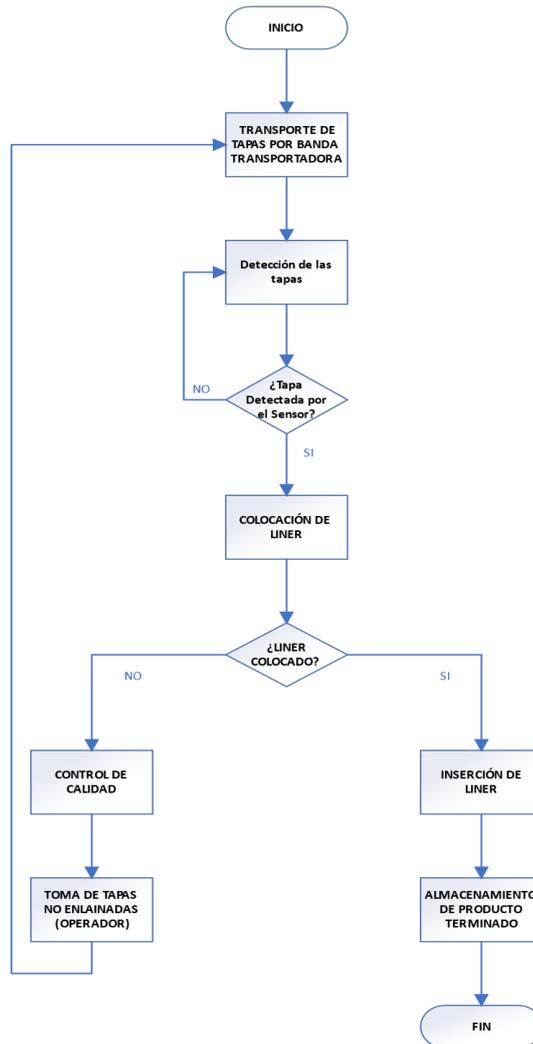


Figura 3-3: Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema

Realizado por: Suárez, Guffantte, 2022.

3.3 Descripción de las etapas del proceso

Con los requerimientos y elementos considerados, se plantean los principios para las principales etapas a considerar dentro de la máquina.

3.3.1 *Transporte de tapas*

Para esta etapa se dispone de una banda transportadora que permita dirigir las tapas recibidas por la alimentación de forma distribuida hasta un espacio tal que puedan ser aprovechadas para la etapa de colocación; estos espacios son definidos por medio de un sensor óptico que aporta con

un posicionamiento preciso y a su vez acciona un cilindro neumático encargado de detener la tapa por la banda.

3.3.2 Colocación de liner

En la etapa de colocación de liners, una vez que una de las tapas se ubique en una posición determinada por la etapa anterior, se acciona un cilindro neumático el cual cuenta con una ventosa, la misma que gracias a un eyector de vacío se encarga de tomar un único liner previamente cortado y almacenado en un dispensador en la parte superior de la máquina para finalmente activar un actuador giratorio, el mismo que orienta al cilindro lineal permitiendo tal que al desactivar el generador de vacío el liner sea depositado sobre la tapa.

3.3.3 Inserción de Liner

Una vez concluido el proceso de colocación se pasa a la etapa de inserción de liners, en la cual un cilindro neumático con un pisador de diámetro ligeramente inferior al de la tapa en cuestión se encarga de empujar el liner hasta ubicarlo al fondo de la tapa y de esa manera asegurarlo adecuadamente en su superficie. Acoplado al vástago del cilindro se plantea la inclusión de un motor de corriente continua que gire en dirección de la rosca de las tapas para facilitar una inserción uniforme de los liners y evitar que estos sufran daños por el contacto a presión.

3.3.4 Control de Calidad

Con la intención de asegurar que todas las tapas a entregar se encuentren correctamente enlainadas se incluye una etapa final de control de calidad, la cual en principio define si el liner ha sido colocado adecuadamente en su etapa correspondiente a partir de un sensor óptico; aquellas tapas que no cumplan con esta condición se saltan la etapa de inserción y en su defecto son rechazadas por un cilindro neumático ubicado al final del recorrido de la banda, cuya activación se produce una vez que un sensor capacitivo ubicado en la sección de salida detecte la tapa que no ha sido enlainada.

3.3.5 Procesamiento

Toda la secuencia correspondiente a las etapas anteriores se encuentra gobernada por un controlador lógico programable, el cual se encarga de definir el estado de los actuadores involucrados en el proceso en base a la información recibida de los sensores, permitiendo de esa forma que cada uno de los elementos pueda trabajar de manera sincronizada.

3.3.6 Visualización

Con la inclusión de una Interfaz Humano-Máquina (HMI), se plantea la posibilidad de permitir en principio que el usuario establezca la elección del modo de trabajo de la máquina, pudiendo trabajar indefinidamente o estableciendo un número específico de tapas a enlaminar. Para cualquier modo de trabajo se ofrece la posibilidad de visualizar a través de la interfaz el número de tapas que han cumplido exitosamente el proceso de enlaminado, así como se detalla la meta de tapas a cumplir de ser el caso. Adicionalmente, por medio de la pantalla se considera la opción de permitir la manipulación de cada uno de los actuadores en función de comprobar el estado de la máquina y además facilitar su proceso de calibración de acuerdo a la lectura de los sensores involucrados en el sistema.

3.4 Selección de Componentes

Una vez establecidas las funciones correspondientes a cada una de las etapas planteadas, el siguiente paso consiste en definir los elementos necesarios tal que la máquina esté en condiciones de cumplir con su trabajo en función de los requerimientos planteados. En la actualidad, son varias las empresas que buscan reducir los costos de producción al disminuir los gastos energéticos; para ello se requiere seleccionar cuidadosamente los equipos con los que trabajarán las máquinas, para que estos no se encuentren sobredimensionados y consuman más energía de la que deberían.

3.4.1 Banda Transportadora

Durante todo el proceso las tapas se encuentran en contacto directo con la banda transportadora, es por ello que este elemento debe ser elegido cuidadosamente para que no exista contaminación en los accesorios. Las bandas transportadoras de policloruro de vinilo (PVC) tienen un uso extendido en diversas aplicaciones, incluyendo la industria alimenticia. La Figura 4-3 muestra una banda transportadora sintética de PVC, mientras que en la Tabla 2-3 se resumen sus principales características.



Figura 4-3: Banda transportadora de PVC

Fuente: (Xinbex, 2022)

Tabla 2-3: Características de la banda transportadora

CARACTERÍSTICAS	
Espesor	2 a 4 mm
Número de Lonas	1 a 3
Grado	Alimenticio
Resistencia Química	Aceite, Grasas, Vegetales, Agua
Forma de Superficie Superior	Liso
Color	Negro, Blanco, Verde, Azul
Unión	Mecánica, Vulcanizada
Tipo de Trabajo	Liviano

Fuente: (Proindserv, 2022)

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

3.4.2 Actuadores Neumáticos

En este conjunto de elementos en particular deben ser considerados algunos aspectos para su selección como son las longitudes de carrera y el consumo de aire, ya que deben ajustarse a las dimensiones de la máquina y tener un rendimiento óptimo considerando los ciclos de trabajo.

3.4.2.1 Cilindro de entrada

El primer actuador neumático corresponde a un cilindro ubicado en la entrada de la máquina que permita detener la entrada de tapas mientras las etapas posteriores se encuentran activas. La

función del cilindro es únicamente bloquear temporalmente el paso de tapas por la banda, razón por la cual no se requiere definir condiciones de fuerza ejercida en el vástago; esto permite la aplicación de un cilindro simple que cuide la asepsia durante el proceso al estar en contacto constante con las tapas.

Un mini cilindro de doble efecto de la serie MA es seleccionado para cumplir con esta función, principalmente debido a su composición de acero inoxidable. En cuanto a sus dimensiones, se considera una carrera de 50 mm con la cual se consigue cubrir el diámetro de las tapas más grandes teniendo en cuenta que el montaje del cilindro se lo realiza a un costado de la banda transportadora. El mini cilindro CN Supai MA16x50 se visualiza en la Figura 5-3 y sus principales características se indican en la Tabla 3-3.



Figura 5-3: Cilindro MA16X50

Fuente: (ShenZhen PuNan Shop, 2022)

Tabla 3-3: Características del cilindro de entrada

CARACTERÍSTICAS	
Modelo	MA 16x50
Tipo de varilla	Varilla única
Fluido	Aire
Diámetro	16mm
Carrera	50mm
Tamaño del puerto	M5
Temperatura	-5 C ~ + 70 C
Presión máxima de trabajo	1,0 MPa
Material principal	Acero inoxidable

Realizado por: Suárez, Guffantte, 2022.

3.4.2.2 Cilindro lineal para la toma del liner

Es necesario contar con un cilindro al cual se le pueda acoplar una ventosa para la toma y colocación del liner, es por ello que características como la longitud de carrera y la rapidez del movimiento del vástago deben ser tomadas en cuenta. En lo que se refiere a la fuerza que se debe aplicar se considera al liner con un peso despreciable al igual que la ventosa acoplada en el vástago del actuador debido a su pequeña masa. Los cilindros de la serie TN, como el mostrado en la Figura 7-3, resultan adecuados para este tipo de aplicaciones, ya que facilitan el acople de la ventosa a partir de una base y un par de tornillos. En lo relacionado a la carrera, se plantea ubicar al cilindro a una distancia media entre la banda transportadora y el dispensador de liners, de tal forma que apoyándose del actuador giratorio alcance ambos puntos al recorrer una distancia de 40mm; con esto se define una distribución espacial aceptable entre dichos elementos de la máquina. Otro aspecto importante lo constituyen los tiempos en los cuales se desea que el cilindro complete un ciclo. Debido a las necesidades de producción, cada tapa debe tener el liner colocado en un tiempo de 3 segundos como máximo, por ello el cilindro debe cumplir con una secuencia determinada dentro de ese tiempo tal y como se observa en la Figura 6-3.

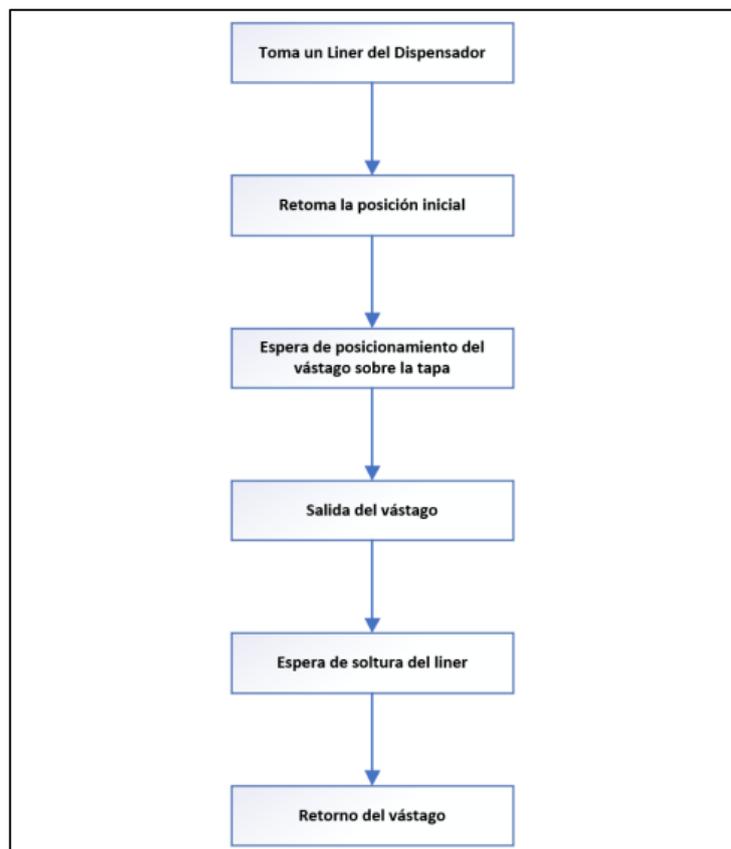


Figura 6-3: Secuencia para colocar el liner en la tapa

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

Considerando un máximo de 1 segundo para los tiempos de espera, el cilindro debe avanzar dos veces y regresar en la misma cantidad de ocasiones durante los 2 segundos restantes, requiriendo así que el pistón recorra los 40 mm de carrera en al menos medio segundo.

El cilindro XCPC TN10X40 tiene la capacidad de recorrer la carrera definida a una velocidad que va desde los 100 hasta los 500 mm/s, que equivale a que si se considera su velocidad mínima es posible cubrir cada avance o retroceso del cilindro en menos de medio segundo. Esta junto con otras características del cilindro en cuestión se muestran la Tabla 4-3.



Figura 7-3: Cilindro Lineal de la serie TN

Fuente: (XCPC, 2022b)

Tabla 4-3: Características del actuador lineal para la toma de liner

CARACTERÍSTICAS	
Modelo	TN 10x40
Patrón de movimiento	Doble acción
Fluido	Aire
Presión de funcionamiento	1-9 bar
Presión Máxima	10,5 bar
Temperatura	-5 ~ +70°C
Velocidad de operación	100 ~ 500 mm/s
Carrera ajustable	-10 ~ 0 mm
Tamaño del puerto	M5 x 0,8

Fuente: (XCPC, 2022b)

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

3.4.2.3 Actuador giratorio

Para seleccionar adecuadamente el actuador que cumpla con el papel de girar el cilindro lineal para la toma y colocación del liner en la tapa se deben tomar en cuenta factores como el torque y la energía cinética a ejercer, considerando que en este particular se maneja una carga que no puede despreciarse a diferencia del resto de actuadores que componen la máquina.

El cilindro de doble efecto se fija al actuador giratorio mediante 4 tornillos, es por ello que se considera al lado del émbolo del cilindro como un paralelepípedo de aluminio con las dimensiones que se presentan a continuación:

Longitud: 10 *cm*

Ancho: 4 *cm*

Altura: 3 *cm*

A partir de las dimensiones se puede calcular la masa de la base teniendo en cuenta que la densidad del aluminio es de 2.7 *g/cm³*. Por lo tanto, la masa del cilindro considerado como un cuerpo sólido es:

$$m = \text{volumen} * \text{densidad}$$

$$m = (10 * 4 * 3)\text{cm}^3 * 2.7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$m = 324\text{g}$$

Con los datos mostrados se procede a realizar el cálculo de la inercia, torque y energía cinética. La inercia del actuador se calcula como se muestra a continuación.:

$$I_{\text{actuador}} = m \frac{a^2 + b^2}{12}$$

Siendo,

m: la masa de la carga (0.324 *Kg*).

a: la longitud de la base (0.04 *m*).

b: el ancho de la base (0.1 *m*).

El valor de la inercia de la base es de 0.0003132 *Kgm²*; se debe tomar en cuenta que esta inercia es considerada a un eje acoplado al actuador, tomando en cuenta que la masa de la carga se concentra en el centro de gravedad de la misma.

Otro factor influyente en la selección del actuador es el torque, el cual para una carga inercial se calcula como:

$$T = T_a * 10$$

Donde,

T_a: Carga inercial, se produce cuando la carga con inercia es rotada [*Nm*].

La carga inercial se calcula de la siguiente manera:

$$T_a = I\dot{\omega} = I \frac{2\theta}{t^2}$$

Donde,

I : Inercia de la carga [Kgm^2].

$\dot{\omega}$: Aceleración angular [rad/s^2].

θ : Ángulo de rotación [rad].

t : Tiempo de rotación [s].

La inercia de la carga es la que se obtuvo con anterioridad, el ángulo de rotación es de 180° , mismo que es necesario para tomar el liner y colocarlo en la tapa y por último el tiempo de rotación se toma de 0.5 seg por cada 90° . Por lo tanto, el torque toma un valor de 0.0019789 Nm . Finalmente es necesario el cálculo de la energía cinética que es generada cuando la carga rota. La energía cinética está definida por:

$$E = \frac{1}{2} I \omega^2 = 2I \frac{\theta^2}{t^2}$$

Siendo,

I : El momento de inercia [Kgm^2].

ω : Velocidad angular [rad/s].

θ : Ángulo de rotación [rad].

t : Tiempo de rotación [s].

Con los valores obtenidos con anterioridad, la energía cinética resultante es de 0.0061823 J . En la Tabla 5-3 se resumen los valores de los factores que intervienen en la elección del actuador giratorio.

Tabla 5-3: Factores para la elección de actuador giratorio

Factor	Valor
Torque [Nm]	0.0019789
Energía Cinética [J]	0,0061823

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

Por lo tanto, de acuerdo a los factores calculados con anterioridad, el actuador giratorio adecuado es el modelo MSQB10-A-S de XCPC mostrado en la Figura 8-3, el cual corresponde a un actuador de tipo piñón cremallera. En la Tabla 6-3 se muestra las especificaciones más importantes de dicho actuador, como es evidente la energía cinética máxima permitida por este elemento es mayor a la calculada por lo que se puede asegurar un funcionamiento óptimo y duradero.



Figura 8-3: Actuador neumático giratorio MSQB10-A-S

Fuente: (XCPC, 2017a)

Tabla 6-3: Especificaciones del actuador giratorio

CARACTERÍSTICAS	
Tamaño de émbolo [mm]	10
Ángulo de Rotación Ajustable [°]	0-190
Fluido	Aire
Presión Mínima [MPa]	0,1
Presión Máxima de Operación [MPa]	1
Tiempo de Rotación [s/90°]	0,07 a 0,1
Energía Cinética Permitida [J]	0,007
Tamaño del Puerto	M5x0,8

Fuente: (XCPC, 2017a)

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

3.4.2.4 Cilindro para Pisadores

El punto principal a tomar en consideración con este actuador tiene que ver con la longitud de carrera y su velocidad. El vástago debe ser simple ya que la intención pasa por utilizar distintos pisadores en función del diámetro de las tapas a enlainer, los mismos que deben ser fácilmente desmontables del cilindro. En lo relacionado a la carrera, se considera la misma distancia empleada para el cilindro lineal aplicado en la toma de liners ya que se planea que ambos vayan montados en la misma estructura; y en cuanto a la velocidad de trabajo es permisible que el cilindro avance o retroceda durante 1 segundo considerando que cumplirá con estas acciones

solamente una vez por cada ciclo de trabajo y dispone de los 3 segundos que se toma la etapa de colocación de liners, permitiendo incluso tener hasta 1 segundo de espera una vez que el pisador se encuentre en contacto con la superficie de la tapa para asegurar el enlainado.

Los cilindros XCPC estándar de la serie DNC, como el ejemplar de la Figura 9-3, cuentan con modelos bastante sencillos que resultan muy útiles para cumplir con esta función, con carreras que van desde los 10 hasta los 2000mm y manejan velocidades desde los 50 hasta los 800mm/s, cumpliendo con los principales parámetros establecidos. El cilindro seleccionado es el DNC32X50 cuyas características se resumen en la tabla 7-3.



Figura 9-3: Cilindro lineal de la serie DNC

Fuente: (XCPC, 2022a)

Tabla 7-3: Características del actuador lineal para la toma de liner

CARACTERÍSTICAS	
Modelo	DNC 32x50
Patrón de movimiento	Doble acción
Fluido	Aire
Presión de compresión	1,5 MPa
Presión Máxima	10 bar
Presión Mínima	1 bar
Temperatura	-5 ~ +70°C
Velocidad de operación	50 ~ 800 mm/s
Tamaño del puerto	G1/8"

Fuente: (XCPC, 2022a)

Realizado por: Suárez, Guffantte, 2022.

3.4.2.5 Cilindro de parada de tapas

Las etapas de colocación e inserción de liners requieren de elementos que permitan interrumpir el trayecto de las tapas por la banda transportadora mientras se producen sus respectivas acciones. Considerando que la etapa de colocación requiere de un mayor tiempo que la de inserción, y con la intención de optimizar el uso de salidas en el sistema final, se considera la aplicación de un cilindro de la serie TN al que se le pueda realizar un acople con una pieza de aluminio que a su vez lleve un par de varillas de acero inoxidable alineadas tanto con el cilindro lineal como el pisador, esto con la intención de realizar el detenimiento de tapas para ambas etapas con un único actuador manteniendo la sincronía en el proceso. Considerando la ubicación y funcionalidad de este cilindro similar al aplicado para la entrada de tapas, basta con una carrera de 50mm para que el trabajo se pueda cumplir.

El actuador TN16X50 de aleación de aluminio mostrado en la Figura 10-3 es utilizado para cumplir con dicha función, con sus principales características resumidas en la Tabla 8-3.

Tabla 8-3 : Especificaciones del cilindro de parada de tapas

CARACTERÍSTICAS	
Modelo	TN 16x50
Patrón de movimiento	Doble acción
Fluido	Aire
Presión de funcionamiento	1-9 bar
Presión Máxima	10,5 bar
Temperatura	-5 ~ +70°C
Velocidad de operación	100 ~ 500 mm/s
Carrera ajustable	-10 ~ 0 mm
Tamaño del puerto	M5 x 0,8

Fuente: (XCPC, 2022b)

Realizado por: Suárez, Guffantte, 2022.



Figura 10-3: Cilindro neumático TN16X50

Fuente: (Garosa, 2020)

3.4.2.6 Cilindro de control de calidad

El último actuador neumático que compone la máquina cumple con la función de desplazar las tapas que ante la falta de liners o por fallas de la etapa de colocación no cumplieron adecuadamente con el proceso de enlainado. Al igual que se ha evidenciado en todos los actuadores previamente seleccionados, la velocidad y la carrera que puedan alcanzar son primordiales para su selección. Al ubicarse en paralelo con el cilindro de entrada se considera la misma carrera de 50 mm, sin embargo se requiere de una superficie plana en el vástago con la que pueda empujar las tapas que transporta la banda. De esta forma, y considerando que las acciones de avance y retroceso pueden completarse en los 3 segundos que dura cada ciclo incluso si se plantea un caso en el que dos tapas salgan continuamente sin enlainar, se selecciona un cilindro TN10X50 que, únicamente diferenciando su mayor distancia de carrera, cuenta con las mismas características que en el caso del cilindro para la toma de liners, siendo este el más básico de su clase.

3.4.3 Sistema de Vacío

3.4.3.1 Ventosa

Al tratar con elementos bastante ligeros como son los liners, no existe mayor complicación por seleccionar una ventosa en lo que tiene que ver con sus fuerzas de aspiración; por lo cual el parámetro primordial en este punto tiene que ver con su diámetro, ya que no puede exceder los 28 mm para los liners correspondientes a las tapas más pequeñas. La ventosa seleccionada es una ventosa plana PFG 25 NBR-CO-55 como se muestra en la Figura 11-3, consta con un diámetro de 25mm que puede llegar hasta los 27.5mm al presionarse, además de resultar ideal para superficies lisas o ligeramente rugosas como es el caso de los liners. En la Tabla 9-3 se resumen los principales datos técnicos de esta ventosa.



Figura 11-3: Ventosa PFG 25 NBR-CO-55

Fuente: (Schmalz, 2022)

Tabla 9-3: Especificaciones de ventosa

CARACTERÍSTICAS	
Fuerza de aspiración	26,50 N
Volumen	1,48 cm ³
Radio de curvatura (min) (convexa)	25 mm
Tamaño	25
Material de ventosa	Caucho nitrilo NBR-conductor
Dureza del material [Shore A]	55 Shore A
Peso	2,40 g

Fuente: (Schmalz, 2022)

Realizado por: Suárez, Guffantte, 2022.

3.4.3.2 Eyector

Los eyectores funcionan a partir del principio Venturi, esta técnica de vacío es la más utilizada debido a que se utiliza la presión que se dispone en el sistema, además de que posee un diseño compacto y es utilizado en ciclos cortos de trabajo. Este método es el utilizado en el sistema colocador de liners, de esta manera, la succión generada por el vacío del eyector y con la ayuda de la ventosa, se toma el sello de seguridad de la tapa y es colocado dentro de la misma para seguir a la siguiente estación que corresponde a la inserción del liner.

Los factores a considerar para la elección de un eyector tienen que ver entre otros asuntos con el tipo de superficie de la pieza, su alimentación, duración de los ciclos, restricciones de peso y tamaño. Para el caso actual, se toma en consideración el rango de succión que se requiere del eyector en función de la ventosa previamente seleccionada de acuerdo a lo que indica la Tabla 10-3.

Tabla 10-3: Rango de succión requerido en función del diámetro de la ventosa

Diámetro de Ventosa	Rango de succión requerido [l/min]
Hasta 20 mm	2,83
Hasta 40 mm	5,83
Hasta 60 mm	8,3
Hasta 90 mm	12,7
Hasta 120 mm	16,6

Fuente: (Camozzi, 2019)

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

El eyector de vacío seleccionado es el CV-15HR aprovechando su diseño compacto, elevado flujo de succión y por su presión de trabajo que abarca valores de 1 a 6 bar (CONVUM, n.d.,1), en la Tabla 11-3 se detallan los puntos principales respecto a dicho eyector.

Tabla 11-3: Especificaciones del eyector de vacío

CARACTERÍSTICAS	
Serie	CV-15HR
Presión máxima de vacío (kPa)	-87
Caudal de consumo de aire (l/min)	100
Rango de presión de funcionamiento (MPa)	0,1 - 0,6
Flujo de succión (l/min)	54
Material del cuerpo	Aluminio
Diámetro de Boquilla.	1,5 mm

Fuente: (CONVUM, n.d.)

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.



Figura 12-3: Eyector de Vacío CV-15HR

Fuente: (Joom, 2022)

3.4.3.3 Regulador de Presión

La Figura 13-3 muestra la curva de funcionamiento del eyector de vacío que se muestra en el apartado anterior, se puede observar que la presión máxima de vacío se alcanza cuando la presión de entrada se encuentra alrededor de 3.5 bar. Debido a que la presión de entrada del sistema se estima entre 6 y 7 bar es necesario la utilización de un regulador de presión para que el eyector genere la mayor presión de vacío posible, por consecuente se utiliza el regulador AR2000, mostrado en la Figura 14-3, debido a que es de tamaño compacto y tiene un amplio rango de regulación de presión.

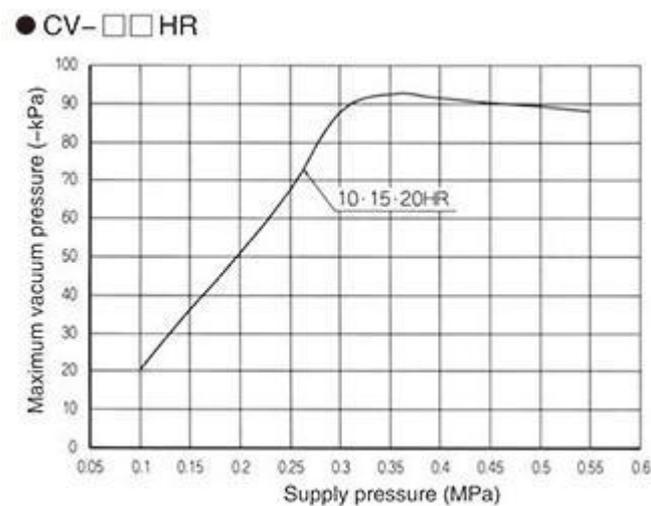


Figura 13-3: Curva de Funcionamiento del Eyector CV-15HR

Fuente: (Misumi, 2022)



Figura 14-3: Regulador de Presión AR2000

Fuente: (JELPC, 2022)

En la Tabla 12-3 se detalla las características principales del regulador.

Tabla 12-3: Especificaciones del regulador de presión

CARACTERÍSTICAS	
Serie	AR
Fluido	Aire
Tamaño de Puerto	G1/4'
Rango de Presión Ajustable [MPa]	0.05 – 0.85
Resistencia a la Presión de Prueba [MPa]	1.5
Material del cuerpo	Aleación de Aluminio

Fuente: (JELPC, 2022)

Realizado por: Suárez, Guffantte, 2022.

3.4.4 Válvulas de Control Direccional

Las válvulas de control direccional son necesarias para accionar los diferentes actuadores de acuerdo a una secuencia o movimientos deseados. Por lo tanto, las válvulas distribuidoras dirigen el aire comprimido en las vías correspondientes para detener, arrancar o cambiar el sentido de movimiento de los cilindros que son utilizados en las etapas de colocación e inserción de los sellos de seguridad.

A partir de lo mencionado en el párrafo anterior la selección de las válvulas se realiza de acuerdo con la secuencia de funcionamiento y actuación de los diferentes cilindros. Es por ello por lo que se utilizan válvulas 4V210-08, las cuales se visualizan en la Figura 15-3 y básicamente son válvulas monoestables de 5 vías y 2 posiciones (XCPC, 2017,1). Las características de estas válvulas son descritas en la Tabla 13-3.

Tabla 13-3 : Características de las válvulas de control direccional

CARACTERÍSTICAS	
Serie	4V210-08
Rango de Presión de Operación [MPa]	0,15 - 0,8
Fluido	Aire Filtrado de 40 micras
Presión Máxima [MPa]	1,2
Puertos de presión	G1/4" (3 puertos)
Puertos de desfogue	G1/8" (2 puertos)
Accionamiento	Por solenoide & piloto interno o manual
Temperatura de operación [°C]	5 – 50
Material del cuerpo	Aluminio aleado
Consumo de Potencia	AC: 2,5 VA DC: 2,5 W
Frecuencia de acción más alta [Hz]	5
Área seccional efectiva [mm²]	16
Protección	IP65

Fuente: (XCPC, 2017b)

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.



Figura 15-3: Válvula de control direccional 5/2

Fuente: (XCPC, 2022c)

3.4.5 Filtro Regulador

El filtro regulador de aire es un elemento esencial para cualquier máquina que requiera trabajar con actuadores neumáticos, tanto para evitar la presencia de partículas de polvo en el aire comprimido aplicado como también para controlar la presión de trabajo con la que se maneja el sistema. El filtro regulador XAW2000-02 con puertos de 1/4" mostrado en la Figura 16-3 es el seleccionado para la máquina en cuestión, principalmente debido a que permite ajustar la presión entre 1.5 y 8.5 bar, el cual es un intervalo prudente para gestionar cada uno de los actuadores. Los detalles de este elemento se especifican en la Tabla 14-3.

Tabla 14-3 : Características del Filtro Regulador de aire

CARACTERÍSTICAS	
Serie	XAW2000-02
Fluido de Operación	Aire
Precisión de Filtrado	25u
Flujo Nominal [l/min]	550
Rango ajustable de Presión [MPa]	0,15 – 0,85
Máxima Presión de trabajo [MPa]	1
Presión Máxima de resistencia [MPa]	1,5
Unidades de medición en manómetro	MPa & PSI
Temperatura de Operación	5 – 60°C
Material del cuerpo	Policarbonato

Fuente: (ROME, 2022)

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.



Figura 16-3: Filtro Regulador de aire

Fuente: (XCPC, 2022b)

3.4.6 Sensores

Para detectar la presencia de las tapas cerca de los actuadores correspondientes a las etapas tanto de colocación como de inserción de liners se emplean sensores de fibra óptica BF3RX-P como se muestra en la Figura 17-3, los cuales no solo cuentan con un tiempo de respuesta menor a 1ms además de sensibilidad ajustable con alta precisión sino que también a su reducido tamaño son ideales para un montaje en áreas pequeñas. Cada sensor trabaja con un par de unidades de fibra óptica FT-420-10 las cuales se indican en la Figura 18-3; estas trabajan en modalidad de emisor y receptor con el fin de obtener una rápida respuesta al activar el cilindro de parada de tapas. En la Tabla 15-3 se resumen los datos principales de los sensores mientras en la Tabla 16-3 se detalla acerca de las unidades de fibra óptica.

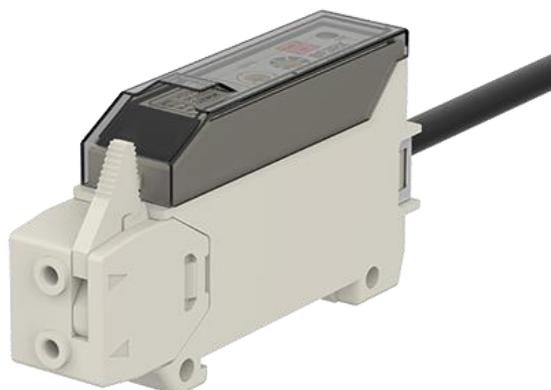


Figura 17-3: Sensor de Fibra Óptica BF3RX-P

Fuente: (Autonics, 2022b)

Tabla 15-3 : Características del Sensor de Fibra Óptica

CARACTERÍSTICAS	
Serie	BF3RX-P
Fuente de Luz	LED Roja (660 nm)
Tiempo de Respuesta	Máx. 1ms
Fuente de alimentación	12-24 VDC
Consumo de Corriente	Máx. 40 mA
Modo de funcionamiento	Luz ON/Oscuridad ON (establecido por cable de control)
Salida de control	PNP Colector abierto
Iluminación Ambiental	Luz Solar: Máx. 11000lx Lámpara Incandescente: Máx. 3000 lx
Temperatura Ambiente	-10 – 50°C
Peso	90 g

Fuente: (Autonics, 2022a)

Realizado por: Suárez, Guffantte, 2022.



Figura 18-3: Unidades de Fibra Óptica FT-420-10

Fuente: (Autonics, 2020)

Tabla 16-3 : Características de las unidades de Fibra Óptica

CARACTERÍSTICAS	
Serie	FT-420-10
Tipo	Estándar (perno)
Alcance	0 - 500mm
Modo de Actuación	Emisor – Receptor
Objetivo mínimo de detección	Ø1mm
Temperatura de trabajo	-30 – 70°C
Longitud de Cable	2m
Diámetro de fibra	1mm
Peso	31 g

Fuente: (Autonics, 2020)

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

El sensor encargado de detectar las tapas que van saliendo de la etapa de inserción de liners para definir su posterior validez en el control de calidad cuenta con un área mucho más libre que en los casos anteriores, por lo cual al no tener limitaciones en ese sentido permite la selección de un elemento menos complejo para cumplir su función. En este caso el sensor seleccionado es de proximidad de tipo capacitivo CR18-8DP, el cual se visualiza en la Figura 19-3. Este sensor en particular, tal y como se resume en la Tabla 17-3, cuenta con una corta distancia de detección, sin embargo, dispone de buena estabilidad y alta sensibilidad, características relevantes al considerar que esta última etapa del sistema debe responder con mucha rapidez para que se puedan rechazar las tapas sin enlainer de ser el caso.

Tabla 17-3 : Características del Sensor Capacitivo

CARACTERÍSTICAS	
Serie	DC3-wire
Voltaje	12 – 24 VDC
Corriente de Salida [mA]	15
Distancia de Detección [mm]	8
Salida de Control	PNP normalmente abierto
Frecuencia de Respuesta [Hz]	50
Tamaño del cuerpo [cm]	2,3 x 7 (D * L)
Protección	IP66

Fuente: (Autonics, 2020)

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.



Figura 19-3: Sensor Capacitivo CR18-DP

Fuente: (Autonics, 2020)

3.4.7 *Actuadores Eléctricos*

3.4.7.1 Motorreductor para Banda Transportadora

Dentro del sistema de transporte es de imperiosa necesidad una máquina que convierta la energía eléctrica en mecánica para producir un movimiento en la banda transportadora, es por ello que se plantea la aplicación de un motor asíncrono, que entre otras características cuenta con la ventaja de permitir un preciso control de velocidad con la que se mueve la materia prima entre las distintas etapas de la máquina. En base a estas consideraciones se selecciona un motorreductor 5IK60RGN-AF, que comprende un motor asíncrono monofásico con control de velocidad por potenciómetro externo, el cual cuenta con un bajo consumo de potencia y un par de arranque suficiente para movilizar las tapas. En la Figura 20-3 se muestra dicha máquina eléctrica, y en el Tabla 18-3 se resumen sus principales características.



Figura 20-3: Motorreductor de velocidad variable 5IK60RGN-AF

Fuente: (Alibaba, 2022)

Tabla 18-3: Características del motor asíncrono

CARACTERÍSTICAS	
Modelo	5IK60RGN-AF
Eje	Piñón
Potencia de Salida	60 W
Voltaje	1Ø; 110 V
Frecuencia	60 Hz
Rango de control de velocidad	90-1650 r/min
Par permitido	490 mN.m (1200 r/min) 160 mN.m (90 r/min)
Par de arranque	265 mN.m
Condensador	20 µF

Fuente: (ETW, 2022)

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

3.4.7.2 Motorreductor para Pisador

El motor que se acople al vástago del cilindro encargado de insertar los liners debe contar con un tamaño reducido para que no limite el desplazamiento del pisador, pero a su vez es indispensable que disponga de un alto par para que pueda hacer contacto con las bases de las tapas al introducir los liners. Los motorreductores DC constituyen una opción importante para cumplir con ambas condiciones principales en este apartado, siendo el motorreductor JGY-370 de engranaje helicoidal de 160 rpm de Bringsmart visualizado en la Figura 21-3 el actuador aplicado en el trabajo. Las principales cualidades de este motorreductor se detallan en la Tabla 19-3.



Figura 21-3: Motorreductor JGY-370

Fuente: (Amazon, 2022)

Tabla 19-3: Características del motorreductor DC

CARACTERÍSTICAS	
Modelo	JGY-370
Velocidad	160 rpm
Voltaje	12 V
Par	3,3 lb.cm
Material	Aleación de acero
Dimensiones	4.45 x 2.72 x 2.17 in
Peso	169 g

Fuente: (Amazon, 2022)

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

3.4.8 Controlador Lógico Programable

Este elemento comprende el corazón de todo el sistema, ya que a partir del PLC es que se evalúan las señales transmitidas por los sensores para posteriormente dar paso a determinada acción en el proceso de manera sincronizada para todas las etapas. El TM221CE16R, mostrado en la Figura 22-3, es un controlador lógico programable de Schneider que cuenta con 16 entradas/salidas con Ethernet integrado que ofrece un óptimo rendimiento entre los equipos de su clase. Se trata de un PLC pequeño pero potente que resulta ideal para trabajar con máquinas pequeñas. Entre sus mayores ventajas se destaca que requiere una instalación mínima además de ofrecer una amplia versatilidad en la creación de la solución adecuada para diversos trabajos. Dispone de un alto grado de flexibilidad que le permite agregar módulos adicionales fácilmente en el caso en que se requiera incrementar la cantidad de entradas o salidas para automatizar un sistema, por esta razón se incluye un módulo de ampliación TM2DMM8DRT como el que se muestra en la Figura 23-3 para incrementar en cuatro unidades el número tanto de entradas como de salidas digitales, cubriendo las necesidades relacionadas a este tema. En la Tabla 20-3 se detallan las características más relevantes de este PLC.



Figura 22-3: Controlador
Lógico Programable
TM21CE16R

Fuente: (Schneider Electric, 2020)



Figura 23-3: Módulo de entradas/salidas
digitales

Fuente: (Schneider Electric, 2022)

Tabla 20-3: Características del Controlador Lógico Programable
TM221CE16R

CARACTERÍSTICAS	
Serie	Modicon M221
Alimentación	100-240 VAC
Entradas Discretas	9
Entradas Analógicas	2 a 0-10 V
Número de Salidas	7
Tipo de Salida	Relé
Capacidad del Programa	10000 Steps
Interfaz de Programación	Mini USB

Fuente: (Schneider Electric, 2020)

Realizado por: Suárez, Guffantte, 2022.

3.4.9 HMI

Los requerimientos para la interfaz humano-máquina son bastante básicos ya que se la incluye principalmente para fines de monitoreo del estado de la máquina y para mantener un seguimiento del número de tapas cuyo proceso de enlainado ha sido completado.

La HMI GL070E, mostrada en la Figura 24-3, correspondiente a la Green Series de Kinco es un producto moderno y potente capaz de manejar una amplia variedad de aplicaciones. Esta línea HMI cuenta con un modo de pantalla a color de 16,77 millones que permite evidenciar colores intensos y una resolución incomparable en su pantalla táctil. Este, al igual que todos los productos de la serie Green utilizan los procesadores de grado industrial de arquitectura ARM Cortex-A7 más ventajosos, los mismos que garantizan un rendimiento de alta eficiencia en las HMI. Además, tiene una alta dureza e intensidad con una notable resistencia a la temperatura. Cada HMI posee múltiples puertos seriales que posibilita las comunicaciones simultáneas, de tal forma que pueda conectarse a distintos controladores al mismo tiempo. En la Tabla 21-3 se enumeran algunas de las características con las que cuenta este equipo.

Tabla 21-3 : Características del HMI

CARACTERÍSTICAS	
Serie	GL070E
Voltaje	12 – 28 VDC
Potencia [W]	3,6
Tamaño de Pantalla	7"
Resolución [px]	800x400
Contraste	500:1
CPU	ARM RISC 32Bit 800 MHz
Protección	IP65
Peso [kg]	0,5

Fuente: (Kinco Electric, 2021)

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.



Figura 24-3: HMI Kinco GL070E

Fuente: (Kinco Electric, n.d.)

3.5 Diseño de la Máquina

Una vez que se tienen los dispositivos a utilizar se procede con el diseño de la máquina, esto se realiza en base a las dimensiones de los elementos a montar y de acuerdo a sus características tanto eléctricas como mecánicas. En la Figura 25-3 se puede apreciar el diseño completo de la enlainera, misma que es dividida en cuatro subsistemas como se ha expuesto con anterioridad. Por otro lado, la Figura 26-3 muestra el diagrama P&ID, el cual, permite identificar los componentes que conforman el proceso.

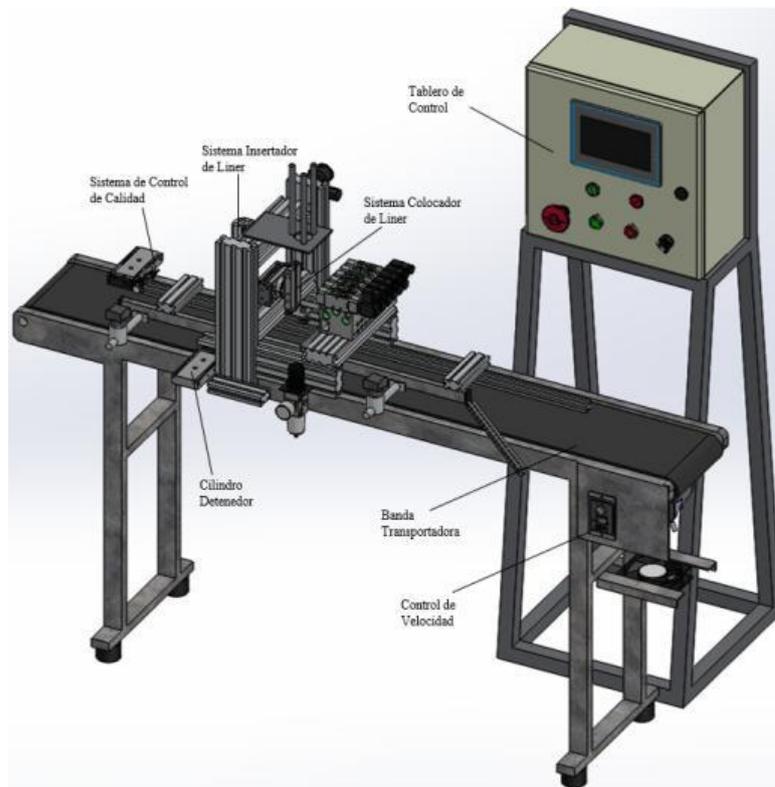


Figura 25-3: Diseño completo del sistema

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

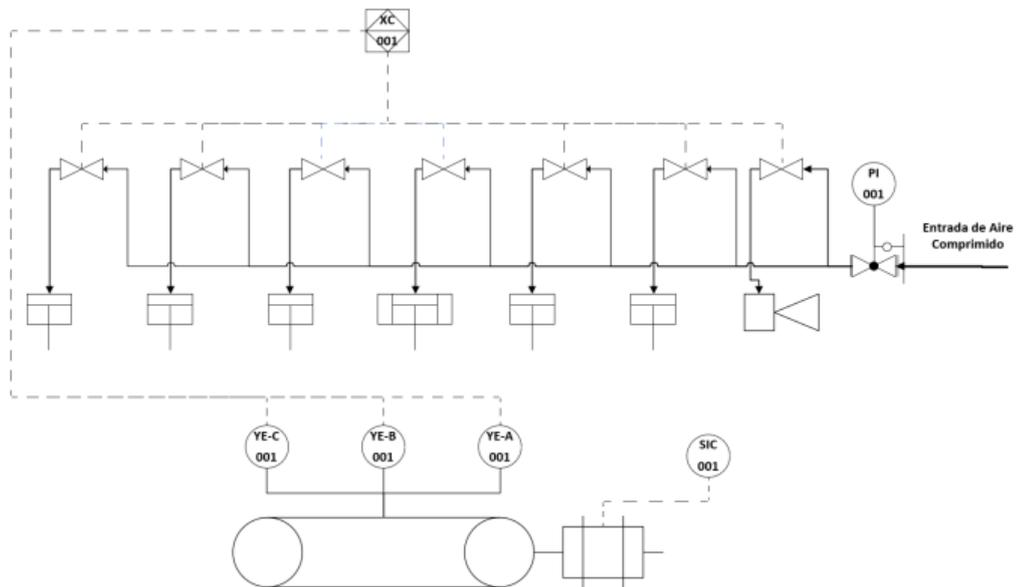


Figura 26-3: Diagrama P&ID del sistema

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

3.5.1 *Diseño del Sistema de Transporte de Tapas*

El sistema de transporte de tapas es el que más elementos contiene, en la Figura 27-3 se observa la banda transportadora, el motor de inducción, el ventilador, los rieles y el cilindro detenedor de tapas. El motor tiene la finalidad de, mediante un acople de engranes, mover la banda transportadora para que las tapas avancen hacia cada etapa, en este punto se debe mencionar el ventilador, el cual es utilizado para enfriar los devanados del motor ya que al realizar un control de velocidad este último tiende a recalentarse.

Los rieles montados en el sistema son utilizados para ajustar el transporte de las tapas de acuerdo al diámetro de la misma debido a que el posicionamiento preciso es de vital importancia para que el liner quede exactamente colocado y posteriormente sea insertado.

El cilindro detenedor tiene en su vástago un acople de una pieza de aluminio y un par de cilindros de acero inoxidable con el fin de parar a las tapas tanto en la etapa de colocación como en la de inserción de liner.

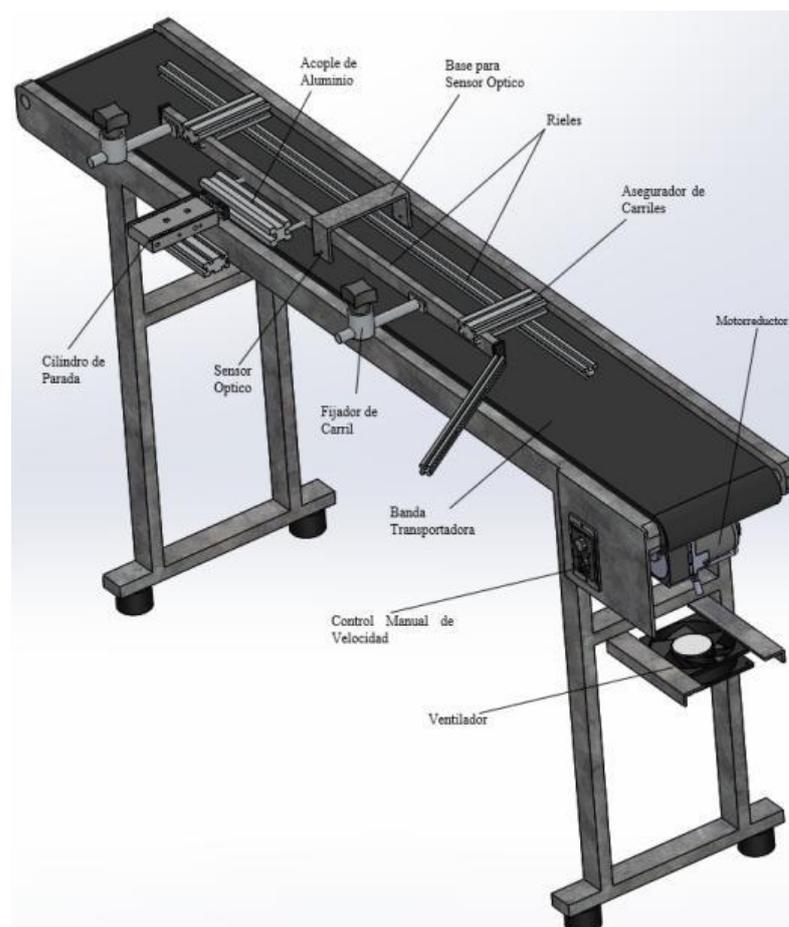


Figura 27-3: Sistema de transporte de tapas

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

3.5.2 *Diseño del Sistema Colocador de Liner*

El abastecimiento de liners y de tapas debe ser realizado de manera eficaz y versátil, primordialmente para alcanzar un óptimo rendimiento en el manejo de la máquina considerando los distintos diámetros con los cuales se planea trabajar. La estructura principal del sistema colocador de liners se ubica sobre la banda transportadora que recibe las tapas orientadas, de tal forma que conforme vaya llegando cada una se pueda accionar el cilindro lineal para, ayudado de técnicas de vacío, tomar un liner del depósito que se ubica en la parte superior a este y que almacena los liners en columna. Una vez tomado el sello de seguridad, el actuador giratorio realiza un giro de 180° para que el cilindro pueda colocar el liner sobre la tapa.

En lo correspondiente a los depósitos, es necesario destacar la necesidad de tener uno de ellos para cada tamaño de liner, ya que sus dimensiones son importantes para un almacenamiento adecuado y con ello la toma por parte de la ventosa no se ve afectada.

La Figura 28-3 muestra la composición del sistema, se puede observar en la parte superior el dispensador de liners, el actuador giratorio, el cilindro lineal y la ventosa acoplada a dicho actuador.

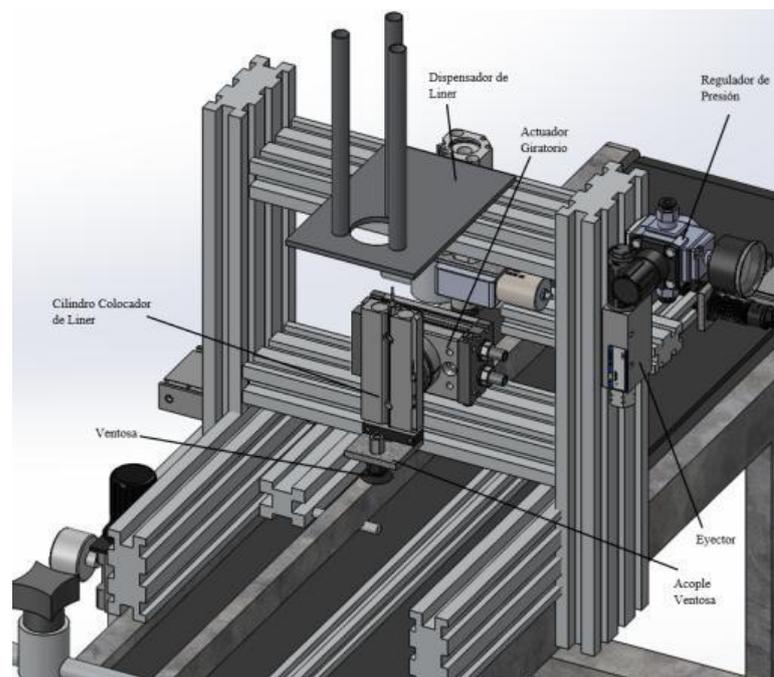


Figura 28-3: Sistema colocador de liner

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

3.5.3 *Diseño del Sistema Insertador de Liner*

El sistema insertador de liners viene a ser relativamente el más sencillo de todos, debido a que cuenta únicamente con el cilindro neumático que se encarga de empujar el liner hacia la superficie interior de la tapa, no obstante, no deja de ser de vital importancia en el sistema ya que el sello de seguridad debe quedar fijo en la tapa. La estructura aplicada resulta bastante similar a la de la etapa de colocación de liners, es decir, se ubica sobre la banda que transporta las tapas para cuando estas pasen por debajo del cilindro se pueda cumplir con la etapa de inserción. Se debe cuidar que el pisador acoplado al vástago de este cilindro alcance la base de la banda, de esta forma es posible asegurar un enlainado completo al evitar que la inserción quede incompleta en los contornos de las tapas, sin embargo se debe evitar cualquier exceso en el contacto que pueda generar daños por colisiones en el liner o incluso en las mismas tapas. El montaje de este sistema se encuentra muy cerca del sistema colocador de liner con el fin de optimizar el tiempo de enlainado. En la Figura 29-3 se muestra el cilindro con el pisador en el final del vástago del actuador.

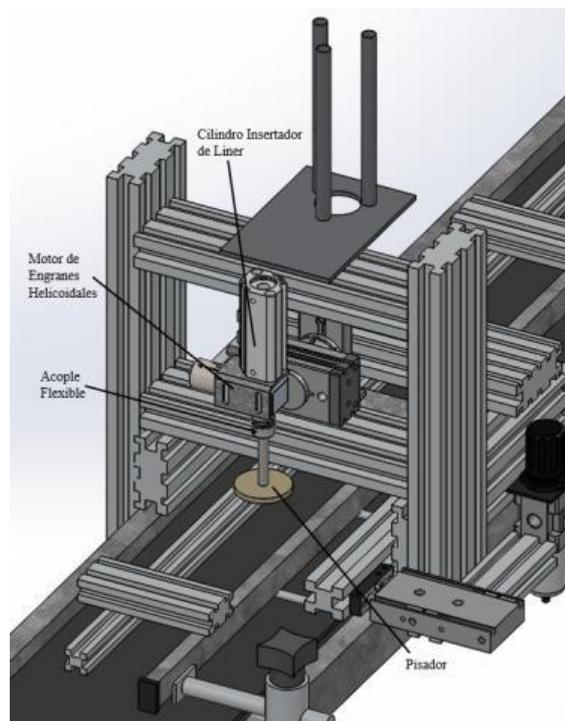


Figura 29-3: Sistema insertador de liner

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

3.5.4 *Diseño del Sistema de Control de Calidad*

El sistema de control de calidad es bastante sencillo y consta principalmente de dos sensores ópticos, el primero que detecta la presencia del liner sobre la tapa al pasar de la fase de colocación y el segundo ubicado en la parte final de la banda transportadora que detecta las tapas que van

saliendo de los rieles; si las tapas no han sido enlainadas al llegar a este punto se activa un cilindro neumático colocado a un costado que las empuja de tal manera que se almacenen en un recipiente distinto al que llegan las tapas correctamente enlainadas.

Esto se realiza con el fin de evitar que en el empaquetado del producto final exista tapas sin los sellos de seguridad; vale destacar que el no enlainado se puede producir por posibles inconvenientes con la toma de liner por la ventosa así como por la inexistencia de liners en el dispensador, mismo que el operador es el encargado de abastecer a la máquina con el número suficiente de liners mientras el proceso de producción se lleva a cabo. Este sistema se puede observar en la Figura 30-3.

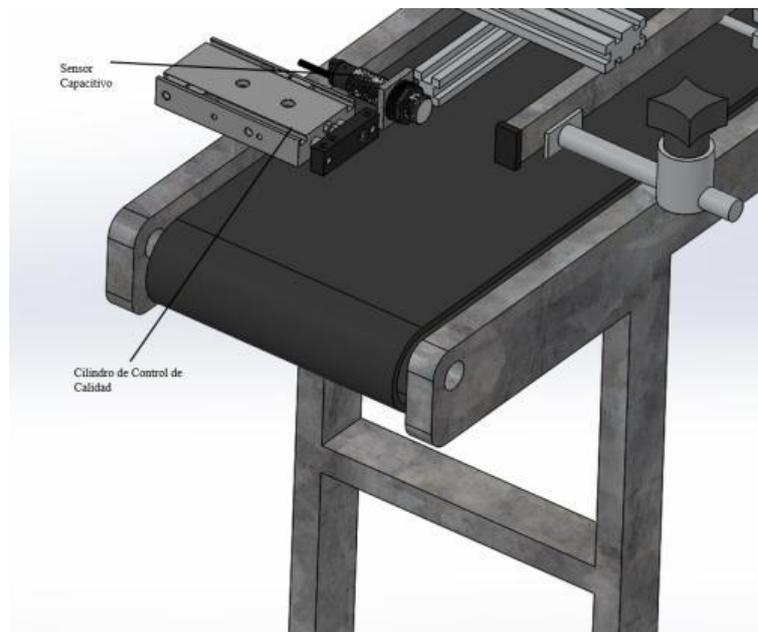


Figura 30-3: Sistema de control de calidad

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

3.5.5 *Diseño del Tablero Eléctrico*

El tablero eléctrico comprende el equipo en donde se encuentran los dispositivos de protección, conmutación y control, así como también las respectivas borneras para la conexión de los elementos mencionados.

Para el diseño del tablero se parte realizando un diagrama en 2D tanto de los circuitos de potencia como los de control. Para el sistema de potencia se cuenta con un motor para la banda que transporta las tapas, el mismo que cuenta con un disyuntor como protección. En cuanto al circuito de mando se parte de la conexión de los sensores a las entradas del controlador lógico programable, así como las salidas que accionan las electroválvulas y energizan el relevador del motor, todo esto en dependencia de la etapa de funcionamiento del sistema.

La realización de los diagramas eléctricos es necesaria debido a que de esa manera se tiene un documento en donde se describe de forma detallada las conexiones eléctricas que se llevan a cabo; en dichos diagramas se establecen los nombres de los elementos y la numeración de los cables, esto con la finalidad de llevar el proceso de una forma ordenada en todo momento, evitar errores en las conexiones, y ayudar en tareas de mantenimiento.

En la Figura 31-3 se muestra el diagrama de fuerza, en este diagrama se observa las conexiones al motor eléctrico. Se comienza por un interruptor termomagnético, mismo que es dimensionado de acuerdo a las características eléctricas del motor, posteriormente es necesario el dispositivo de conmutación para activar o desactivar el funcionamiento de la máquina eléctrica, en este caso un relevador. Adicionalmente se muestra la conexión de una fuente que se encarga de realizar la conversión AC/DC, a la salida de dicha fuente conmutada se obtiene 24VDC regulados.

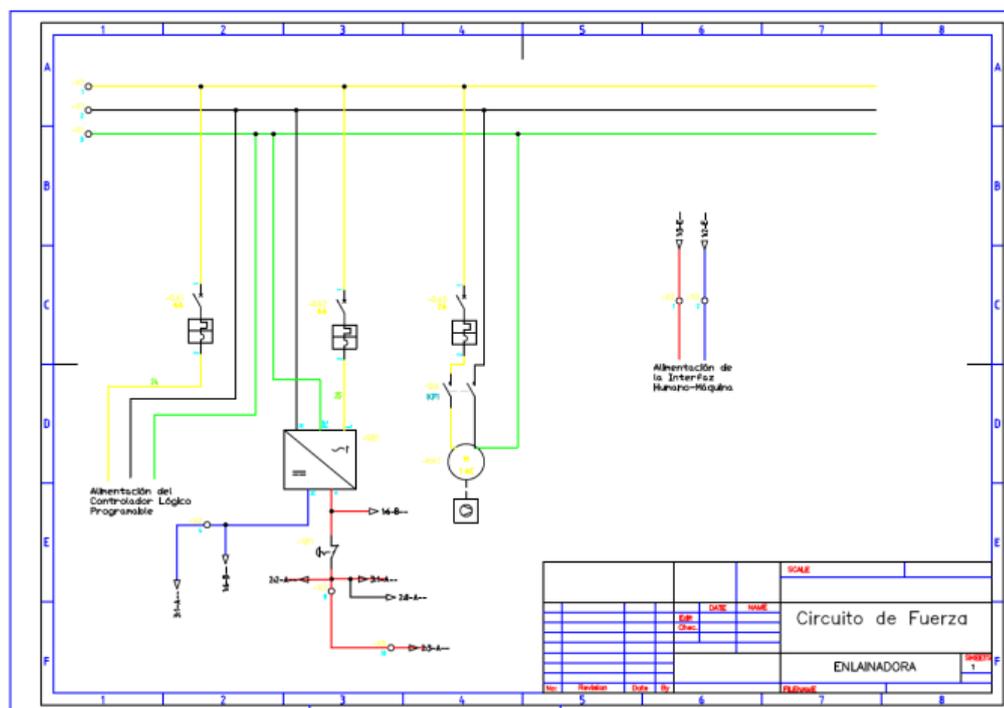


Figura 31-3: Circuito de fuerza del sistema

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

Por otro lado en la Figura 32-3 y 33-3 se observa las conexiones de las entradas y salidas del controlador lógico programable respectivamente. En la primera se establecen las conexiones de los sensores ópticos y los pulsadores, se debe notar que para las conexiones se utilizan borneras ya que los transductores están ubicados en campo. Con respecto a las salidas no solo se muestran las conexiones a la bobina del relevador para cambiar el estado del motor, sino también las conexiones a las electroválvulas que controlan el movimiento de los actuadores neumáticos y las

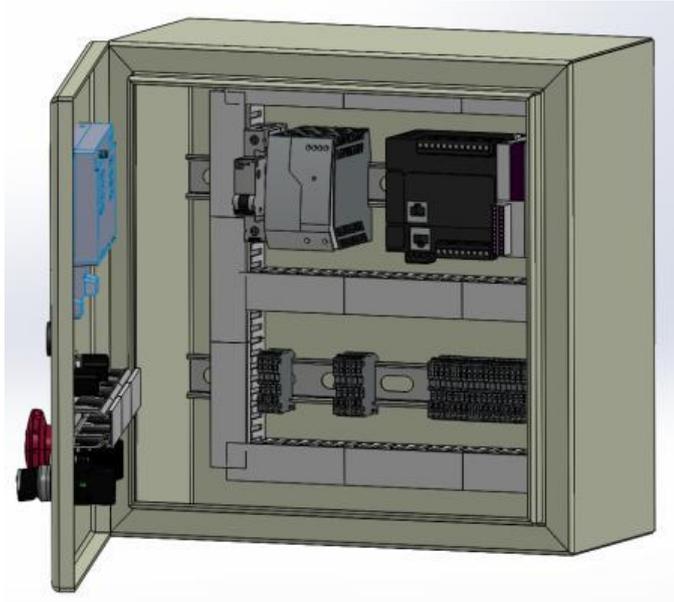


Figura 35-3: Vista isométrica del diseño 3D del tablero de control

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.



Figura 36-3: Vista frontal del diseño del tablero eléctrico

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

3.6 Implementación de la Máquina

Una vez que las distintas etapas del proceso son detalladas e integradas dentro del diseño de la máquina, y tomando en consideración los componentes seleccionados previamente; se cuenta con todo lo necesario para realizar su respectiva implementación.

En la Figura 37-3 se muestra el sistema de transporte de tapas con el motorreductor que se encarga de accionar la banda transportadora, sobre esta se visualizan los rieles ajustables al diámetro de las tapas a trabajar, así como los actuadores que se encargan de detenerlas en las secciones que así lo requieran.



Figura 37-3: Sistema de transporte de tapas

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

Los componentes asociados al sistema colocador de liners se visualizan en la Figura 38-3, teniendo los actuadores ubicados sobre la estructura central de la máquina mientras que el generador de vacío se encuentra a un costado de la misma. De igual manera, sobre esta estructura se adecúa al cilindro con el pisador para cumplir con la etapa de inserción de liners, como se aprecia en la Figura 39-3. Debajo de esta estructura se ubican los cables de fibra óptica del sensor que en configuración difusa evalúa la presencia de liners en las tapas.

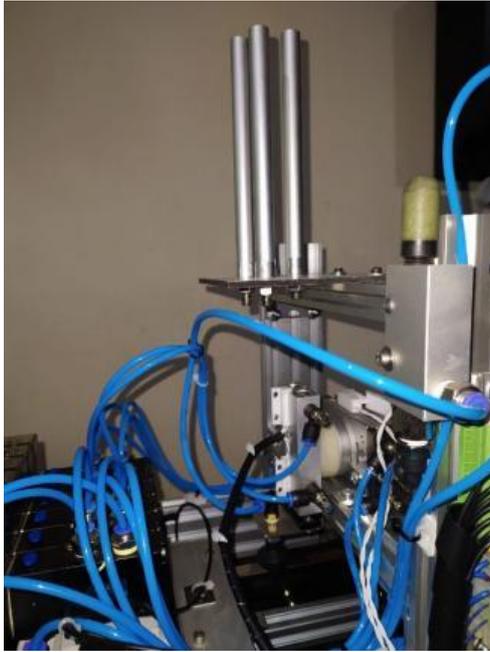


Figura 38-3: Sistema de colocación de liners

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

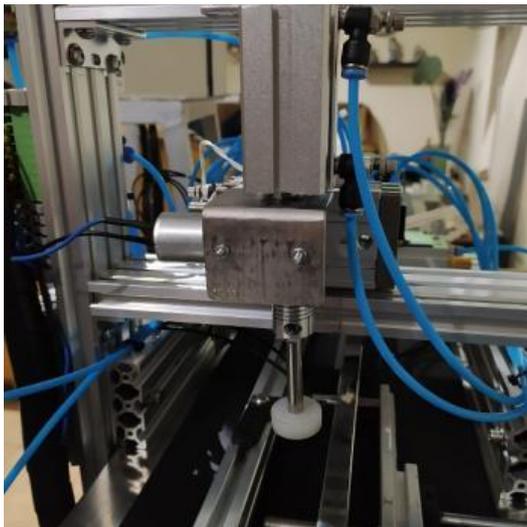


Figura 39-3: Sistema de inserción de liners

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

Sobre el final del recorrido marcado por los rieles se ubican el cilindro neumático y el sensor óptico correspondientes a la etapa de control de calidad, representados en la Figura 40-3.

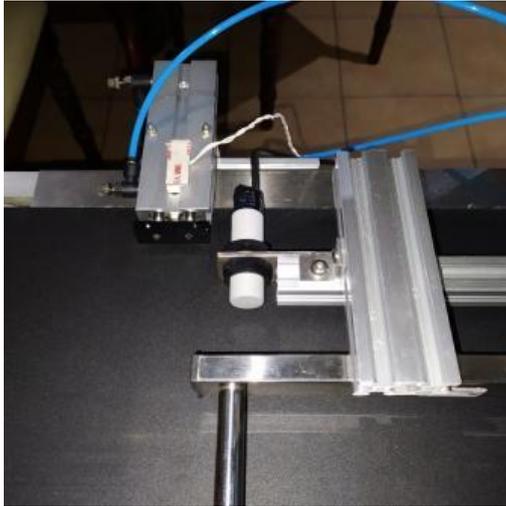


Figura 40-3: Sistema de control de calidad

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

Las borneras de la máquina se colocan a un costado de la misma como muestra la Figura 41-3; en este punto se concentra todo el cableado requerido para el control de las electroválvulas asociadas a cada una de las etapas anteriores, así como el conjunto de sensores aplicados.

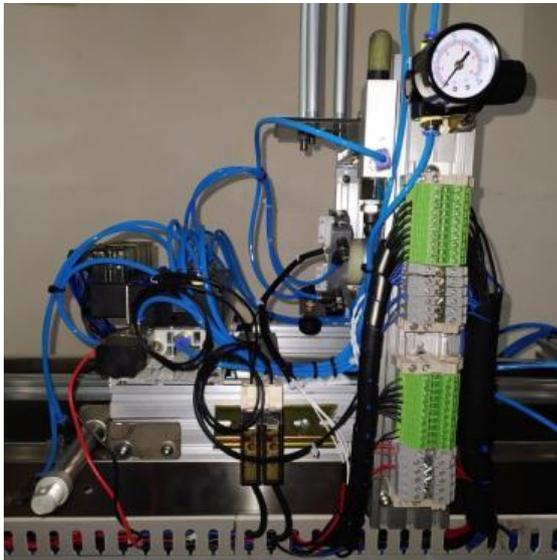


Figura 41-3: Borneras de la máquina

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

3.7 Instalación del Tablero Eléctrico

Siguiendo con el diseño planteado y sus diagramas correspondientes, se realiza el montaje del panel frontal del tablero como se visualiza en la Figura 42-3; con el HMI y los contactos de emergencia, inicio, paro y reset.



Figura 42-3: Panel frontal del tablero eléctrico

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

El cableado en el interior del tablero se realiza por medio de canaletas ranuradas mientras que los elementos son colocados sobre rieles DIN como se indica en la Figura 43-3. Los cables destinados a las entradas y salidas del PLC son de color negro, mientras que se emplea cable rojo para Vcc y cable azul para el neutro. En la Figura 44-3 se evidencia el cableado del panel frontal del tablero, manteniendo el estándar de colores en los cables de los botones y las conexiones del HMI.



Figura 43-3: Disposición de elementos en el tablero

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.



Figura 44-3: Cableado del panel frontal del tablero

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

3.8 Herramientas de Software

En lo que tiene que ver con el desarrollo de software orientado tanto para el PLC como para la HMI el trabajo es desarrollado en plataformas libres dedicadas exclusivamente a sus respectivos equipos de hardware.

3.8.1 EcoStruxure Machine Expert-Basic

EcoStruxure Machine Expert-Basic es una herramienta de programación gráfica diseñada para ayudar a configurar, desarrollar y poner en marcha programas para controladores lógicos, constituye una solución de software ligera para los controladores Modicon M221, compatible también con los módulos de entradas y salidas Modicon TM2 y TM3 (Schneider Electric, 2022,1).

En la Figura 45-3 se indica un diagrama en el que se detallan las fases típicas presentes en el desarrollo de un proyecto en EcoStruxure Machine Expert – Basic.

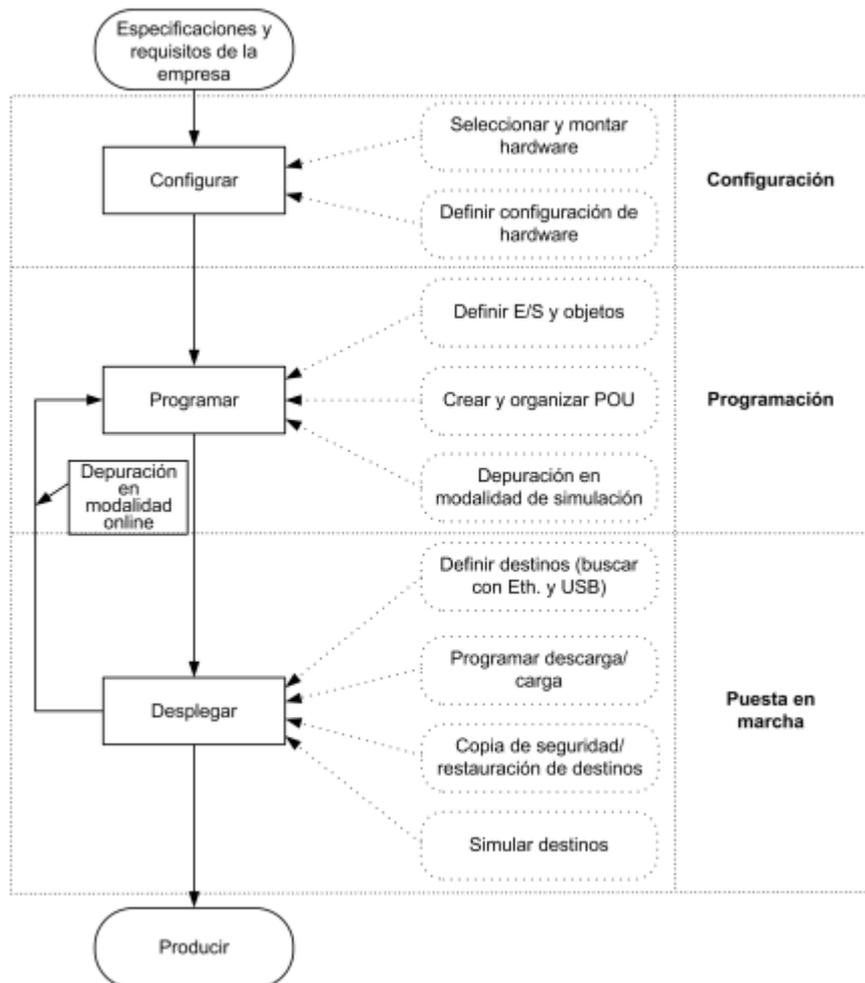


Figura 45-3: Fases de desarrollo de un proyecto en EcoStruxure Machine Expert-Basic

Fuente: (Schneider Electric, 2018)

3.8.2 Kinco DTools

El software Kinco DTools desarrollado por Kinco Electric está orientado a la configuración de HMIs, especialmente para los productos de la serie G. El software provee un potente entorno de desarrollo integrado para los usuarios posibilitando una amplia aplicación en distintos campos profesionales (Kinco Electric, 2015,1). En la Figura 46-3 se describe el procedimiento básico necesario para desarrollar interfaces en Kinco DTools.

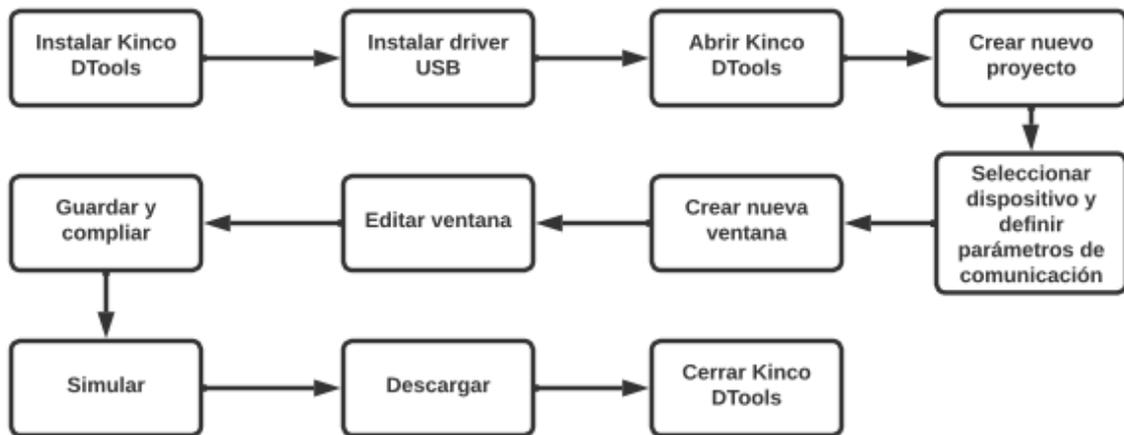


Figura 46-3: Procedimiento para desarrollar una HMI en Kinco DTools

Fuente: (Kinco Electric, 2015)

3.9 Programación de PLC

La programación en el software de EcoStruxure para el PLC es desarrollada mediante diagramas de escaleras; dividiendo el corazón del programa en tres partes principales correspondientes a las secciones de colocación de liner, inserción de liner y control de calidad. Cabe destacar que el funcionamiento de todos los componentes se debe a estas secciones a excepción del cilindro de entrada, el cual se activa y desactiva periódicamente a través de temporizadores con la intención de regular el ingreso de tapas.

3.9.1 Programación de la sección de Colocación de Liner

Para llevar a cabo la colocación de liners en las tapas que se van suministrando por la banda transportadora se requiere seguir un ciclo de siete etapas como se indica en la Figura 47-3; en dichas etapas intervienen elementos como el cilindro detenedor, el actuador giratorio, el cilindro para la toma de liner y el eyector; mientras que para las transiciones se considera el sensor óptico de entrada así como los sensores de fin de carrera asociados tanto al cilindro lineal para la toma de liner como al actuador giratorio con la finalidad de conocer el estado de los elementos

involucrados en el proceso. Las consideraciones establecidas para la programación son las siguientes:

- Al momento de iniciar, el programa se ubica en su primera etapa hasta el momento en que se detecta una tapa transitando por la banda.
- Una vez que se detecta la tapa, el cilindro detenedor se acciona de tal forma que el accesorio se mantenga debajo del cilindro lineal que a su vez se acciona para tomar un liner del dispensador con ayuda del eyector y la ventosa.
- Al alcanzar su carrera máxima y haber tomado un liner del dispensador, se pasa a la tercera etapa en la cual se produce el regreso del cilindro lineal acoplado al actuador giratorio.
- El actuador giratorio se activa una vez que se cumple el retroceso de dicho cilindro lineal, lo que se indica por el sensor de fin de carrera colocado en el punto inicial del recorrido de su émbolo.
- Al alcanzar 90° el actuador giratorio, nuevamente se acciona el cilindro acoplado para acercar el liner tomado hacia la tapa.
- Al completar la carrera del cilindro, se desactiva el eyector para soltar el liner y el cilindro retoma su posición inicial.
- Por último, se desactiva el actuador giratorio para que también retome su posición inicial, lo mismo para el cilindro detenedor de tapas; una vez que esto sucede el programa regresa a la memoria inicial esperando la detección de una nueva tapa terminando así con la secuencia en la etapa de colocación de liner.

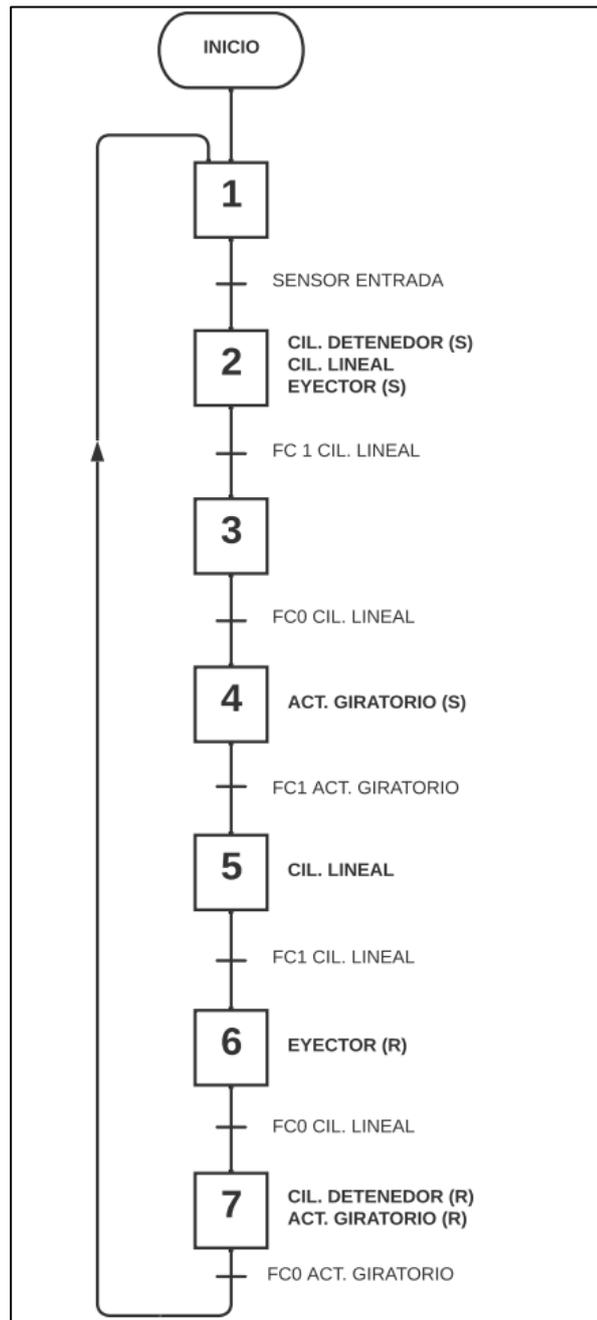


Figura 47-3: GRAFCET de sección de colocación de liner

Realizado por: Suárez Millier, Guffante Carlos, 2022.

3.9.2 Programación de la sección de Inserción de Liner

La secuencia relacionada a la inserción de liners es la más sencilla de todas, ya que cuenta únicamente con tres etapas para su desarrollo, en las cuales se considera el cilindro detenedor y el cilindro pisador; mientras que para considerar las transiciones se emplea únicamente la respuesta del sensor óptico que evalúa la presencia de liner en las tapas que llegan, además de

temporizadores integrados en el PLC. El ciclo a cumplir se visualiza en la Figura 48-3 y se detalla de la siguiente manera:

- En principio se considera una memoria inicial en la cual se mantiene el programa mientras el sensor que detecte la presencia de liner en las tapas (denominado sensor de calidad) no emita una respuesta válida. Esta respuesta se genera si el sensor detecta un objeto de manera continua por un tiempo determinado, el mismo que se encuentra relacionado con la superficie del liner.
- Solamente si se detecta que la tapa lleva un liner es que se pasa a la etapa siguiente en la cual se activa la electroválvula asociada al cilindro detenedor, esto en caso de que la fase de colocación no se encuentre trabajando.
- Se establece un tiempo de espera en el cual se permite que la tapa llegue hasta el punto en el que se encuentra el pisador, el cual se activa una vez que se cumple con la transición. Además, se incluye un contador que se incrementa en una unidad cada vez que se llega a esta etapa en particular. El pisado del liner se produce durante un tiempo determinado para asegurar que el enlainado sea efectivo; al cumplirse este tiempo el pisador retoma su posición por defecto, así como el programa retoma la memoria inicial hasta detectar una nueva tapa con liner.

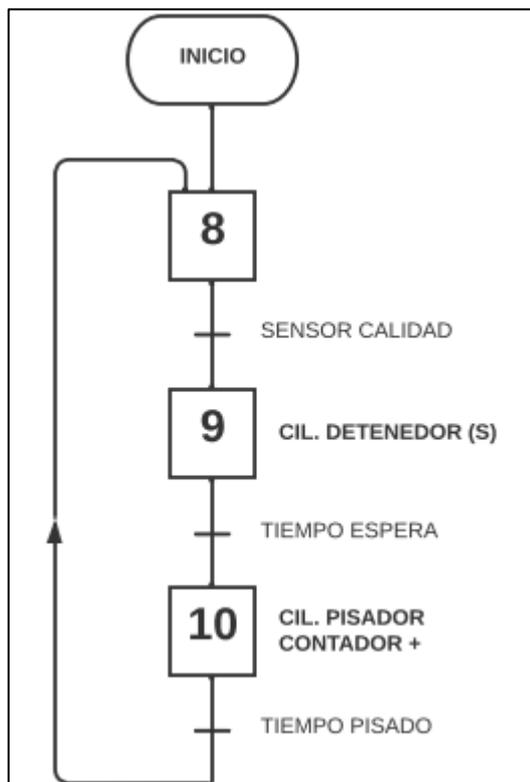


Figura 48-3: GRAFCET de la sección de inserción de liner

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

3.9.3 Programación de la sección de Control de Calidad

Como punto final, para el control de calidad se definen tres etapas, dos de estas son exclusivas entre sí, como se muestra en la Figura 49-3. El único actuador aplicado para esta sección es el cilindro ubicado al final de la banda transportadora mientras que para las transiciones se requiere tanto de la información recibida del sensor de calidad como de la respuesta del sensor óptico ubicado al final del recorrido de las tapas.

El proceso que se lleva a cabo se describe a continuación:

- Como en las secciones anteriores se define una memoria inicial; a partir de esta se proceden a evaluar dos eventos, el primero que tiene que ver con la detección de una tapa sobre el final de la banda transportadora y el segundo corresponde a conocer si dicha tapa fue enlainada o no. El sensor de salida detecta la presencia de las tapas en la zona requerida, mientras que para conocer si se enlainó la tapa se requiere conocer la respuesta del sensor de calidad en la etapa de inserción de liner respectiva, por lo cual se almacena dicha respuesta en una memoria de bit que se resetea con cada ciclo cumplido.
- Si al pasar la tapa por la zona indicada el dato de calidad indica que esta fue enlainada en la sección anterior se pasa a una etapa de transición en la que simplemente se espera a que el sensor de salida deje de detectar la tapa para que el programa pueda volver a su etapa inicial.
- Si al pasar la tapa por la zona indicada el dato de calidad indica que esta no fue enlainada en la sección anterior la etapa a la que se dirige el programa se encarga de activar el cilindro de control de calidad de tal forma que la tapa se almacene en otro recipiente que no forme parte del producto terminado. Se retoma la etapa inicial de esta sección una vez que el cilindro alcanza el fin de su carrera, asegurando el desplazamiento total de la tapa.

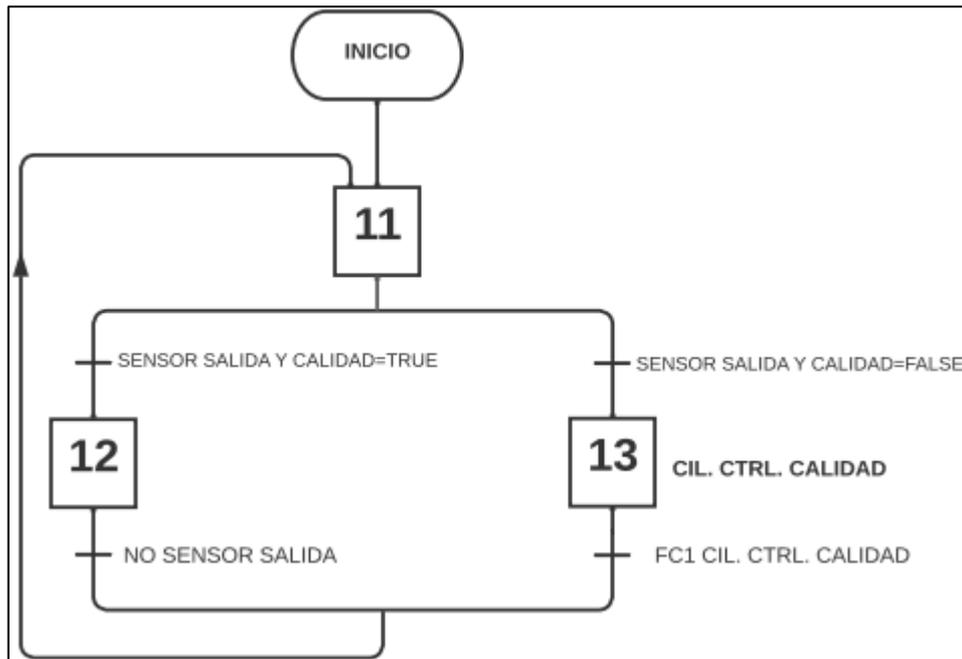


Figura 49-3: GRAFCET de la sección de control de calidad

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

3.10 Diseño de HMI

La interfaz a desarrollar requiere como mínimo que se pueda visualizar el número de tapas que se van enlainando durante el proceso para de esa manera controlar la producción, así como también ofrecer la opción de establecer un número determinado de tapas a enlainar para que la máquina trabaje mientras se alcanza esa cantidad y se detenga de manera automática una vez que se ha conseguido llegar al valor de consigna. Adicional a ello, se propone la inclusión de un espacio en el cual sea posible manipular los actuadores de manera manual y modificar tiempos de activación en algunos de ellos para fines de calibración de la máquina.

Para la realización de la interfaz se procura mantener colores que no causen fatiga visual al operador pero que al mismo tiempo no puedan llegar a causar confusión alguna en la manipulación.

3.10.1 *Panel Principal*

La ventana mostrada a manera de menú principal se visualiza en la Figura 50-3, en la cual destacan el nombre y logo de la empresa al igual que los botones de acceso, mismo que son utilizados para dirigirse tanto al panel de producción como al panel de calibración.

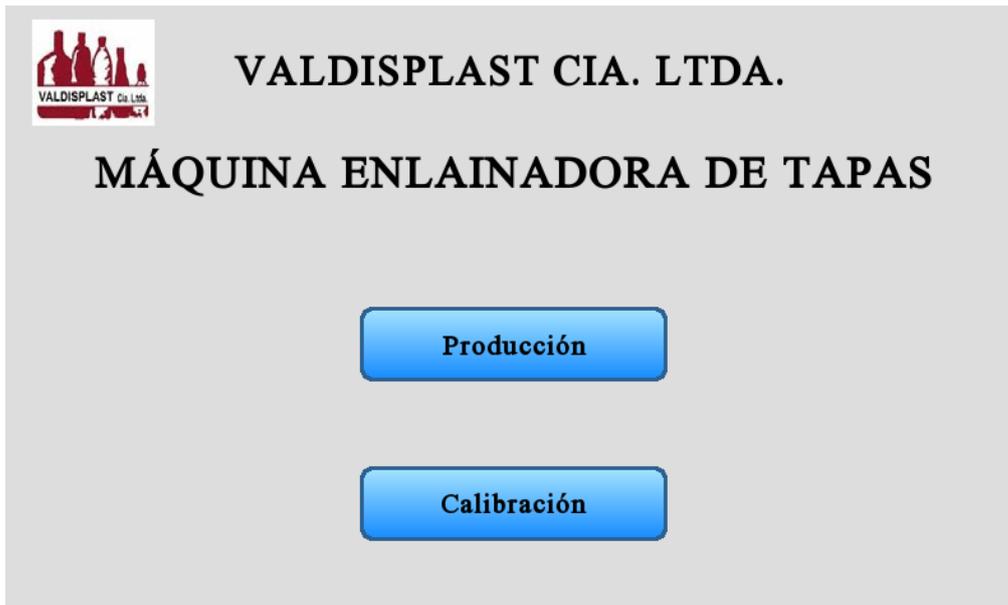


Figura 50-3: Panel principal del HMI.

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

3.10.2 *Panel de Producción*

En lo que concierne a la producción de la máquina, en este panel es posible iniciar y parar el proceso a través de memorias que se encuentran enlazadas al programa del PLC. Se cuenta con un selector con el cual es posible definir el modo de trabajo de la máquina, el mismo que puede ser trabajo continuo o basado en un set point; para el primero se visualiza únicamente el número de tapas enlainadas mientras que para el segundo es necesario ingresar un número de tapas requeridas de tal forma que al alcanzar esa cantidad el proceso se detenga automáticamente y se reciba un mensaje en pantalla notificando el cumplimiento del trabajo. En la Figura 51-3 se muestran los elementos que forman parte de este panel.

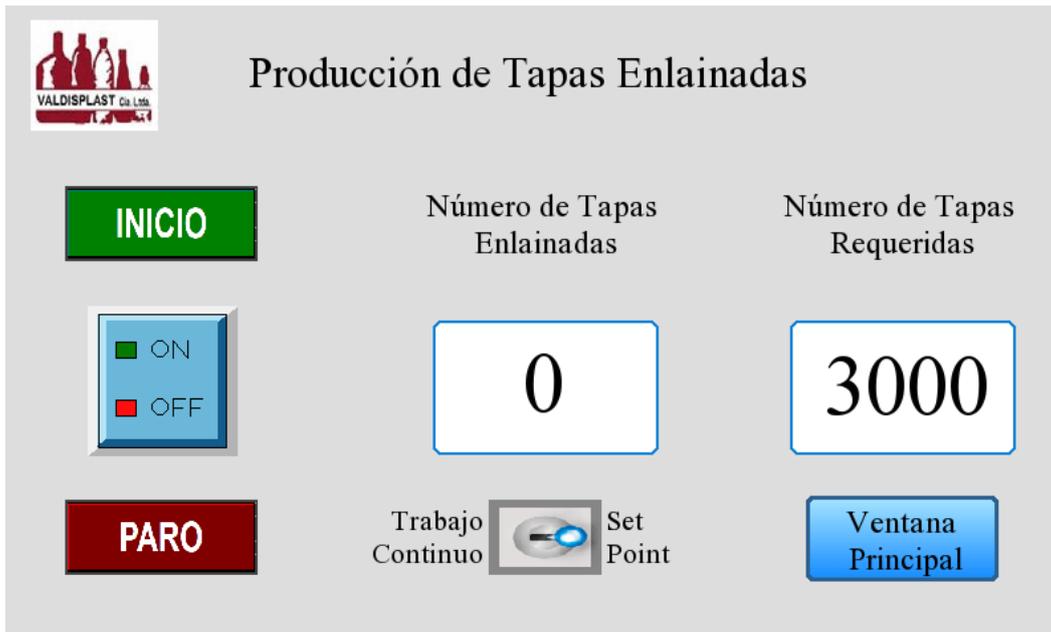


Figura 51-3: Panel de producción de tapas enlaminadas.

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

3.10.3 *Panel de Calibración*

Esta ventana, visualizada en la Figura 52-3, cuenta con un conjunto de interruptores que a través de memorias enlazadas al programa del PLC permiten activar o desactivar de manera manual cada uno de los elementos que actúan en el proceso de enlaminado, principalmente para confirmar su funcionamiento y como soporte al momento de calibrar la máquina cuando se varía el tipo de tapa con el que se trabaja; en aquellos elementos que cuentan con sensores de fin de carrera es posible evaluar si se encuentran correctamente montados dado que su función es relevante en la secuencia del programa.

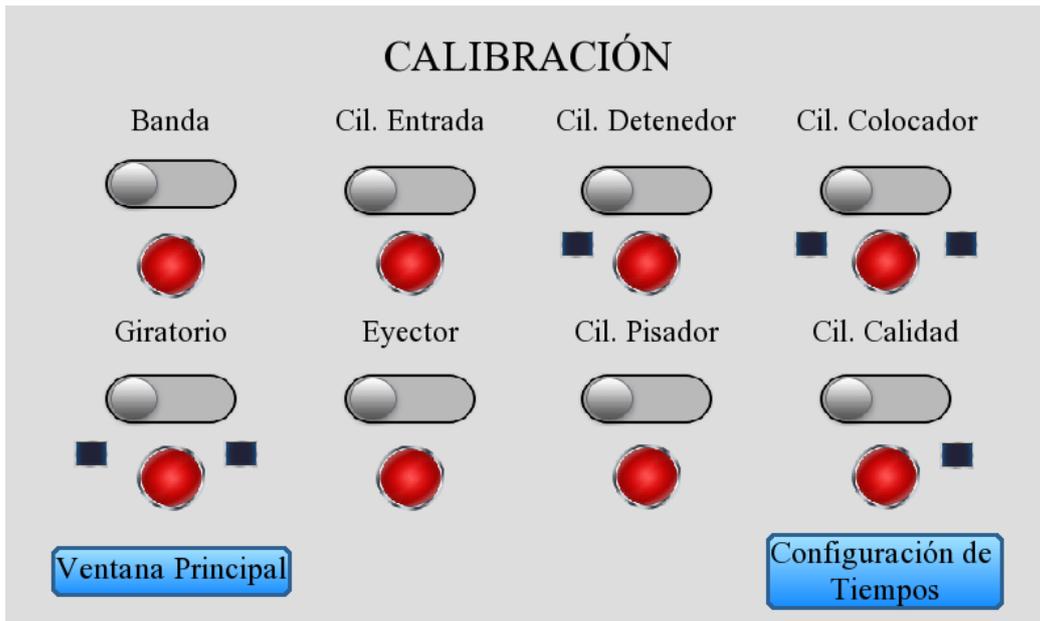


Figura 52-3: Panel de calibración de los elementos de la máquina.

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

Con la intención de evaluar el desempeño de cada uno de estos elementos dentro de las respectivas etapas del proceso se incluye una ventana, mostrada en la Figura 53-3, en la cual es posible accionar cada una de las secuencias del programa por individual considerando los tiempos definidos y posición de los actuadores. De esta forma se pretende asegurar que la máquina se encuentre en óptimas condiciones previo a su puesta en marcha, y de ser el caso para realizar las correcciones oportunas.



Figura 53-3: Panel de activación individual de etapas.

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

Por último, en la esquina inferior derecha se incluye un botón que permite acceder a una ventana adicional en la cual se ofrece la posibilidad de configurar los tiempos de activación de determinados actuadores como son el cilindro de entrada, el cilindro de toma de liner, el cilindro detenedor y el cilindro con pisador, todo ello asociando a palabras de memoria con los temporizadores incluidos en el PLC. Esta funcionalidad está orientada a facilitar las modificaciones en el comportamiento de los elementos mencionados si así se desea o si es requerido por algún otro motivo; sin embargo, en el programa se establecen valores iniciales los cuales son los recomendados para trabajar con la materia en cuestión. En la Figura 54-3 se indica la ventana de configuración de tiempos con las actividades para las cuales los actuadores trabajan bajo este principio.

Configuración de Tiempos

Cilindro de Entrada (100ms)	Toma del Liner con Eyector (100ms)
<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="1"/>
Paso de Tapa	
<input type="text" value="15"/>	
Alimentación	
Espera de Detenedor (100ms)	Tiempo de Pisado (100ms)
<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="10"/>
Cil Entrada: Paso de Tapa: 5 (100ms) Alimentación: 35 (100ms) Eyector: 10 (100ms) Detenedor: 5 (100ms) Pisador: 7 (100ms)	<input type="button" value="Etapas"/>

Figura 54-3: Panel de configuración de tiempos.

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se realizan las pruebas de funcionamiento de la máquina implementada para cada diámetro de tapas considerado; todo ello con la intención de evaluar principalmente que la secuencia propuesta funcione correctamente, así como para medir los tiempos en los cuales es posible cubrir la demanda de producto terminado. Además, se establece una comparativa entre la máquina desarrollada y uno de los ejemplares comerciales que cumplan con la misma función con la intención de contrastar sus características generales y evaluar el alcance del trabajo en función de sus costos. Finalmente, se plantea una estimación del tiempo en el cual es posible recuperar la inversión realizada en la máquina a partir de información acerca de los costos y ganancias obtenidas con la producción de tapas en la empresa.

4.1 Pruebas de funcionamiento

4.1.1 *Población Objetivo*

Para poner a prueba el rendimiento de la máquina en el proceso de enlainado de tapas se toma como punto de referencia la información de la Tabla 1-3 en la cual se detalla el stock que se maneja en la empresa y el cual en función de las tapas es cubierto de forma semanal, quincenal o mensual. En este caso se plantea cubrir lo correspondiente a una tasa de producción diaria de cada tapa. De esta forma se obtienen los datos definidos en la Tabla 1-4.

De la información actual se pone en consideración que este proceso se lleva de manera ininterrumpida en 2 turnos de trabajo, los cuales son de 12 horas, y se labora hasta 5 días por semana; a esto se suma un dato adicional correspondiente a cada trabajador, los cuales en promedio completan el proceso para 3600 tapas a lo largo de 14 horas de trabajo, lo que equivale a que por individual puedan llegar a enlainar hasta aproximadamente 4 tapas por minuto, siendo las tapas de 28mm las que más tiempo llevan respecto a sus similares de 38mm y 48mm.

Tabla 1-4: Stock mínimo requerido que debe cubrir la máquina

TAPAS Y ACCESORIOS CON LINER	CANTIDAD DIARIA
Tapas 48mm color blanca con liner de inducción	2000
Tapas 48mm color blanca con liner válvula	400
Tapas 48mm color blanca logo AGROTA con liner de inducción	2000
Tapa 48 mm PP con liner EVA	600
Tapas 38mm color blanca con liner de inducción	2500
Tapa 38mm color verde logo AGROSAD con liner de inducción	2500
Tapa 28mm color verde 1816 con liner de inducción	3000
Tapa 28mm color blanca 1816 con liner de inducción	6000
Tapa 28 mm flip top color rojo con liner de inducción	600
Tapa 28 mm flip top color negro con liner de inducción	600
Tapa 28 mm flip top color amarillo con liner de inducción	600
Tapa 28 mm flip top color amarillo con liner de presión	600
TOTAL	21400

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

Llevando el proceso de forma manual, para alcanzar esta cifra de tapas enlainadas en un día se requeriría hasta de 7 trabajadores repartidos en dos turnos; en caso de aplicar turnos de 8 horas esta cantidad se incrementa hasta 11 trabajadores por día.

A partir de esta información se separaron todas las tapas en 4 grupos principales, esto debido a que la máquina trabaja bajo la misma configuración y lógica para ciertos productos, por lo cual en las pruebas se considera evaluar su funcionamiento para enlainar de forma independiente las tapas de 48mm, 38mm, 28mm 1816 y 28mm flip top. Partiendo de ello se detalla la población objetivo de tapas a considerar mostrada en la Tabla 2-4.

Tabla 2-4: Población de tapas por diámetro

TIPO DE TAPAS	CANTIDAD
48mm	5000
38mm	5000
28mm 1816	9000
28 mm flip top	2400

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

4.1.2 Tamaño de la muestra

En función de validar el trabajo para el número de tapas establecido es necesario determinar una muestra poblacional de estas que garantice la calidad de los resultados. Para ello es aplicada la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N * Z^2 * \sigma^2}{(N - 1) * e^2 + Z^2 * \sigma^2}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra.

N=Tamaño de la población.

Z=Valor obtenido mediante niveles de confianza.

σ^2 =Valor de varianza de la muestra previa.

e= Error máximo esperado.

Al desconocer el dato de la varianza en el proceso se procede a realizar un muestreo piloto con el cual sea posible determinar la dispersión existente en lo correspondiente a los tiempos de producción de la máquina. Para ello se realizan diez ensayos individuales para cada tipo de tapa en los cuales se estiman los segundos que pasan desde que la tapa ingresa a la sección de colocación de liner hasta que la misma es enlainada en la etapa de inserción. Los resultados son evidenciados en la Tabla 3-4.

Tabla 3-4: Tiempos de producción para cada tapa en prueba piloto.

No.	Tiempo (segundos)			
	28mm 1816	28mm Flip-Top	38mm	48mm
1	3,95	4,24	3,58	3,81
2	4,35	3,78	3,51	3,81
3	4,15	4,20	3,67	3,55
4	3,84	4,17	3,94	3,68
5	3,69	3,99	3,74	3,67
6	4,34	3,79	4,03	3,69
7	4,12	3,98	3,42	3,81
8	4,07	3,92	3,93	3,38
9	3,84	4,15	3,79	3,69
10	3,91	4,07	3,86	3,55

Realizado por: Suárez, Guffantte, 2022.

De la información disponible se puede obtener la varianza en los tiempos de producción de las tapas para posteriormente aplicar la ecuación correspondiente en función de definir el número de muestras a tomar. En la Tabla 4-4 se resumen los parámetros necesarios que fueron determinados a partir del proceso experimental de igual manera que la cantidad de muestras con las que se requiere trabajar para cada tipo de tapa; detallando que se aplicó un nivel de confianza del 99% con un error máximo de 0,1 segundos.

Tabla 4-4: Parámetros estadísticos para establecer muestras.

Parámetro	28mm 1816	28mm Flip-Top	38mm	48mm
Media (s)	4,02721	4,03066	3,74700	3,66400
Varianza (s ²)	0,04899	0,02701	0,04027	0,01914
Población	9000	2400	5000	5000
Confianza	2,58	2,58	2,58	2,58
Error (s)	0,1	0,1	0,1	0,1
Muestras	32,50	17,85	26,67	12,71

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

4.1.3 Pruebas en Tapas de 28mm

Con el número de tapas a procesar definido, se realizaron las pruebas de funcionamiento para las tapas de 28mm de diámetro.

En la Tabla 5-4 se refleja un resumen de los tiempos de enlainado requeridos para las 33 tapas de 28mm 1816 los cuales reflejan periodos de trabajo de 5 tapas, así como también la cantidad de estas que fue correctamente enlainada en dichos periodos.

Tabla 5-4: Tiempos de enlainado para tapas de 28mm 1816.

No.	Tiempo (s)	Enlainadas
1-5	18,36	5
6-10	36,87	5
11-15	55,27	5
16-20	74,01	5
21-25	92,35	5
26-30	110,56	4
30-33	121,47	4

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

Como se refleja en los resultados, únicamente una tapa sobre la recta final de las pruebas fue rechazada al no haber recibido un liner en la etapa de colocación, lo cual reduce el número de tapas enlainadas en el tiempo registrado que supera los dos minutos. En la Figura 1-4 se registra un grupo de tapas enlainadas correspondientes a la categoría de 28mm 1816.



Figura 1-4: Tapas de 28mm 1816 enlainadas

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

Para las flip-top se establece un análisis similar considerando las muestras definidas mostrando en la Tabla 6-4 los tiempos requeridos para cubrir la cantidad requerida. Todas las tapas recibieron su liner correctamente lo que permitió que las 18 tapas sean adecuadamente enlainadas en algo más de 1 minuto. La Figura 2-4 representa los resultados que se obtienen de enlainar este tipo de tapas.

Tabla 6-4: Tiempos de enlainado para tapas de 28mm Flip-Top.

No.	Tiempo (s)	Enlainadas
1-5	18,11	5
6-10	36,41	5
11-15	53,89	5
16-18	64,78	3

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.



Figura 2-4: Tapas de 28mm Flip-Top enlainadas

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

4.1.4 Pruebas en Tapas de 38mm

Las pruebas para las tapas de 38mm requirieron probarse en 27 ejemplares, cuyos tiempos se muestran en la Tabla 7-4. Se reflejan intervalos de tiempo ligeramente inferiores a los de las tapas de 28mm debido a que al disponer de una estructura geométrica más simple es posible elevar la velocidad de transporte sin que se pierda precisión en la colocación e inserción de liner.

Tabla 7-4: Tiempos de enlainado para tapas de 38mm.

No.	Tiempo (s)	Enlainadas
1-5	16,87	5
6-10	31,96	5
11-15	47,97	5
16-20	63,92	5
21-25	79,79	5
26-27	86,31	2

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

Durante las pruebas realizadas no ocurrió ningún inconveniente con la toma de liners desde los dispensadores lo cual permitió que todas las tapas sean procesadas en casi 1 minuto y medio de producción. En la Figura 3-4 se visualiza una porción de las tapas que fueron correctamente procesadas por la máquina.



Figura 3-4: Tapas de 38mm enlainadas

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

4.1.5 Pruebas en Tapas de 48mm

Los resultados de las pruebas en las tapas de 48mm de diámetro se visualizan en la Tabla 8-4, las cuales fueron enlainadas en su totalidad y con un tiempo acumulado de aproximadamente 41 segundos, evidenciando un funcionamiento bastante similar con las tapas de 38mm.

Tabla 8-4: Tiempos de enlainado para tapas de 48mm.

No.	Tiempo (s)	Enlainadas
1-5	16,52	5
6-10	32,15	5
11-13	41,14	3

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

En la Figura 4-4 se distinguen las tapas enlainadas por la máquina tanto para aquellas de color que ocupan liner de inducción como para las tapas transparentes que son procesadas con liner espumado.



Figura 4-4: Tapas de 48mm enlainadas.

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

4.1.6 *Análisis de Rendimiento*

Para definir el rendimiento de la máquina se deben considerar dos aspectos primordiales: la calidad del proceso y los tiempos de producción. El primero corresponde al resultado de llevar a cabo el enlainado desde la colocación hasta la inserción dentro de la tapa, mientras que para los tiempos se debe tener la capacidad de cumplir con la demanda diaria para todas las tapas.

En la Tabla 9-4 se señalan las tapas que fueron procesadas durante la etapa de pruebas, existiendo una única tapa rechazada por no cumplir con la secuencia.

Tabla 9-4: Resumen de calidad en el enlainado de tapas.

Tipo de Tapas	Cantidad	Enlainadas	Rechazadas	Error
28mm 1816	33	32	1	3%
28mm Flip-Top	18	18	0	0%
38mm	27	27	0	0%
48mm	13	13	0	0%
TOTAL	91	90	1	1%

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

En general el error resultante es de apenas el 1%, lo cual indica que la máquina es capaz de trabajar exitosamente de manera continua por tiempos prolongados siempre y cuando se mantenga control sobre el estado de los liners y los dispensadores.

De los mismos datos de las pruebas es posible definir el tiempo medio en el cual la máquina es capaz de procesar los distintos tipos de tapas. La Tabla 10-4 contiene el detalle de tiempos totales para el número de tapas enlainadas de cada tipo junto con su tiempo medio, el cual para todos los casos supera el tiempo medio que se maneja de manera con el proceso manual actualmente en la empresa que se aproxima a los 15 segundos por cada tapa.

Tabla 10-4: Detalle de tiempos en las pruebas de enlainado de tapas.

Tipo de Tapas	Enlainadas	Tiempo Total (s)	Tiempo Medio por Tapa (s)
28mm 1816	32	121,47	3,80
28mm Flip-Top	18	64,78	3,60
38mm	27	86,31	3,20
48mm	13	41,14	3,16
TOTAL	90	313,69	3,49

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

En general se obtiene un tiempo promedio de casi tres segundos y medio por cada tapa enlainada; este tiempo es relevante ya que sirve como referencia para estimar el tiempo en el cual la máquina es capaz de cubrir la demanda diaria de tapas. En la Tabla 11-4 se visualizan estos tiempos estimados tanto en segundos como en horas, evidenciando que es posible alcanzar la cuota diaria de tapas en casi 21 horas de trabajo, dejando algo más de 3 horas diarias para trabajos de calibración y revisión que pueda requerir la máquina debido al trabajo continuo que realiza. Además, el número de trabajadores asignados a esta actividad se reduce a únicamente 2 personas por día en caso de mantener los turnos de 12 horas, o si se consideran jornadas individuales de 8 horas al día esta cantidad llega hasta los 3 trabajadores, lo que significa una reducción de más del 50% del personal que puede ser aprovechado en otras áreas de la empresa.

Tabla 11-4: Proyección de tiempos en el enlainado de tapas para la demanda diaria.

Tipo de Tapas	Demanda	Tiempo estimado (s)	Tiempo estimado (h)
28mm 1816	9000	34163,41	9,49
28mm Flip-Top	2400	8636,78	2,40
38mm	5000	15983,16	4,44
48mm	5000	15821,63	4,39
TOTAL	21400	74588,77	20,72

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

4.2 Evaluación Financiera

La inversión requerida para el desarrollo de la máquina involucra la adquisición de todos los componentes necesarios desde el punto de vista estructural y en su automatización. En la Tabla 12-4 se detalla el montante referido a todos los elementos empleados en la máquina de manera general.

Tabla 12-4: Detalle de la Inversión

COMPONENTE	COSTO
PLC Schneider TM221CE16R	\$ 600,00
HMI Kinco GL70E	\$ 161,00
Fuente de Alimentación	\$ 60,00
Banda Transportadora con Motorreductor	\$ 1.200,00
Actuadores Neumáticos	\$ 700,00
Electroválvulas	\$ 400,00
Sistema de Vacío	\$ 300,00
Sensores	\$ 400,00
Tablero de Control	\$ 130,00
Soportes mecánicos	\$ 1.000,00
Interfaces	\$ 300,00
Material Adicional	\$ 550,00
TOTAL	\$5.801,00

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

Para proyectar un periodo estimado en el cual sea posible cubrir el monto de la inversión realizada se determina la cantidad de fundas de tapas que deben llegar a ser vendidas de tal forma que se alcance el valor de la máquina, y posterior a la cual se empiecen a generar ganancias de la misma. En la Tabla 13-4 se describen los precios correspondientes a cada funda de tapas por su diámetro y liner, destacando el factor de que cada funda lleva 1000 unidades.

Tabla 13-4: Precio de venta de fundas para cada tipo de tapa

Descripción	Cantidad por funda	Precio Unitario	Total
Tapas 1816 28mm con liner de inducción	1000	\$ 0,05	\$ 50,00
Tapas Flip Top 28mm con liner de inducción	1000	\$ 0,10	\$ 100,00
Tapas rosca 38mm con liner de inducción	1000	\$ 0,10	\$ 100,00
Tapas rosca 48mm color blanco con liner de inducción	1000	\$ 0,12	\$ 120,00
Tapas rosca 48mm color natural con liner EVA	1000	\$ 0,08	\$ 80,00
TOTAL			\$ 450,00

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

Actualmente estos precios de venta vienen establecidos de acuerdo con los costos que tiene cada funda de tapas enlainadas, representando tanto la materia prima como la mano de obra el 30% de este valor cada uno. Con la aplicación de la máquina se reduce la mano de obra requerida en un 15% pero implica un montante de costos indirectos determinado en un 5% del precio de venta relacionado al consumo de energía eléctrica y al aire comprimido requerido para enlainar las tapas correspondientes a cada funda. En la Tabla 14-4 se especifican las unidades de fundas que se deberían alcanzar para que a partir de allí se empiecen a generar ganancias.

Tabla 14-4: Unidades a producir para recuperar la inversión

Descripción	1816 28mm	Flip Top 28 mm	38 mm	48mm	48mm EVA
Precio	\$ 50,00	\$ 100,00	\$ 100,00	\$ 120,00	\$ 80,00
Materia Prima	\$ 15,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 36,00	\$ 24,00
Mano de Obra	\$ 7,50	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 18,00	\$ 12,00
Costos Indirectos	\$ 2,50	\$ 5,00	\$ 5,00	\$ 6,00	\$ 4,00
Utilidad	\$ 25,00	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 60,00	\$ 40,00
Inversión	\$ 1.160,20	\$ 1.160,20	\$ 1.160,20	\$ 1.160,20	\$ 1.160,20
Unidades a Producir	47	24	24	20	30

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

En general se deberán producir un total de 145 fundas de 1.000 tapas cada una, lo que equivale a enlainar 145.000 tapas para recuperar la inversión realizada inicialmente.

Como punto final se estableció una breve comparativa entre las características principales de la máquina desarrollada con sus similares comerciales para evaluar el alcance del trabajo. Las

máquinas elegidas corresponden a las empresas Adeneli y MGS de Estados Unidos y México respectivamente. En lo relacionado a producción, la máquina desarrollada se encuentra bastante cercana a la presentada por Adeneli pero es superada en al menos el doble por la máquina de MGS cuya distinción principal radica en su sistema de transporte rotacional. La máquina propia es la única que trabaja con un voltaje monofásico de 110Vac además de contar con unas dimensiones notablemente reducidas en comparación a sus contrapartes comerciales, lo cual para el caso particular de la empresa es una ventaja al no contar con un espacio demasiado extenso para su instalación.

Tabla 15-4: Comparativa del trabajo con máquinas comerciales.

CARACTERÍSTICAS	MÁQUINA PROPIA	ADNELI	MGS-EL- 200
Capacidad de Producción	15-20 tapas/min	20-25 tapas/min	40-70 tapas/min
Voltaje	110V; 1Ø	220V; 3Ø	220V;3Ø
Presión de Trabajo	6 bar	6 bar	6 bar
Material	Acero Inoxidable 304 y Aluminio 6061	Acero Inoxidable 304	Acero Inoxidable 304 y Aluminio 6061
Sistema de Transporte	Banda Transportadora	Banda Transportadora	Mesa Indexada
Dimensiones [LxAxH]	1.5x0.75x1.7 m		
Precio	\$ 5.801,00	\$ 56.000,00	\$ 59.276,00

Realizado por: Suárez, Guffante, 2022.

En cuanto a las demás características planteadas se manejan consideraciones bastante similares dado el área al que se orientan estos procesos. El detalle principal que favorece la adquisición de la máquina propia tiene que ver con el precio, el cual se encuentra aproximadamente 10 veces por debajo que el montante requerido para las máquinas comerciales, lo cual implica que se puede optar por una inversión reducida para solventar las necesidades actuales relacionadas a la producción de tapas enlaminadas dentro de los tiempos requeridos, recordando además que esta actividad no representa el eje principal de la empresa y que los fondos en la misma van enfocados constantemente a optimizar otro tipo de procesos.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se establecieron los requerimientos principales con los que debía cumplir la máquina de inserción de liners; relacionados al volumen de producción, estructura material y diseño compacto que permita solventar la problemática actual en estos procesos.
- A partir de la concepción general del sistema, se planteó un escenario de automatización con tecnología neumática ajustado a todos los requerimientos previamente planteados, lo cual involucró una selección acorde de componentes de sensado y actuación.
- La implementación de un sistema adaptable a las diferentes tapas con sus características geométricas contribuyó a que la máquina sea versátil y se adapte a las necesidades, consiguiendo además reducir significativamente el tiempo de trabajo y por tanto incrementar la producción de tapas enlainadas por hora.
- Se determinó que con la automatización del proceso de enlainado el número de operadores requeridos para cubrir la producción diaria de producción de tapas enlainadas se reduce a más del 50%, logrando así que la recuperación de la inversión se alcance en un corto periodo de tiempo.
- El monto de la inversión para contar con la máquina desarrollada es relativamente bajo en comparación a otras alternativas del mercado; con lo cual, si bien existe una ligera limitación en la capacidad de producción, permite cumplir con la demanda sin entrar en grandes desembolsos que puedan afectar otras áreas de la empresa.

5.2 RECOMENDACIONES

- Realizar calibraciones periódicas debido a los componentes móviles que conforman la máquina para garantizar que el proceso se desarrolle con normalidad.
- Capacitar al personal que haga uso de la máquina en lo correspondiente a su funcionalidad para lograr un buen desempeño del sistema.
- Realizar mantenimiento de software en el controlador lógico programable y en la interfaz humano - máquina si se realizan cambios en la programación.
- Mantener siempre un orden en la distribución del cableado tanto en el interior del tablero de control como en la máquina para facilitar la evaluación y mantenimiento de sus componentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, P. (2002). *Programación de PLC's*. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Alcocer, P., Calero, M., Cedeño, N., & Lapo, E. (2020). Automatización de los procesos industriales. *Journal of Business and Entrepreneurial*, 4, 123–131. <http://herramientas.camaramedellin.com.co/Inicio/Buenaspracticasesempresariales/BibliotecaProducciónyOperaciones/Automatizaciondelosprocesosindustriales.aspx>
- Alibaba. (2022). *110V 60W low rpm high torque electric ac motor with speed control and controller*. https://www.alibaba.com/product-detail/110V-60W-low-rpm-high-torque_60732879608.html
- Amazon. (2022). *Bringsmart Motor de engranaje helicoidal de 12 V 160 rpm CC de 3.3 lbs.cm de alto par de baja velocidad mini turbina gusano reductor 6-24 V*. https://www.amazon.com/dp/B08M9HSW47/ref=sspa_dk_detail_4?pd_rd_i=B07FD1DJPF&pd_rd_w=Zk5lq&content-id=amzn1.sym.999c0877-3704-4f0f-9726-eebf80846a35&pf_rd_p=999c0877-3704-4f0f-9726-eebf80846a35&pf_rd_r=FH99264DQHCRBQKDBK6Z&pd_rd_wg=pCFB0&pd_rd_r=984cf262-
- Arias, J. (2019). *Análisis comparativo de los lenguajes de programación de PLC definidos en la norma IEC 61131-3. 2003*, 5.
- Artagaveytia, F., & Gutiérrez-Zorrilla, J. G. (2015). Sensores capacitivos. *Control Electricos*, *Accedido: mar.10, 22, 6*. <https://controlelectricos.files.wordpress.com/2015/03/1-sensores-capacitivos.pdf>
- Autonics. (2020). *Through-beam Type Fiber Optic Units FT / GT Series*. <https://www.tme.eu/Document/44acb62c34ed3b19d0bbcb2d64d6d769/FT-GT-SERIES-EN.pdf>
- Autonics. (2022a). *BF3RX High accuracy fiber optic amplifier with twin adjuster*. 89–92. <https://www.autonicsonline.com/image/pdf/BF3R.pdf>
- Autonics. (2022b). *BF3RX-P*. <https://www.autonics.com/model/A1750000002>
- Brunete, A. (n.d.). *Sensores industriales*. Retrieved September 28, 2021, from https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/sensores-industriales.html
- BUN-CA. (2009). *Manual Tecnico de Motores Electricos*.
- Camozzi. (2019). *Ejemplos de cálculo de vacío*. 6–9. <http://esperia.es/automatizacion/uploads/2019/01/09-Ejemplos-de-calculo-de-vacio.pdf>
- Caps & Jars. (2022). *Flip-top, PP, 28/410*. <https://www.capsandjars.com/product-eng-1781-Flip-top-PP-28-410.html>
- CONVUM. (n.d.). *Standard Vacuum Generator CV CONVUM*. Retrieved February 1, 2022, from <https://us.misumi-ec.com/vona2/detail/221004972333/?HissuCode=CV-15HR&curSearch=%7B%22field%22%3A%22%40search%22%2C%22seriesCode%22%3A%2222>

1004972333%22%2C%22innerCode%22%3A%22%22%2C%22sort%22%3A1%2C%22specSortFlag%22%3A0%2C%22allSpecFlag%22%3A0%2C%22page

Creus, A. (2007). *Neumática e Hidráulica* (MARCOMBO S.A., Ed.).

Díaz, J. G., Peraza, C., Arteaga, F., & Jiménez, C. (2007). *Implantación del lenguaje GRAFCET en controladores lógicos programables de gama baja utilizando el lenguaje escalera*. 14, 50–57.

Díaz Jiménez, M. A. (2011). *EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO CON EL PROPÓSITO DE AHORRAR PORTADORES ENERGÉTICOS*. Instituto Superior Minero-Metalúrgico “Dr. Antonio Núñez Jiménez.”

Escalera Tornero, M. J., & Rodríguez Fernández, A. J. (2009). *Actuadores Neumáticos*. [http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm/Trabajos IM 2009-10/Manuel Jesus Escalera-Antonio Rodriguez-Actuadores Neumaticos.pdf](http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm/Trabajos_IM_2009-10/Manuel_Jesus_Escalera-Antonio_Rodriguez-Actuadores_Neumaticos.pdf)

ETW. (2022). *Micro motorreductor de velocidad variable CA*. <https://mx.etwinternational.com/2-2-1-4-speed-adjust-gear-motor-42632.html>

Galco. (2018). *DC Motors Explained: Advantages of Brushed & Brushless Motors*.

García Moreno, E., & Villanueva Micó, R. J. (1999). *Automatización de Procesos Industriales: Robótica y Automática* (A. Hervas & R. J. Villanueva Micó, Eds.; Primera). Universitat Politècnica de Valencia.

Garosa. (2020). *Pneumatic Air Cylinder Aluminum Alloy Anti-Rust TN16 0.1-0.9MPa 10-200mm Double Acting Pneumatic Components*. <https://www.amazon.com/Pneumatic-Anti-Rust-0-1-0-9MPa-Components-TN16X20-S/dp/B08G8HZGQZ#descriptionAndDetails>

Gutiérrez Hinestroza, M., & Iturralde Kure, S. A. (2017). *Fundamentos Básicos de Instrumentación y Control* (Primera). [https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4228/1/Fundamentos de Instrumentacion y Control.pdf](https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4228/1/Fundamentos_de_Instrumentacion_y_Control.pdf)

Indriago Alvarado, M. (2004). *I. Sensores ópticos*. 1–20. <https://tecnologiainformaticasi.files.wordpress.com/2013/12/sensores-c3b6pticos.pdf>

Joom. (2022). *Generator Cv15hr Pneumatic Components Vacuum Transmitter Large Flow*. <https://www.joom.com/en/products/1521516107176421887-205-1-39131-819213702>

Kinco Electric. (n.d.). *GL070E*. Retrieved February 1, 2022, from https://www.kincoautomation.com/marketing/hmi/Green_Series/GL070E/

Kinco Electric. (2015). *Kinco DTools User Manual*.

Kinco Electric. (2021). *GREEN Series HMI GL070/GL070E*.

LIESA. (2019). *Modicon Schneider – Plc M221, M241, M251, M258, M262, M340, M580*. <https://liesa.com.ar/modicon-schneider-plc/>

Mandado Pérez, E., & Murillo Roldán, A. (2005). *Sensores y acondicionadores de control*. 1–26. https://libroweb.alfaomega.com.mx/book/487/free/ovas_statics/sensores/temas/SA_TEMA_06-_SENSORES_CAPACITIVOS_2_.pdf

Maxipet. (2020a). *La importancia de las tapas con liners para el envase*. <https://maxipet.net/blog/la-importancia-de-las-tapas-con-liners-para-el-envase>

Maxipet. (2020b). *Tipos de liner para envases*. <https://maxipet.net/blog/tipos-de-liner-para-envases>

Oriental Motor. (2020). *AC Motor Fundamentals*. 1–4. [https://www.orientalmotor.com/ac-motors-gear-motors/technology/pdf/AC Motor Fundamentals.pdf](https://www.orientalmotor.com/ac-motors-gear-motors/technology/pdf/AC%20Motor%20Fundamentals.pdf)

Ortíz, A. (2017). *Programación de PLC, HMI y Comunicaciones en la Industria* (1ra ed.).

Páez-Logreira, H. D., Zamora-Musa, R., & Bohórquez-Pérez, J. (2015). Programación de Controladores Lógicos (PLC) mediante Ladder y Lenguaje de Control Estructurado (SCL) en MATLAB. *Revista Facultad De Ingeniería*, 24(39), 109. <https://doi.org/10.19053/01211129.3555>

Palma Muñoz, C. (2017). *Sensores Capacitivos*. 1–6. <https://docplayer.es/24471109-Sensores-capacitivos.html>

Peña Martín, A. (2017). *Tipos de Cierre para el envase*. 41. <https://core.ac.uk/reader/154797870>

Plancarte Oliva, J. (2013). *Actuadores neumáticos e hidráulicos*. <http://iem-chn.blogspot.com/2013/09/23-actuadores-neumaticos-e-hidraulicos.html>

Rojas, L. (2017). *Liners, Cierres Y Tapas Para Envase Y Embalaje*. 34. <https://core.ac.uk/download/pdf/154797119.pdf>

ROME. (2022). *XAW2000-02 Filtro regulador de aire Puertos de 1/4*. <https://www.romecoindustrial.com/producto/xaw2000-02-filtro-regulador-de-aire-puertos-de-14/>

Ruiz, E., Inche, J. L., & Chung, A. R. (2008). Desarrollo de una interfaz hombre máquina orientada al control de procesos. *Industrial Data*, 11, 70–72.

Schmalz. (2022). *Ventosa plana (redonda) PFG 25 NBR-CO-55 N007*. 8–10. <https://goo.gl/96dF4o>

Schneider Electric. (2018). *EcoStruxure Machine Expert - Basic Guía de funcionamiento*. https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=User+guide&p_File_Name=EIO0000003284.02.pdf&p_Doc_Ref=EIO0000003284

Schneider Electric. (2020). *Product datasheet TM221CE16R*. 1–17. <https://docs.rs-online.com/74d0/0900766b81624ddd.pdf>

Schneider Electric. (2022). *EcoStruxure Machine Expert (SoMachine)*. <https://www.se.com/es/es/product-range/2226-ecostruxure-machine-expert-somachine/#overview>

Sella-Empaq. (2019a). *FOIL DE ALUMINIO 2 PIEZAS PET / PVC*. <https://sellaempaq.com.mx/mx/foil-de-aluminio/54-2245-universal.html#>

Sella-Empaq. (2019b). *SELLO DE ESPUMA DE POLIETILENO LAMINADA*. <https://sellaempaq.com.mx/mx/espuma-de-poli-etileno/43-1407-espuma-laminada-espesor-0035.html>

ShenZhen PuNan Shop. (2022). *Cilindro neumático de aire inoxidable, 16MM de diámetro, 50MM de carrera, MA16X50-S, 16x50, Mini cilindros redondos de doble acción*. <https://es.aliexpress.com/item/32801813781.html>

SP Plásticos. (2017). *Tapa Rosca 48mm*. <https://spplasticos.com/tapa-rosca-48mm/>

Universidad Nacional de la Plata. (2019). *Tema 11: Motores Eléctricos*. 15. <https://unlp.edu.ar/wp-content/uploads/32/33732/cbe4aba99c3a4eccc904dd2c666d1f03.pdf>

Valdiplast. (2021). *Quiénes Somos*. <https://valdisplast.com/>

Verdezoto, G., & Tocagón, C. G. (2015). *ENLAINADORA AUTOMÁTICA DE TAPAS PLÁSTICAS DE CUARENTA MILÍMETROS DE DIÁMETRO, PARA PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN SERIE*. 1–19.

Wagner, J. R. (2012). *Handbook of Troubleshooting Plastics Processes*.

Walfront. (2017). *E18-B03P1 Interruptor del Sensor Fotoeléctrico de Cable de DC 6-36V de 3 Hilos*. <https://www.amazon.es/E18-B03P1-Interruptor-Sensor-Fotoeléctrico-Cable/dp/B078N5L979>

Wong, S. (n.d.). *Vent Seal Liner*. Retrieved November 30, 2021, from http://www.cap-seal.com/en/vent_seal_liner.html

XCPC. (2017). *4V/3V 200, 4A/3A 200 Series*. <http://www.china-pneumatic.com/4V-3V-200-4A-3A-100-Series.html>

XCPC. (2022a). *DNC Series ISO15552 Standard Cylinder*. <http://www.china-pneumatic.com/DNC-Series-Standard-Cylinder.html>

XCPC. (2022b). *TN SERIES DOUBLE SHAFT CYLINDER*. <http://www.china-pneumatic.com/TN-Series-Double-Shaft-Cylinder.html>

XCPC. (2022c). *Xaw Series SMC Tipo filtro de aire Regulador de la fuente de aire tratamiento Unidad*. https://es.made-in-china.com/co_xcpcpneumatic/product_Xaw-Series-SMC-Type-Air-Filter-Regulator-Air-Source-Treatment-Unit_hryryrhiy.html

XCPC. (2022d). *Xcpc Pneumatic Manufacturer China Supplier 4V210 Single Coil Solenoid Control Air Valve*. <https://xcpcpneumatic.en.made-in-china.com/product/RFaJPWSOAtcd/China-Xcpc-Pneumatic-Manufacturer-China-Supplier-4V210-Single-Coil-Solenoid-Control-Air-Valve.html>

Xinwoer. (2019). *Professional E18-Wire 6-36V PNP Photoelectric Sensor Switch*. https://www.amazon.com/-/es/Professional-E18-B03P1-Interruptor-fotoeléctrico-2-0-11-8/dp/B07YBQR65C?language=en_US

ANEXOS

ANEXO A: Programación de PLC

**Nombre del proyecto: MAQUINA
INSERTADORA DE LINERS**

DESCRIPCIÓN

En el presente proyecto se desarrolla la programación para una máquina insertadora de liners, la misma que cuenta con una banda transportadora, 5 cilindros lineales, 1 actuador giratorio y 1 eyector.

LISTA DE MATERIALES

Controlador

	<p>Referencia TM221CE16R</p> <p>Descripción TM221CE16R (tornillo) 9 entradas digitales, 7 salidas de relé (2 A), 2 entradas analógicas, 1 puerto de línea serie, 1 puerto Ethernet, controlador compacto de 100 a 240 V CA con bloques de terminales extraíbles.</p> <p>Alimentación suministrada al bus de E/S 5V: 325 mA / 24V: 120 mA</p>
---	---

Módulo

	<p>Referencia TM2DMM8DRT</p> <p>Descripción TM2DMM8DRT Módulo de ampliación con 4 entradas (24 V CC, 1 línea común), 4 salidas (relés 2 A, 2 líneas comunes) y terminal de tornillo extraíble.</p> <p>Consumo en el bus de E/S 5V: 25 mA / 24V: 20 mA</p>
--	--

CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE

MyController - TM221CE16R

Utilizado	Dirección	Filtrado	Retención	Eventos	Prioridad
X	%I0.0	ms		Run/Stop	No se utiliza
X	%I0.1	ms			No se utiliza
X	%I0.2	ms			No se utiliza
X	%I0.3	ms			No se utiliza
X	%I0.4	ms			No se utiliza
X	%I0.5	ms			No se utiliza
X	%I0.6	ms			No se utiliza
X	%I0.7	ms			No se utiliza
X	%I0.8	ms			No se utiliza

Entradas Digitales

Salidas Digitales

Alarma de	Utilizado	Dirección	Filtrado	Valor de retorno	Utilizado por
			estado	0	Lógica de aplicación
X	%Q0.0	X %Q0.1	X %Q0.2	X 0	Lógica de aplicación
		%Q0.3	X %Q0.4	X	Lógica de aplicación
		%Q0.6		0	Lógica de aplicación
Entradas Analógicas				0	Lógica de aplicación
			Tipo	0	Lógica de aplicación
	%IW0.0	0 - 10 V	%IW0.1	0 - 0	Lógica de aplicación
		10 V		0	Lógica de aplicación
Contadores Rápidos					

Utilizado	Dirección	Entrada	Configurado	Preajuste	Palabra doble
				Ámbito	Muestreo
				Normal	0-1000
				Normal	0-1000
	%FC0	%I0.2	NotUsed	0	
	%FC1	%I0.3	NotUsed	0	
	%FC2	%I0.4	NotUsed	0	
	%FC3	%I0.5	NotUsed	0	

Contadores De Alta Velocidad

Utilizado	Dirección	Tipo
%HSC0	Sin configurar	%HSC1 Sin configurar
%HSC2	Sin configurar	%HSC3 Sin configurar

ETH1

Nombre de dispositivo: M221

Modo IP: Fija

Dirección IP: 192.168.1.16

Máscara de subred: 255.255.255.0

Dirección de pasarela: 0.0.0.0

Velocidad de transmisión: Automático

Parámetros de seguridad: Protocolo de programación habilitado Protocolo de descubrimiento automático habilitado

Servidor Modbus habilitado

Protocolo EtherNet/IP habilitado

SL1 (línea serie)

Ajustes Físicos

Dispositivo:	Ninguno
Velocidad de transmisión:	19200
Paridad:	Par
Bits de datos:	8
Bits de parada:	1
Medio físico:	RS-485
Polarización:	No

Ajustes De Protocolo

Protocolo:	Modbus
Timeout de respuesta (x 100 ms):	10
Tiempo entre tramas (ms):	10
Modo de transmisión:	RTU
Direccionamiento:	Esclavo
Dirección:	1

Bus de E/S

Controlador principal



TM2DMM8DRT

Entradas Digitales

Utilizado Dirección

X %I1.0 X %I1.1 X %I1.2 X %I1.3

Salidas Digitales

Utilizado	Dirección	Valor de retorno
X	%Q1.0	0
X	%Q1.1	0
X	%Q1.2	0
	%Q1.3	0

CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE

Palabras Constantes

KW

Asignación: Automático

Asignado: 0

Utilizado	Equ utilizado	Dirección	Símbolo	Valor	Comentario
-----------	---------------	-----------	---------	-------	------------

KD

Asignación: Automático

Asignado: 0

Utilizado	Equ utilizado	Dirección	Símbolo	Valor	Comentario
-----------	---------------	-----------	---------	-------	------------

KF

Asignación: Automático

Asignado: 0

Utilizado Equ utilizado Dirección Símbolo Valor Comentario

Objetos De Red

Assembly De Entrada (Ethernet/Ip)

Utilizado Dirección Símbolo Valor de retorno Comentario

Assembly De Salida (Ethernet/Ip)

Utilizado Dirección Símbolo Comentario

Registros De Entrada (Modbus Tcp)

Utilizado Dirección Símbolo Valor de retorno Comentario

Registros De Salida (Modbus Tcp)

Utilizado Dirección Símbolo Entradas Comentario

digitales (IOScanner)

Utilizado Dirección Canal Salidas Símbolo Comentario

digitales (IOScanner)

Utilizado Dirección Canal Registros de Valor de retorno Símbolo Comentario

entrada (IOScanner)

Utilizado Dirección Canal Registros de Símbolo Comentario

salida (IOScanner)

Utilizado Dirección Canal Valor de retorno Símbolo Comentario

Objetos De Software

Temporizadores

Asignación: Automático

Asignado: 16

Utilizado	Dirección	Símbolo	Tipo	Retentivo	Base de tiempo	Preajuste	Comentario
X	%TM0		TON		100 ms	15	
X	%TM1	TM_TOMA_LINER	TON		100 ms	1	
X	%TM2	TM_ESPERA	TON		100 ms	5	
X	%TM3	TM_PISADO	TON		100 ms	10	

X	%TM4		TP	100 ms	12
X	%TM5	TM_DETEC_LINER	TON	100 ms	1
X	%TM6	TM_CIL_ENT_OUT	TON	100 ms	10
X	%TM7	TM_CIL_ENT_IN	TON	100 ms	5
X	%TM8		TON	1 s	5
X	%TM9		TON	1 s	5
X	%TM10	TM_NO_LINER	TON	100 ms	11
X	%TM11	TM_ACT_C2P	TP	100 ms	1
X	%TM12	TM_ACT_CALIDAD	TOF	10 ms	10
X	%TM13		TP	10 ms	10
X	%TM14		TON	10 ms	450
X	%TM15		TP	10 ms	10

Contadores

Asignación: Automático

Asignado: 3

Utilizado	Dirección	Símbolo	Preajuste	Comentario
X		%C0	9999	
X		%C1 CONT_ETAPA	9999	
X		%C2 CONT_SEN_FINAL	9999	

Registros LIFO/FIFO

Asignación: Automático

Asignado: 0

Drums

Asignación: Automático

Asignado: 0

Registros de desplazamiento

Asignación: Automático

Asignado: 0

Contadores de pasos

Asignación: Automático

Asignado: 0

Fechadores

Asignación: Automático

Asignado: 0

RTC PID

Utilizado	PID	Símbolo	Tipo	Comentario
-----------	-----	---------	------	------------

Pasos Grafcet

Asignación: Automático

Asignado: 0

PROGRAMAR

Comportamiento

Nivel funcional: Nivel 11.0

Modalidad de inicio: Inicio en estado anterior

Watchdog: 250 ms

Comportamiento de recuperación: Valor de retorno

Carácter de fin de cadena: CR (retorno de carro) **Utilización de memoria**

Se requiere una compilación correcta para obtener información de la memoria.

Arquitectura De La Aplicación

Tarea maestra

Modalidad de exploración: Normal

Lista de POU: 1 - Nuevo POU

Tarea periódica

Periodo: 255 ms

POU

Tarea maestra

1 - Nuevo POU Tarea maestra

Rung0 - Sensor FC0 Detenedor

Comentario: MEMORIAS PARA ENVIAR ESTADO DE SENSORES DE FIN DE CARRERA



Variables utilizadas:

%I0.3 DET_0 %M112 M_B0

Rung1 - Sensor FC0 Insertador

Comentario: MEMORIAS PARA ENVIAR ESTADO DE SENSORES DE FIN DE CARRERA



Variables utilizadas:

%I1.0 FC0_INSERTADOR %M114 M_C0

Rung2 - Sensor FC1 Insertador

Comentario: MEMORIAS PARA ENVIAR ESTADO DE SENSORES DE FIN DE CARRERA



Variables utilizadas:

%I1.1 FC1_INSERTADOR %M115 M_C1

Rung3 - Sensor FC Giratorio 0

Comentario: MEMORIAS PARA ENVIAR ESTADO DE SENSORES DE FIN DE CARRERA



Variables utilizadas:

%I0.5 GIRA_0 %M122 M_GIRA_0

Rung4 - Sensor FC Giratorio 180

Comentario: MEMORIAS PARA ENVIAR ESTADO DE SENSORES DE FIN DE CARRERA



Variables utilizadas:

%I1.2 GIRA_180 %M123 M_GIRA_180

Rung5 - Sensor FC Calidad

Comentario: MEMORIAS PARA ENVIAR ESTADO DE SENSORES DE FIN DE CARRERA



Variables utilizadas:

%I0.8 FC1_CALIDAD %M121 M_F1

Rung6 - Recibir SP

Comentario: RECIBIR DATO DE NUMERO DE TAPAS A ENLAINAR



Variables utilizadas:

%M50 SWITCH_HMI_SP %MW2 SET_POINT_HMI %MW50 SET_POINT

Rung7 - Condicion SP May cer Comentario: CONDICION PARA SP>0

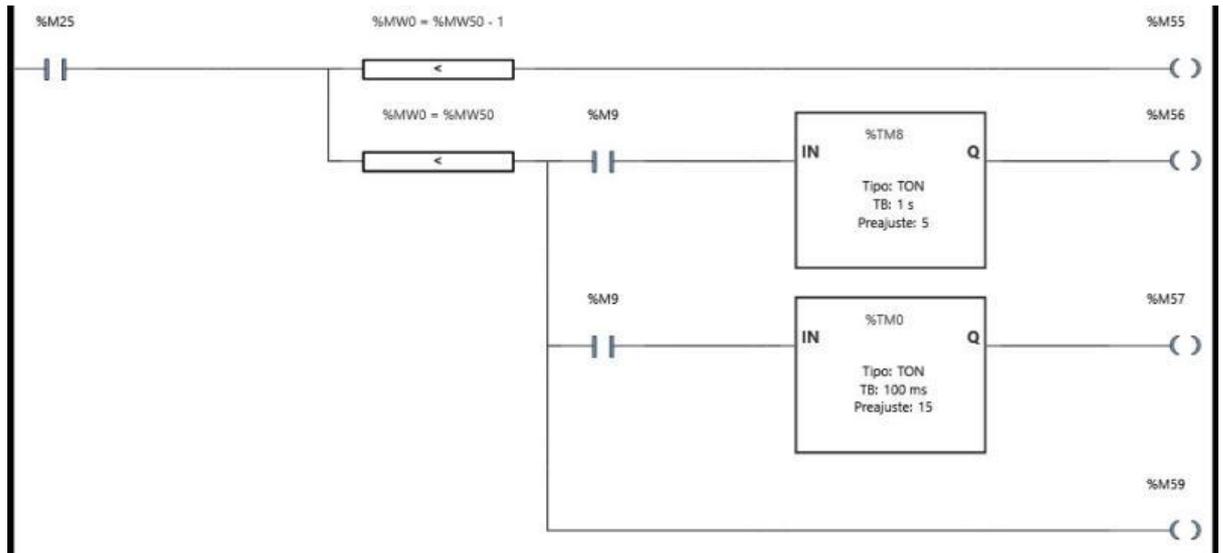


Variables utilizadas:

%M25 CONDICION_MAYOR_CERO %M50 SWITCH_HMI_SP %MW50 SET_POINT

Rung8 - Condiciones Ultima Tapa

Comentario: MEMORIA PARA DETENER ENTRADA DE TAPAS AL APROXIMARSE AL SP (M55) Y PARA DETENEREL PROCESO AL LLEGAR AL SP (M56)

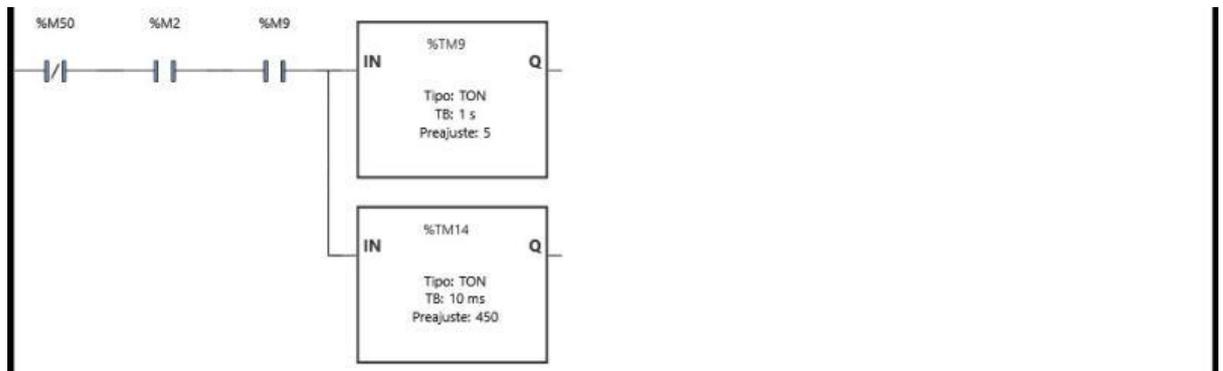


Variables utilizadas:

%M9 M8 %M25 CONDICION_MAYOR_CERO %M55 PENULTIMA_TAPA %M56 SP %M57
 TIMER_RESET_DETENEDOR %M59 ENVIO_HMI_SP %MW0 TAPAS_ACTUALES %MW50
 SET_POINT %TM0 %TM8

Rung9 - Timer Ultima Tapa

Comentario: SI MODO TRABAJO CONTINUO CUANDO SE TIENE LA ÚLTIMA TAPA Y NO SE TIENE ALIMENTACIÓN POR 5 SEG -> (R) DETENEDOR



Variables utilizadas:

%M2 M1 %M9 M8 %M50 SWITCH_HMI_SP %TM9 %TM14

Rung10 - Condicion de Inicio

Comentario: Condicion para inicio si HMI SP>0 o si trabajo continuo

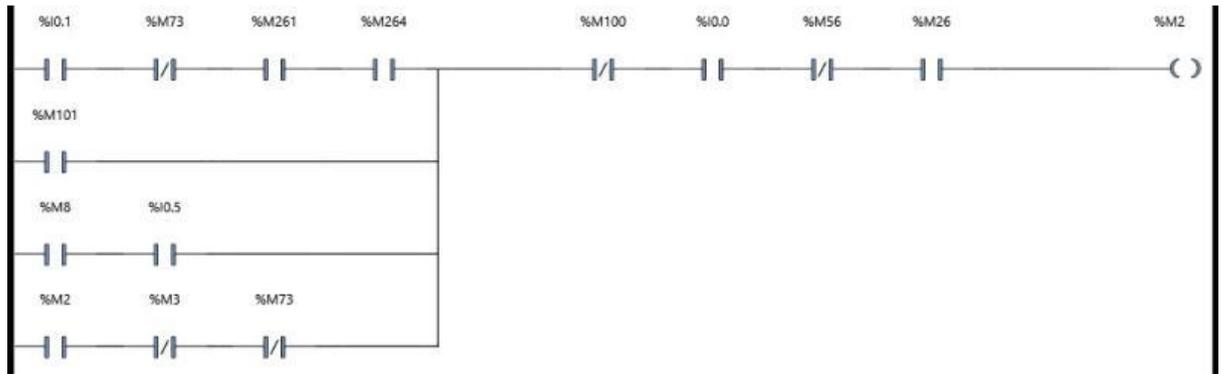


Variables utilizadas:

%M25 CONDICION_MAYOR_CERO %M26 COND_TRA_CONT_SP %M50 SWITCH_HMI_SP

Rung11 - Memo 1

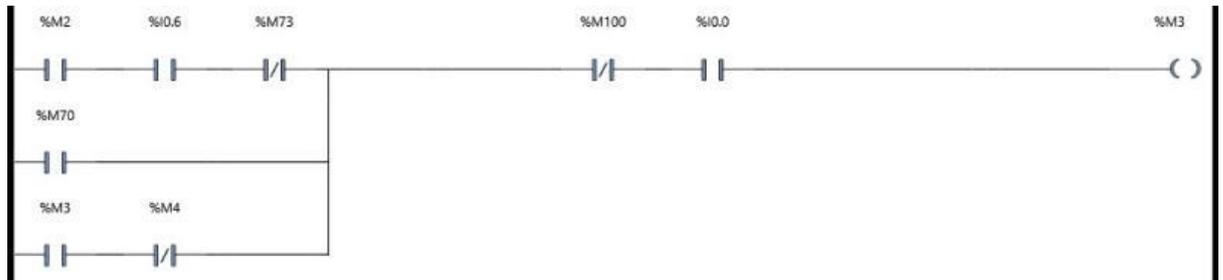
Comentario: ETAPAS COLOCADOR DE LINER



Variables utilizadas:

%I0.0 PARO %I0.1 INICIO %I0.5 GIRA_0 %M2 M1 %M3 M2 %M8
 M7 %M26 COND_TRA_CONT_SP %M56 SP %M73
 VENT_ETAPAS_HMI %M100HMI_PARO %M101 HMI_INICIO %M261
 HMI_SEG %M264 HMI_SEG_CALIBRACION

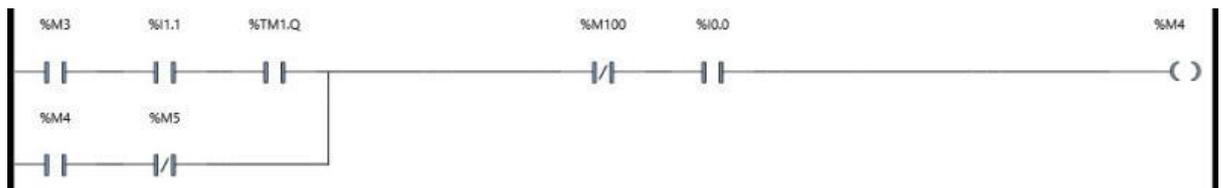
Rung12 - Memo 2



Variables utilizadas:

%I0.0 PARO %I0.6 SEN_INICIO %M2 M1 %M3 M2 %M4 M3 %M70
 M_ETAPA_COL %M73 VENT_ETAPAS_HMI %M100 HMI_PARO

Rung13 - Memo 3



Variables utilizadas:

%I0.0 PARO
 %I1.1 FC1_INSERTADOR
 %M3 M2
 %M4 M3
 %M5 M4
 %M100 HMI_PARO
 %TM1.Q TM_TOMA_LINER.Q

Rung14 - HMI Tiempo Eyector

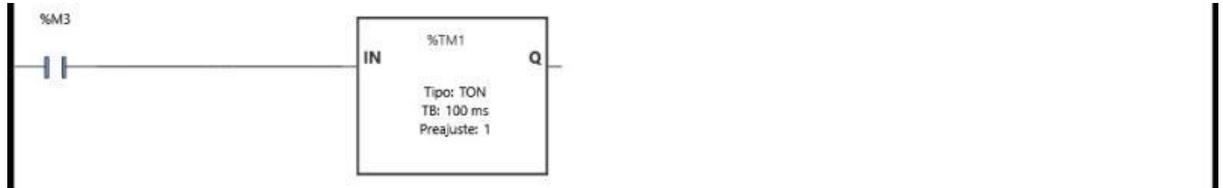


Variables utilizadas:

%M2.62 HMI_ACT_TIEMPOS
 %MW10 TM_EYECTOR
 %TM1.P TM_TOMA_LINER.P

Rung15 - Timer Eyector

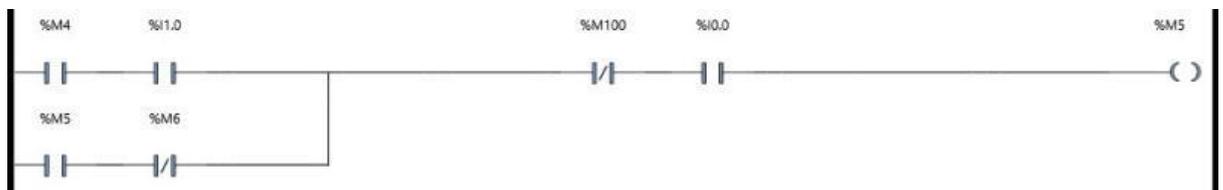
Comentario: TIEMPO PARA TOMAR LINER CON EYECTOR



Variables utilizadas:

%M3 M2 %TM1 TM_TOMA_LINER

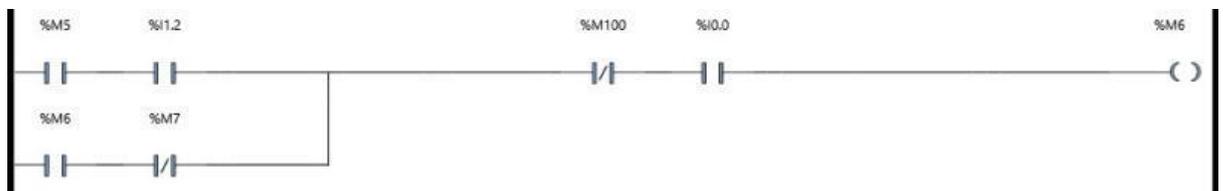
Rung16 - Memo 4



Variables utilizadas:

%I0.0 PARO %I1.0 FC0_INSERTADOR %M4 M3 %M5 M4 %M6
 M5 %M100 HMI_PARO

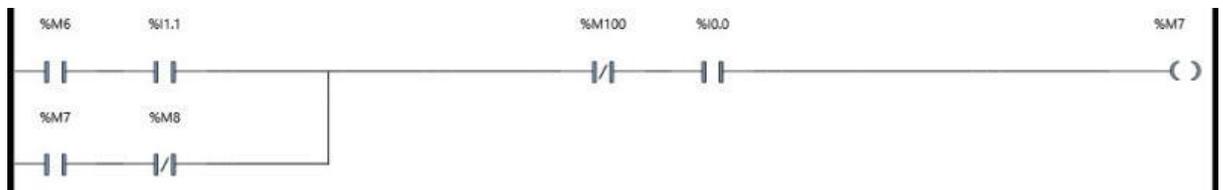
Rung17 - Memo 5



Variables utilizadas:

%I0.0 PARO %I1.2 GIRA_180 %M5 M4 %M6 M5 %M7 M6 %M100
 HMI_PARO

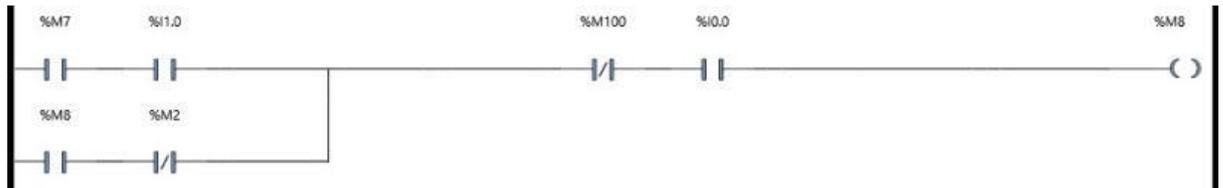
Rung18 - Memo 6



Variables utilizadas:

%I0.0 PARO %I1.1 FC1_INSERTADOR %M6 M5 %M7 M6 %M8
 M7 %M100 HMI_PARO

Rung19 - Memo 7



Variables utilizadas:

%I0.0 PARO %I1.0 FC0_INSERTADOR %M2 M1 %M7 M6 %M8 M7 %M100 HMI_PARO

Rung20 - Memo 8

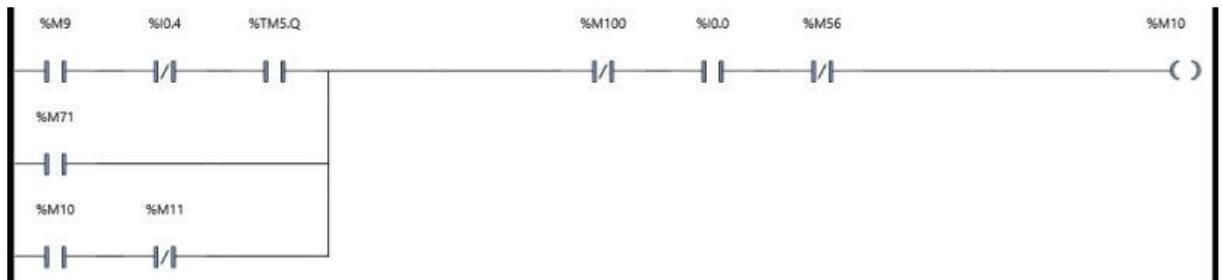
Comentario: ETAPAS PISADOR LINER



Variables utilizadas:

%I0.0 PARO
 %M8 M7
 %M9 M8
 %M10 M9
 %M11 M10
 %M56 SP
 %M73 VENT_ETAPAS_HMI
 %M100 HMI_PARO
 %TM3.Q TM_PISADO.Q

Rung21 - Memo 9



Variables utilizadas:

%I0.0 PARO
 %I0.4 SEN_CALIDAD
 %M9 M8
 %M10 M9
 %M11 M10
 %M56 SP
 %M71 M_ETAPA_INS
 %M100 HMI_PARO
 %TM5.Q TM_DETEC_LINER.Q

Rung22 - Timer Sensor Calidad Comentario: TIEMPO PARA DETECTAR LINER



Variables utilizadas:

%I0.4 SEN_CALIDAD %TM5 TM_DETEC_LINER

Rung23 - HMI Tiempo Espera



Variables utilizadas:

%M262 HMI_ACT_TIEMPOS %MW6 TM_WAIT_CIL_B %TM2.P TM_ESPERA.P

Rung24 - Timer Espera

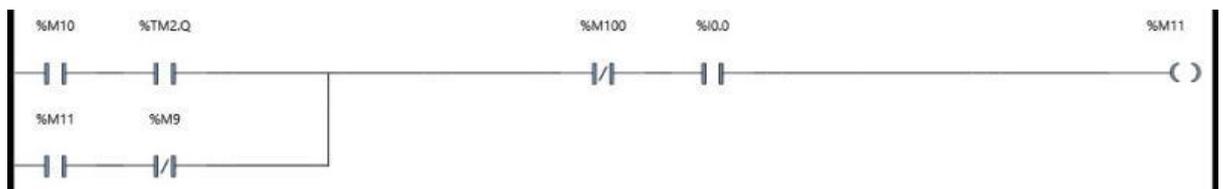
Comentario: TIEMPO PARA DETENER LA TAPA QUE SE TRANSPORTA DE LA ETAPA DE COLOCACIÓN APISADO



Variables utilizadas:

%M10 M9 %TM2 TM_ESPERA

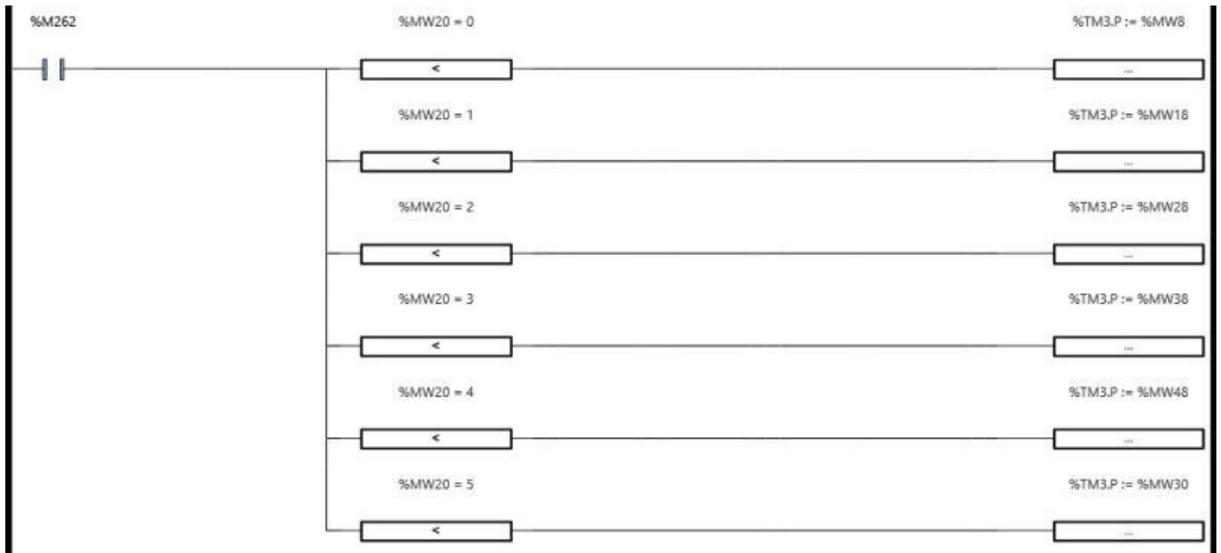
Rung25 - Memo 10



Variables utilizadas:

%I0.0	PARO
%M9	M8
%M10	M9
%M11	M10
%M100	HMI_PARO
%TM2.Q	TM_ESPERA.Q

Rung26 - HMI Tiempo Pisador

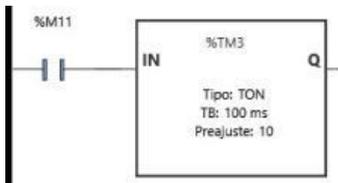


Variables utilizadas:

%M262	HMI_ACT_TIEMPOS
%MW8	TM_PISADOR_OUT_FT
%MW18	TM_PISADOR_OUT_FT_CAT
%MW20	TIPO_TAPA
%MW28	TM_PISADOR_OUT_1816
%MW30	TM_PISADOR_OUT_48_EVA
%MW38	TM_PISADOR_OUT_38
%MW48	TM_PISADOR_OUT_48
%TM3.P	TM_PISADO.P

Rung27 - Timer Pisador

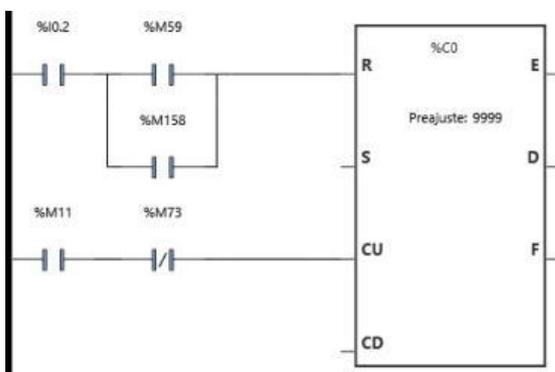
Comentario: TIEMPO DE ACTIVACIÓN DE PISADOR



Variables utilizadas:

%M11 M10 %TM3 TM_PISADO Rung28 - Contador de Tapas Comentario:

CONTADOR DE TAPAS ENLAINADAS

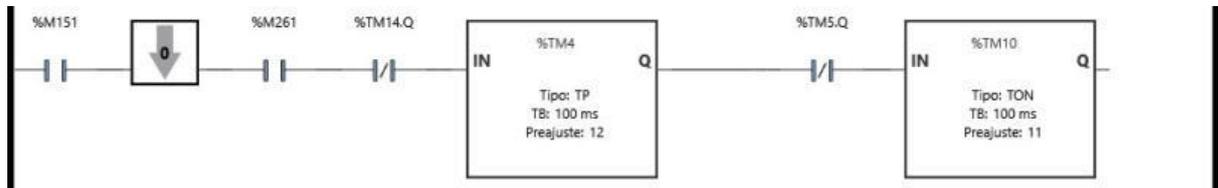


Variables utilizadas:

%C0 %I0.2 RESET %M11 M10 %M59 ENVIO_HMI_SP
 VENT_ETAPAS_HMI %M158M_LUZ_PARO

%M73

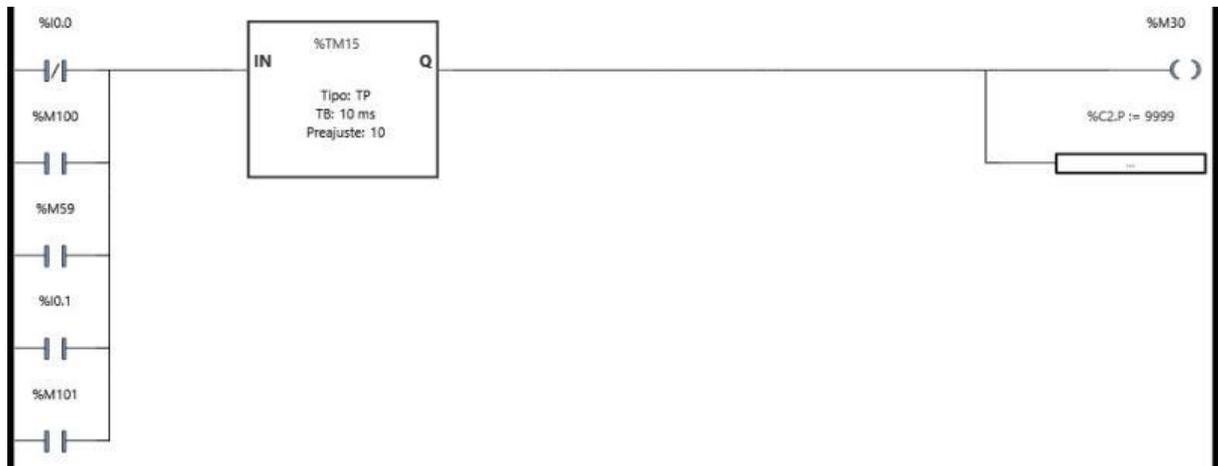
Rung29 - Calidad



Variables utilizadas:

%M151 M_CIL_B
 %M261 HMI_SEG
 %TM4
 %TM5.Q TM_DETEC_LINER.Q
 %TM10 TM_NO_LINER
 %TM14.Q

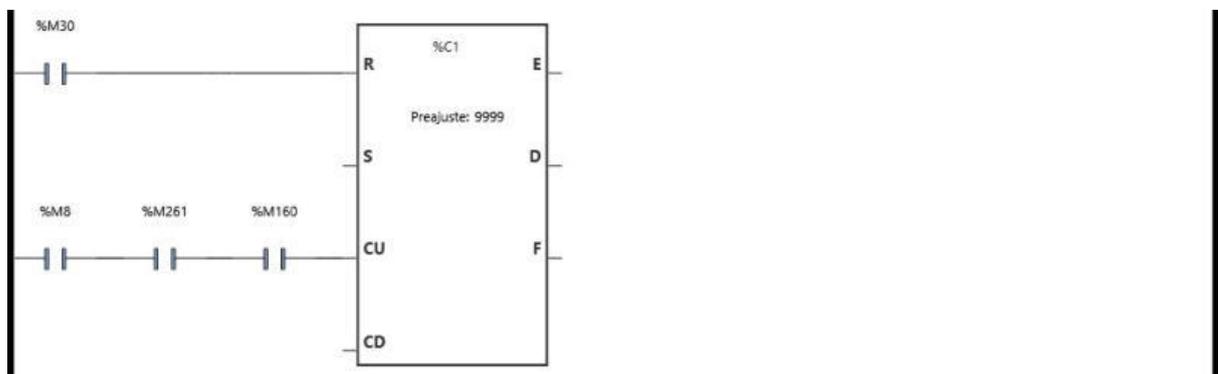
Rung30 - Reset Contadores Calidad



Variables utilizadas:

%C2.P CONT_SEN_FINAL.P %I0.0 PARO %I0.1 INICIO %M30
 RESET_CONT_CALIDAD %M59 ENVIO_HMI_SP %M100
 HMI_PARO %M101 HMI_INICIO %TM15

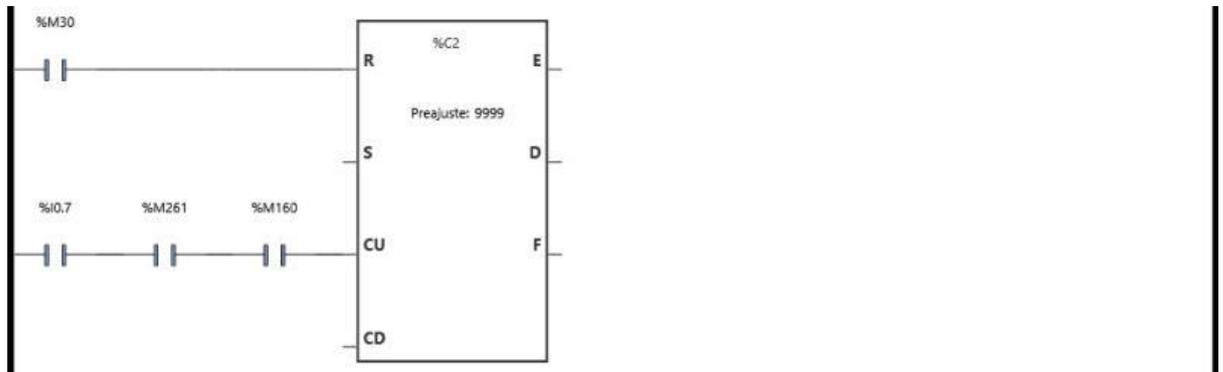
Rung31 - Contador M/



Variables utilizadas:

%C1 CONT_ETAPA %M8 M7 %M30 RESET_CONT_CALIDAD %M160
M_BANDA %M261 HMI_SEG

Rung32 - Contador Sensor Final



Variables utilizadas:

%C2 CONT_SEN_FINAL %I0.7 SEN_FINAL %M30
RESET_CONT_CALIDAD %M160 M_BANDA %M261 HMI_SEG

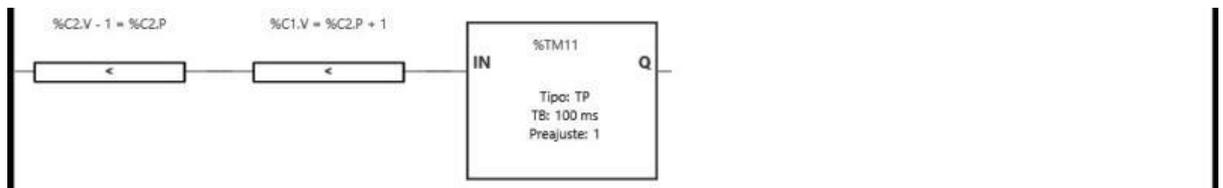
Rung33 - Comparacion Contadores



Variables utilizadas:

%C1.V CONT_ETAPA.V %C2.P CONT_SEN_FINAL.P %M27
COND_CONT_CALIDAD

Rung34 - Cond Tapa n-1



Variables utilizadas:

%C1.V CONT_ETAPA.V %C2.P CONT_SEN_FINAL.P %C2.V
CONT_SEN_FINAL.V %TM11 TM_ACT_C2P

Rung35 - Establecer C2P

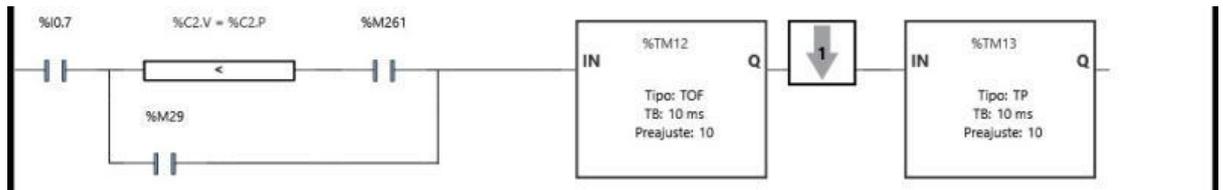


Variables utilizadas:

%C1.V CONT_ETAPA.V
%C2.P CONT_SEN_FINAL.P
%M27 COND_CONT_CALIDAD
%M59 ENVIO_HMI_SP
%TM10.Q TM_NO_LINER.Q

%TM11.Q TM_ACT_C2P.Q

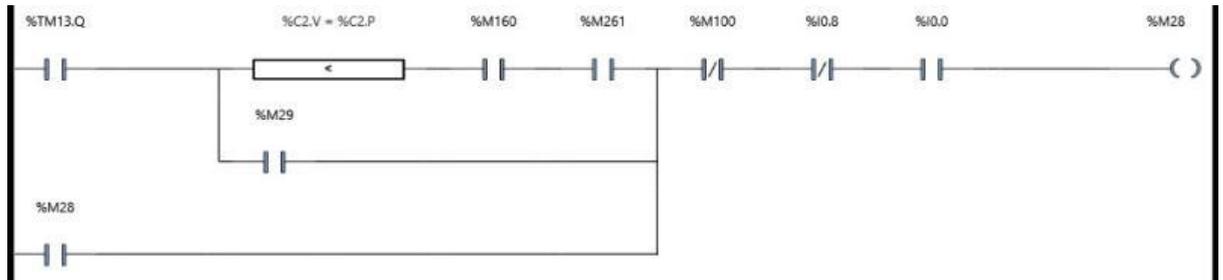
Rung36 - Temporizador Calidad



Variables utilizadas:

%C2.P CONT_SEN_FINAL.P %C2.V CONT_SEN_FINAL.V %I0.7 SEN_FINAL %M29
 ACT_ETAPA_CC %M261 HMI_SEG %TM12 TM_ACT_CALIDAD %TM13

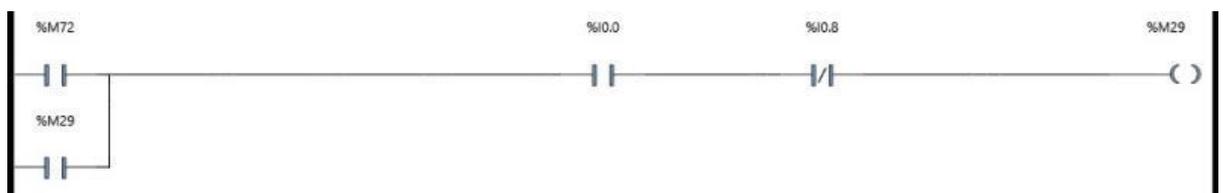
Rung37 - Memo Cil Calidad



Variables utilizadas:

%C2.P CONT_SEN_FINAL.P
 %C2.V CONT_SEN_FINAL.V
 %I0.0 PARO
 %I0.8 FC1_CALIDAD
 %M28 M_CALIDAD
 %M29 ACT_ETAPA_CC
 %M100 HMI_PARO
 %M160 M_BANDA
 %M261 HMI_SEG
 %TM13.Q

Rung38 - HMI Etapa Calidad



Variables utilizadas:

%I0.0 PARO %I0.8 FC1_CALIDAD %M29 ACT_ETAPA_CC %M72
 M_ETAPA_CC

Rung39 - Memo Emergencia

Comentario: EMERGENCIA



Variables utilizadas:

%I1.3 EMERGENCIA %M102 M_EMERGENCIA

Rung40 - Activacion Cil Entrada

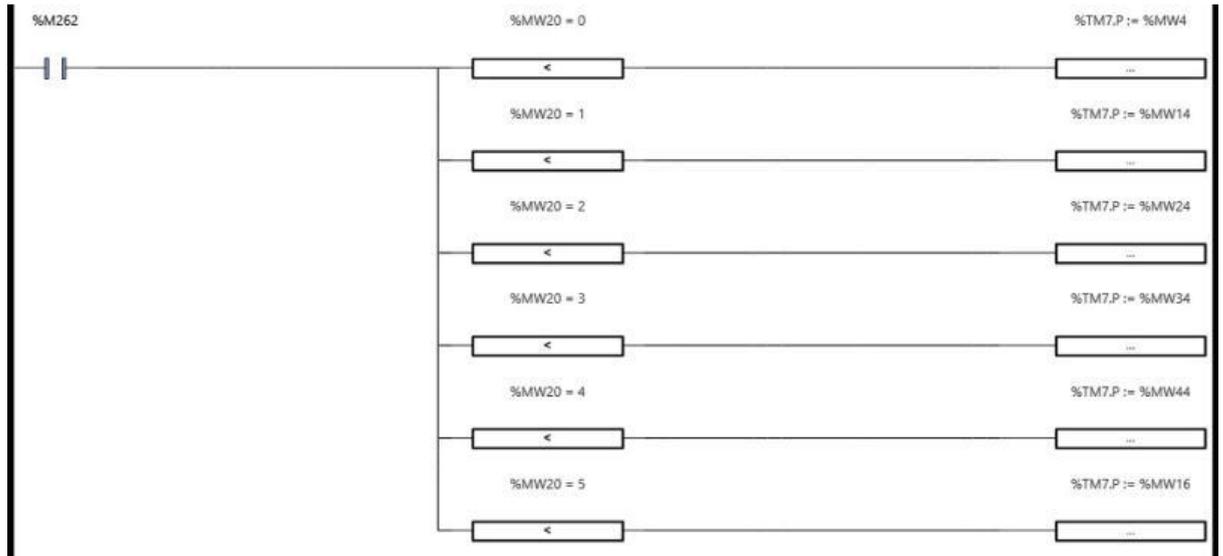
Comentario: ACTIVACIÓN CILINDRO DE ENTRADA (PERMITIR EL PASO DE TAPAS)



Variables utilizadas:

%M150 M_CIL_A %TM6.Q TM_CIL_ENT_OUT.Q

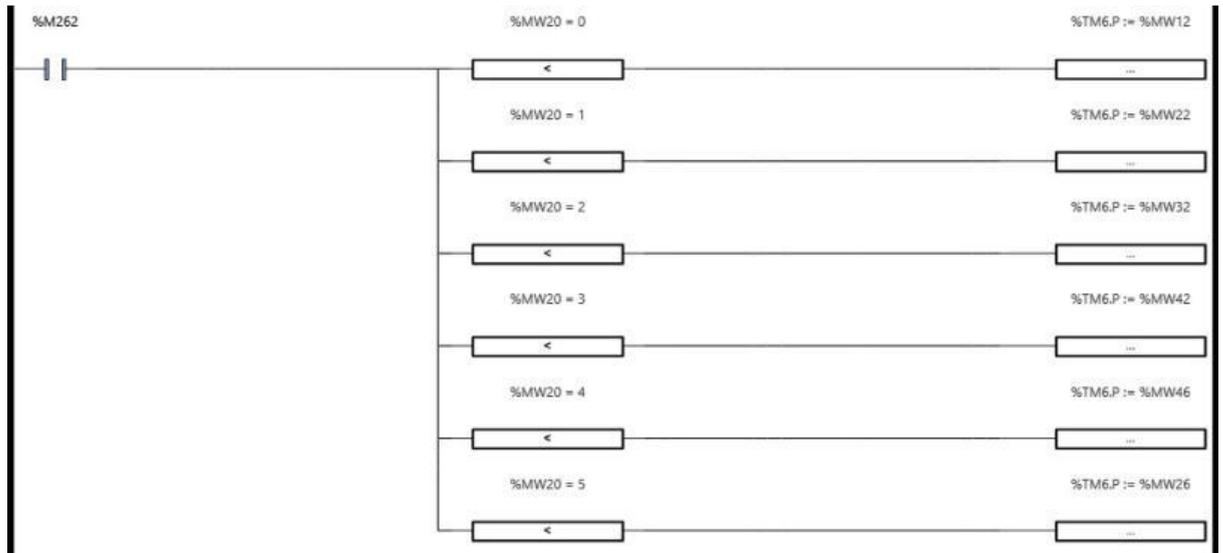
Rung41 - HMI Tiempo Cil Entrada (Paso de Tapa)



Variables utilizadas:

%M262 HMI_ACT_TIEMPOS
%MW4 TM_CIL_A_IN_FT
%MW14 TM_CIL_A_IN_FT_CAT
%MW16 TM_CIL_A_IN_48_EVA
%MW20 TIPO_TAPA
%MW24 TM_CIL_A_IN_1816
%MW34 TM_CIL_A_IN_38
%MW44 TM_CIL_A_IN_48
%TM7.P TM_CIL_ENT_IN.P

Rung42 - HMI Tiempo Cil Entrada Alimentacion

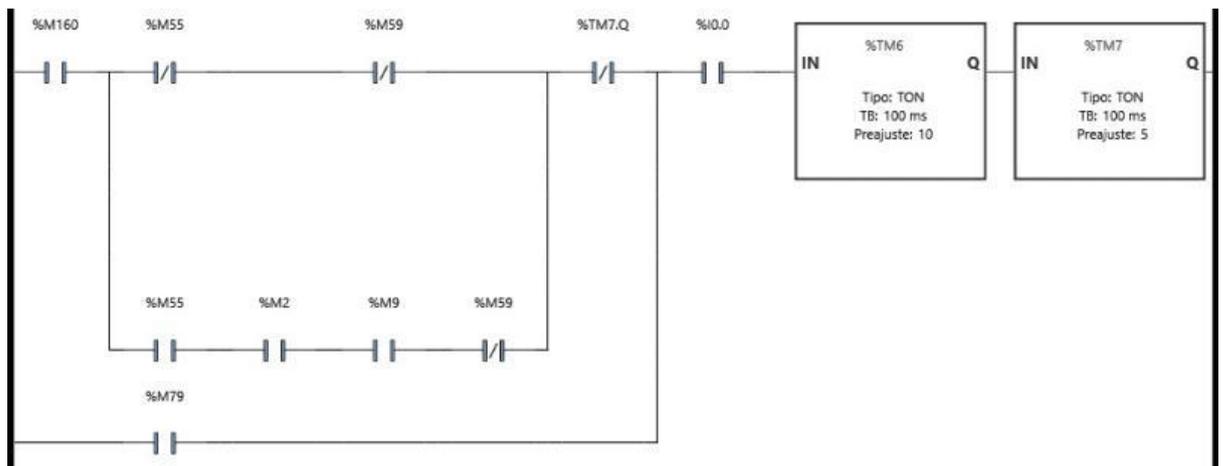


Variables utilizadas:

%M262	HMI_ACT_TIEMPOS
%MW12	TM_CIL_A_OUT_FT
%MW20	TIPO_TAPA
%MW22	TM_CIL_A_OUT_FT_CAT
%MW26	TM_CIL_A_OUT_48_EVA
%MW32	TM_CIL_A_OUT_1816
%MW42	TM_CIL_A_OUT_38
%MW46	TM_CIL_A_OUT_48
%TM6.P	TM_CIL_ENT_OUT.P

Rung43 - Tiempos Cil Entrada

Comentario: TIEMPO PARA PERMITIR EL PASO DE UNA TAPA AL COLOCADOR DE LINER (TM6) - TIEMPO QUE SE METE EL CIL A PARA QUE PASE UNA TAPA (TM7)



Variables utilizadas:

%I0.0	PARO
%M2	M1
%M9	M8
%M55	PENULTIMA_TAPA
%M59	ENVIO_HMI_SP
%M79	IND_ETAPA_ENTRADA

%M160 M_BANDA
 %TM6 TM_CIL_ENT_OUT
 %TM7 TM_CIL_ENT_IN
 %TM7.Q TM_CIL_ENT_IN.Q

Rung44 - Set Etapa Entrada HMI



Variables utilizadas:

%M69 M_ETAPA_ENTRADA %M79 IND_ETAPA_ENTRADA

Rung45 - Condicion Etapa Entrada HMI



Variables utilizadas:

%I0.0 PARO %M79 IND_ETAPA_ENTRADA %TM7.Q TM_CIL_ENT_IN.Q

Rung46 - Seguridad HMI Calibracion



Variables utilizadas:

%M29 ACT_ETAPA_CC %M250 HMI_CIL_A %M251 HMI_CIL_B %M252
 HMI_CIL_C %M254 HMI_CIL_E %M255 HMI_CIL_F %M256
 HMI_GIRATORIO %M257 HMI_EYECTOR %M260 HMI_BANDA %M263
 HMI_MOTOR_PISADO %M264 HMI_SEG_CALIBRACION

Rung47 - HMI Pulsador Save Tapas



Variables utilizadas:

%M50 SWITCH_HMI_SP %M158 M_LUZ_PARO %M265
 HMI_COND_SAVE_TAPAS_ACT %MWO TAPAS_ACTUALES

Rung48 - Save Historico HMI



Variables utilizadas:

%M59 ENVIO_HMI_SP %M266 HMI_PULSADOR_SAVE_TAPAS %M267
 SAVE_HISTORICO_HMI

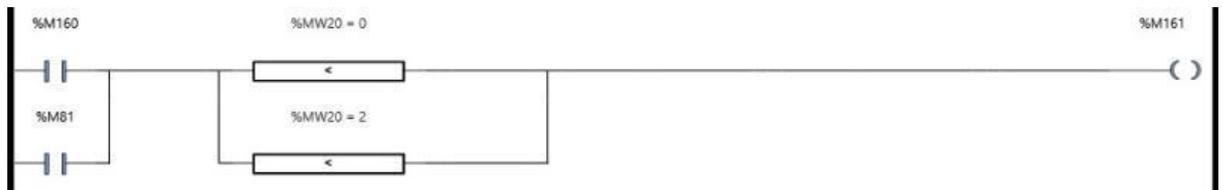
Rung49 - Activacion Banda, Piloto Verde Comentario: ACTIVACIÓN DE BANDA Y LUZ DE INICIO



Variables utilizadas:

%I0.1	INICIO	%M26	COND_TRA_CONT_SP	%M101	HMI_INICIO	%M158
	M_LUZ_PARO	%M160	M_BANDA	%M261	HMI_SEG	%M264
	HMI_SEG_CALIBRACION					

Rung50 - Activacion Motor Pisado



Variables utilizadas:

%M81	IND_ETAPA_INS	%M160	M_BANDA	%M161	M_MOTOR_PISADO	%MW20	TIPO_TAPA
------	---------------	-------	---------	-------	----------------	-------	-----------

Rung51 - Desactivacion Banda y Piloto Rojo

Comentario: ACTIVACIÓN DE LUZ DE PARO Y DESACTIVACIÓN DE BANDA



Variables utilizadas:

%I0.0	PARO	%M56	SP	%M100	HMI_PARO	%M158	M_LUZ_PARO	%M160	M_BANDA	%M161
							M_MOTOR_PISADO			

Rung52 - Activacion Detenedor

Comentario: ACTIVACIÓN CILINDRO DETENEDOR DE TAPAS (B)



Variables utilizadas:

%M3	M2	%M10	M9	%M151	M_CIL_B
-----	----	------	----	-------	---------

Rung53 - Desactivacion Detenedor

Comentario: DESACTIVACIÓN CILINDRO DETENEDOR (B)



Variables utilizadas:

%I0.0	PARO
%M8	M7
%M9	M8
%M57	TIMER_RESET_DETENEDOR
%M73	VENT_ETAPAS_HMI
%M100	HMI_PARO
%M151	M_CIL_B
%TM9.Q	

Rung54 - Activacion Insertador

Comentario: ACTIVACIÓN CILINDRO DE INSERCIÓN LINEAL (C)



Variables utilizadas:

%M3	M2	%M6	M5	%M152	M_CIL_C
-----	----	-----	----	-------	---------

Rung55 - Activacion Pisador

Comentario: ACTIVACIÓN CILINDRO PISADOR (E)



Variables utilizadas:

%M11	M10	%M154	M_CIL_E
------	-----	-------	---------

Rung56 - Activacion Calidad

Comentario: ACTIVACIÓN CILINDRO DE CALIDAD (F)



Variables utilizadas:

%M28 M_CALIDAD %M155 M_CIL_F Rung57 - Activacion Giratorio Comentario:
ACTIVACIÓN ACTUADOR GIRATORIO



Variables utilizadas:

%M5 M4 %M156 M_GIRATORIO Rung58 - Desactivacion Giratorio Comentario:
DESACTIVACIÓN ACTUADOR GIRATORIO



Variables utilizadas:

%I0.0 PARO %M8 M7 %M100 HMI_PARO %M156 M_GIRATORIO

Rung59 - Activacion Eyector Comentario: ACTIVACIÓN EYECTOR



Variables utilizadas:

%I1.1 FC1_INSERTADOR %M3 M2 %M157 M_EYECTOR

Rung60 - Desactivacion Eyector Comentario: DESACTIVACIÓN EYECTOR



Variables utilizadas:

%I0.0 PARO %M7 M6 %M100 HMI_PARO %M157 M_EYECTOR

Rung61 - Asignacion Conteo de Tapas Comentario: CONTEO DE TAPAS ENLAINADAS



Variables utilizadas:

%C0.V %MW0TAPAS_ACTUALES

Rung62 - Setear SP

Comentario: SETEAR SP



Variables utilizadas:

%C0.P %M50 SWITCH_HMI_SP %MW2 SET_POINT_HMI

Rung63 - SP al Max

Comentario: SI NO HAY SP QUE EL PRESET DEL CONTADOR ESTÉ AL VALOR MÁXIMO



Variables utilizadas:

%C0.P %M50 SWITCH_HMI_SP

Rung64 - Historico HMI



Variables utilizadas:

%MW0 TAPAS_ACTUALES %MW20 TIPO_TAPA %MW36 TAPAS_ACTUALES_HISTORICO %MW37
TIPO_TAPA_HISTORICO

Rung65 - Memo Reset

Comentario: MEMORIA PARA RESET PARA ENVIAR BIT AL HMI



Variables utilizadas:

%I0.2 RESET %M58 MEMO_RESET

Rung66 - INDICADOR HMI COLOCADOR



Variables utilizadas:

%M3 M2 %M4 M3 %M5 M4 %M6 M5 %M7 M6 %M8
M7 %M80 IND_ETAPA_COL

Rung67 - INDICADOR HMI INSERTADOR



Variables utilizadas:

%M10 M9 %M11 M10 %M81 IND_ETAPA_INS

Rung68 - INDICADOR HMI CONTROL CALIDAD



Variables utilizadas:

%M29 ACT_ETAPA_CC %M82 IND_ETAPA_CC

Rung69 - Salida Banda

Comentario: SALIDAS



Variables utilizadas:

%M160 M_BANDA %M260 HMI_BANDA %Q0.5 BANDA

Rung70 - Salida Cil Entrada



Variables utilizadas:

%M150 M_CIL_A %M250 HMI_CIL_A %Q1.0 CIL_ENTRADA

Rung71 - Salida Cil Det



Variables utilizadas:

%M151 M_CIL_B %M251 HMI_CIL_B %Q0.6 CIL_DETENEDOR

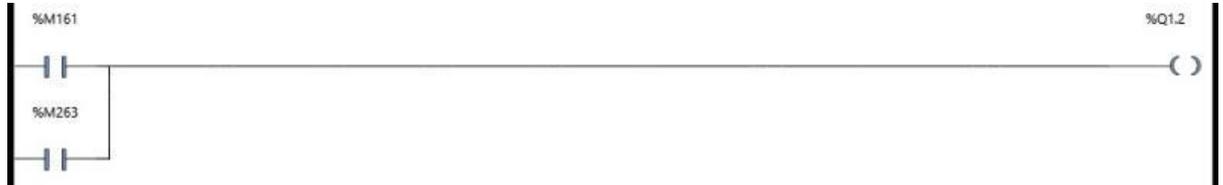
Rung72 - Salida Cil Inser



Variables utilizadas:

%M158 M_LUZ_PARO %Q1.1 LUZ_PARO

Rung78 - Salida Motor Pisado



Variables utilizadas:

%M161 M_MOTOR_PISADO %M263 HMI_MOTOR_PISADO %Q1.2 MOTOR_PISADO

SÍMBOLOS

Utilizado	Dirección	Símbolo	Comentario
X	%C1	CONT_ETAPA	
X	%C2	CONT_SEN_FINAL	
X	%I0.0	PARO	
X	%I0.1	INICIO	
X	%I0.2	RESET	
X	%I0.3	DET_0	
X	%I0.4	SEN_CALIDAD	
X	%I0.5	GIRA_0	
X	%I0.6	SEN_INICIO	
X	%I0.7	SEN_FINAL	
X	%I0.8	FC1_CALIDAD	
X	%I1.0	FC0_INSERTADOR	
X	%I1.1	FC1_INSERTADOR	
X	%I1.2	GIRA_180	
X	%I1.3	EMERGENCIA	
X	%M2	M1	
X	%M3	M2	
X	%M4	M3	
X	%M5	M4	
X	%M6	M5	
X	%M7	M6	
X	%M8	M7	

X	%M9	M8	
X	%M10	M9	
X	%M11	M10	
X	%M25	CONDICION_MAYOR_CERO	
X	%M26	COND_TRA_CONT_SP	
X	%M27	COND_CONT_CALIDAD	
X	%M28	M_CALIDAD	

Utilizado	Dirección	Símbolo	Comentario
X	%M29	ACT_ETAPA_CC	
X	%M30	RESET_CONT_CALIDAD	
X	%M50	SWITCH_HMI_SP	
X	%M55	PENULTIMA_TAPA	
X	%M56	SP	
X	%M57	TIMER_RESET_DETENEDOR	
X	%M58	MEMO_RESET	
X	%M59	ENVIO_HMI_SP	
X	%M69	M_ETAPA_ENTRADA	
X	%M70	M_ETAPA_COL	
X	%M71	M_ETAPA_INS	
X	%M72	M_ETAPA_CC	
X	%M73	VENT_ETAPAS_HMI	
X	%M79	IND_ETAPA_ENTRADA	
X	%M80	IND_ETAPA_COL	
X	%M81	IND_ETAPA_INS	
X	%M82	IND_ETAPA_CC	
X	%M100	HMI_PARO	
X	%M101	HMI_INICIO	
X	%M102	M_EMERGENCIA	
X	%M112	M_B0	
X	%M114	M_C0	
X	%M115	M_C1	
X	%M121	M_F1	

X	%M122	M_GIRA_0	
X	%M123	M_GIRA_180	
X	%M150	M_CIL_A	
X	%M151	M_CIL_B	
X	%M152	M_CIL_C	
X	%M154	M_CIL_E	
X	%M155	M_CIL_F	

Utilizado	Dirección	Símbolo	Comentario
X	%M156	M_GIRATORIO	
X	%M157	M_EYECTOR	
X	%M158	M_LUZ_PARO	
X	%M160	M_BANDA	
X	%M161	M_MOTOR_PISADO	
X	%M250	HMI_CIL_A	
X	%M251	HMI_CIL_B	
X	%M252	HMI_CIL_C	
X	%M254	HMI_CIL_E	
X	%M255	HMI_CIL_F	
X	%M256	HMI_GIRATORIO	
X	%M257	HMI_EYECTOR	
X	%M260	HMI_BANDA	
X	%M261	HMI_SEG	
X	%M262	HMI_ACT_TIEMPOS	
X	%M263	HMI_MOTOR_PISADO	
X	%M264	HMI_SEG_CALIBRACION	
X	%M265	HMI_COND_SAVE_TAPAS_A CT	
X	%M266	HMI_PULSADOR_SAVE_TAP AS	
X	%M267	SAVE_HISTORICO_HMI	
X	%MW0	TAPAS_ACTUALES	
X	%MW2	SET_POINT_HMI	
X	%MW4	TM_CIL_A_IN_FT	

X	%MW6	TM_WAIT_CIL_B	
X	%MW8	TM_PISADOR_OUT_FT	
X	%MW10	TM_EYECTOR	
X	%MW12	TM_CIL_A_OUT_FT	
X	%MW14	TM_CIL_A_IN_FT_CAT	
X	%MW16	TM_CIL_A_IN_48_EVA	
X	%MW18	TM_PISADOR_OUT_FT_CAT	
X	%MW20	TIPO_TAPA	

Utilizado	Dirección	Símbolo	Comentario
X	%MW22	TM_CIL_A_OUT_FT_CAT	
X	%MW24	TM_CIL_A_IN_1816	
X	%MW26	TM_CIL_A_OUT_48_EVA	
X	%MW28	TM_PISADOR_OUT_1816	
X	%MW30	TM_PISADOR_OUT_48_EVA	
X	%MW32	TM_CIL_A_OUT_1816	
X	%MW34	TM_CIL_A_IN_38	
X	%MW36	TAPAS_ACTUALES_HISTORICO	
X	%MW37	TIPO_TAPA_HISTORICO	
X	%MW38	TM_PISADOR_OUT_38	
X	%MW42	TM_CIL_A_OUT_38	
X	%MW44	TM_CIL_A_IN_48	
X	%MW46	TM_CIL_A_OUT_48	
X	%MW48	TM_PISADOR_OUT_48	
X	%MW50	SET_POINT	
X	%Q0.0	PISADOR	
X	%Q0.1	CIL_INS_LINEAL	
X	%Q0.2	CIL_INS_GIRATORIO	
X	%Q0.3	EYECTOR	
X	%Q0.4	CIL_CALIDAD	
X	%Q0.5	BANDA	
X	%Q0.6	CIL_DETENEDOR	
X	%Q1.0	CIL_ENTRADA	

X	%Q1.1	LUZ_PARO	
X	%Q1.2	MOTOR_PISADO	
X	%TM1	TM_TOMA_LINER	
X	%TM2	TM_ESPERA	
X	%TM3	TM_PISADO	
X	%TM5	TM_DETEC_LINER	
X	%TM6	TM_CIL_ENT_OUT	
X	%TM7	TM_CIL_ENT_IN	

Utilizado	Dirección	Símbolo	Comentario
X	%TM10	TM_NO_LINER	
X	%TM11	TM_ACT_C2P	
X	%TM12	TM_ACT_CALIDAD	

TABLA DE REFERENCIAS CRUZADAS

Dirección	Objeto	Rung	Código
%C0.....	1 - Nuevo POU	Rung28 - Contador de Tapas	%C0
%C0.P.....	1 - Nuevo POU	Rung62 - Setear SP Rung63 - SP al Max	--[...]-- %C0.P := %MW2 --[...]-- %C0.P := 9999
%C0.V.....	1 - Nuevo POU	Rung61 - Asignacion Conteo de Tapas	--[...]-- %MW0 := %C0.V
%C1.....	1 - Nuevo POU	Rung31 - Contador M/	%C1
%C1.V.....	1 - Nuevo POU	Rung33 - Comparacion Contadores Rung34 - Cond Tapa n-1 Rung35 - Establecer C2P	--[<]-- %C1.V = %C2.P + 1 --[<]-- %C1.V = %C2.P + 1 --[...]-- %C2.P := %C1.V
%C2.....	1 - Nuevo POU	Rung32 - Contador Sensor Final	%C2
%C2.P.....	1 - Nuevo POU	Rung30 - Reset Contadores Calidad Rung33 - Comparacion Contadores Rung34 - Cond Tapa n-1 Rung35 - Establecer C2P Rung36 - Temporizador Calidad Rung37 - Memo Cil Calidad	--[...]-- %C2.P := 9999 --[<]-- %C1.V = %C2.P + 1 --[<]-- %C2.V - 1 = %C2.P --[<]-- %C1.V = %C2.P + 1 --[...]-- %C2.P := %C1.V --[<]-- %C2.V = %C2.P --[<]-- %C2.V = %C2.P
%C2.V.....	1 - Nuevo POU	Rung34 - Cond Tapa n-1 Rung36 - Temporizador Calidad Rung37 - Memo Cil Calidad	--[<]-- %C2.V - 1 = %C2.P --[<]-- %C2.V = %C2.P --[<]-- %C2.V = %C2.P
%I0.0.....	1 - Nuevo POU	Rung11 - Memo 1 Rung12 - Memo 2 Rung13 - Memo 3 Rung16 - Memo 4 Rung17 - Memo 5 Rung18 - Memo 6 Rung19 - Memo 7 Rung20 - Memo 8	-- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --

Dirección	Objeto	Rung	Código
		Rung21 - Memo 9	-- --

		Rung25 - Memo 10	-- --
		Rung30 - Reset	-- / --
		Contadores Calidad	
		Rung37 - Memo Cil	-- --
		Calidad	
		Rung38 - HMI Etapa	-- --
		Calidad	
		Rung43 - Tiempos Cil	-- --
		Entrada	
		Rung45 - Condicion	-- / --
		Etapa Entrada HMI	
		Rung51 - Desactivacion	-- / --
		Banda y Piloto Rojo	
		Rung53 - Desactivacion	-- / --
		Detenedor	
		Rung58 - Desactivacion	-- / --
		Giratorio	
		Rung60 - Desactivacion	-- / --
		Eyector	
%I0.1.....	1 - Nuevo POU	Rung11 - Memo 1	-- --
		Rung30 - Reset	-- --
		Contadores Calidad	
		Rung49 - Activacion	-- --
		Banda, Piloto Verde	
%I0.2.....	1 - Nuevo POU	Rung28 - Contador de	-- --
		Tapas	
		Rung65 - Memo Reset	-- --
%I0.3.....	1 - Nuevo POU	Rung0 - Sensor FC0	-- --
		Detenedor	
%I0.4.....	1 - Nuevo POU	Rung21 - Memo 9	-- / --
		Rung22 - Timer Sensor	-- / --
		Calidad	
%I0.5.....	1 - Nuevo POU	Rung3 - Sensor FC	-- --
		Giratorio 0	
		Rung11 - Memo 1	-- --
%I0.6.....	1 - Nuevo POU	Rung12 - Memo 2	-- --
%I0.7.....	1 - Nuevo POU	Rung32 - Contador	-- --
		Sensor Final	
		Rung36 - Temporizador	-- --
		Calidad	
%I0.8.....	1 - Nuevo POU	Rung5 - Sensor FC	-- --
		Calidad	
		Rung37 - Memo Cil	-- / --
		Calidad	
		Rung38 - HMI Etapa	-- / --
		Calidad	

Dirección	Objeto	Rung	Código
%I1.0.....	1 - Nuevo POU	Rung1 - Sensor FC0 Insertador Rung16 - Memo 4 Rung19 - Memo 7	-- -- -- -- -- --
%I1.1.....	1 - Nuevo POU	Rung2 - Sensor FC1 Insertador Rung13 - Memo 3 Rung18 - Memo 6 Rung59 - Activacion Eyector	-- -- -- -- -- -- -- --
%I1.2.....	1 - Nuevo POU	Rung4 - Sensor FC Giratorio 180 Rung17 - Memo 5	-- -- -- --
%I1.3.....	1 - Nuevo POU	Rung39 - Memo Emergencia	-- / --
%M2.....	1 - Nuevo POU	Rung9 - Timer Ultima Tapa Rung11 - Memo 1 Rung12 - Memo 2 Rung19 - Memo 7 Rung43 - Tiempos Cil Entrada	-- -- --()-- -- -- -- -- -- / -- -- --
%M3.....	1 - Nuevo POU	Rung11 - Memo 1 Rung12 - Memo 2 Rung13 - Memo 3 Rung15 - Timer Eyector Rung52 - Activacion Detenedor Rung54 - Activacion Insertador Rung59 - Activacion Eyector Rung66 - INDICADOR HMI COLOCADOR	-- / -- --()-- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
%M4.....	1 - Nuevo POU	Rung12 - Memo 2 Rung13 - Memo 3 Rung16 - Memo 4	-- / -- --()-- -- -- -- --

Dirección	Objeto	Rung	Código
%M5.....	1 - Nuevo POU	Rung66 - INDICADOR HMI COLOCADOR	-- --
		Rung13 - Memo 3	-- / --
		Rung16 - Memo 4	--()-- -- --
		Rung17 - Memo 5	-- --
		Rung57 - Activacion	-- --
		Giratorio	
%M6.....	1 - Nuevo POU	Rung66 - INDICADOR HMI COLOCADOR	-- --
		Rung16 - Memo 4	-- / --
		Rung17 - Memo 5	--()-- -- --
		Rung18 - Memo 6	-- --
		Rung54 - Activacion	-- --
		Insertador	
%M7.....	1 - Nuevo POU	Rung66 - INDICADOR HMI COLOCADOR	-- --
		Rung17 - Memo 5	-- / --
		Rung18 - Memo 6	--()-- -- --
		Rung19 - Memo 7	-- --
		Rung60 - Desactivacion	-- --
		Eyector	
%M8.....	1 - Nuevo POU	Rung66 - INDICADOR HMI COLOCADOR	-- --
		Rung11 - Memo 1	-- --
		Rung18 - Memo 6	-- / --
		Rung19 - Memo 7	--()-- -- --
		Rung20 - Memo 8	-- --
		Rung31 - Contador M/	-- --
%M9.....	1 - Nuevo POU	Rung53 - Desactivacion	-- --
		Detenedor	
		Rung58 - Desactivacion	-- --
		Giratorio	
		Rung66 - INDICADOR HMI COLOCADOR	-- --
		Rung8 - Condiciones Ultima Tapa	-- --

Dirección	Objeto	Rung	Código
		Rung9 - Timer Ultima	-- --
		Tapa	-- --
		Rung20 - Memo 8	--()--
			-- --
		Rung21 - Memo 9	-- --
		Rung25 - Memo 10	-- / --
		Rung43 - Tiempos Cil	-- --
		Entrada	
		Rung53 - Desactivacion	-- --
		Detenedor	
%M10.....	1 - Nuevo POU	Rung20 - Memo 8	-- / --
		Rung21 - Memo 9	-- --
			--()--
		Rung24 - Timer Espera	-- --
		Rung25 - Memo 10	-- --
		Rung52 - Activacion	-- --
		Detenedor	
		Rung67 - INDICADOR HMI	-- --
		INSERTADOR	
%M11.....	1 - Nuevo POU	Rung20 - Memo 8	-- --
		Rung21 - Memo 9	-- / --
		Rung25 - Memo 10	--()--
			-- --
		Rung27 - Timer Pisador	-- --
		Rung28 - Contador de	-- --
		Tapas	
		Rung55 - Activacion	-- --
		Pisador	
		Rung67 - INDICADOR HMI	-- --
		INSERTADOR	
%M25.....	1 - Nuevo POU	Rung7 - Condicion SP	--()--
		May cer	
		Rung8 - Condiciones	-- --
		Ultima Tapa	
		Rung10 - Condicion de	-- --
		Inicio	
%M26.....	1 - Nuevo POU	Rung10 - Condicion de	--()--
		Inicio	
		Rung11 - Memo 1	-- --

Dirección	Objeto	Rung	Código
%M27.....	1 - Nuevo POU	Rung49 - Activacion Banda, Piloto Verde Rung33 - Comparacion Contadores Rung35 - Establecer C2P	-- -- --()-- -- / -- -- --
%M28.....	1 - Nuevo POU	Rung37 - Memo Cil Calidad	--()-- -- --
%M29.....	1 - Nuevo POU	Rung56 - Activacion Calidad Rung36 - Temporizador Calidad Rung37 - Memo Cil Calidad Rung38 - HMI Etapa Calidad Rung46 - Seguridad HMI Calibracion Rung68 - INDICADOR HMI CONTROL CALIDAD	-- -- -- -- -- -- --()-- -- -- -- / --
%M30.....	1 - Nuevo POU	Rung30 - Reset Contadores Calidad Rung31 - Contador M/ Rung32 - Contador Sensor Final	--()-- -- -- -- --
%M50.....	1 - Nuevo POU	Rung6 - Recibir SP Rung7 - Condicion SP May cer Rung9 - Timer Ultima Tapa Rung10 - Condicion de Inicio Rung47 - HMI Pulsador Save Tapas Rung62 - Setear SP Rung63 - SP al Max	-- -- -- -- -- / -- -- / -- -- / -- -- -- -- / --
%M55.....	1 - Nuevo POU	Rung8 - Condiciones Ultima Tapa Rung43 - Tiempos Cil Entrada	--()-- -- / -- -- --
%M56.....	1 - Nuevo POU	Rung8 - Condiciones Ultima Tapa	--()--

Dirección	Objeto	Rung	Código
		Rung11 - Memo 1	-- / --
		Rung20 - Memo 8	-- / --
		Rung21 - Memo 9	-- / --
		Rung51 - Desactivacion	-- --
		Banda y Piloto Rojo	
%M57.....	1 - Nuevo POU	Rung8 - Condiciones	--()--
		Ultima Tapa	
		Rung53 - Desactivacion	-- --
		Detenedor	
%M58.....	1 - Nuevo POU	Rung65 - Memo Reset	--()--
%M59.....	1 - Nuevo POU	Rung8 - Condiciones	--()--
		Ultima Tapa	
		Rung28 - Contador de	-- --
		Tapas	
		Rung30 - Reset	-- --
		Contadores Calidad	
		Rung35 - Establecer C2P	-- / --
		Rung43 - Tiempos Cil	-- / --
		Entrada	
			-- / --
		Rung48 - Save Historico	-- --
		HMI	
%M69.....	1 - Nuevo POU	Rung44 - Set Etapa	-- --
		Entrada HMI	
%M70.....	1 - Nuevo POU	Rung12 - Memo 2	-- --
%M71.....	1 - Nuevo POU	Rung21 - Memo 9	-- --
%M72.....	1 - Nuevo POU	Rung38 - HMI Etapa	-- --
		Calidad	
%M73.....	1 - Nuevo POU	Rung11 - Memo 1	-- / --
			-- / --
		Rung12 - Memo 2	-- / --
		Rung20 - Memo 8	-- / --
			-- / --
		Rung28 - Contador de	-- / --
		Tapas	
		Rung53 - Desactivacion	-- --
		Detenedor	
%M79.....	1 - Nuevo POU	Rung43 - Tiempos Cil	-- --
		Entrada	
		Rung44 - Set Etapa	--(S)--
		Entrada HMI	
		Rung45 - Condicion	--(R)--
		Etapa Entrada HMI	

Dirección	Objeto	Rung	Código
%M80.....	1 - Nuevo POU	Rung66 - INDICADOR HMI COLOCADOR	--()--
%M81.....	1 - Nuevo POU	Rung50 - Activacion Motor Pisado	-- --
		Rung67 - INDICADOR HMI INSERTADOR	--()--
%M82.....	1 - Nuevo POU	Rung68 - INDICADOR HMI CONTROL CALIDAD	--()--
%M100.....	1 - Nuevo POU	Rung11 - Memo 1	-- / --
		Rung12 - Memo 2	-- / --
		Rung13 - Memo 3	-- / --
		Rung16 - Memo 4	-- / --
		Rung17 - Memo 5	-- / --
		Rung18 - Memo 6	-- / --
		Rung19 - Memo 7	-- / --
		Rung20 - Memo 8	-- / --
		Rung21 - Memo 9	-- / --
		Rung25 - Memo 10	-- / --
		Rung30 - Reset	-- --
		Contadores Calidad	
		Rung37 - Memo Cil Calidad	-- / --
		Rung51 - Desactivacion Banda y Piloto Rojo	-- --
		Rung53 - Desactivacion Detenedor	-- --
		Rung58 - Desactivacion Giratorio	-- --
		Rung60 - Desactivacion Eyector	-- --
%M101.....	1 - Nuevo POU	Rung11 - Memo 1	-- --
		Rung30 - Reset	-- --
		Contadores Calidad	
		Rung49 - Activacion Banda, Piloto Verde	-- --
%M102.....	1 - Nuevo POU	Rung39 - Memo Emergencia	--()--
%M112.....	1 - Nuevo POU	Rung0 - Sensor FC0 Detenedor	--()--
%M114.....	1 - Nuevo POU	Rung1 - Sensor FC0 Insertador	--()--
%M115.....	1 - Nuevo POU	Rung2 - Sensor FC1 Insertador	--()--
%M121.....	1 - Nuevo POU	Rung5 - Sensor FC	--()--

		Calidad	
--	--	---------	--

Dirección	Objeto	Rung	Código
%M122.....	1 - Nuevo POU	Rung3 - Sensor FC Giratorio 0	--()--
%M123.....	1 - Nuevo POU	Rung4 - Sensor FC Giratorio 180	--()--
%M150.....	1 - Nuevo POU	Rung40 - Activacion Cil Entrada Rung70 - Salida Cil Entrada	--()-- -- --
%M151.....	1 - Nuevo POU	Rung29 - Calidad Rung52 - Activacion Detenedor Rung53 - Desactivacion Detenedor Rung71 - Salida Cil Det	-- -- --(S)-- --(R)--
%M152.....	1 - Nuevo POU	Rung54 - Activacion Insertador Rung72 - Salida Cil Inser	--()-- -- --
%M154.....	1 - Nuevo POU	Rung55 - Activacion Pisador Rung73 - Salida Pisador	--()-- -- --
%M155.....	1 - Nuevo POU	Rung56 - Activacion Calidad Rung74 - Salida Calidad	--()-- -- --
%M156.....	1 - Nuevo POU	Rung57 - Activacion Giratorio Rung58 - Desactivacion Giratorio Rung75 - Salida Giratorio	--(S)-- --(R)--
%M157.....	1 - Nuevo POU	Rung59 - Activacion Eyector Rung60 - Desactivacion Eyector Rung76 - Salida Eyector	--(S)-- --(R)--
%M158.....	1 - Nuevo POU	Rung28 - Contador de Tapas Rung47 - HMI Pulsador Save Tapas Rung49 - Activacion Banda, Piloto Verde Rung51 - Desactivacion	-- -- -- -- --(R)-- --(S)--

		Banda y Piloto Rojo	
		Rung77 - Salida Piloto	-- --
		Paro	
%M160.....	1 - Nuevo POU	Rung31 - Contador M/	-- --
		Rung32 - Contador	-- --
		Sensor Final	

Dirección	Objeto	Rung	Código
		Rung37 - Memo Cil	-- --
		Calidad	
		Rung43 - Tiempos Cil	-- --
		Entrada	
		Rung49 - Activacion	--(S)--
		Banda, Piloto Verde	
		Rung50 - Activacion	-- --
		Motor Pisado	
		Rung51 - Desactivacion	--(R)--
		Banda y Piloto Rojo	
%M161.....	1 - Nuevo POU	Rung69 - Salida Banda	-- --
		Rung50 - Activacion	--()--
		Motor Pisado	
		Rung51 - Desactivacion	--(R)--
		Banda y Piloto Rojo	
		Rung78 - Salida Motor	-- --
		Pisado	
%M250.....	1 - Nuevo POU	Rung46 - Seguridad HMI	-- / --
		Calibracion	
		Rung70 - Salida Cil	-- --
		Entrada	
%M251.....	1 - Nuevo POU	Rung46 - Seguridad HMI	-- / --
		Calibracion	
		Rung71 - Salida Cil Det	-- --
%M252.....	1 - Nuevo POU	Rung46 - Seguridad HMI	-- / --
		Calibracion	
		Rung72 - Salida Cil	-- --
		Inser	
%M254.....	1 - Nuevo POU	Rung46 - Seguridad HMI	-- / --
		Calibracion	
		Rung73 - Salida Pisador	-- --
%M255.....	1 - Nuevo POU	Rung46 - Seguridad HMI	-- / --
		Calibracion	
		Rung74 - Salida Calidad	-- --
%M256.....	1 - Nuevo POU	Rung46 - Seguridad HMI	-- / --
		Calibracion	
		Rung75 - Salida	-- --
		Giratorio	
%M257.....	1 - Nuevo POU	Rung46 - Seguridad HMI	-- / --
		Calibracion	

		Rung76 - Salida Eyector	-- --
%M260.....	1 - Nuevo POU	Rung46 - Seguridad HMI Calibracion	-- / --
		Rung69 - Salida Banda	-- --
%M261.....	1 - Nuevo POU	Rung11 - Memo 1	-- --
		Rung29 - Calidad	-- --

Dirección	Objeto	Rung	Código
		Rung31 - Contador M/	-- --
		Rung32 - Contador	-- --
		Sensor Final	
		Rung36 - Temporizador	-- --
		Calidad	
		Rung37 - Memo Cil	-- --
		Calidad	
		Rung49 - Activacion	-- --
		Banda, Piloto Verde	-- --
%M262.....	1 - Nuevo POU	Rung14 - HMI Tiempo	-- --
		Eyector	
		Rung23 - HMI Tiempo	-- --
		Espera	
		Rung26 - HMI Tiempo	-- --
		Pisador	
		Rung41 - HMI Tiempo Cil	-- --
		Entrada (Paso de Tapa)	
		Rung42 - HMI Tiempo Cil	-- --
		Entrada Alimentacion	
%M263.....	1 - Nuevo POU	Rung46 - Seguridad HMI	-- / --
		Calibracion	
		Rung78 - Salida Motor	-- --
		Pisado	
%M264.....	1 - Nuevo POU	Rung11 - Memo 1	-- --
		Rung46 - Seguridad HMI	--()--
		Calibracion	
		Rung49 - Activacion	-- --
		Banda, Piloto Verde	
%M265.....	1 - Nuevo POU	Rung47 - HMI Pulsador	--()--
		Save Tapas	
%M266.....	1 - Nuevo POU	Rung48 - Save Historico	-- --
		HMI	
%M267.....	1 - Nuevo POU	Rung48 - Save Historico	--()--
		HMI	
%MW0.....	1 - Nuevo POU	Rung8 - Condiciones	--[<]-- %MW0 = %MW50 - 1
		Ultima Tapa	--[<]-- %MW0 = %MW50
		Rung47 - HMI Pulsador	--[<]-- %MW0 > 0

		Save Tapas	
		Rung61 - Asignacion	--[...]-- %MW0 := %C0.V
		Conteo de Tapas	
		Rung64 - Historico HMI	--[...]-- %MW36 := %MW0
%MW2.....	1 - Nuevo POU	Rung6 - Recibir SP	--[...]-- %MW50 := %MW2
		Rung62 - Setear SP	--[...]-- %C0.P := %MW2
%MW4.....	1 - Nuevo POU	Rung41 - HMI Tiempo Cil	--[...]-- %TM7.P := %MW4
		Entrada (Paso de Tapa)	

Dirección	Objeto	Rung	Código
%MW6.....	1 - Nuevo POU	Rung23 - HMI Tiempo Espera	--[...]-- %TM2.P := %MW6
%MW8.....	1 - Nuevo POU	Rung26 - HMI Tiempo Pisador	--[...]-- %TM3.P := %MW8
%MW10.....	1 - Nuevo POU	Rung14 - HMI Tiempo Eyector	--[...]-- %TM1.P := %MW10
%MW12.....	1 - Nuevo POU	Rung42 - HMI Tiempo Cil Entrada Alimentacion	--[...]-- %TM6.P := %MW12
%MW14.....	1 - Nuevo POU	Rung41 - HMI Tiempo Cil Entrada (Paso de Tapa)	--[...]-- %TM7.P := %MW14
%MW16.....	1 - Nuevo POU	Rung41 - HMI Tiempo Cil Entrada (Paso de Tapa)	--[...]-- %TM7.P := %MW16
%MW18.....	1 - Nuevo POU	Rung26 - HMI Tiempo Pisador	--[...]-- %TM3.P := %MW18
%MW20.....	1 - Nuevo POU	Rung26 - HMI Tiempo Pisador	--[<]-- %MW20 = 0 --[<]-- %MW20 = 1 --[<]-- %MW20 = 2 --[<]-- %MW20 = 3 --[<]-- %MW20 = 4 --[<]-- %MW20 = 5
		Rung41 - HMI Tiempo Cil Entrada (Paso de Tapa)	--[<]-- %MW20 = 0 --[<]-- %MW20 = 1 --[<]-- %MW20 = 2 --[<]-- %MW20 = 3 --[<]-- %MW20 = 4 --[<]-- %MW20 = 5
		Rung42 - HMI Tiempo Cil Entrada Alimentacion	--[<]-- %MW20 = 0 --[<]-- %MW20 = 1 --[<]-- %MW20 = 2 --[<]-- %MW20 = 3 --[<]-- %MW20 = 4 --[<]-- %MW20 = 5

		Rung50 - Activacion	--[<]-- %MW20 = 0
		Motor Pisado	
		Rung64 - Historico HMI	--[<]-- %MW20 = 2
%MW22.....	1 - Nuevo POU	Rung42 - HMI Tiempo Cil	--[...]-- %MW37 := %MW20
		Entrada Alimentacion	--[...]-- %TM6.P := %MW22

Dirección	Objeto	Rung	Código
%MW24.....	1 - Nuevo POU	Rung41 - HMI Tiempo Cil	--[...]-- %TM7.P := %MW24
		Entrada (Paso de Tapa)	
%MW26.....	1 - Nuevo POU	Rung42 - HMI Tiempo Cil	--[...]-- %TM6.P := %MW26
		Entrada Alimentacion	
%MW28.....	1 - Nuevo POU	Rung26 - HMI Tiempo	--[...]-- %TM3.P := %MW28
		Pisador	
%MW30.....	1 - Nuevo POU	Rung26 - HMI Tiempo	--[...]-- %TM3.P := %MW30
		Pisador	
%MW32.....	1 - Nuevo POU	Rung42 - HMI Tiempo Cil	--[...]-- %TM6.P := %MW32
		Entrada Alimentacion	
%MW34.....	1 - Nuevo POU	Rung41 - HMI Tiempo Cil	--[...]-- %TM7.P := %MW34
		Entrada (Paso de Tapa)	
%MW36.....	1 - Nuevo POU	Rung64 - Historico HMI	--[...]-- %MW36 := %MW0
%MW37.....	1 - Nuevo POU	Rung64 - Historico HMI	--[...]-- %MW37 := %MW20
%MW38.....	1 - Nuevo POU	Rung26 - HMI Tiempo	--[...]-- %TM3.P := %MW38
		Pisador	
%MW42.....	1 - Nuevo POU	Rung42 - HMI Tiempo Cil	--[...]-- %TM6.P := %MW42
		Entrada Alimentacion	
%MW44.....	1 - Nuevo POU	Rung41 - HMI Tiempo Cil	--[...]-- %TM7.P := %MW44
		Entrada (Paso de Tapa)	
%MW46.....	1 - Nuevo POU	Rung42 - HMI Tiempo Cil	--[...]-- %TM6.P := %MW46
		Entrada Alimentacion	
%MW48.....	1 - Nuevo POU	Rung26 - HMI Tiempo	--[...]-- %TM3.P := %MW48
		Pisador	
%MW50.....	1 - Nuevo POU	Rung6 - Recibir SP	--[...]-- %MW50 := %MW2
		Rung7 - Condicion SP	--[<]-- %MW50 > 0
		May cer	
		Rung8 - Condiciones	--[<]-- %MW0 = %MW50 - 1
		Ultima Tapa	
			--[<]-- %MW0 = %MW50
%Q0.0.....	1 - Nuevo POU	Rung73 - Salida Pisador	--()--
%Q0.1.....	1 - Nuevo POU	Rung72 - Salida Cil	--()--
		Inser	
%Q0.2.....	1 - Nuevo POU	Rung75 - Salida	--()--
		Giratorio	
%Q0.3.....	1 - Nuevo POU	Rung76 - Salida Ejector	--()--
%Q0.4.....	1 - Nuevo POU	Rung74 - Salida Calidad	--()--
%Q0.5.....	1 - Nuevo POU	Rung69 - Salida Banda	--()--
%Q0.6.....	1 - Nuevo POU	Rung71 - Salida Cil Det	--()--

%Q1.0.....	1 - Nuevo POU	Rung70 - Salida Cil Entrada	--()--
%Q1.1.....	1 - Nuevo POU	Rung77 - Salida Piloto Paro	--()--
%Q1.2.....	1 - Nuevo POU	Rung78 - Salida Motor Pisado	--()--

Dirección	Objeto	Rung	Código
%TM0.....	1 - Nuevo POU	Rung8 - Condiciones Ultima Tapa	%TM0
%TM1.....	1 - Nuevo POU	Rung15 - Timer Eyector	%TM1
%TM1.P.....	1 - Nuevo POU	Rung14 - HMI Tiempo Eyector	--[...]-- %TM1.P := %MW10
%TM1.Q.....	1 - Nuevo POU	Rung13 - Memo 3	-- --
%TM2.....	1 - Nuevo POU	Rung24 - Timer Espera	%TM2
%TM2.P.....	1 - Nuevo POU	Rung23 - HMI Tiempo Espera	--[...]-- %TM2.P := %MW6
%TM2.Q.....	1 - Nuevo POU	Rung25 - Memo 10	-- --
%TM3.....	1 - Nuevo POU	Rung27 - Timer Pisador	%TM3
%TM3.P.....	1 - Nuevo POU	Rung26 - HMI Tiempo Pisador	--[...]-- %TM3.P := %MW8 --[...]-- %TM3.P := %MW18 --[...]-- %TM3.P := %MW28 --[...]-- %TM3.P := %MW38 --[...]-- %TM3.P := %MW48 --[...]-- %TM3.P := %MW30
%TM3.Q.....	1 - Nuevo POU	Rung20 - Memo 8	-- --
%TM4.....	1 - Nuevo POU	Rung29 - Calidad	%TM4
%TM5.....	1 - Nuevo POU	Rung22 - Timer Sensor Calidad	%TM5
%TM5.Q.....	1 - Nuevo POU	Rung21 - Memo 9 Rung29 - Calidad	-- -- -- / --
%TM6.....	1 - Nuevo POU	Rung43 - Tiempos Cil Entrada	%TM6
%TM6.P.....	1 - Nuevo POU	Rung42 - HMI Tiempo Cil Entrada Alimentacion	--[...]-- %TM6.P := %MW12 --[...]-- %TM6.P := %MW22 --[...]-- %TM6.P := %MW32 --[...]-- %TM6.P := %MW42 --[...]-- %TM6.P := %MW46 --[...]-- %TM6.P := %MW26
%TM6.Q.....	1 - Nuevo POU	Rung40 - Activacion Cil Entrada	-- --

%TM7.....	1 - Nuevo POU	Rung43 - Tiempos Cil Entrada	%TM7
%TM7.P.....	1 - Nuevo POU	Rung41 - HMI Tiempo Cil Entrada (Paso de Tapa)	--[...]-- %TM7.P := %MW4

Dirección	Objeto	Rung	Código
			--[...]-- %TM7.P := %MW14 --[...]-- %TM7.P := %MW24 --[...]-- %TM7.P := %MW34 --[...]-- %TM7.P := %MW44 --[...]-- %TM7.P := %MW16
%TM7.Q.....	1 - Nuevo POU	Rung43 - Tiempos Cil Entrada	-- / --
		Rung45 - Condicion Etapa Entrada HMI	-- --
%TM8.....	1 - Nuevo POU	Rung8 - Condiciones Ultima Tapa	%TM8
%TM9.....	1 - Nuevo POU	Rung9 - Timer Ultima Tapa	%TM9
%TM9.Q.....	1 - Nuevo POU	Rung53 - Desactivacion Detenedor	-- --
%TM10.....	1 - Nuevo POU	Rung29 - Calidad	%TM10
%TM10.Q....	1 - Nuevo POU	Rung35 - Establecer C2P	-- --
%TM11.....	1 - Nuevo POU	Rung34 - Cond Tapa n-1	%TM11
%TM11.Q....	1 - Nuevo POU	Rung35 - Establecer C2P	-- --
%TM12.....	1 - Nuevo POU	Rung36 - Temporizador Calidad	%TM12
%TM13.....	1 - Nuevo POU	Rung36 - Temporizador Calidad	%TM13
%TM13.Q....	1 - Nuevo POU	Rung37 - Memo Cil Calidad	-- --
%TM14.....	1 - Nuevo POU	Rung9 - Timer Ultima Tapa	%TM14
%TM14.Q....	1 - Nuevo POU	Rung29 - Calidad	-- / --
%TM15.....	1 - Nuevo POU	Rung30 - Reset Contadores Calidad	%TM15