



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE:**

INGENIERO ELECTRÓNICO

PROYECTO TÉCNICO:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
CONTROL PARA EL PROCESO DE EMPAQUE DE SNACKS EN
LA PLANTA ALIMENTOS YUPI ECUADOR UTILIZANDO
AUTÓMATAS PROGRAMABLES”**

AUTORES

LEANDRO RAÚL ORELLANA OCHOA

ANDREA ILEANA BALLADARES OVIEDO

DIRECTOR

ING. ORLANDO BARCIA MSc.

CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, LEANDRO RAÚL ORELLANA OCHOA y ANDREA ILEANA BALLADARES OVIEDO autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana la publicación total o parcial de este trabajo de titulación y su reproducción sin fines de lucro.

Además, declaramos que los conceptos, análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad de Los Autores.

Leandro Orellana Ochoa

CI: 0929673903

Andrea Balladares Oviedo

CI: 0921791133

Guayaquil, Mayo del 2018

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTORES

Nosotros, Leandro Raúl Orellana Ochoa con documento de identificación N° 0929673903 y Andrea Ileana Balladares Oviedo con documento de identificación N° 0921791133, manifestamos nuestra voluntad y ceder a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL PROCESO DE EMPAQUE DE SNACKS EN LA PLANTA ALIMENTOS YUPI ECUADOR UTILIZANDO AUTÓMATAS PROGRAMABLES “, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de “INGENIERO ELECTRÓNICO”, en la planta Alimentos Yupi Guayaquil-Ecuador, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hagamos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Leandro Orellana Ochoa

CI: 0929673903

Andrea Balladares Oviedo

CI: 0921791133

Guayaquil, mayo del 2018

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL PROCESO DE EMPAQUE DE SNACKS EN LA PLANTA ALIMENTOS YUPI ECUADOR UTILIZANDO AUTÓMATAS PROGRAMABLES”, realizado por los estudiantes ORELLANA OCHOA LEANDRO RAUL con cedula ciudadanía 0929673903 y BALLADARES OVIEDO ANDREA ILEANA con cedula de ciudadanía 0921791133 obteniendo un producto que cumple con los objetivos del diseño de aprobación, informe final y además requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerado como trabajo final de titulación.

Guayaquil, 18 de Junio del 2018

Tutor del Trabajo de titulación

Docente Ing. Orlando Barcia Ayala MSc.

C.c. 1309445714

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Leandro Raúl Orellana Ochoa, portador de la cedula de identidad N° 0929673903 y Andrea Ileana Balladares Oviedo, portador de la cedula de identidad N° 0921791133, estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana con sede Guayaquil, declaramos que la responsabilidad del contenido de este proyecto de titulación corresponde exclusivamente y es propiedad intelectual de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, Mayo del 2018

Leandro Orellana Ochoa

CI: 0929673903

Andrea Balladares Oviedo

CI: 0921791133

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mis padres, hermanos y esposa e hijo quienes me han acompañado y apoyado durante todo este tiempo a formarme como un profesional, brindándome los recursos necesarios para culminar mi proyecto de estudio y aportar a la sociedad mi desempeño y conocimiento adquirido durante mi tiempo de formación académica.

Agradecer a mi padre, quien con su esfuerzo me dio el estudio y me enseñó que el trabajo digno engrandece el espíritu, a mi madre por estar a mi lado dándome el soporte moral para superarme diariamente y demostrándome siempre con hechos lo valioso que es pertenecer a esta familia.

Dedicado a mi esposa Jenny Fabiola Herrera Coronel, quien se convirtió en mi mayor motivo para culminar esta etapa de mi vida y alcanzar este logro.

Leandro Orellana Ochoa

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación está dedicado a Dios principalmente, por darme salud y fuerzas en cada paso que doy.

A mis padres Jorge Balladares y Ruth Oviedo quienes supieron guiarme por el buen camino y darme las fuerzas para seguir siempre adelante con sus consejos, apoyo, comprensión y amor en los momentos difíciles.

Dedicado a mis hijos Calleigh, Mathias y Paula, por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depara un futuro mejor.

Andrea Balladares Oviedo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme dado fortaleza para llegar a esta etapa de mi vida pudiendo superar cada uno de los duros obstáculos que se han presentado en este camino.

Agradezco a mis padres por acompañarme con perseverancia en mí día a día viendo el esfuerzo y sacrificio que conllevó llegar a este momento.

Agradezco al Ing. Orlando Barcia, Ms., nuestro tutor por su constante apoyo y excelente desempeño en la guía para el desarrollo de este proyecto.

Agradezco a mi compañero de Tesis Leandro Orellana por su ayuda y compromiso con el proyecto ya que sin él no hubiera sido posible la culminación de este proyecto.

Andrea Balladares Oviedo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de darles una alegría a mis padres y darme fortaleza para no desertar en la culminación de mis estudios. A mis padres por darme el apoyo incondicional con sus consejos.

Mi Agradecimiento también va dirigido al Ing. Edwin Udeos y Maximiliano Vanegas que me brindaron la oportunidad de desarrollar mi proyecto de titulación en la empresa Alimento Yupi.

A mis profesores que me brindaron sus conocimientos y experiencias adquiridas en su vida como profesionales.

A mis compañeros de clases que, con su amistad y apoyo moral, han aportado un alto porcentaje a mis ganas de superarme y ser una persona útil para la sociedad y para mi país.

Leandro Orellana Ochoa

RESUMEN DEL PROYECTO

Año	Alumnos	Director de proyecto	Tema de proyecto de titulación
2018	Leandro Raúl Orellana Ochoa Andrea Ileana Balladares Oviedo	Ing. Orlando Barcia MSc.	“Diseño e implementación de un sistema de control para el proceso de empaque de snacks en la planta alimentos Yupi Ecuador utilizando autómatas programables.”

El objetivo de este proyecto técnico es la migración de tecnología discontinuada, por una tecnología moderna y que cuente con suficientes stocks en el mercado actual, este proceso se lo realizo mediante la elaboración de los planos de control, fuerza y un nuevo sistema de automático de control el cual tiene como destino realizar empaques de snacks en diferentes presentaciones.

El Sistema de control actual cuenta con un PLC S7 1200/1214DCDCDC. Un controlador moderno, preciso y robusto destinado para procesos industriales de altas exigencias, además cuenta con una interfaz hombre maquina HMI la cual le permite al operador ingresar parámetros de recetas, operar la máquina de forma manual y automática y visualizar las fallas y alarmas presentes en el proceso.

El sistema de control nuevo cumple los requerimiento de producción semanal, de tal forma que la maquina tiene una velocidad mínima de operación de 30 empaques por minuto y una velocidad máxima de operación de 51 empaques por minuto, además se redujo en 50% el consumo de laminado por cuadro y cambio de formato ya que podemos guardar las recetas de los diferentes empaques establecidas en nuestro plan de producción.

ABSTRACT

Year	Students	Technical Project Manager	Item of Project of Titulation
2018	Leandro Raúl Orellana Ochoa Andrea Ileana Balladares Oviedo	Eng. Orlando Barcia MSc.	“Design and implementation of a control system for the packaging process of snacks in the yupi ecuador food plant using programmable autómata”

The objective of this technical project is the migration of discontinued technology, by a modern technology and that has enough stocks in the current marking, this process is done through the development of the control plans, strength and a new automatic system control which aims to make snacks packaging in different presentations.

The current Control System has an S7 1200 / 1214DCDCDC PLC. A modern and precise and robust controller designed for industrial processes with high demands, it also has a HMI man machine interface which allows the operator to enter recipe parameters, operate the machine manually and automatically and visualize the faults and alarms present in the process.

The new control system meets the weekly production requirement, so that the machine has a minimum operating speed of 30 packages per minute and a maximum operating speed of 51 packages per minute, furthermore it was reduced in 50% the consumption of laminate per square and change of format since we can keep the recipes of the different packages established in our production plan.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	II
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTORES.....	III
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TUTOR.....	IV
DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD.....	V
DEDICATORIA.....	VI
DEDICATORIA.....	VII
AGRADECIMIENTO.....	VIII
AGRADECIMIENTO.....	IX
RESUMEN DEL PROYECTO.....	X
ABSTRACT.....	XI
ÍNDICE GENERAL.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	1
1 EL PROBLEMA.....	2
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2 DELIMITACIÓN.....	2
1.2.1 TEMPORAL.....	2
1.2.2 ESPACIAL.....	2
1.3 OBJETIVOS.....	2
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.5 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	3
1.6 BENEFICIARIOS DE LA PROPUESTA E INTERVENCIÓN.....	3
2 MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 MÁQUINAS EMPACADORAS.....	4
2.1.1 EMPACADORA VERTICAL.....	4
2.1.2 EMPACADORA HORIZONTAL.....	5
2.1.3 EMPACADORAS MANUALES.....	5
2.1.4 EMPACADORA VOLUMÉTRICA.....	6
2.1.5 EMPACADORA CON SISTEMA MÁSIKO.....	6
2.1.6 EMPACADORA MULTI-CABEZAL.....	7
2.1.7 EMPACADORA SEMIAUTOMÁTICA.....	7
2.1.8 EMPACADORA AUTOMÁTICA.....	8
2.2 SISTEMA DE DOSIFICACIÓN.....	8
2.2.1 DOSIFICACIÓN VOLUMÉTRICA.....	9
2.2.2 DOSIFICACIÓN MEDIANTE TORNILLO.....	9
2.2.3 DOSIFICACIÓN POR PESO.....	10
2.2.4 DOSIFICACIÓN VOLUMÉTRICA, POR PISTÓN NEUMÁTICO.....	10
2.3 SISTEMA DE SELLADO.....	11
2.3.1 MÉTODO DE ULTRA FRECUENCIA.....	11
2.3.2 MÉTODO DE GAS CALIENTE.....	11

2.3.3	MÉTODO MORDAZAS CALIENTES	11
2.3.4	MÉTODO SELLO POR PULSO.....	12
2.3.5	MÉTODO SELLO CORTO O CUCHILLA CALIENTE	12
2.4	FORMADORES.....	12
2.5	SISTEMA DE GUIADO Y ARRASTRE	13
2.5.1	POR MORDAZAS	14
2.5.2	POR RODILLOS.....	14
2.5.3	POR CORREAS DE DESLIZAMIENTO.....	14
2.6	SISTEMA DE CONTROL DE LAS EMPACADORAS	15
2.6.1	POR CONTACTORES	15
2.6.2	POR MICRO CONTROLADORES.....	16
2.6.3	POR CONTROLADORES LÓGICO PROGRAMABLES.....	16
3	SINOPSIS DE EQUIPOS	17
3.1	PLC S7-1200 MODELO 1214C DC/DC/DC.....	17
3.2	SIGNAL BOARD	18
3.3	MÓDULO DE SEÑALES.....	19
3.4	MÓDULO DE COMUNICACIÓN.....	19
3.5	VARIADOR DE FRECUENCIA.....	19
3.6	RELÉ DE ESTADO SÓLIDO	20
3.7	HMI KTP 700	22
3.8	GUARDA MOTOR	23
3.9	CONTACTOR LC1D12 220V.....	24
3.10	PULSADORES	24
3.11	ENCODER INCREMENTAL.....	25
3.12	RTD (PT100)	26
3.13	TIA PORTAL V.14.....	26
3.13.1	RED MODBUS	27
4	MARCO METODOLÓGICO.....	29
4.1	SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL.....	29
4.1.1	OBJETO TECNOLÓGICO PID_COMPACT.....	30
4.1.2	AJUSTES BÁSICOS PID_COMPACT.	31
4.1.3	TIPO DE REGULACIÓN.	31
4.1.4	PARÀMETROS DE ENTRADA	32
4.1.5	AJUSTES DEL VALOR REAL.....	32
4.2	PUESTA EN SERVICIO DEL CONTROLADOR PID	33
4.3	PROCEDIMIENTO DE COMUNICACIÓN ENTRE EQUIPOS.....	34
4.4	CONEXIÓN ENTRE VARIADOR Y PLC	36
4.5	INICIALIZACIÓN DEL VARIADOR	37
4.6	PARAMETRIZACIÓN DEL BLOQUE MODBUS COMM LOAD.....	39
4.7	PARAMETRIZACIÓN DEL BLOQUE MB_MASTER	40
4.7.1	PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL	41
4.7.2	CONFIGURACIÓN DEL HMI.....	43

5	RESULTADOS	45
5.1	DISEÑAR E IMPLEMENTAR LOS PLANOS DE FUERZA Y CONTROL DEL PROCESO.	45
5.2	MIGRACIÓN DE LOS EQUIPOS EXISTENTES A TECNOLOGÍA ACTUAL.....	46
5.3	CAMBIAR, INSTALAR Y PARAMETRIZAR, DE UN ENCODER INCREMENTAL PARA LA RETROALIMENTACIÓN DE POSICIÓN DE LA MÁQUINA.....	48
5.4	DESARROLLAR UNA NUEVA APLICACIÓN EN EL CONTROLADOR PLC Y UNA HMI QUE CUMPLA CON EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL PROCESO.	49
5.5	MANUAL DE MANEJO Y CONFIGURACIÓN DEL PROCESO PARA EL PERSONAL DE LA COMPAÑÍA.....	50
5.6	REALIZAR PRUEBAS SAT, FAT, CAT,IST.....	50
5.6.1	SISTEMA ELÉCTRICO, NEUMÁTICO Y MECÁNICO.....	50
5.6.2	RED MODBUS ENTRE S7 1200 Y VARIADOR DELTA.....	51
5.6.3	SELLADO DEL EMPAQUE.	51
5.6.4	CORTE DEL EMPAQUE.	51
5.6.5	DOSIFICACIÓN.....	51
6	ANÁLISIS DE RESULTADOS	53
	CONCLUSIONES.....	54
	RECOMENDACIONES.....	54
	BIBLIOGRAFÍA.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Empacadora Vertical	4
Figura 2 : Empacadora Horizontal	5
Figura 3: Empacadora Manual	5
Figura 4: Máquina empacadora Marconi	6
Figura 5: Máquina empacadora de caramelo en polvo	6
Figura 6: Empacadora Ref.: LV 500	7
Figura 7: Empacadora Semiautomática	7
Figura 8: Sistema de Empaque y Pesaje Automático.....	8
Figura 9: Dosificador volumétrico	9
Figura 10: Dosificador tornillo	10
Figura 11: Dosificador de peso	10
Figura 12: Dosificador volumétrico por pistón para líquidos	11
Figura 13: Niquelinas para sellado por impulso	12
Figura 14: Niquelinas utilizadas para sellado por impulso	12
Figura 15: Formador de cuello circular.....	13
Figura 16: Formador de cuello rectangular	13
Figura 17: Sistema de arrastre de mordazas.....	14
Figura 18: Sistema de arrastre de rodillos.....	14
Figura 19: Sistema de arrastre por correas de deslizamiento	15
Figura 20: Partes S7-1200.....	18
Figura 21: Signal Board	18
Figura 22: Módulo de señales	19
Figura 23. Módulo de comunicación	19
Figura 24: Estructura y apariencia del variador de frecuencia.....	20
Figura 25: Relé estáticos	21
Figura 26. Comparación entre un relé electromagnético y uno de estado sólido.....	21
Figura 27. Pantalla KTP700.....	22
Figura 28. Funcionamiento mando	23
Figura 29. Guarda motor	23
Figura 30. Contactor	24
Figura. 31 Pulsadores.....	24
Figura 32. Diagrama de salidas de control.....	25
Figura 33. Conexión tipo normal	26

Figura 34. RTD, PT100	26
Figura 35. Relación maestro esclavo	27
Figura 36. Configuración Modulo CM1231 AI*4RTD	29
Figura 37. Configuración Modulo CM1241	30
Figura 38. Bloque controlador PID.....	31
Figura 39. Selección del tipo de variable.....	32
Figura 40. Configuración tipo de entrada y salida	32
Figura 41. Límites de control PID	33
Figura 42. Sintonización controlador PID	33
Figura 43. Parámetros de control PID.....	34
Figura 44. Módulo CM1241 RS42/RS485	37
Figura 45. Puerto RJ45/ comunicación Modbus RS485	37
Figura 46. Pantalla de configuración del variador	38
Figura 47. Vista de redes entre equipos	39
Figura 48. Inicialización del bloque Modbus Comm Load.....	40
Figura 49. Bloque MB Master Lectura de datos del variador.....	40
Figura 50. Bloque MB Master Escribir velocidad al variador	41
Figura 51. Red PROFINET entre S7 1200	43
Figura 52. Estructura de pantallas HMI en el proyecto	43
Figura 53. Pantalla inicial HMI.....	44
Figura 54. Diagrama de bloques de planos de fuerza y control de proceso	45
Figura 55. Estado Inicial de la maquina.....	46
Figura 56: Vista interna del tablero antiguo.....	46
Figura 57. Desmontaje de Tablero antiguo.....	47
Figura 58. Estado inicial de la maquina empacadora.....	47
Figura 59. Sistema de posición anterior encoder incremental	48
Figura 60. Sistema actual encoder principal	48
Figura 61: Distribución de elementos	49
Figura 62. Diagrama de bloques manual de manejo de usuario	50
Figura 63. Medidas de tableros y disposición de equipos.....	64
Figura 64. Plano de conexionado disyuntor principal.....	65
Figura 65. Plano de conexionado de Drive principal.....	66
Figura 66. Plano de conexionado de Drive laminado	67
Figura 67. Alimentación PLC HMI	68

Figura 68. Entradas digitales.....	69
Figura 69. Entradas digitales 1.....	70
Figura 70. Entradas digitales 2.....	71
Figura 71. Salidas digitales	72
Figura 72. Salidas digitales 1	73
Figura 73. Salidas digitales 2	74
Figura 74. Entradas Analógicas PT100.....	75
Figura 75. Entradas analógicas PT100.....	76
Figura 76. Plano de conexionado de electroválvulas	77
Figura 77. Plano de conexionado elevador de producto	78
Figura 78. Plano de conexionado de resistencias.....	79
Figura 79. Pantalla de inicio HMI.....	124
Figura 80. Pantalla de selección del proceso	125
Figura 81. Habilitación o bloqueo actuadores y salidas auxiliares 1	125
Figura 82. Habilitación o bloqueo actuadores y salidas auxiliares	126
Figura 83. Lista 1 de parámetros.....	126
Figura 84. Lista 2 de parámetros.....	127
Figura 85. Ciclo de regulación de ángulos.....	131
Figura 86. Desmontaje de tablero antiguo	134
Figura 87. Armario de control	134
Figura 88. Retiro del Oxido de la estructura Metálica	135
Figura 89. Instalación de Partes y piezas módulo de control nuevo	135
Figura 90. Limpieza y pintada de maquina empacadora.....	136
Figura 91. Montaje de tablero de control nuevo	136
Figura 92. Cambio de mangueras y conectores	137
Figura 93. Conexionado de control.....	137
Figura 94: Tablero de control nuevo.....	138
Figura 95. Elaboración de bolsas en Vacío.....	138
Figura 96. Diseño de Bolsas diferentes tamaños	139

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos técnicos del CPU	17
Tabla 2. Datos técnicos	22
Tabla 3. Características del encoder	25
Tabla 4: Prefijos de rango de datos	27
Tabla 5. Esquema de índice de registro.	28
Tabla 6. Registro de lectura y escritura.....	34
Tabla 7. Parámetros de configuración.....	38
Tabla 8. Diagrama de bloques configurados en el PLC.....	41
Tabla 9. Lista de parámetros ingresados por el operario	127
Tabla 10. Descripción de parámetros.....	128

ANEXOS

<i>ANEXO A</i>	59
<i>ANEXO B</i>	62
<i>ANEXO C</i>	80
<i>ANEXO D</i>	86
<i>ANEXO E</i>	i123
<i>ANEXO F</i>	133
<i>ANEXO G</i>	140

INTRODUCCIÓN

Alimentos Yupi es una empresa creada años atrás, constituida de tres áreas fundamentales: Producción, Mantenimiento y Administración. En sus instalaciones cuenta con maquinaria completa para la producción de snacks tales como: Freidoras, separadoras de papas, extrusores de maíz, sazonadores de tambor, empacadoras y pesadoras, entre otras; todo esto para producir: tortillas de maíz, cachitos, bocaditos de queso, papás fritas y palomitas de caramelo.

El departamento técnico de la empresa cuenta con instalaciones adecuadas para cumplir con sus tareas, posee personal capacitado en mecánica, electricidad y automatización, para cubrir cualquier tipo de problema que se presente en pleno proceso.

Existe ya maquinaria en el Ecuador y dentro de Alimentos Yupi que cuenta con tecnología descontinuada en sus controladores de proceso, cuyos resultados son aceptables pero no necesariamente los óptimos. El presente proyecto está enfocado a la migración y mejora del sistema de automatización, brindando al operario de planta un mejor entorno en la operación de la máquina y al personal técnico una rápida respuesta para superar cualquier tipo de problema que ocurra durante el proceso con la realización de un nuevo y mejorado sistema de automatización.

1 EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente Alimentos Yupi Ecuador empresa encargada de la elaboración de snack para estos productos cuenta con equipos de automatización de la marca Siemens, con un controlador Simatic S5 el mismo que está discontinuado en el mercado, la empresa requiere migrar el controlador lógico programable (PLC) y adicionar una pantalla de visualización HMI (interfaz hombre máquina).

Adicional a la problemática presentada en el presente proyecto, se requiere incrementar un sistema de control de fallas y alarmas.

1.2 DELIMITACIÓN

1.2.1 TEMPORAL

El presente proyecto se implementó durante en el período 2017-2018.

1.2.2 ESPACIAL

El proyecto técnico para la obtención del título de “Ingeniero Electrónico”, fue implementado para la empresa Alimentos Yupi Guayaquil-Ecuador.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar el sistema de control para el proceso de empaque de snack utilizando Autómatas Programables.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar e implementar los planos de fuerza y control del proceso.
- Migrar los equipos existentes por tecnología actual.
- Cambiar, Instalar y parametrizar, de un encoder incremental para la retroalimentación de posición de la máquina.
- Desarrollar una nueva aplicación en el controlador PLC y una HMI que cumpla con el correcto funcionamiento del proceso.
- Realizar Pruebas SAT, FAT, CAT, IST.
- Elaborar un manual de manejo y configuración del proceso para el personal de la compañía.

- Mejorar la calidad del producto empacado.
- Aumentar la producción del producto final.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Debido a que la compañía Siemens dejó de fabricar el PLC Simatic S5 y actualmente presenta fallas en el proceso por parte del controlador que se encuentra discontinuado, Alimentos Yupi Ecuador requirió la migración de estos equipos de manera urgente y así cumplir con el cronograma diario de producción.

La inexactitud del producto empacado y la demora que ocasiona cuadrar la máquina al momento de realizar un cambio de referencia, hacen que sea importante realizar la migración de los equipos de automatización de este proceso, ya que reducirán los costos por desperdicios y aumentara la producción y la precisión de los productos empacados.

Una de las dificultades en el momento de presentarse una falla en el sistema es la ausencia de planos de fuerza y control.

1.5 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Para la solución de uno de los problemas presentados en los literales anteriores se procedió a migrar el controlador Simatic S5 que se encuentra discontinuado, por un controlador Simatic S7 1200.

Para poder ingresar y visualizar parámetros de calibración del equipo se adaptara una HMI que ayudo al operador a visualizar en tiempo real lo que ocurre en el proceso, además cuenta con un sistema de visualización de fallas y errores del proceso.

Para el control de posición y velocidad de la maquina se instaló un encoder incremental el mismo que retroalimentara al PLC la posición actual del equipo.

Para controlar la temperatura de las mordazas de sellado del empaque se adaptó un controlador Proporcional-Integral-Derivativo (PID) para poder garantizar la temperatura exacta del proceso.

1.6 BENEFICIARIOS DE LA PROPUESTA E INTERVENCIÓN

Alimentos Yupi Ecuador es el principal beneficiario en la elaboración de este proyecto con tecnología de punta en una de sus empacadoras.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 MÁQUINAS EMPACADORAS

El proceso de empaclado consiste en brindar protección y fácil transporte de un determinado producto a través de una envoltura.

Los empaques son de tipo principal que contienen el producto para calcular su peso y de tipo secundario que se desecha al utilizar el producto. (Vaca, 2013)

En la actualidad existen varios tipos de empacadoras:

- Vertical
- Horizontal
- Manual
- Volumétrica
- Sistema másico
- Multi-cabezal
- Semiautomático
- Automático (Iza & Medina, 2013)

2.1.1 EMPACADORA VERTICAL

El proceso del empaclado vertical consiste que el producto debe ubicarse en la tolva que se encuentra en la parte superior de la máquina, con ayuda de la gravedad el producto cae para ser empaclado y finalmente obtener el producto terminado en la parte inferior. (Vaca, 2013)

Los productos usualmente utilizados en estas máquinas son: Arroz, Granulados, sal y caramelo en polvo. (Vaca, 2013)



Figura 1: Empacadora Vertical

Fuente: (Guaman & Morales, 2018)

2.1.2 EMPACADORA HORIZONTAL

El proceso de empaqueo horizontal se utiliza en productos de tamaño mediano en una sola pieza requiriendo lotes homogéneos, por ejemplo helados, jabones, galletas, etc. (Iza & Medina, 2013)

Este tipo de empaquera utiliza una banda transportadora que facilita el transporte del producto desde el ingreso hasta el despacho donde entrega el producto terminado. (Vaca, 2013)



Figura 2 : Empacadora Horizontal
Fuente: (Guaman & Morales, 2018)

2.1.3 EMPACADORAS MANUALES

Son de las primeras utilizadas en las líneas de producción, cuya eficiencia estaba directamente relacionada con el trabajo y desenvolvimiento del operario.

Para este proceso se utilizaban selladores manuales como se muestra en la Fig. 3, de las primeras lanzadas en el mercado, con un sistema de calentamiento básico por resistencia y transferencia de calor, a pesar de aquello ciertos fabricantes adaptaron al equipo mecanismos para incrementar su producción. (Iza & Medina, 2013)



Figura 3: Empacadora Manual
Fuente: (Iza & Medina, 2013)

2.1.4 EMPACADORA VOLUMÉTRICA

Son utilizadas para manipular granulados, polvo y principalmente líquidos donde el volumen que ocupa estos es la principal característica para su comercialización, sin embargo también pueden utilizarse en productos sólidos, disminuyendo la funcionalidad de la máquina, dependiendo del proceso que realice la producción los productos están sujetos a variaciones de volumen.

Las máquinas llevan integrado dispositivos donde almacenan el producto por fracciones de segundos antes de ser empacados, entre el mecanismo empleado se encuentran moldes extrusores y bandejas con cilindros que se llenan de acuerdo al volumen que se requiere, un aspecto muy importante es la densidad del producto. (Vaca, 2013)



Figura 4: Máquina empacadora Marconi

Fuente: (Moreno, 2010)

2.1.5 EMPACADORA CON SISTEMA MÁSSICO

Estas máquinas basan sus sistemas de control en el peso del producto, considerando el más fiable, emplea celdas de carga, el control debe ser diseñado exhaustivamente al originar vibraciones mecánicas pueden utilizar interferencia. (Vaca, 2013)



Figura 5: Máquina empacadora de caramelo en polvo

Fuente: (Vaca, 2013)

2.1.6 EMPACADORA MULTI-CABEZAL

La principal características de este tipo de máquinas es la rapidez de la producción, lo que en función de las especificaciones del producto y numero de balanzas o contenedores, suman tanto volúmenes como masas individuales, de acuerdo a las necesidades para empaclar el producto, en algunas áreas la rapidez de producción oscila entre 180 a 200 fundas por minuto. (Vaca, 2013)



Figura 6: Empacadora Ref.: LV 500

Fuente: (Guaman & Morales, 2018)

2.1.7 EMPACADORA SEMIAUTOMÁTICA

Pequeñas y medianas empresas han adoptado un mecanismo de empaque en el cual interviene el operario con el funcionamiento semiautomático de la máquina, tratando de obtener una línea de producción efectiva y barata.

Este tipo de empacadoras puede tener un solo operario para empaquetar y dosificar el producto, obteniendo una velocidad de producción relacionada directamente con el trabajo y desempeño del operador. (Iza & Medina, 2013)



Figura 7: Empacadora Semiautomática

Fuente: (Iza & Medina, 2013)

2.1.8 EMPACADORA AUTOMÁTICA

Combinan sistemas eléctricos, mecánicos y electrónicos gobernados por sistema de control lógico programable Fig. 8, para la producción elevada de empaquetamiento.

Los sistemas de control en los últimos años han mejorado notablemente permitiendo que las empacadoras evolucionen tanto en su diseño como en su funcionalidad, incorporando sistemas automáticos de control, que realicen funciones complejas de procesos con la ayuda de sensores y actuadores.

El control automático en el área de procesos industriales ha incrementado el nivel de producción. Debido a esto es posible aumentar la calidad del producto final de acuerdo estándares internacionales.

Estas empacadoras minimizan la cantidad de operadores ya que su labor se reduce a supervisar el proceso lo que aumenta la rentabilidad del sistema implementado. (Iza & Medina, 2013)

Siendo esta última la que se implementó en este proyecto debido a que presenta mayores prestaciones en el mercado.



Figura 8: Sistema de Empaque y Pesaje Automático

Fuente: (Iza & Medina, 2013)

2.2 SISTEMA DE DOSIFICACIÓN

Los dosificadores son sistemas que se utilizan en la industria para suministrar una cantidad exacta de producto durante una cadena de procesos. Normalmente tienen componentes eléctricos, neumáticos y electrónicos o una combinación de estos.

Existen 5 tipos de dosificación:

- Volumétrica
- Mediante tornillo
- Por peso
- Volumétrica , por pistón neumático

2.2.1 DOSIFICACIÓN VOLUMÉTRICA

Es usada para trabajos con empacadoras semiautomáticas o directamente en empacadoras automática. Su construcción varía dependiendo del tipo de vaso (material, forma, capacidad, etc.), normalmente son de acero recomendados en procesos de productos en polvo. (Iza & Medina, 2013)

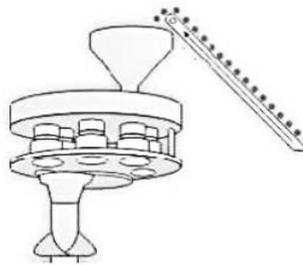


Figura 9: Dosificador volumétrico

Fuente: (Iza & Medina, 2013)

2.2.2 DOSIFICACIÓN MEDIANTE TORNILLO

En este tipo de dosificador se utiliza un tornillo situado en la parte inferior de la tolva. Al girar el tornillo este entrega una cantidad de producto dependiente de la velocidad de giro, evitando la aglomeración del producto. Se construye en acero inoxidable y son recomendables en la dosificación de partículas de difícil deslizamiento. (Iza & Medina, 2013)

Incluye un sistema de reducción de velocidad integrado a un motor eléctrico o un variador de velocidad. La cantidad de dosificación de las partículas está en proporción directa a la velocidad del motor. (Garcia, 2012)

En la implementación del proyecto se utilizó el método descrito, ya que permite cuantificar la producción por empaque.

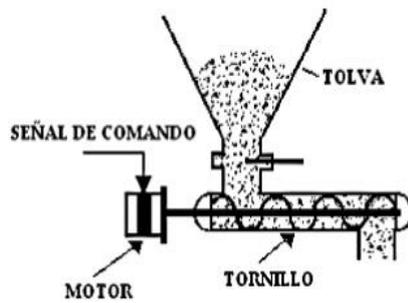


Figura 10: Dosificador tornillo

Fuente: (García, 2012)

2.2.3 DOSIFICACIÓN POR PESO

Este dosificador utiliza vibraciones para movilizar el producto, evitando su descomposición al puerto de carga. Utilizando un sensor conectado a una entrada analógica del micro controlador logrando de esta manera dosificaciones de alta precisión. (Iza & Medina, 2013)

Se utilizan en empacadoras automáticas junto con varias tolvas o para dosificar pequeñas cantidades de manera semiautomáticas. (Iza & Medina, 2013)



Figura 11: Dosificador de peso

Fuente: (Moreno, 2010)

2.2.4 DOSIFICACIÓN VOLUMÉTRICA, POR PISTÓN NEUMÁTICO

Es ideal para dosificar fluidos acuosos o aceites como: jugos, lácteos, chocolates, etc. Se compone de un embolo neumático que se regula según la cantidad de producto deseado, además de una válvula y boquilla fabricadas normalmente de acero. (Moreno, 2010)

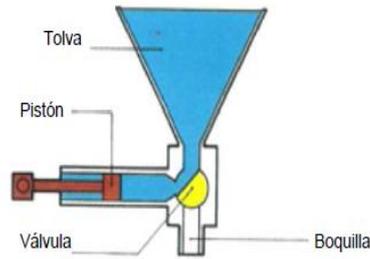


Figura 12: Dosificador volumétrico por pistón para líquidos

Fuente: (Moreno, 2010)

2.3 SISTEMA DE SELLADO

Para efectuar el sellado del plástico varios sistemas utilizan calor y presión, usualmente en el mercado se utilizan con resistencias. (Moreno, 2010)

Existen varios métodos de sellados:

- Método de ultra frecuencia
- Método de gas caliente
- Método de mordazas calientes
- Método de sello por pulsos
- Método de sello corto o cuchillas calientes

2.3.1 MÉTODO DE ULTRA FRECUENCIA

En este sistema se utiliza corrientes de altas frecuencia teniendo fricción entre moléculas formando un campo magnético que producen suficiente calor que llega a sellar el termoplástico. (Iza & Medina, 2013)

2.3.2 MÉTODO DE GAS CALIENTE

Es utilizado mediante un gas inerte o aire calentado previamente para obtener la unión del plástico. (Moreno, 2010)

2.3.3 MÉTODO MORDAZAS CALIENTES

La unión del plástico se debe a la presión ejercida por las mordazas a temperaturas elevadas que le proporcionan resistencias eléctricas colocadas dentro o fuera de la mordaza la cual debe ser fabricada con un buen conductor térmico. Para la medida de la temperatura se conecta un termopar a la mordaza y suministrando corriente a través de un control de temperatura. (Moreno, 2010)

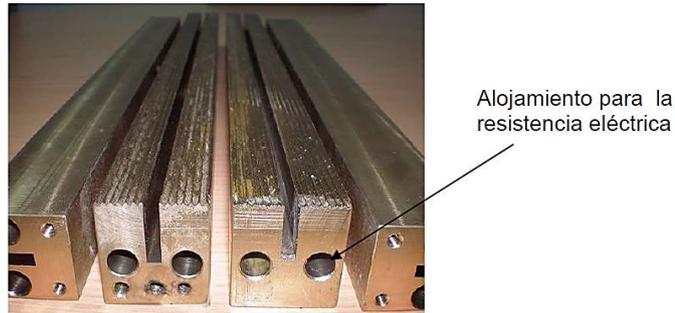


Figura 13: Niquelinas para sellado por impulso

Fuente: (Moreno, 2010)

2.3.4 MÉTODO SELLO POR PULSO

La temperatura no pertenece constante en la mordaza sino que únicamente se activa el instante en que se va a efectuar el movimiento de sellado. Dando como resultado una apariencia homogénea y resistente. (Moreno, 2010)



Figura 14: Niquelinas utilizadas para sellado por impulso

Fuente: (Moreno, 2010)

2.3.5 MÉTODO SELLO CORTO O CUCHILLA CALIENTE

Se utiliza una mordaza delgada y afilada que se encuentra a altas temperaturas que atraviesa el plástico, fundiendo en los extremos para luego cortarlo y terminar separándolo. El calor provoca una reducción del material. (Moreno, 2010)

2.4 FORMADORES

Parte fundamental para el proceso de empaçado es la correcta selección y diseño del tipo de formador que se va a utilizar, tomando en cuenta parámetros como forma, tamaño y grosor de la funda. Se le construye de tal forma que el material de empaque ingrese por la zona posterior enrollándose en el tubo formador dándole continuidad al empaque que permite el

sellado longitudinal. Son construidos de acero inoxidable en dos diseños: cuello circular (fig. 15) y cuello rectangular (figura. 16). (Moreno, 2010)



Figura 15: Formador de cuello circular
Fuente: (Iza & Medina, 2013)



Figura 16: Formador de cuello rectangular
Fuente: (Iza & Medina, 2013)

2.5 SISTEMA DE GUIADO Y ARRASTRE

En la parte superior de la maquina se ubican bobinas de papel y con ayuda de rodillos trasladan el empaque hacia el formador. El propósito del rodillo es mantener la tensión del plástico de tal manera no se descuadre, Para dicho fin existe un mecanismo de arrastre que ejerce una atracción en el material ocasionando que se deslice por el formador dando una continuidad en la producción. (Moreno, 2010)

Existen tres tipos de mecanismos de arrastre:

- por mordaza
- por rodillos
- por correas de deslizamiento.

2.5.1 POR MORDAZAS

Las mordazas se encuentran instaladas en un marco que cierran en el pinto superior del recorrido dándole presión y sellando el empaque, con ayuda de unos ejes verticales el carrete es guiado hacia la parte inferior donde una vez dosificado el producto la bolsa se corta apertura las mordazas dando facilidad a que el carrete suba y comience un nuevo ciclo. (Moreno, 2010)

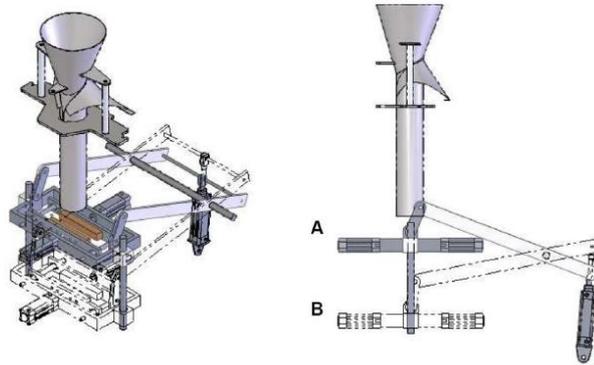


Figura 17: Sistema de arrastre de mordazas

Fuente: (Iza & Medina, 2013)

2.5.2 POR RODILLOS

Los rodillos se encuentran instalados en los extremos izquierdo y derecho del tubo alimentador y estos trabajan en función de dos motores de paso. (Iza & Medina, 2013)

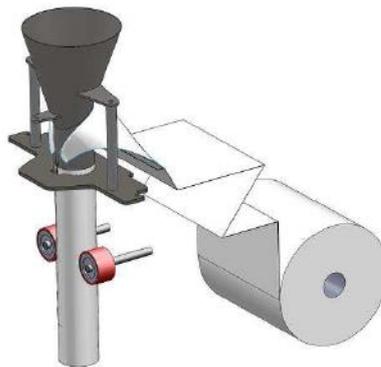


Figura 18: Sistema de arrastre de rodillos

Fuente: (Iza & Medina, 2013)

2.5.3 POR CORREAS DE DESLIZAMIENTO

Las correas de deslizamiento funcionan en base a un sistema motriz que incluye un variador de velocidad controlando la aceleración y desaceleración del empaque. Cuenta también con

un freno de embrague accionado por una señal electromagnética que permita detener de manera lenta el arrastre del plástico para no dañarlo. (Iza & Medina, 2013)

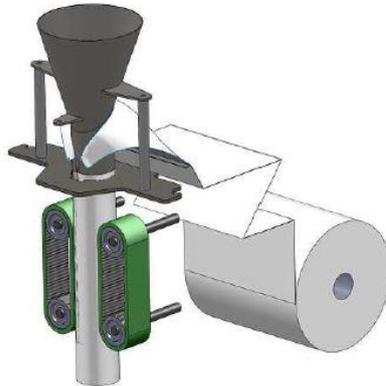


Figura 19: Sistema de arrastre por correas de deslizamiento

Fuente: (Iza & Medina, 2013)

2.6 SISTEMA DE CONTROL DE LAS EMPACADORAS

El sistema de control implementado en una empacadora tiene varias entradas que me entrega el sistema de control es este caso llamado “planta”, para obtener salidas que me ayuden a modificar y coordinar parámetros en el proceso dosificación, sellado y corte. (Barragan & Perez, 2009) .

Para realizar dicho control en la industria se cuenta con tres alternativas.

- Contactores
- Micro controladores
- Controladores lógicos programables

2.6.1 POR CONTACTORES

Las primeras empacadoras utilizaban este tipo de control que estaba restringido a futuras modificaciones, contaba con elementos de control eléctricos básico como timers, switch, relays, fusibles, etc. A esto se sumaba el cableado, ocupando mucho espacio físico, ocasionando contratiempos al momento de corregir un mal funcionamiento de la empacadora.

Uno de los inconvenientes para el control de una empacadora es el posicionamiento del sellado, para este caso se lo realizaba con la utilización de intervalos de tiempo, sin tener una

gran efectividad al momento de aumentar o disminuir las frecuencia del trabajo. (Iza & Medina, 2013).

2.6.2 POR MICRO CONTROLADORES

A diferencia del control por contactores los micros controladores ayudan a la reducción de costos económicos como en el cableado y consumo de energía. Para el proceso de control mediante el micro controlador se realiza un conjunto lógico de funciones, mismas que gobernarán la máquina uno de los inconvenientes en este tipo de control son las pequeñas corrientes con las que trabaja el micro controlador, por lo que es indispensable el uso de relés de estado sólido. (Iza & Medina, 2013)

2.6.3 POR CONTROLADORES LÓGICO PROGRAMABLES

Una de las prestaciones más actuales en la industria para realizar el control de las empacadoras es el uso de los PLC que han sido diseñados para la programación y control de la secuencia de procesos en tiempo real. Los valores económicos tienden a ser intermedios para aplicaciones de gran envergadura, siendo una ventaja el reemplazo en su totalidad de los circuitos cableados. (Iza & Medina, 2013)

A través de los dispositivos de entrada, formado por los sensores de la empacadora, conjuntamente con la lógica digital programada de la secuencia del proceso. Entrega una señal de salida como respuesta este caso son los actuadores de los sistemas de dosificación, corte y sellado. (Iza & Medina, 2013)

El PLC presenta facilidad para incorporar una interfaz hombre máquina, mediante sus protocolos de comunicación. Además presenta versatilidad para gobernar varias máquinas al mismo tiempo mediante la comunicación con otros autómatas. (Iza & Medina, 2013)

Siendo esta la alternativa con el cual se va a trabajar en este proyecto.

3 SINOPSIS DE EQUIPOS

3.1 PLC S7-1200 MODELO 1214C DC/DC/DC

Los PLC llamados así, por sus siglas en inglés Programmable Logic Controller, son dispositivos electrónicos utilizados para el funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales. También sirve para controlar señales analógicas y operaciones aritméticas. (Barragan & Perez, 2009)

El CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, confirmando un potente PLC. Una vez cargado el programa en la CPU, esta contiene la lógica necesaria para vigilar los dispositivos de la aplicación. (SIEMENS, 2009)

Dentro de sus características técnicas están:

- 64 bits de procesamiento
- Interfaz Ethernet /PROFINET integrado
- Entradas analógicas integradas
- Bloques de función conforme a PLCopen.
- Programación mediante software STEP 7 Basic V14 para la configuración. (SIEMENS, 2009)

Tabla 1: Datos técnicos del CPU

Función	CPU1214C
Dimensiones físicas (mm)	110 x 110 x 75
Memoria de usuario - memoria de trabajo - memoria de carga - memoria remanente	- 50 KB - 2 MB - 2 KB
E/S integradas locales - digitales - analógicas	- 14 entradas/10salidas - 2 entradas
Área de marcas (M)	8192 bytes

Ampliación con módulo de señales	8
Contadores rápidos - fase simple - fase en cuadratura	- 3 a 100 kHz 3 a 30 kHz - 3 a 80 kHz 3 a 20 kHz

(SIEMENS, 2009)

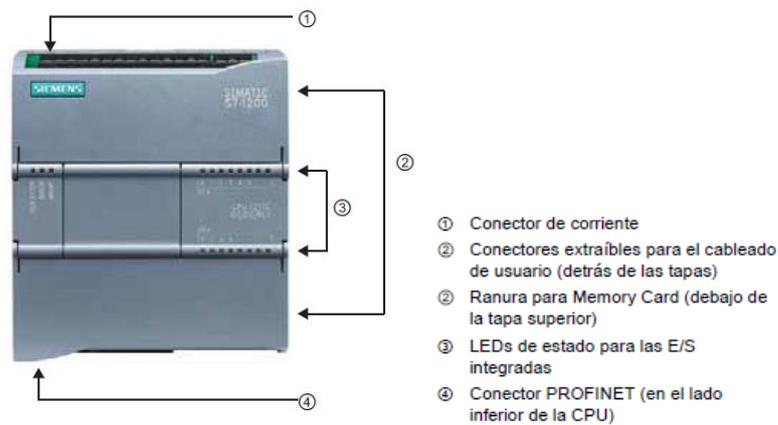


Figura 20: Partes S7-1200

Fuente: (SIEMENS, 2009)

3.2 SIGNAL BOARD

Una SB llamado por sus siglas en inglés Signal Board permite adicionar entradas y salidas tanto digitales como analógicas. Existe SB con 4 E/S digitales y con 1 entrada analógica. (SIEMENS, 2009)

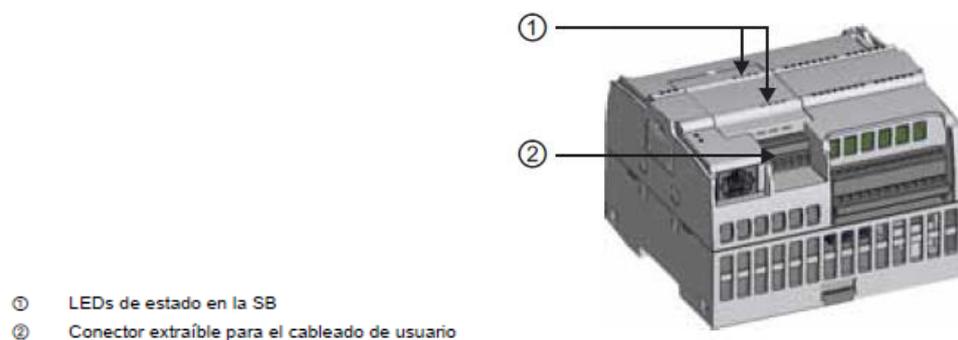


Figura 21: Signal Board

Fuente: (SIEMENS, 2009)

3.3 MÓDULO DE SEÑALES

Son tarjetas electrónicas de entrada o salida que se vincula entre el CPU y los dispositivos de campo del sistema, van conectados a la derecha. (SIEMENS, 2009)

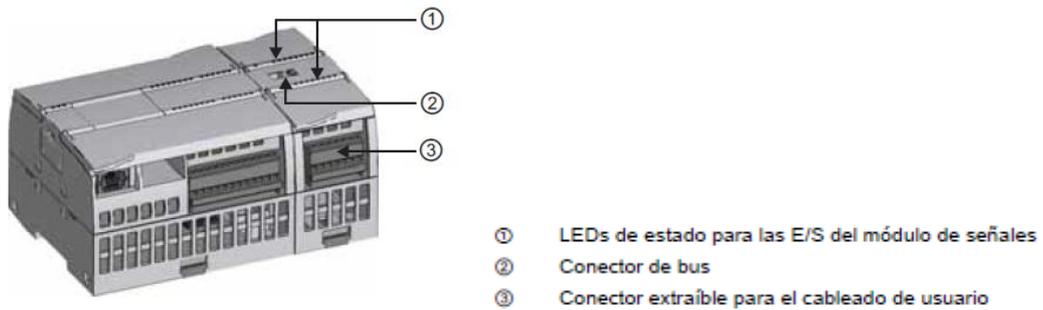


Figura 22: Módulo de señales

Fuente: (SIEMENS, 2009)

3.4 MÓDULO DE COMUNICACIÓN

Los CM o módulos de comunicación ofrecen funciones adicionales para el sistema. Hay dos módulos de comunicación que especifica niveles de voltaje: el RS232 en distancias cortas y el RS485 en distancias largas. (SIEMENS, 2009)

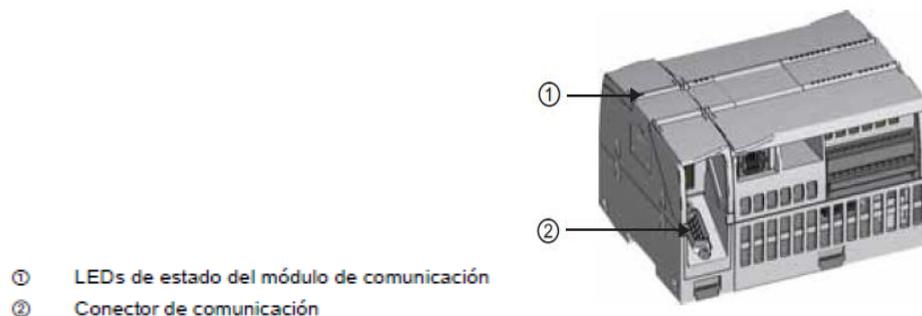


Figura 23. Módulo de comunicación

Fuente: (SIEMENS, 2009)

3.5 VARIADOR DE FRECUENCIA

El VFD por sus siglas en ingles Variable Frequency Drive, sirve para implementar control de velocidad rotacional de un motor AC. (Barragan & Perez, 2009)

Incorpora un filtro EMI de sus siglas en inglés (ElectroMagnetic Interference), un interruptor RFI de sus siglas en inglés (Radio Frequency Interference), un comportamiento de bus de

corriente continua sencillo para la instalación uno a lado del otro, detecta señales de corriente de alta precisión, tiene protección contra sobrecarga. (DELTA ELECTRONICS, INC , 2008).

Aplicado en:

- Bombas
- Ventiladores pequeños
- Cintas transportadoras
- Máquinas de soplado

Características:

- Control de retroalimentación PID incorporado
- Conmutador de RFI para redes TI (tecnología de la información)
- Filtro EMI incorporado (para modelos de 230 V de 1 fase y 460 V de 3 fases)
- Comunicación RS-485(RJ-45) con el protocolo Modbus
- Protocolos de comunicación profibus, deviceNet, lonorks y CANopen.
- Función de protección completa (DELTA ELECTRONICS, INC , 2008)

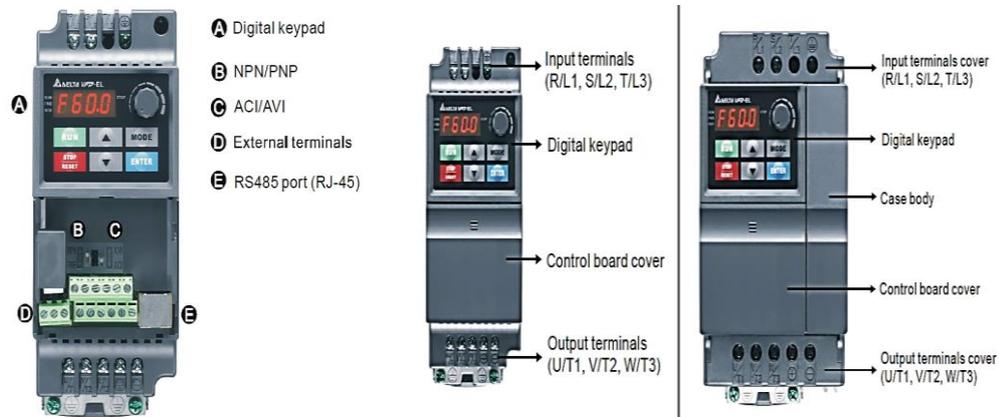


Figura 24: Estructura y apariencia del variador de frecuencia

Fuente: (DELTA ELECTRONICS, INC , 2008)

3.6 RELÉ DE ESTADO SÓLIDO

Un relé estático, o llamado también relé de estado sólido (SSR) debido a sus siglas en ingles solid-state relays, es un dispositivo electrónico que a través de transistores, tiristores o triacs conmutan el paso de la corriente y controlan cargas de potencia muy altas.



Figura 25: Relé estáticos

Fuente: (AUTONICS, 2009)

Como indica (Guaman & Morales, 2018) que los dispositivos permiten activar o desactivar una línea de potencia que alimenta la carga, como son las resistencias eléctricas. Las corrientes manejadas en las resistencias de las mordazas son relativamente bajas.

Los relés estáticos disponen de dos circuitos principales:

- Circuito de control de entrada
- Circuito de potencia o salida

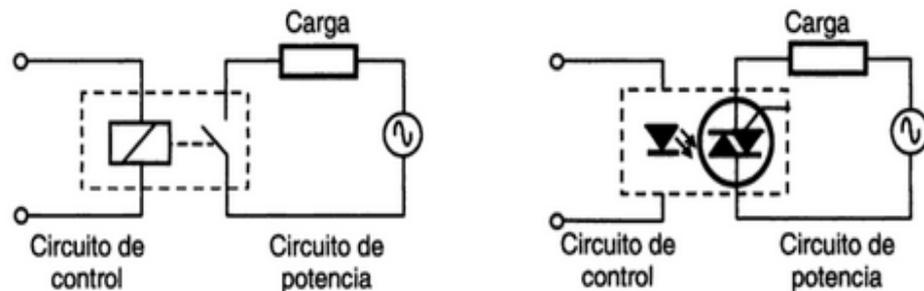


Figura 26. Comparación entre un relé electromagnético y uno de estado sólido

Fuente: (Pulido, 2000)

Las ventajas más sobresalientes de los relés de estado sólido, con respecto a los clásicos relés electromagnéticos son:

- Larga vida comparada con los relés electromagnéticos
- Eliminación de arcos eléctricos entre contactos
- Al no disponer de contactos móviles, se pueden utilizar en ambientes agresivos o con polvo en suspensión, etc., pues a los circuitos de control de potencia no les afecta y su vida será mayor.

3.7 HMI KTP 700

El HMI que viene de las siglas en inglés Human Machine Interface, es un dispositivo de contacto táctil que permite el ingreso de datos para que el operador del sistema tenga un control sobre el proceso. (Guaman & Morales, 2018)

La nueva generación económica de HMI se apunta a las tendencias de una visualización de alta calidad incluso en máquinas e instalaciones de pequeñas dimensiones con la segunda generación de SIMATIC HMI Basic Panels, El precio de los nuevos dispositivos se orienta en el de los paneles existentes, sin embargo las prestaciones se han ampliado considerablemente. Dos de los aspectos decisivos a este respecto son la alta resolución y la intensidad de 65.500 colores.

También se ha mejorado claramente la conectividad, para lo que puede elegirse una interfaz PROFINET o PROFIBUS más conexión USB. Gracias a la sencilla programación, que se lleva a cabo con la nueva versión de software de WInCC en el Tia Portal, los nuevos paneles se configuran y manejan con gran facilidad. (SIEMENS, 2016)



Figura 27. Pantalla KTP700

Fuente: (SIEMENS, 2016)

Tabla 2. Datos técnicos

Tipo	KTP 700
Tamaño pantalla	7”tft
Ancho display	1541,1mm
Alto display	85,9 mm

Número de colores	65536
Número de ranuras	8
Tipo de pantalla táctil	si
INTERFAZ	ETHERNET, USB

(SIEMENS, 2016)

3.8 GUARDA MOTOR

Es un interruptor magneto térmicos tripolares que se acopla para la protección de los motores, tienen un esquema de conexionado tornillo de estribo. Este tipo de conexión garantiza un apriete seguro y constante en el tiempo, resistente a las vibraciones, albergando conductores independientes. (Schneider Electric , 2008)

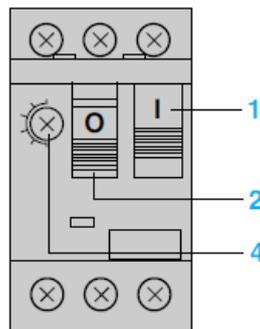


Figura 28. Funcionamiento mando

Fuente: (Schneider Electric , 2008)

- “I” 1. Disparo manual que se acciona mediante pulsador
- “O” 2 se acciona mediante protección magneto térmico o un disparador de tensión.

(Schneider Electric , 2008)



Figura 29. Guarda motor

Fuente: (Schneider Electric)

3.9 CONTACTOR LC1D12 220V

Componente electromecánico que se encarga de interrumpir el paso de corriente sea en el circuito de potencia o mando. (Vaca, 2013)

Para que el Contactor funcione sin un excesivo calentamiento se le debe emplear la máxima corriente de carga y sus contactos no sufren degradación, tomando en cuenta el voltaje, frecuencia y tiempo de servicio. En el cierre, el Contactor debe ser capaz de establecer una corriente de 5 a 7 veces la corriente nominal del motor. (Schneider Electric , 2013)



Figura 30. Contactor
Fuente: (Schneider Electric)

3.10 PULSADORES

Este proyecto cuenta con un pulsador normalmente abierto para el mando de marcha.

Un pulsador de paro de emergencia que trabajara con las entradas digitales del PLC S71200 (AUTONICS, 2009)



Figura. 31 Pulsadores
Fuente: (Schneider Electric)

3.11 ENCODER INCREMENTAL

Es un dispositivo que detecta una señal eléctrica en movimiento convirtiéndola de tal manera que pueda ser leída por un sistema de control de movimiento. El encoder emite una señal de respuesta que determina la posición, velocidad o dirección. Esta información es utilizada por el sistema de control para enviar un comando configurado por el programador para realizar una función en particular. (Company, Encoder Products, 2016)

Tabla 3. Características del encoder

Encoder Modelo E50S-8-360-3-N-24		
Corriente de carga máxima	30	mA
Voltaje residual máximo	0,4	VCC
Diámetro de flecha	50	mm
Fases de salida	A B Z	
Respuesta máxima	1	Us
Alimentación	24	V

(AUTONICS, 2009)

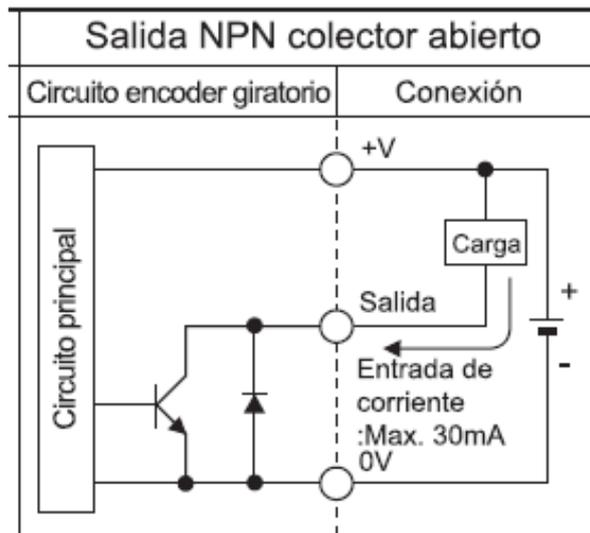


Figura 32. Diagrama de salidas de control

Fuente: (AUTONICS, 2009)

● Salida totem pole / salida NPN colector abierto / salida de voltaje

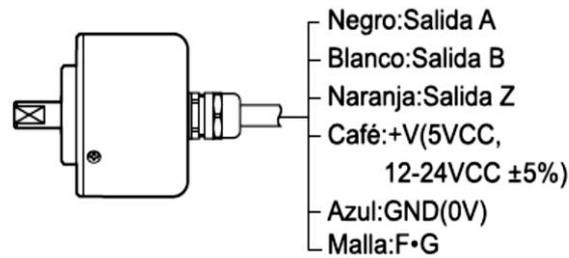


Figura 33. Conexión tipo normal

Fuente: (AUTONICS, 2009)

3.12 RTD (PT100)

Un RTD (de las siglas en ingles resistance temperatura detector). Sensa temperatura que puede ser mayor o menor a 0°C y que es directamente proporcional a su resistencia eléctrica.

La resistencia es creciente no lineal caracterizada por platino, estas se encuentran fabricadas encapsuladas de un tubo de acero inoxidable, de un extremo esta ele elemento sensible (RTD) y en el otro extremo se encuentra el terminal eléctrico de los cables protegido dentro de una caja redonda de aluminio llamado cabezal. (SRC, 2016)



Figura 34. RTD, PT100

Fuente: (SRC, 2016)

3.13 TIA PORTAL V.14

Siemens comercializa el producto y ofrece una variedad de software cuyo diseño se basa en un sistema sencillo de navegación, por la cual garantiza un ahorro de tiempo. Brinda una perfecta integración de los accionamientos, mas funcionalidad, diagnostico automático del sistema, alto rendimiento de comunicación PROFINET y nos brinda la protección del Know – how y contra accesos no autorizados. (SiemensAG, 2012)

3.13.1 RED MODBUS

Protocolo Solicitud – Respuesta utiliza una relación Maestro – Esclavo. El maestro es el responsable de iniciar la interacción de comunicación, por lo general es un HMI o un sistema scada. El esclavo es quien espera la respuesta del maestro en estos casos puede ser un PLC o un PAC. El contenido de los mensajes se envía a través de la capa de red y se encuentran definidos por capas de protocolo. (National Instruments, 2014)

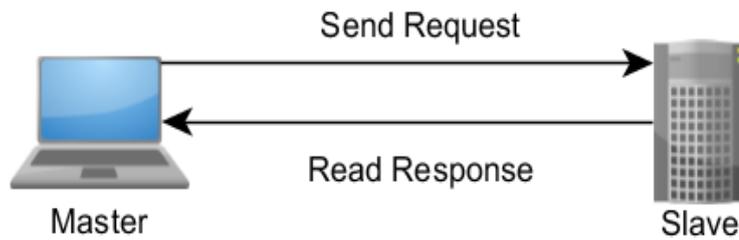


Figura 35. Relación maestro esclavo
Fuente: (National Instruments, 2014)

RANGO DE DIRECCIÓN DE DATOS

Los datos son definidos por las especificaciones que se encuentran dentro de los bloques y a su vez un rango de direcciones es asignado para cada tipo. A la dirección de los datos se añade un prefijo de acuerdo al esquema de numeración que se es introducido en el bloque de memoria. (National Instruments, 2014)

Tabla 4: Prefijos de rango de datos

Bloque de Datos	Prefijo
Bobinas	0
Entradas Discretas	1
Registros de Entrada	3
Registros de Retención	4

(National Instruments, 2014)

Existen bobinas con un prefijo 0. Esto significa que una referencia de 4001 podría referirse al registro de retención uno o bobina de 4001. Por esta razón, se recomienda que todas las nuevas implementaciones usen dirección de 6 dígitos con ceros a la izquierda y se especifique esto en la documentación. Por lo tanto, el registro de retención uno es referenciado como 400,001 y la bobina de 4001 es referenciada como 004,001 (National Instruments, 2014)

VALORES DE INICIO DE DIRECCIÓN DE DATOS

Mediante una aplicación el índice seleccionado se encuentra una diferencia entre la direcciones de memoria y números de referencia. En la dirección cero se encuentra el registro de retención uno, eso quiere decir que los números de referencia son indexados en base uno. Por lo tanto, 400,001 se traduce literalmente al registro de retención 00001, el cual está en la dirección 0. Algunas implementaciones eligen iniciar sus rangos en cero, lo que significa que 400,000 se traduce en el registro de detención en la dirección cero, como muestra en tabla 4. (National Instruments, 2014)

Tabla 5. Esquema de índice de registro.

Dirección	Número de Registro	Número (índice 1, estándar)	Número (índice 0, alternativo)
0	1	400001	400000
1	2	400002	400001
2	3	400003	400002

(National Instruments, 2014)

4 MARCO METODOLÓGICO

4.1 SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

El control de la empacadora se realizó mediante PLC cumpliendo con las características que requiere el sistema. Utilizando un controlador PID para todas las zonas de sellado.

La empacadora cuenta con 3 zonas de sellado para la elaboración del empaque, cada zona de sellado tiene que estar controlada su temperatura automáticamente sin tener variaciones entre el valor deseado y el valor actual de la zona de calentamiento, ya que nuestro empaque resultaría afectado si se presentan variaciones de temperatura.

Para resolver este problema se procedió a realizar un controlador PID independiente para cada zona de sellado y poder garantizar la temperatura exacta en cada zona. Para adquirir la lectura de temperatura actual de nuestro proceso se instaló en cada zona de sellado una RTD (PT100) y un módulo CM 1231 AI4 x RTD a nuestro PLC.

A continuación mostraremos los parámetros configurados en el módulo CM 1231- CM1241.



Entradas analógicas

Reducción de ruido

Tiempo de integración: 50 Hz (20 ms)

> Canal0

Dirección de canal: IW128

Tipo de medición: Termorresistencia (3 hilos)

Termorresistencia: Pt 100 estándar

Coeficiente de temperatura: Pt 0.00385055 Ohm/Ohm/°C (DIN EN 60751)

Escala de temperatura: Celsius

Filtrado: Medio (16 ciclos)

Activar diagnóstico de rotura de hilo

Activar diagnóstico de rebase por exceso

Activar diagnóstico de rebase por defecto

Figura 36. Configuración Modulo CM1231 AI*4RTD

Fuente: (Siemens)

Modo de operación

Dúplex (RS422) 4 hilos punto a punto
 Dúplex (RS422) 4 hilos maestro multipunto
 Dúplex (RS422) 4 hilos esclavo multipunto
 Semidúplex (RS485) 2 hilos

Estado inicial de la línea de recepción

Ninguno
 Tensión de polarización con $R(B) > R(A) \geq 0V$

Velocidad de transferencia: 19.2 kbits
 Paridad: Paridad par
 Bits de datos: 8 bits por carácter
 Bit de parada: 1
 Control de flujo: Ninguno
 Carácter XON (HEX): 0
 (ASCII): NUL
 Carácter XOFF (HEX): 0
 (ASCII): NUL
 Tiempo de espera: 1 ms

Figura 37. Configuración Modulo CM1241

Fuente: (Siemens)

4.1.1 OBJETO TECNOLÓGICO PID_COMPACT.

El objeto tecnológico PID_COMPACT consta con un regulador PID continuo con optimización integrada, también es posible configurar un regulador de impulsos. Tenemos la posibilidad de elegir entre modo manual y automático.

PID-Compact registra de forma continua el valor real medido dentro de un lazo de regulación y lo compara con la consigna deseada. A partir del error de regulación resultante, la instrucción PID_COMPACT calcula un valor de salida, con el que el valor real sea igual con la consigna dando estabilidad y mayor rapidez. Las tres acciones por las que está compuesto el valor de salida son:

- Acción P: La acción P del valor de salida aumenta proporcionalmente al error de regulación.
- Acción I: La acción I del valor de salida aumenta hasta que se compensa el error de regulación.
- Acción D: aumenta con una velocidad de variación creciente del error de regulación. El valor real es igual con la consigna. Al reducirse la velocidad de variación del error también se reduce la acción D.

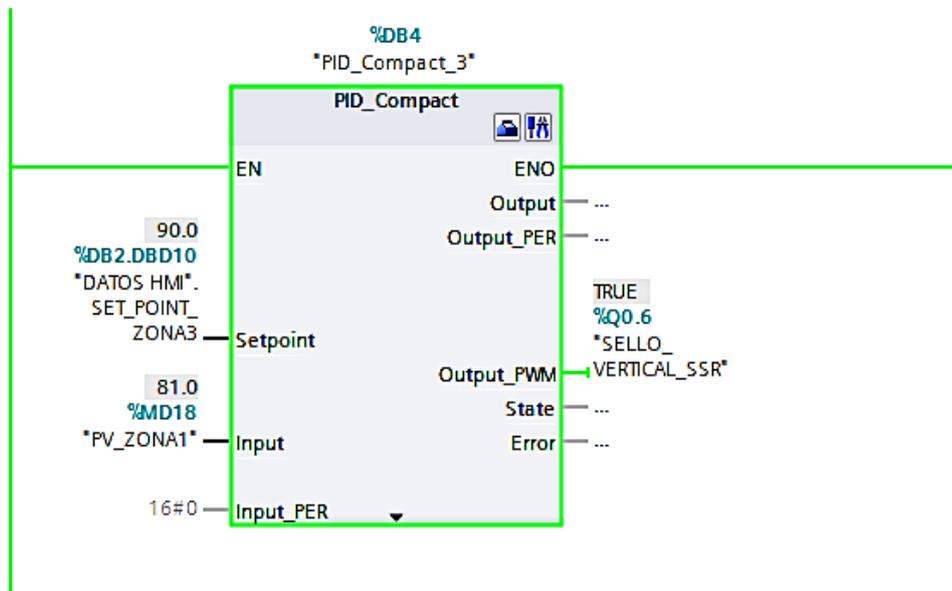


Figura 38. Bloque controlador PID

Fuente: (Siemens)

La instrucción PID_COMPACT calcula los parámetros P, I y D para su sistema regulado de forma autónoma durante la optimización inicial. Los parámetros pueden optimizarse aún más a través de una optimización fina. No es necesario determinar los parámetros manualmente.

4.1.2 AJUSTES BÁSICOS PID_COMPACT.

Dentro del bloque de PID_COMPACT se encuentra la opción para la configuración y puesta en marcha del controlador PID.

Se describen los parámetros básicos necesarios para la configuración del bloque PID_COMPACT.

4.1.3 TIPO DE REGULACIÓN.

Se eligió el tipo de variable a controlar, en este proceso la temperatura será en las diferentes zonas de sellado.

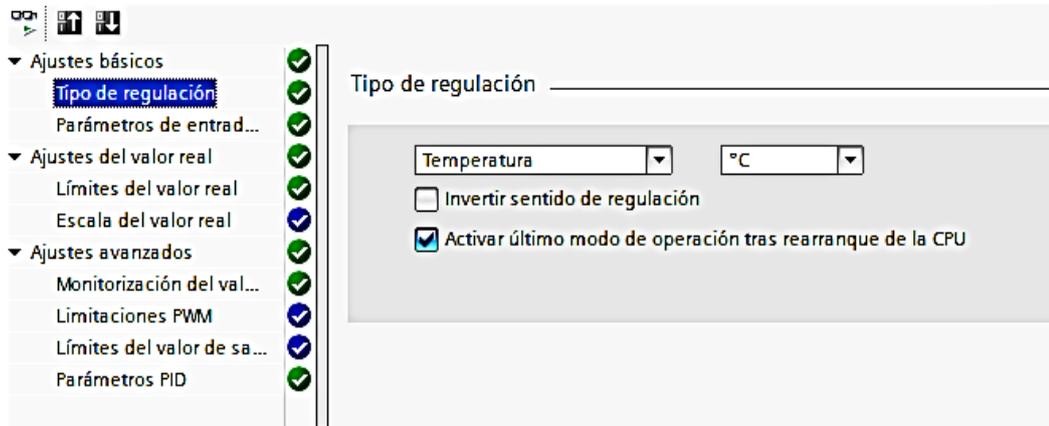


Figura 39. Selección del tipo de variable
Fuente: (Siemens)

4.1.4 PARÀMETROS DE ENTRADA

Input: Una variable del programa de usuario se utiliza como origen del valor real. El tipo de dato ingresado debe ser de tipo Real.

Output_PWM: Valor de salida modulado por ancho de impulso, el tipo de dato ingresado debe ser de tipo Bool.

El valor de salida se obtiene mediante tiempos de conexión y desconexión variables.

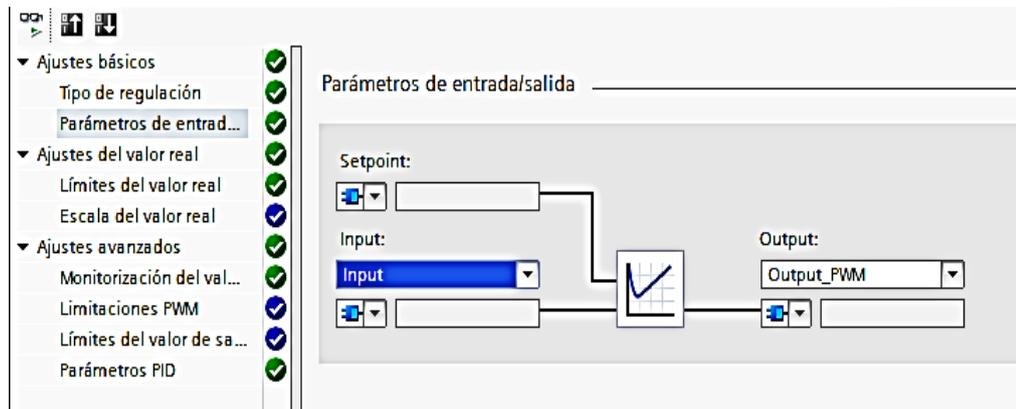


Figura 40. Configuración tipo de entrada y salida
Fuente: (Siemens)

4.1.5 AJUSTES DEL VALOR REAL

Se ingresaran los límites de operación en que el controlador PID trabajara.

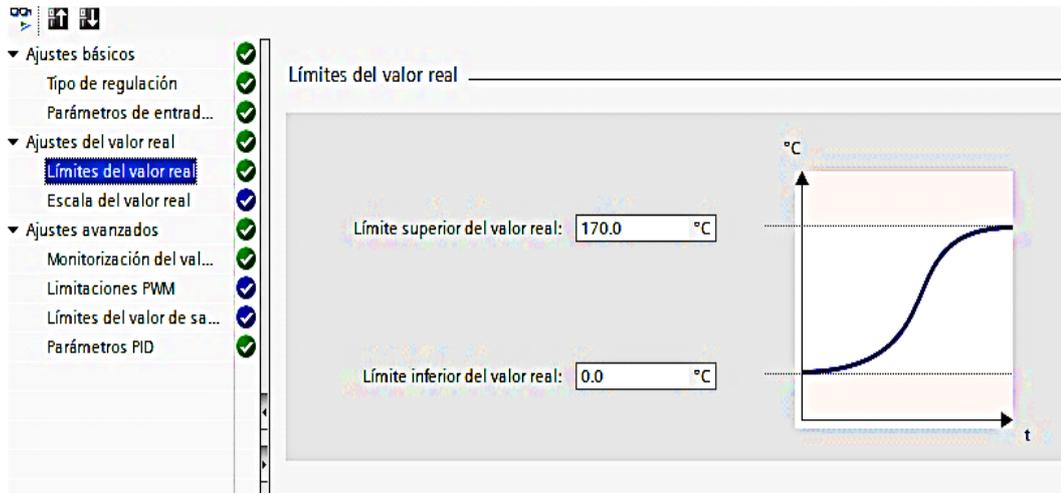


Figura 41. Límites de control PID
Fuente: (Siemens)

4.2 PUESTA EN SERVICIO DEL CONTROLADOR PID

TIA Portal ofrece una herramienta para la puesta en servicio del controlador PID amigable al usuario, dentro de esta herramienta se puede observar en tiempo real las variables medidas y la salida de nuestro controlador PID.

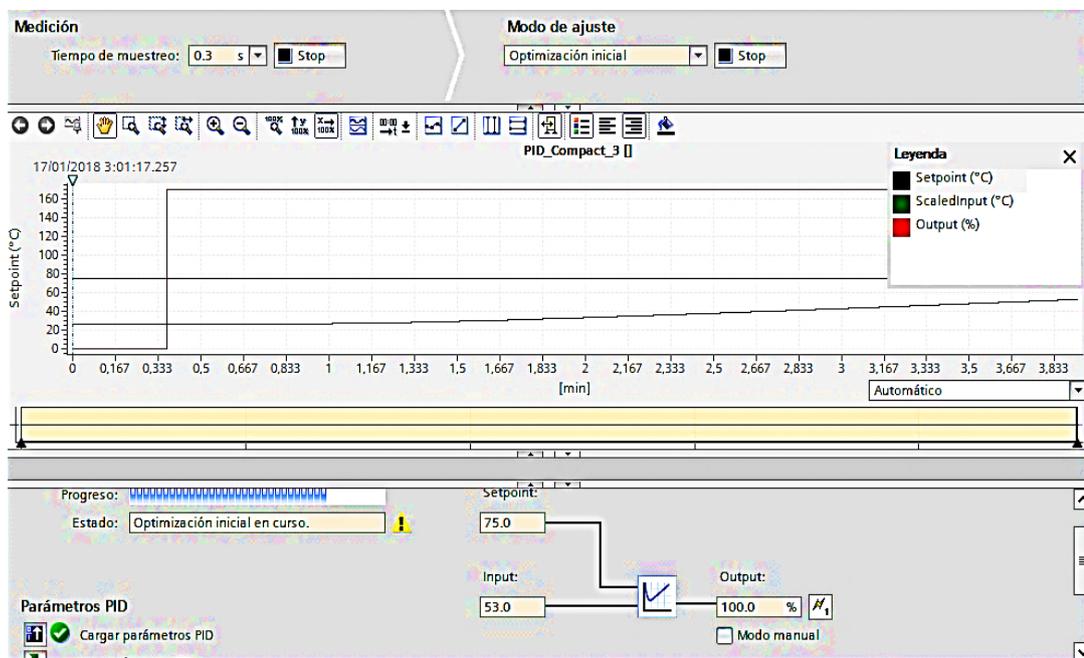


Figura 42. Sintonización controlador PID

Fuente: (Siemens)

Una vez terminada la puesta en servicio del bloque PID_COMPACT, se puede observar los valores de Kp, Ki, Kd de la planta o proceso, dentro de la ventana de configuración.

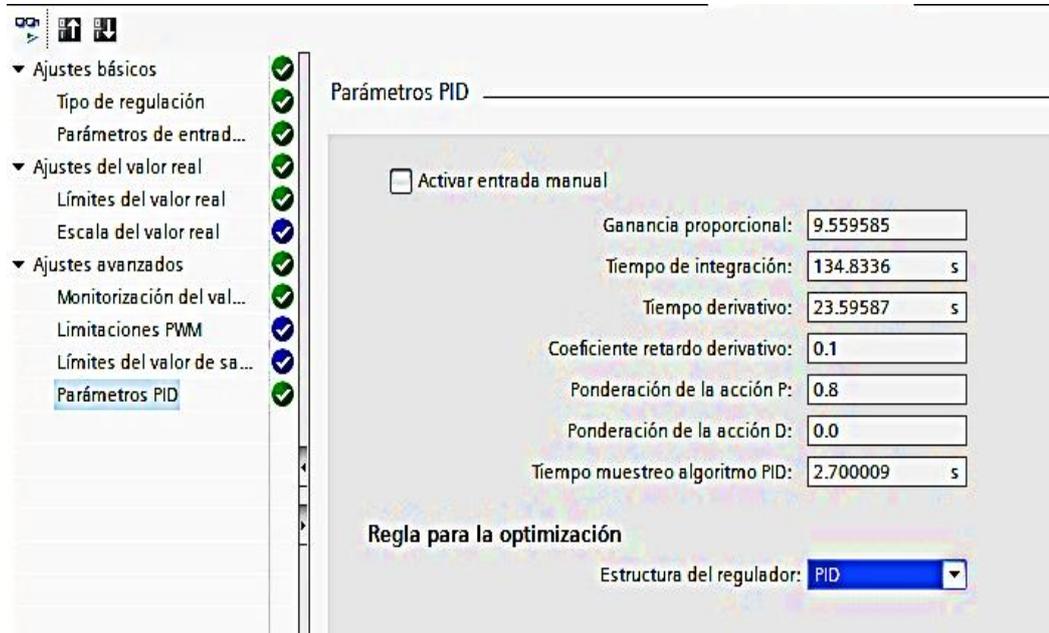


Figura 43. Parámetros de control PID
Fuente: (Siemens)

4.3 PROCEDIMIENTO DE COMUNICACIÓN ENTRE EQUIPOS

Por medio del PLC de la familia S7-1200/1214dcddc y un módulo de comunicación CM1241 RS422/RS485 a través del DB9 del módulo se controla su frecuencia de trabajo, y se observa parámetros de trabajo del variador (VFD022EL23A) como corriente, voltaje, temperatura, mediante una pantalla HMI KTP-700 de la marca Siemens.

Un variador contiene registros de lectura o escritura de datos para su control, estos registros se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6. Registro de lectura y escritura.

Contenido	Dirección	Función
Parámetros del variador de frecuencia para motores de CA	GGnnH	GG significa el grupo de los parámetros, nn significa la cantidad de parámetros, por ejemplo, la dirección de Pr 04.01 es 0401H. Para obtener la función de cada parámetro consulte el capítulo 5. Al leer el parámetro utilizando el código de comando 03H. Solo se puede leer un único parámetro por vez.

Comando Sólo escritura	2000H	Bit 0-1	00B: Sin función 01B: Detener 10B: Operar
		Bit 2-3	Reservado
		Bit 4-5	00B: Sin función 01B: Hacia adelante 10B: REVERSA
		Bit 6-7	00B: Comunicación forzó 1ra acel/decel 01B: Comunicación forzó 2da acel/decel
		Bit 8-15	Reservado
	2001H	Comando de frecuencia	
Contenido		Función	
	2002H	Bit	1 EF (falla externa) activada
		Bit	1 Restablecer
		Bit 2-15	Reservado
Monitor de estado Sólo para lectura	2100H	Código de error:	
		0: No ocurrió un error	
		1: Exceso de corriente (oc)	
		2: Exceso de voltaje (ov)	
		3: Sobre calentamiento IGBT (oH1)	
		4: Reservado	
		5: Sobrecarga (oL)	
		6: Sobrecarga1 (oL1)	
		7: Sobrecarga2 (oL2)	
		8: Falla externa (FE)	
		9: La corriente excede en 2 veces la corriente nominal durante la aceleración (ocA)	
		10: La corriente excede en 2 veces la corriente nominal durante la desaceleración (ocd)	
11: La corriente excede en 2 veces la corriente nominal durante el funcionamiento estable (ocn)			

		12: Falla de la puesta a tierra
Monitor de estado Sólo para lectura	2100H	13: Reservado
		14: PHL (Pérdida de fase)
		15: Reservado
		16: Falla de acel/desacel automática (cFA)
		17: Protección para el software activada (codE)
		18: Falla de ESCRITURA en el CPU del panel de alimentación eléctrica (cF1.0)
		19: Falla de LECTURA en el CPU del panel de alimentación eléctrica (cF2.0)
		20: Falla de la protección del hardware CC, OC (HPF1)
		21: Falla de la protección del hardware contra voltajes excesivos (HPF2)

(DELTA ELECTRONICS, INC , 2008)

4.4 CONEXIÓN ENTRE VARIADOR Y PLC

Para poder hacer una buena conexión entre el variador y el PLC deberá de seguir los siguientes pasos:

- Conectar la alimentación al variador
- Conectar un motor al variador.
- Conecta el PLC a la alimentación de 24v.
- Prueba que tus elementos enciendan.
- Verificar si la configuración es la correcta.
- Comunicar con RS-485.
- Conectar correctamente la comunicación entre el PLC y el variador.

Conectar el PIN 4 de variador con la conexión Negativa (-) del puerto DB9 del módulo CM1241 del PLC, y el PIN 5 del variador con la conexión Positiva (+) del puerto DB9 del módulo cm1241 del PLC.

Technical data	CM 1241 RS422/485
Power loss (dissipation)	1.2 W
From +5 VDC	240 mA

Table A- 228 RS485 or RS422 connector (female)

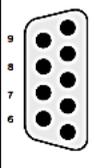
Pin	Description	Connector (female)	Pin	Description
1	Logic or communication ground		6 PWR	+5V with 100 ohm series resistor: Output
2 TxD+ ¹	Connected for RS422 Not used for RS485: Output		7	Not connected
3 TxD+	Signal B (Rx/D/TxD+): Input/Output		8 TXD-	Signal A (Rx/D/TxD-): Input/Output
4 RTS ²	Request to send (TTL level) Output		9 TXD- ¹	Connected for RS422 Not used for RS485: Output
5 GND	Logic or communication ground		SHELL	Chassis ground

Figura 44. Módulo CM1241 RS42/RS485

Fuente: (SIEMENS, 2009)

Una vez hechas todas las conexiones se comenzara con la configuración de los variadores, la configuración que se debe hacer es para comunicar el PLC con el variador.

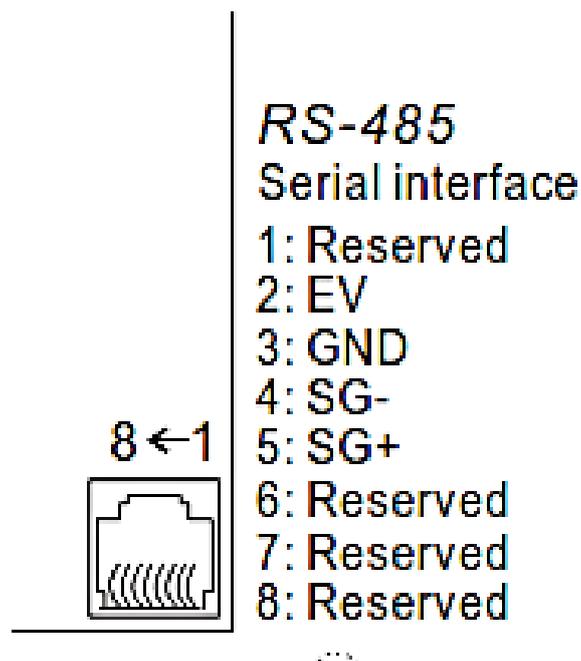


Figura 45. Puerto RJ45/ comunicación Modbus RS485

Fuente: (SIEMENS, 2009)

4.5 INICIALIZACIÓN DEL VARIADOR

Es importante ingresar los siguientes valores al variador para poder comunicarse mediante RS-485 interface:

PARÁMETROS DEL VARIADOR.

- 2.00 - Source of First Master Frequency Command
- = **3: (RS-485 communication)**
- 2.01 - Source of First Operation Command
- = **1: (External terminal. keypad STOP/RESET key enabled)**
- 9.01 - Transmission Speed
- = **1: (Baud rate 9600bps)**
- 9.04 - Communication Protocol
- = **4: (8, E, 1, Modbus, RTU)**
- VFD-E Drive 1 Parameters
- **9.00 - Communication Address**
- = 1: (Address of the second drive)
-

Figura 46. Pantalla de configuración del variador

Tabla 7. Parámetros de configuración

PARÁMETRO	EXPLICACIÓN	CONFIGURACIÓN	EXPLICACIONES
00,02	Reinicio de parámetros	10	Todos sus valores son restablecidos a valores de fabrica
02,00	Fuente del primer comando de frecuencia maestra	3	Se habilita el puerto comunicación RS-485 (RJ-45)
02,01	f fuente del primer comando de operación	1	configuración de terminales externos DETENER/INICIALIZAR del teclado externo
02,01	f fuente del primer comando de operación	3	comunicación RS-485 (RJ-45) terminales externos DETENER/INICIALIZAR del teclado externo
09,01	Velocidad de transmisión	2	Configura la velocidad a la que el PLC o el controlador le enviaran los datos. Se trabajara a una velocidad 19200 bps

09,04	protocolo de comunicación	1	7, E, 1 (Modbus, ASCII) configuramos paridad tipo "EVEN", 8 bits a enviar y 1 bit de paro.
-------	---------------------------	---	---

NOTA: Se recomienda reiniciar los parámetros de fábrica antes de ingresar los parámetros anteriores para evitar que se tenga algún otro parámetro que pueda causar problemas. Adicional se debe configurar la comunicación del PLC; esto se hará en el cuerpo de programación.

Adjunto se muestra una tabla con las referencias de comunicación del PLC. (DELTA ELECTRONICS, INC , 2008)

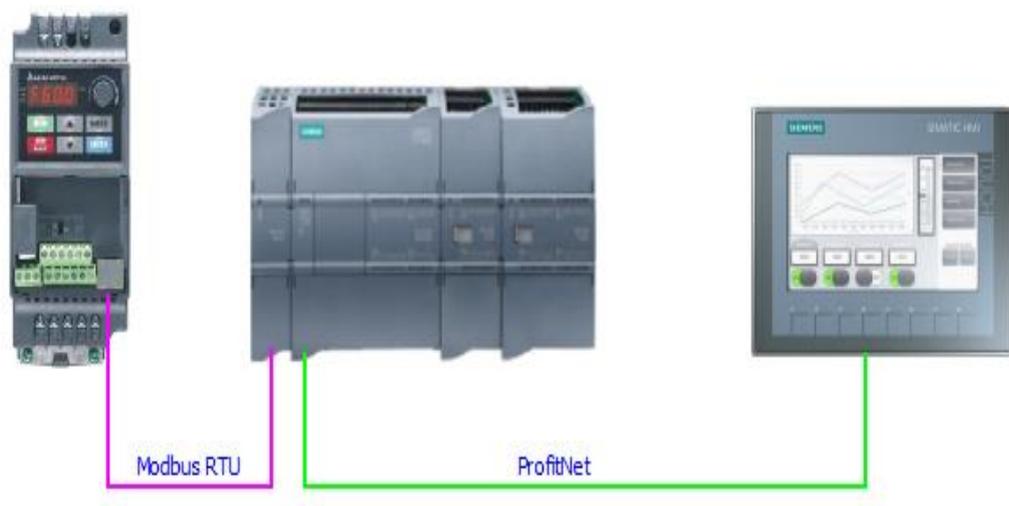


Figura 47. Vista de redes entre equipos

4.6 PARAMETRIZACIÓN DEL BLOQUE MODBUS COMM LOAD

El Bloque MB_COMM_LOAD sirve para inicializar nuestra red Modbus RS485, mediante el cual se ingresa los parámetros de dirección de puerto de comunicación, velocidad de baudios, paridad, y el bloque maestro a controlar.

Después de la configuración se deberá llamar para inicializar el puerto.

Se especifica el parámetro MB_DB cuando el bloque de datos instancia le hace referencia. Este bloque es asignado al insertar en el programa las instrucciones MB_MASTER o MB_SLAVE.

En el caso que se cambien los parámetros de comunicación no sería necesario llamar MB_COMM_LOAD.

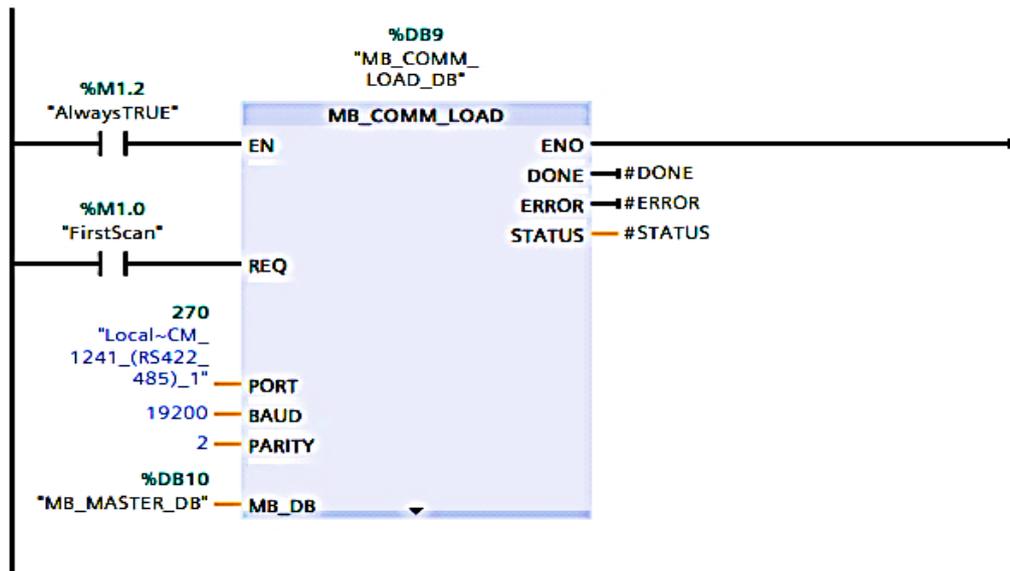


Figura 48. Inicialización del bloque Modbus Comm Load

4.7 PARAMETRIZACIÓN DEL BLOQUE MB_MASTER

El Bloque MB_MASTER este nos permite que nuestro PLC este como dispositivo maestro en nuestra red Modbus RS485, mediante este bloque podemos leer y escribir los diferentes parámetros de nuestro variador.

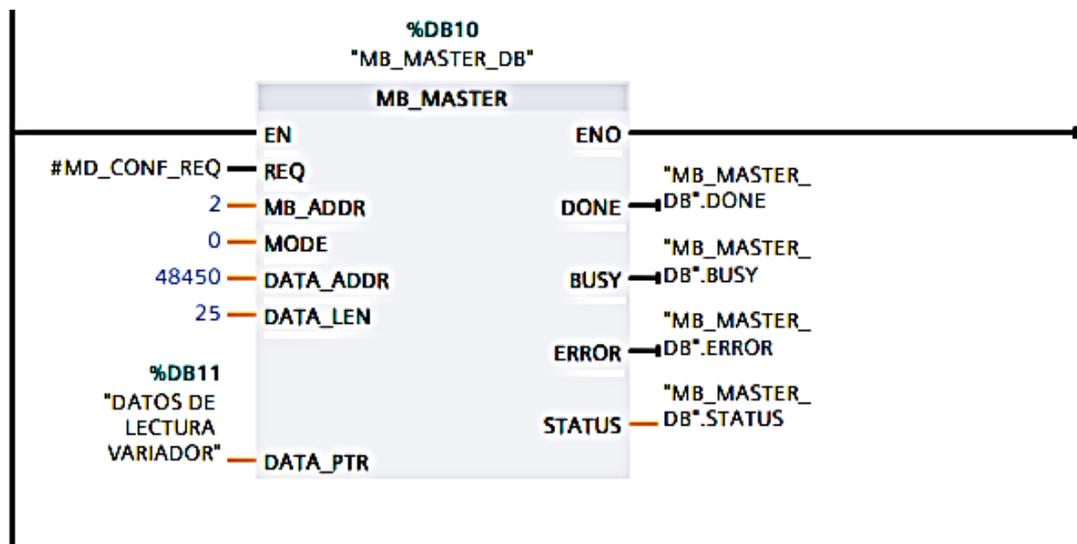


Figura 49. Bloque MB Master Lectura de datos del variador

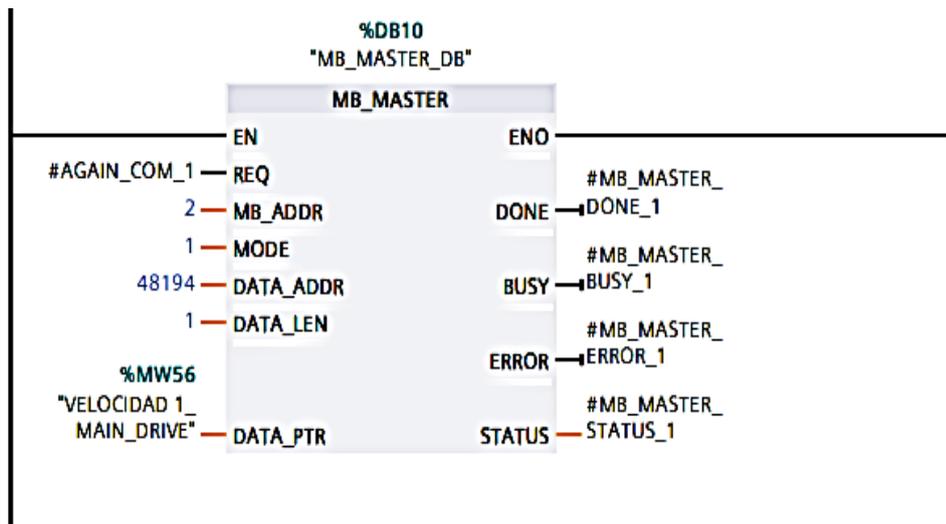


Figura 50. Bloque MB Master Escribir velocidad al variador

4.7.1 PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control se implementó una estructura ordenada de las diferentes funciones y datos necesarios para la operación de la empacadora. Ver anexos C y D.

Tabla 8. Diagrama de bloques configurados en el PLC

Bloque de programación	HMI	Alarmas
		Límites de valores mostrados
		Arreglos tag
	Arreglos	Tiempo
		Ángulos
	Zona de sellado	Temperatura zona 1 mordaza frontal
		Temperatura zona 2 mordaza trasera
		Temperatura zona 3 sellos verticales
	Varios	Elevador de producto
		Elevador de paquetes
		Marcha de motor bobinador
		Paro de motor bobinador
	Main	Controlador PID zona de calentamiento
		Proceso modo automático
		Parametrización comunicación modbus con vfd delta

		Leer datos drive
		Escribir velocidad en el drive
		Restablecer comunicación
		Mover velocidad en drive
		Voltaje de salida del motor
		Corriente de salida
		Voltaje en el bus dc
		Temperatura de los IGBT
	Modo manual	Salidas digitales
	Cyclit interrupt (ob30)	
		Control PID temperatura mordaza frontal
		Control PID temperatura mordaza trasera
Procesos		Habilitar drive principal
		Ocultar y mostrar botones
		Bloque para adquirir los pulsos del encoder
		Reset o home empacadora
		Proceso bolsas al vacío
		Pedido a la pesadora
		Cilindro primario y cierre de mordazas
		Cilindro secundario y entrada de interacción del sensor taca
		Apertura de mordazas
		Apertura de mandíbulas
		Activar poker
		Desactivar poker
		Activar freno
		Caída del producto
		Reset señal de descarga
		Activar código
	Desactivar código	
	Desactivar freno	

		Falla de papel roto
		Reset falla de papel roto
	Fallas	Reset de fallas
	Stop de emergencia y fallas	

4.7.2 CONFIGURACIÓN DEL HMI

Para la configuración del HMI con el PLC se debe determinar la dirección IP y conectarlos mediante cable Ethernet para lograr comunicarlos.

En este proyecto se utilizaran 5 ventanas de visualización donde se ubicaran elementos tales como: botones, imágenes e ingreso de datos.

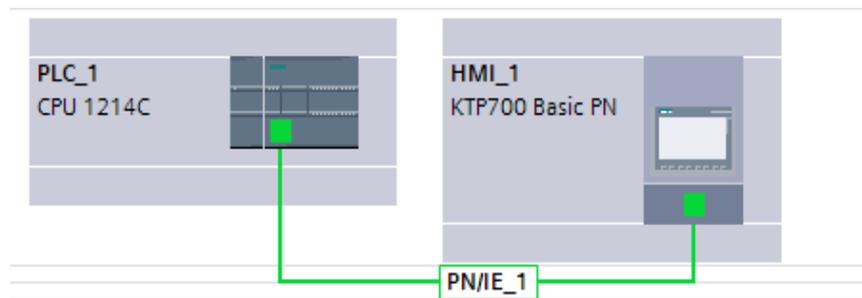


Figura 51. Red PROFINET entre S7 1200

La estructura del diseño de las diferentes pantallas realizadas en el proyecto se representa de la siguiente forma:

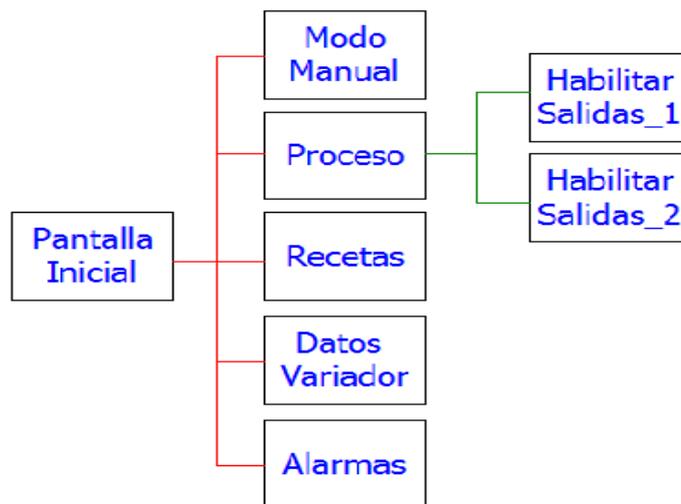


Figura 52. Estructura de pantallas HMI en el proyecto

En este proyecto se utilizaron 5 ventanas de visualización donde se ubicaron elementos tales como: botones, ingreso de datos, recetas, alarmas y habilitación de los actuadores.

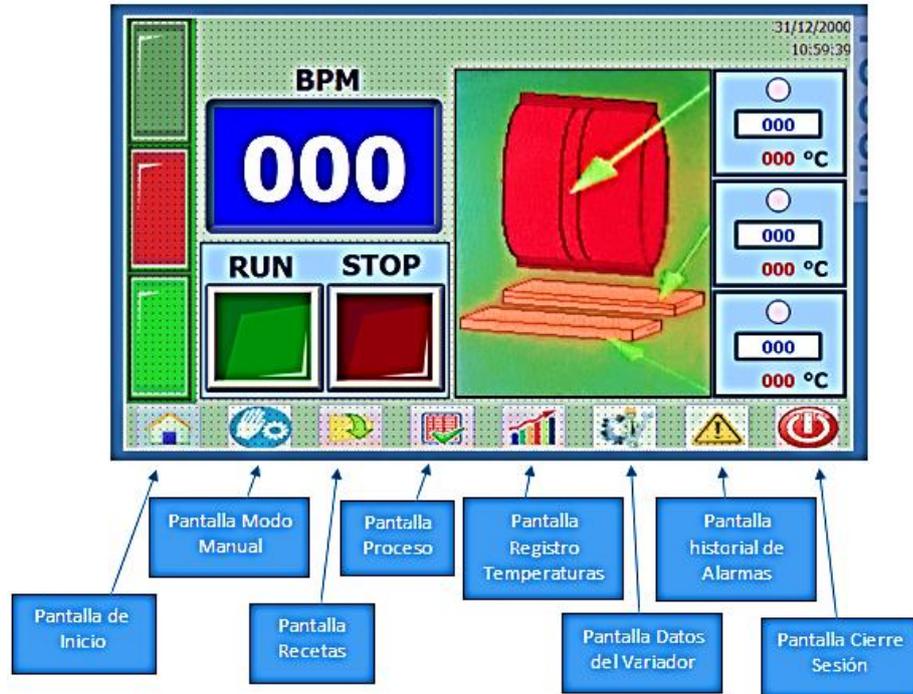


Figura 53. Pantalla inicial HMI

5 RESULTADOS

5.1 DISEÑAR E IMPLEMENTAR LOS PLANOS DE FUERZA Y CONTROL DEL PROCESO.

Para el diseño de los planos de fuerza y control se utilizó el software EPLAN P8, el cual nos permite importar archivos prediseñados de los diferentes fabricantes de equipos eléctricos y electrónicos y agregarlos a nuestro proyecto, con el cual nos ahorramos tiempo en el diseño del tablero de control. Ver anexo B.

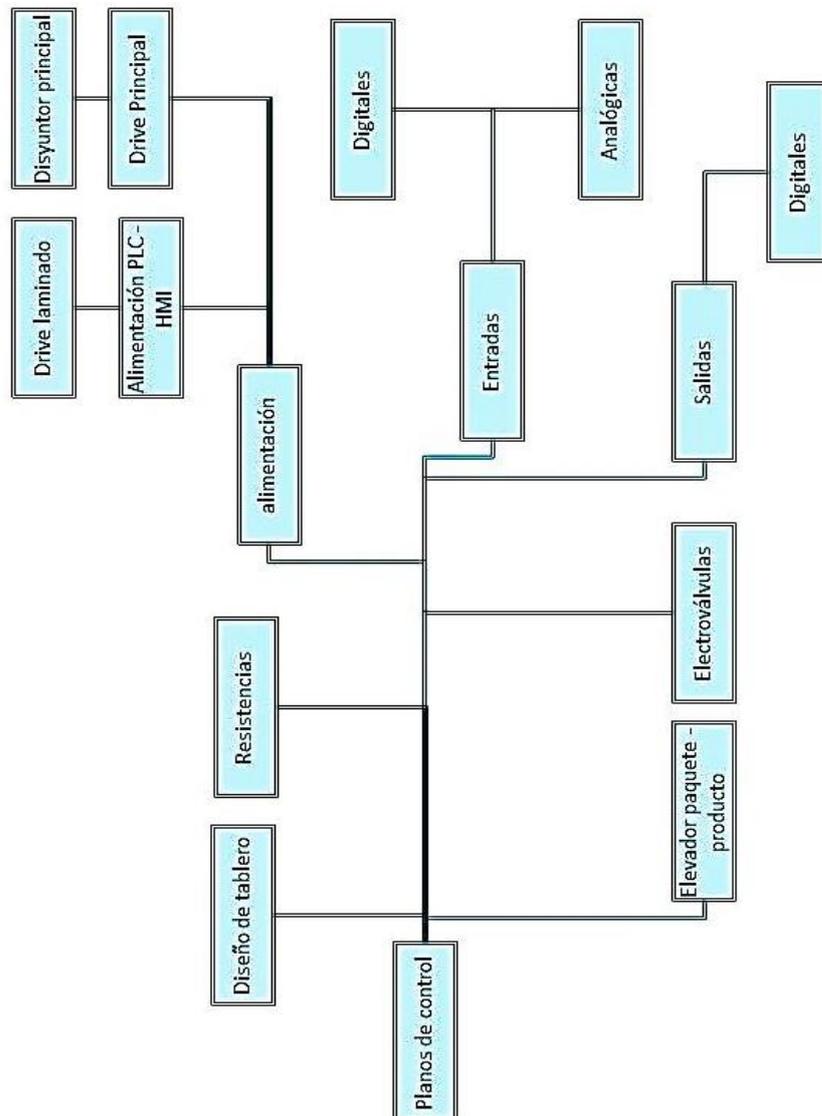


Figura 54. Diagrama de bloques de planos de fuerza y control de proceso

5.2 MIGRACIÓN DE LOS EQUIPOS EXISTENTES A TECNOLOGÍA ACTUAL.

Los equipos discontinuados fueron reemplazados en su totalidad, por tecnología de punta. Esta tarea se la llevo cabo durante un periodo de tiempo de 30 días. Tiempo en el cual se realizó el montaje de los equipos, cableado de componentes de control, y testeo punto a punto cada elemento para evitar posibles fallas al momento del montaje en máquina.



Figura 55. Estado Inicial de la maquina

En la primera inspección que se realizó se pudo apreciar el estado de la máquina, se encontró suciedad, partes y piezas oxidadas y cables sin marquillar. Una vez hecha la inspección de la maquina se programó una parada de la maquina durante 4 días para realizar la limpieza y el desmontaje del tablero de control.



Figura 56: Vista interna del tablero antiguo

Al desmontar el tablero se pudo apreciar en qué estado se encontraban las partes internas de la máquina, razón por la cual se le hizo una limpieza para retirar el óxido y se pasó pintura esmalte para evitar daños posteriores de la estructura.



Figura 57. Desmontaje de Tablero antiguo



Figura 58. Estado inicial de la maquina empacadora

5.3 CAMBIAR, INSTALAR Y PARAMETRIZAR, DE UN ENCODER INCREMENTAL PARA LA RETROALIMENTACIÓN DE POSICIÓN DE LA MÁQUINA.

El sistema de control anterior contaba con un sensor y una leva mecánica instalada en la caja reductora que retroalimentaba al PLC la posición del carro porta mordazas, cuya limitante era no poder superar velocidades de 45 paquetes por minuto, por el motivo que el sensor y la leva mecánica es un sistema de resolución. Esto nos impide realizar lecturas exactas de posición de nuestro carro porta mordazas.



Figura 59. Sistema de posición anterior encoder incremental

Se adaptó un encoder incremental de 360 pulsos por vuelta, y se configuró en nuestro PLC, una entrada de contador rápido en modo cuadratura A/B, esto nos permite tener una resolución de 1200 pulsos por vuelta, con el cual tenemos una mayor precisión a la hora de leer la posición nuestro carro porta mordazas, con el cual obtuvimos un aumento en la velocidad de producción de 45 a 52 paquetes por minuto.



Figura 60. Sistema actual encoder principal

El armario de control se lo diseño de tal manera que los elementos de automatización quedaron distribuidos de una forma correcta, ya que se redujo considerablemente el espacio físico con respecto al tablero original de la empacadora, sin perder la originalidad de misma.

El montaje y conexionado de sensores, actuadores y demás elementos se realizó en un periodo de 48 horas debido al barrido que se hizo en su totalidad.



Figura 61: Distribución de elementos

5.4 DESARROLLAR UNA NUEVA APLICACIÓN EN EL CONTROLADOR PLC Y UNA HMI QUE CUMPLA CON EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL PROCESO.

Se utilizó el programa TIA PORTAL V14 SPI para desarrollar la programación del sistema de control, en el cual se fragmento en diferentes bloques de programación, para poder tener una mayor facilidad de interpretación a la hora de revisar fallas o realizar modificaciones.

El nuevo sistema de control consta de las siguientes ventajas:

- 3 Controladores PID para las zonas de sellado de nuestro empaqué.
- Una red Modbus entre el PLC S7 1200 y el variador que controla el carro porta mordazas.
- Sistema de identificación de fallos y alarmas del proceso.
- Calibración y cuadro de nuevos productos mediante recetas.
- Interfaz hombre maquina amigable y fácil manejo al momento de la operación.

- Sistema de seguridad en caso de alguna emergencia.

5.5 MANUAL DE MANEJO Y CONFIGURACIÓN DEL PROCESO PARA EL PERSONAL DE LA COMPAÑÍA

Se elaboró un manual de operaciones didáctico para el personal que labora en planta. Este manual lo puede encontrar en el Anexo C.

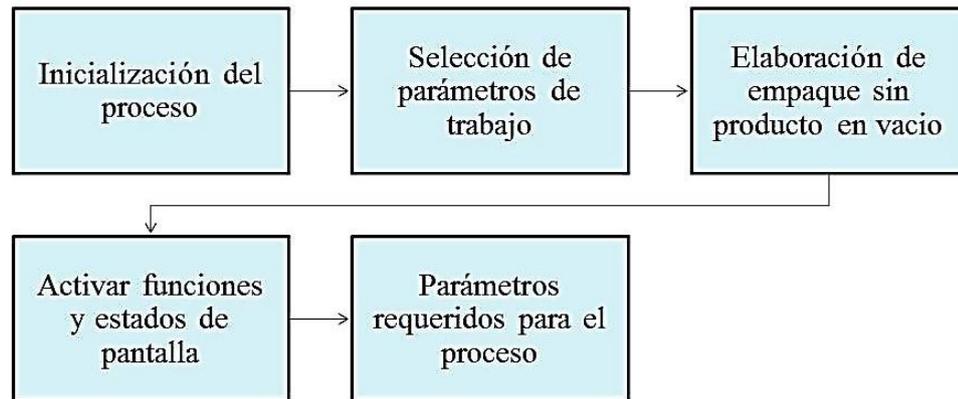


Figura 62. Diagrama de bloques manual de manejo de usuario

5.6 REALIZAR PRUEBAS SAT, FAT, CAT, IST

Con el fin de verificar el correcto funcionamiento del sistema se planteó un conjunto de pruebas. Así como indican los objetivos específicos planteados en el proyecto.

- Sistema eléctrico, neumático y mecánico.
- Red Modbus entre s7 1200 y variador Delta.
- Sellado
- Corte del empaque.
- Dosificación.
- Rendimiento.
- Pruebas en Vacío

5.6.1 SISTEMA ELÉCTRICO, NEUMÁTICO Y MECÁNICO.

Verificar punto a punto los actuadores y sensores que estén direccionados tal como lo indica el plano eléctrico.

- ✓ Satisfactorio: todos los elementos están conectados de la manera correcta.
- ✓ No satisfactorio: existen elementos conectados de una manera inadecuada.

Verificar que todos los actuadores neumáticos y demás elementos estén en perfectas condiciones para un buen desempeño de la empacadora.

- ✓ Satisfactorio: Presión de aire adecuada, electroválvulas y cilindros en buenas condiciones.
- ✓ No satisfactorio: unidad de mantenimiento inadecuada, válvula de seguridad no existente.

Verificar las diferentes piezas mecánicas que estén en buenas condiciones.

- ✓ Satisfactorio: chumaceras lubricadas, poleas y bandas en buen estado, moto reductor en buenas condiciones.
- ✓ No satisfactorio: sistema de mordazas con fuga en los bocines, corregir fugas en bocines.

5.6.2 RED MODBUS ENTRE S7 1200 Y VARIADOR DELTA.

Verificar la correcta comunicación del PLC con el Variador.

- ✓ Satisfactorio: lectura y escritura de comandos desde el PLC al Variador en condiciones normales.

5.6.3 SELLADO DEL EMPAQUE.

Sintonizar el controlador PID de las zonas de sellado del empaque.

- ✓ Satisfactorio. La temperatura de sellado programa en el HMI es igual a la temperatura actual de la zona de sellado.

5.6.4 CORTE DEL EMPAQUE.

Verificar el corte exacto del empaque, sea por largo mecánico o por el sensor de contraste.

- ✓ Satisfactorio. El sistema de corte funciona a la perfección por largo mecánico.
- ✓ Insatisfactorio. Ajuste y calibración del sensor de contraste, la señal varía al momento de sensar el empaque.

Pruebas con Carga.

5.6.5 DOSIFICACIÓN.

Verificar la señal que envía la máquina dosificadora de producto hacia la empacadora.

- ✓ Satisfactorio. Funcionamiento correcto de la maquina dosificadora.

- ✓ Insatisfactorio. El producto queda atrapado entre las mordazas, Sincronizar la dosificadora con la empacadora.

Peso correcto del empaque.

- ✓ Satisfactorio. Se tomaron 20 empaques de muestra parase realiza pruebas de peso con una variación de +/- 3%, está dentro del rango de error permitido.

Sellado y corte del empaque.

Verificar la secuencia correcta de nuestra maquina empacadora con producto.

- ✓ Satisfactorio. Las mordazas se abren de manera sincronizada con la maquina dosificadora.
- ✓ Insatisfactorio. El empaque se rompe de forma repentina. Calibrar las mandíbulas, con respecto a la caída del producto.

6 ANÁLISIS DE RESULTADOS

El presente proyecto fue implementado en la compañía Alimentos Yupi, en una empacadora automática, la cual consta de un sistema de sellado por medio de mordazas, las cuales son posicionadas mediante un sistema mecánico llamado carro porta mordazas, en el cual se acoplo un encoder que retroalimenta al PLC la posición en tiempo real de nuestras mordazas, el sistema de calentamiento de las mordazas consta de un controlador PID independiente y así evitar fallas en el sello del empaque por variaciones de temperatura.

Para el sistema de dosificación de producto a la empacadora se utilizó una Pesadora multicabezal de fabricante Ishida Modelo CCW-SE, esta pesadora envía una señal a la empacadora de confirmación de producto dentro del rango de peso, y la empacadora retroalimenta una señal a la pesadora indicando que esta lista para empacar el producto, este sistema esta sincronizado de tal manera que todo el contenido del producto quede dentro del empaque, esto es posible mediante la instalación de una HMI, en la cual podemos operar, visualizar e ingresar parámetros de receta de cada producto o formato a realizar.

Para facilitar la revisión de fallas en los diferentes actuadores de la empacadora, se programa nuestro proceso una ventana para la operación manual de cada actuador, esto permite minimizar el tiempo de asistencia del personal técnico por fallas en actuadores, lo cual es muy común cuando se trabaja con actuadores electro neumáticos.

La implementación de la red Modbus entre el PLC y el variador del carro porta mordazas permite al personal técnico tener la lectura en tiempo real de los datos como, corriente de salida, voltaje de salida, temperatura en los IGBT, esto nos permite predecir posibles fallos en el motor del carro porta mordazas.

Según análisis realizados por los jefes de planta y operaciones. Con el nuevo sistema de control se aumentó la producción en un 15,6% pasando de producir 45 bolsas por minuto a un total de 52 bolsas por minuto.

CONCLUSIONES

La eficiencia de la empacadora cumple con el plan de producción establecido, el sistema de control está diseñado para elaborar 52 empaque por minutos en empaques de 32 gramos, y 42 empaques por minuto en un formato de 110 gramos.

El sistema de calentamiento en las zonas de sellado es programable mediante una interfaz hombre maquina el cual consta de un control PID para asegurar un sellado perfecto del empaque.

Las fallas presentadas en el proceso se pueden visualizar en el HMI de la empacadora, esto nos ayuda a disminuir el tiempo de mantenimiento en la detención de fallas, y así poder brindar un soporte técnico de manera rápida y eficaz.

El sistema de control consta con tecnología moderna, esto nos asegura reemplazar cualquier equipo en caso de fallo sin tener mayores inconvenientes a la hora de adquirirlos.

Los planos de control y fuerza fueron entregados al departamento técnico, así como el programa del PLC y el HMI, para que puedan utilizarlos en futuros proyectos que presenten similares características al problema de estudio mencionado.

RECOMENDACIONES

Se aconseja cambiar el motor AC por un motor DC o un servomotor y así evitar variaciones de velocidad en la empacadora.

Realizar un plan de mantenimiento de la parte mecánica y eléctrica el cual conste de revisión y lubricación del sistema motriz de la empacadora, lubricación y revisión de la unidad de mantenimiento neumática, reajuste de los elementos de control, reajuste de los sensores de temperatura, reajuste y revisión del sistema de posición de la empacadora para evitar paras imprevistas en el proceso.

Colocar guardas de seguridad en la empacadora y así evitar accidentes y lesiones en el personal de operación.

BIBLIOGRAFÍA

- Automation, Anaheim. (10 de noviembre de 2017). *HMI guide*. Obtenido de <http://www.anaheimautomation.com/manuals/forms/hmi-guide.php#sthash.NdoSax1W.dpbs>
- AUTONICS. (03 de septiembre de 2009). *Productos Autonic*s. Obtenido de http://download.autonics.com/upload/data/e58_en_drw160479ab_20180118_he_20180122.pdf
- Barragan , J., & Perez, J. (julio de 2009). *Repositorio Institucional de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/376>
- Company, Encoder Products. (16 de junio de 2016). *Encoder Basics, blog*. Obtenido de <http://encoder.com/blog/encoder-basics/que-es-un-encoder/>
- DELTA ELECTRONICS, INC . (abril de 2008). *Manual de usuario*. Obtenido de Delta VFD-EL : http://www.delta.com.tw/product/em/drive/ac_motor/download/manual/VFD-EL_manual_sp.pdf
- Garcia, E. (junio de 2012). *Repositorio Digital Universidad Politecnica Salesiana*. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/1902>
- Guaman , R. C., & Morales, O. A. (14 de mayo de 2018). *Repositorio Digital Escuela politecnica Nacional*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19410>
- Iza, M. F., & Medina, A. F. (mayo de 2013). *Repositorio Institucional de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE*. (S. /. 2013, Ed.) Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/6535>
- Moreno, P. (22 de Enero de 2010). *Repositorio Digital Escuela Politecnica Nacional*. Recuperado el 13 de Junio de 2018, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1287>
- National Instruments. (16 de octubre de 2014). *Notas Tecnicas*. Recuperado el 18 de 03 de 2018, de Informacion detallada sobre el Protocolo Modbus : <http://www.ni.com/white-paper/52134/es/#toc1>

- Pulido, M. A. (2000). *Convertidor de frecuencia, controladores de motor y SSR* . Barcelona: Marcombo S.A.
- Schneider Electric . (2008). *Control Industrial* . Obtenido de www.schneider-electric.cl/documents/local/catalogocompleto.pdf
- Schneider Electric . (01 de febrero de 2013). *Catalogo* . Obtenido de <https://www.schneider-electric.com.co/documents/local/LPEcuador2013/Capitulo2.pdf>
- SIEMENS. (noviembre de 2009). *SIMATIC S71200*. Obtenido de Manual del sistema: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/121/109478121/att_851434/v1/s71200_system_manual_es-ES_es-ES.pdf
- SIEMENS. (2013). *SIMATIC S7-1200*. Obtenido de CONTROLADORES MODULARES: http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores_modulares/controlador_basico_S71200/Documents/Datos%20t%C3%A9cnicos%201200.pdf
- SIEMENS. (OCTUBRE de 2016). *BASIC PANELS 2da GENERACION*. Recuperado el 18 de 03 de 2018, de https://cache.industry.siemens.com/dl/files/350/90114350/att_904653/v1/hmi_basic_panels_2nd_generation_operating_instructions_s_es-ES.pdf
- SIEMENS. (diciembre de 2017). *Manual de Funciones* . Obtenido de <https://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/catalog/es/simatic-st70-complete-spanish-2017.pdf>
- SiemensAG. (noviembre de 2012). *Sistematic Step 7 en el totally integred automation portal* . Obtenido de https://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/brochure/es/brochure_simatic-step7_tia-portal_es.pdf
- SRC. (noviembre de 2016). *SRC, Humanos Unidos Estudio*. Recuperado el 2017 de agosto de 2018, de <http://srsl.com/que-es-un-sensor-pt100/>
- Vaca, G. (2 de junio de 2013). *Maquina de pesado automatico para panela granulada*. Obtenido de Repositorio digital Universidad Tecnica del Norte : <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/3516>

Villajulca , J. (12 de septiembre de 2012). *2018 Instrumentacion, Control y Automatizacion Industrial*. Obtenido de <https://instrumentacionycontrol.net/estructura-de-un-plc-modulos-o-interfaces-de-entrada-y-salida-es/>

ANEXOS

ANEXO A

LISTA DE MATERIALES EMPACADORA WRIGHT

Elemento	Cantidad	Unidades
Relé 5 pines 24 vdc	15	U
Relé de estado sólido 10-30vdc	3	U
Guarda motor 4-6 amp Schneider electric	2	U
Bloque auxiliar frontal para guardamotor Schneider electric	4	U
Guardamotor 2-4 Schneider electric	2	U
Breaker 3 polos 32 amp para riel dim Schneider electric	1	U
Breaker 2 polos 4 amp para riel dim Schneider electric	2	U
Breaker 3 polos 10 amp para riel dim Schneider electric	1	U
Breaker 1 polos 6 amp para riel dim Schneider electric	1	U
Bornera 4 mm para riel dim	50	U
Puente para bornera 4 mm	4	U
Bornera 6 mm para riel dim	12	U
Tope para bornera	12	U
Bornera tierra 4 mm	6	U
Bornera tierra 6mm	6	U
Contacto Lc1d12 220v	1	U
canaleta ranurada 40*60*2000	3	U
Pulsador NC Schneider electric	1	U
Pulsador NO Schneider electric	3	U
Pulsador de emergencia Schneider electric	1	U
Encoder incremental Marca Autonics Modelo E50S-8-360-3-N-24	1	U
PLC S7 1200 1214DCDCDC	1	U
Módulo de entradas digitales 8DI*24 VDC SM 1221	1	U
Módulo de salidas digitales 8DO*24 VDC SM1222	1	U
Módulo de entradas análogas 4AI*RTD	1	U
Módulo de comunicación CM 1241 RS422/RS485	1	U
HMI KTP 700 Basic panel Full color	1	U
Variador de velocidad Delta VFD-EL 1HP 220v 3 fases	1	U
Variador de velocidad Delta VFD-EL 3HP 220v 3 fases	1	U

Fuente de poder 24VDC 10 AMP.	1	U
Funda sellada de 1/2"	20	M
Funda sellada de 3/4"	10	M
Espagueti para alta temperatura 10 mm	5	M
Cable para alta temperatura #16	15	M
Cable flexible #18	200	M
Cable flexible #12	100	M
conector para funda sellada curvo de 1/2"	10	U
Conector para funda sellada recto de 1/2"	20	U
conector para funda sellada curvo de 3/4"	10	U
conector para funda sellada recto de 3/4"	15	U
RTD 3/16" * 1" con dos metros de cable	3	U

ANEXO B

PLANOS DE FUERZA Y CONTROL DE PROCESO

ABC-CONTROL



Automatización y Control



Empresa/cliente	ALIMENTOS YUPI
Descripción de proyecto	EMPACADORA
Número de diseño	IEC_bas001
Autor	LEANDRO ORELLANA – ANDREA BALLADARES
Fabricante	ABC-CONTROL
Nombre de proyecto	EMPACADORA WRIGTH
Tensión	230V
Frecuencia	50 Hz
Corriente	
Potencia	
Lugar de instalación	
Responsable del proyecto	
Creado	03/03/2017
Modificado	08/03/2018

Número de páginas 18

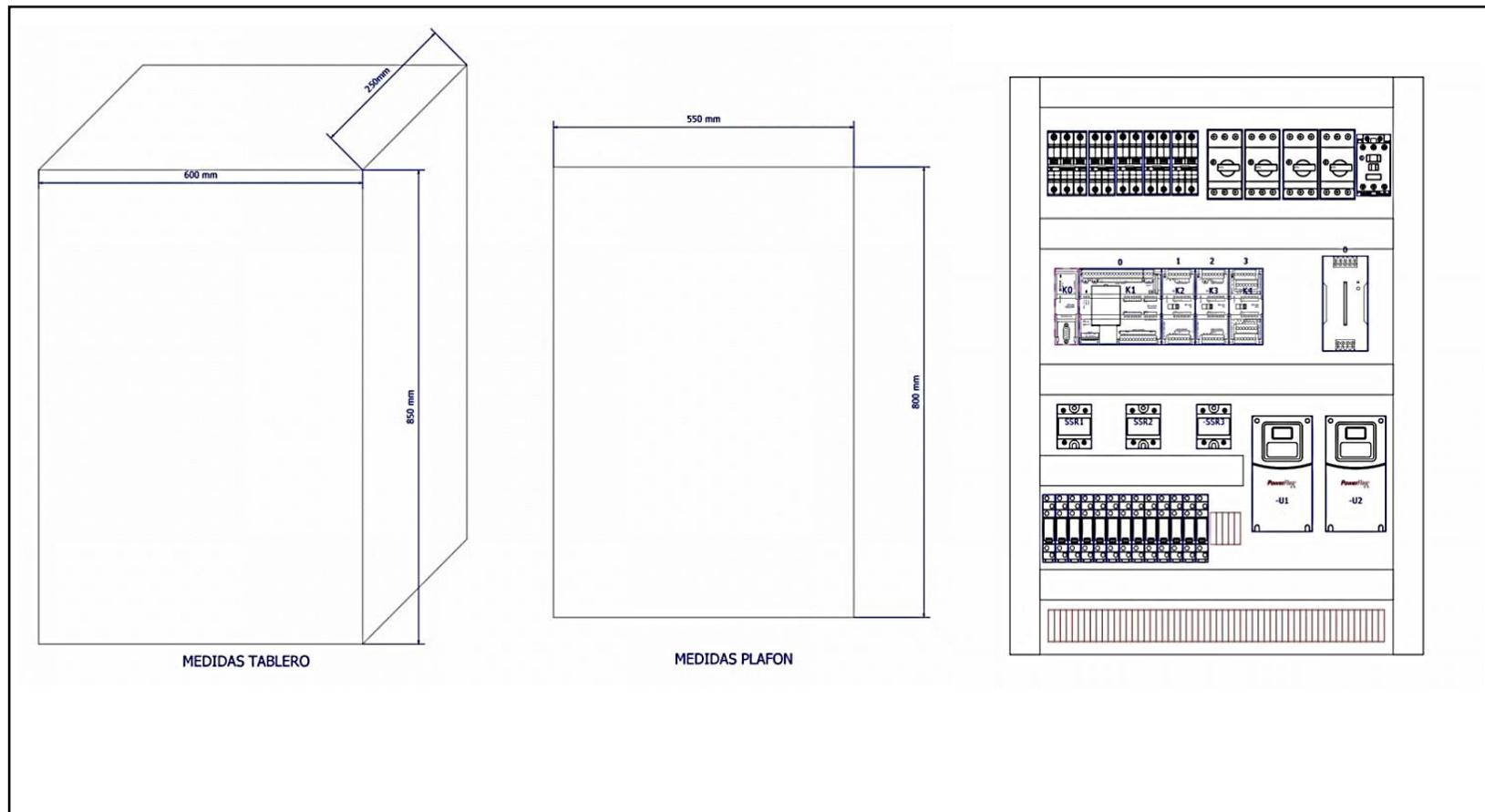


Figura 63. Medidas de tableros y disposición de equipos

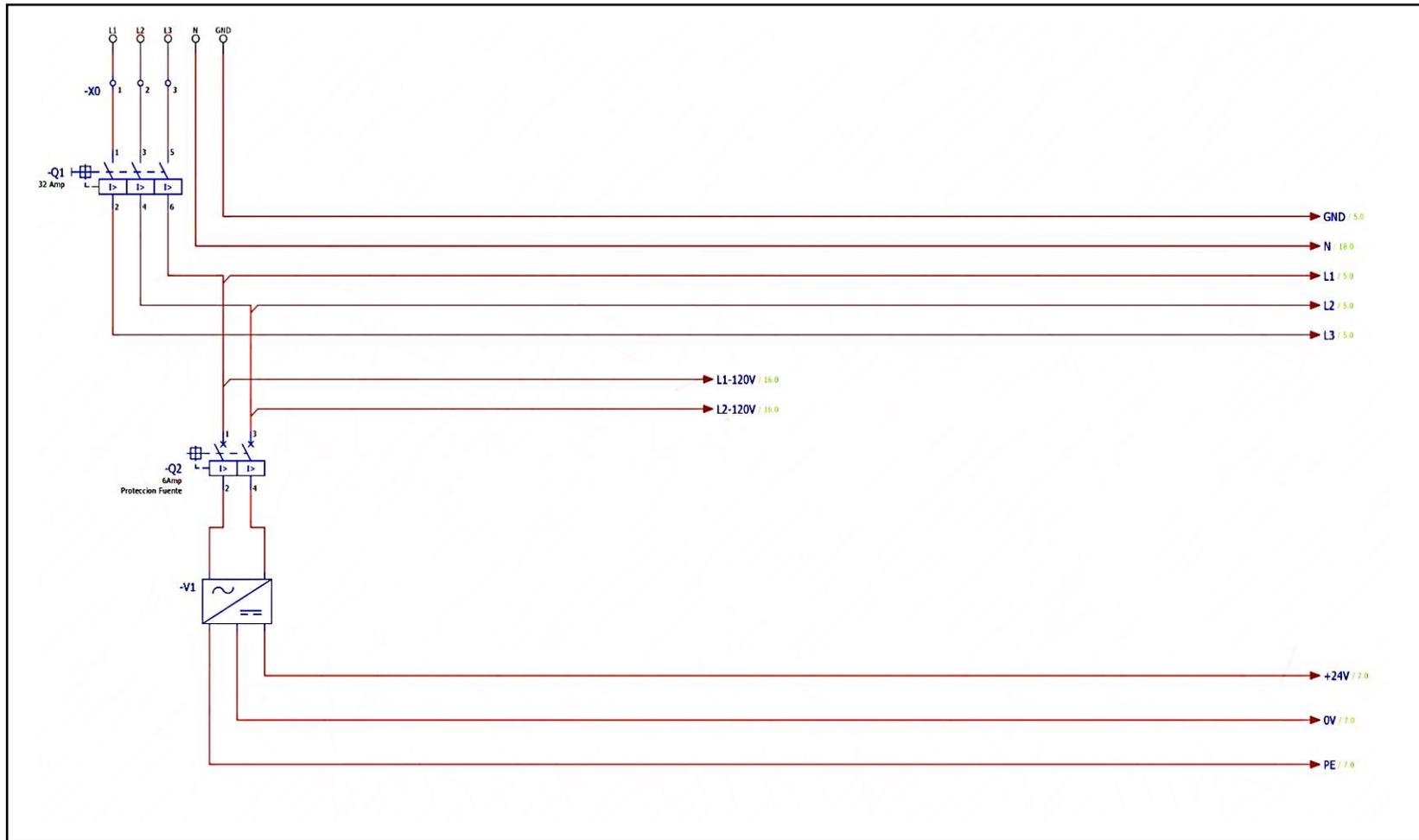


Figura 64. Plano de conexionado disyuntor principal

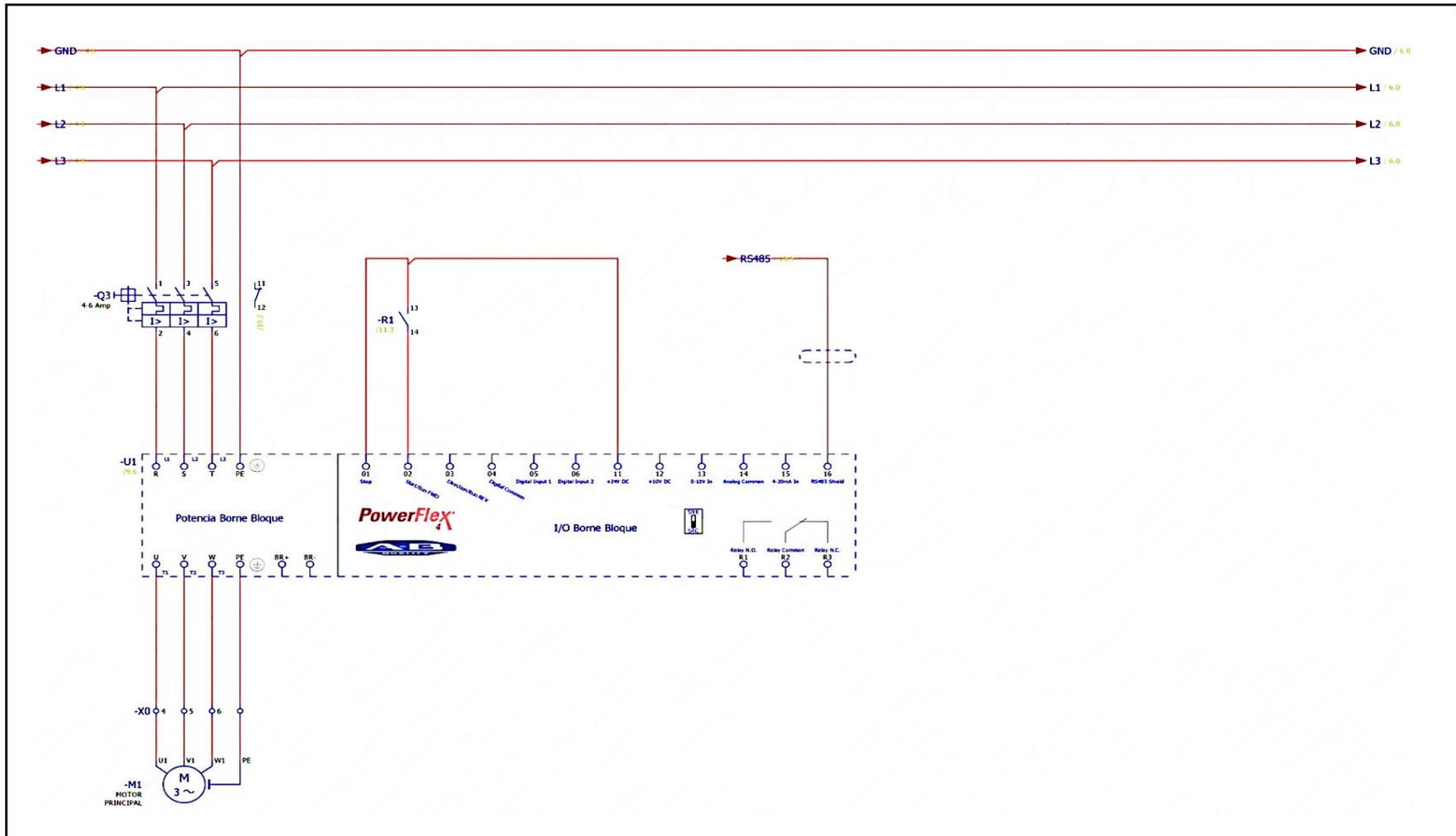


Figura 65. Plano de conexionado de Drive principal

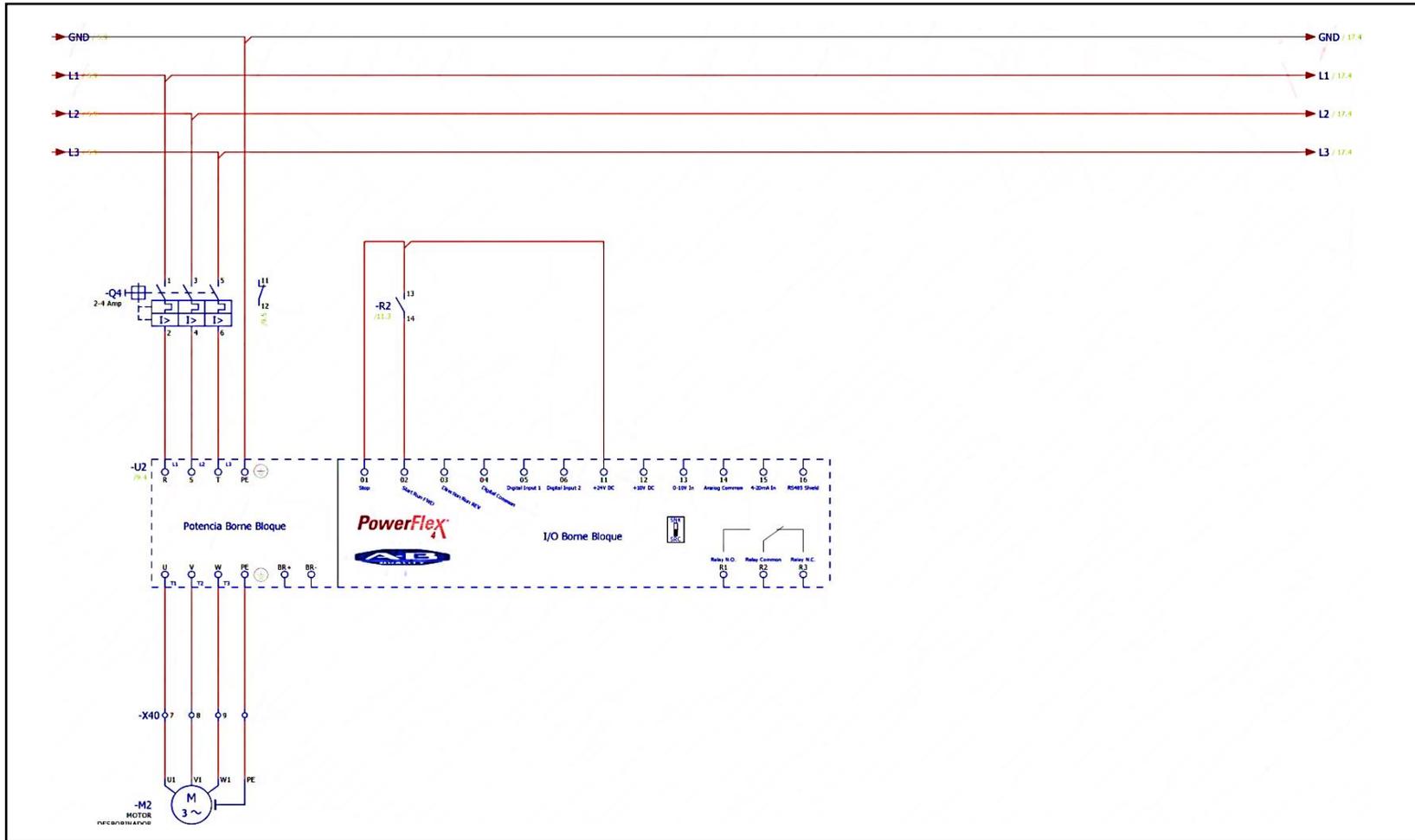


Figura 66. Plano de conexionado de Drive laminado

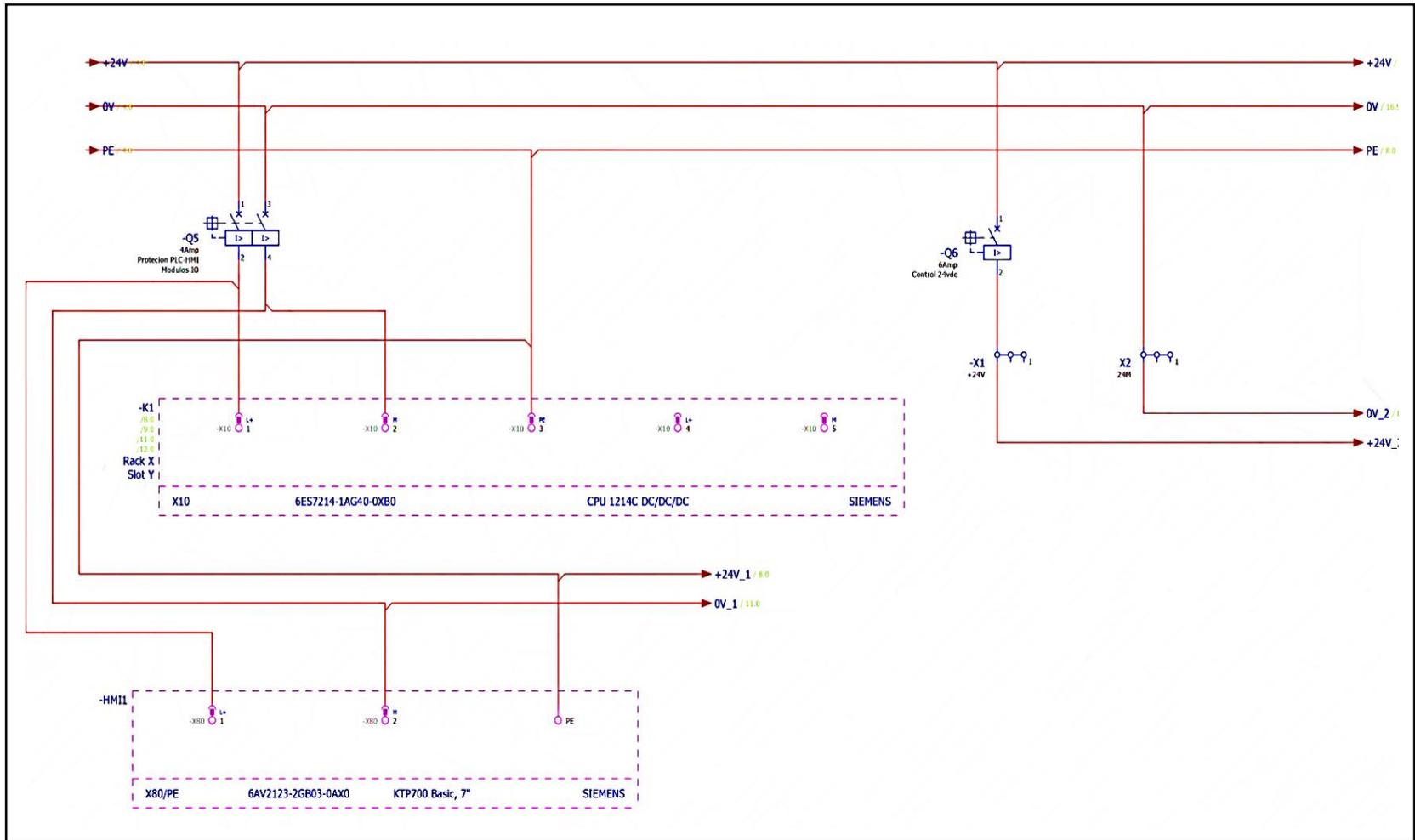


Figura 67. Alimentación PLC HMI

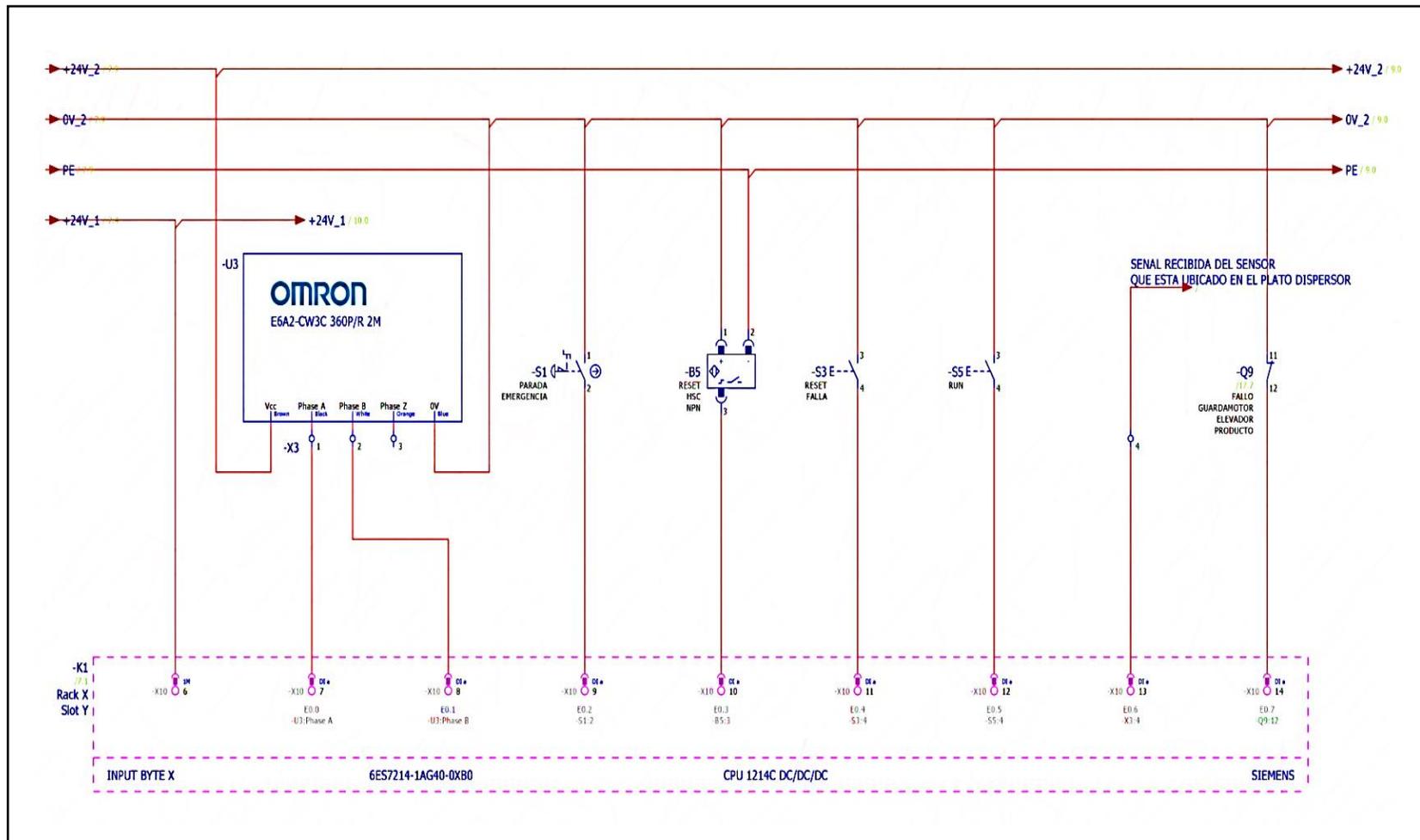


Figura 68. Entradas digitales

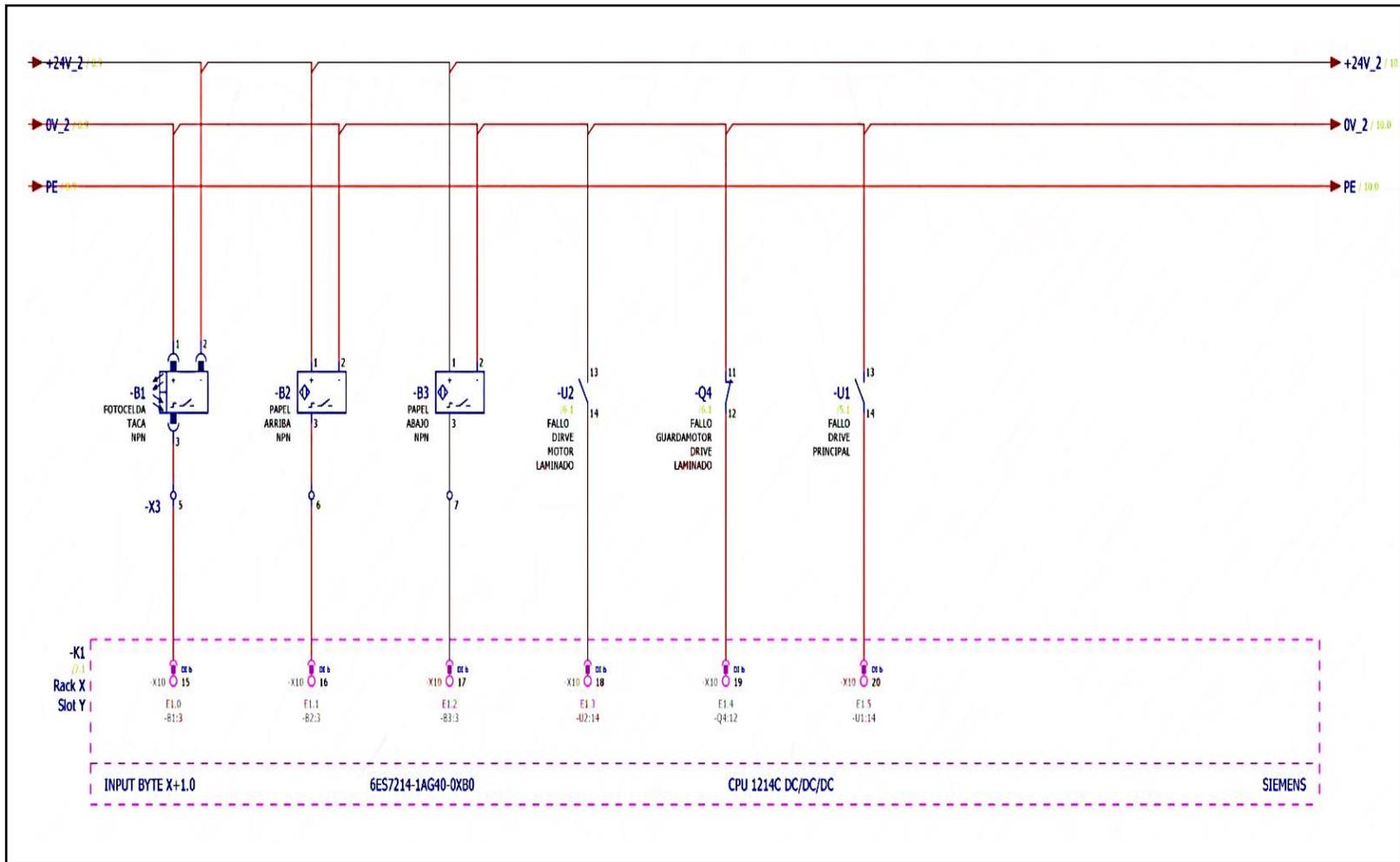


Figura 69. Entradas digitales 1

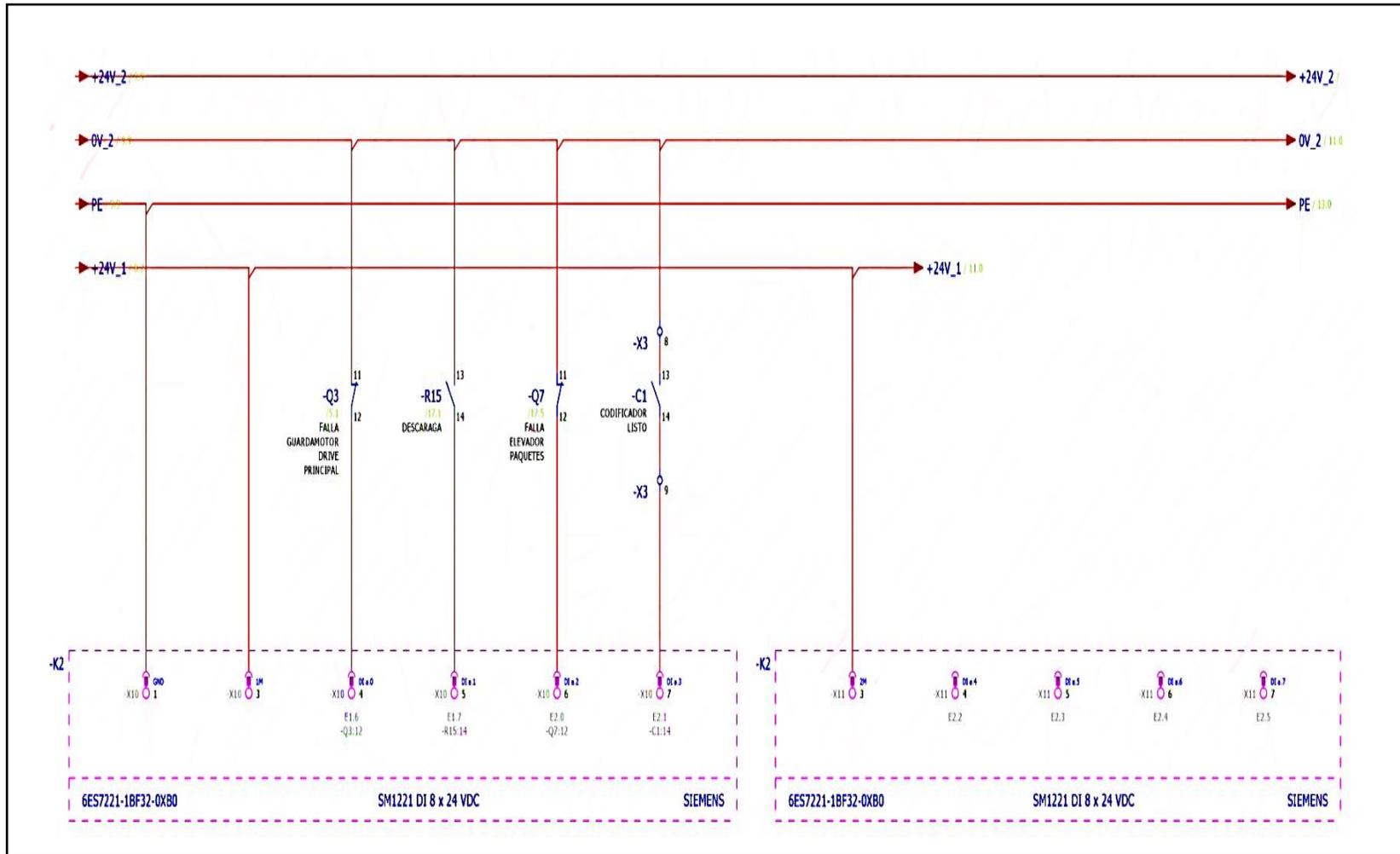


Figura 70. Entradas digitales 2

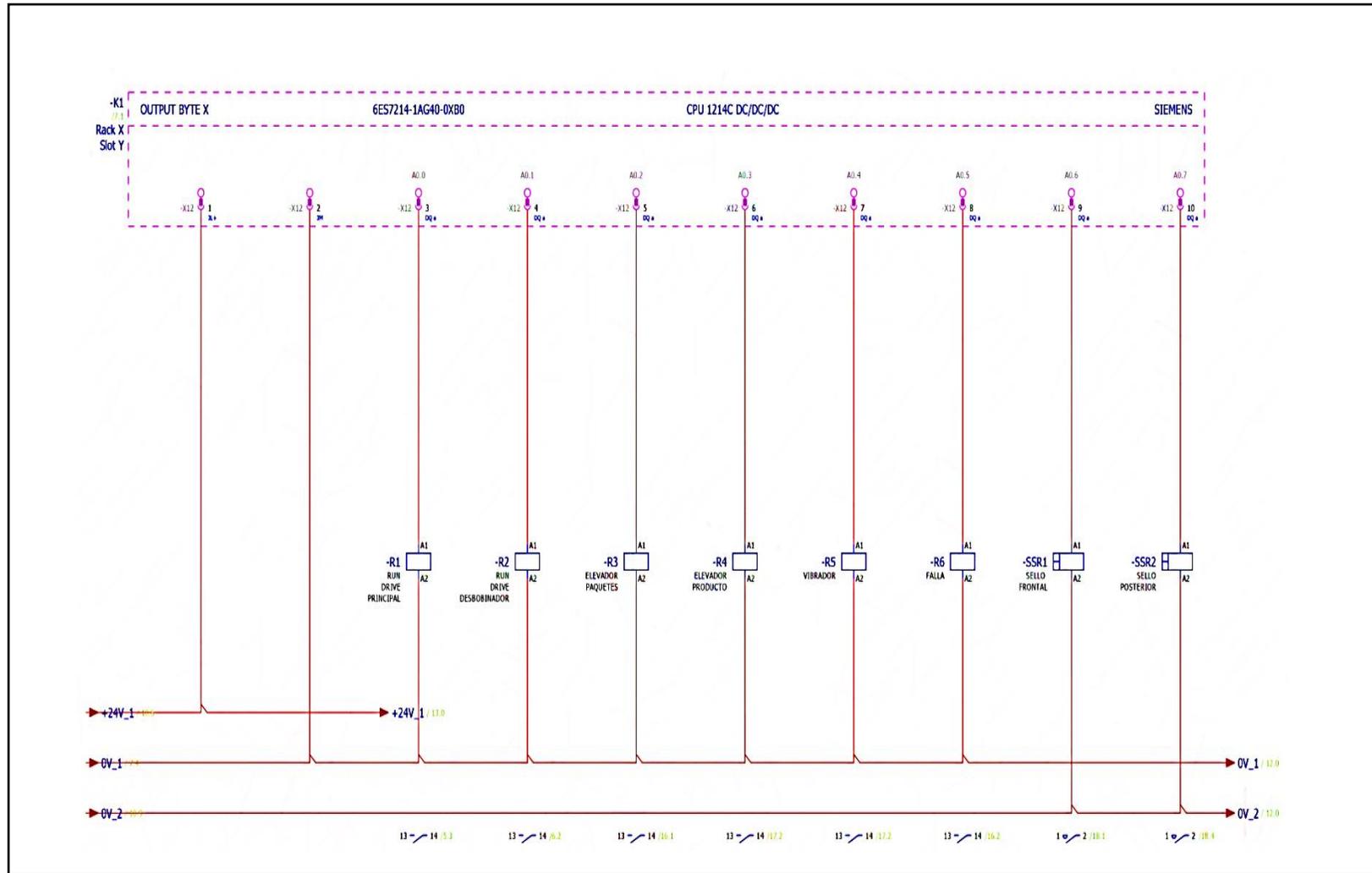


Figura 71. Salidas digitales

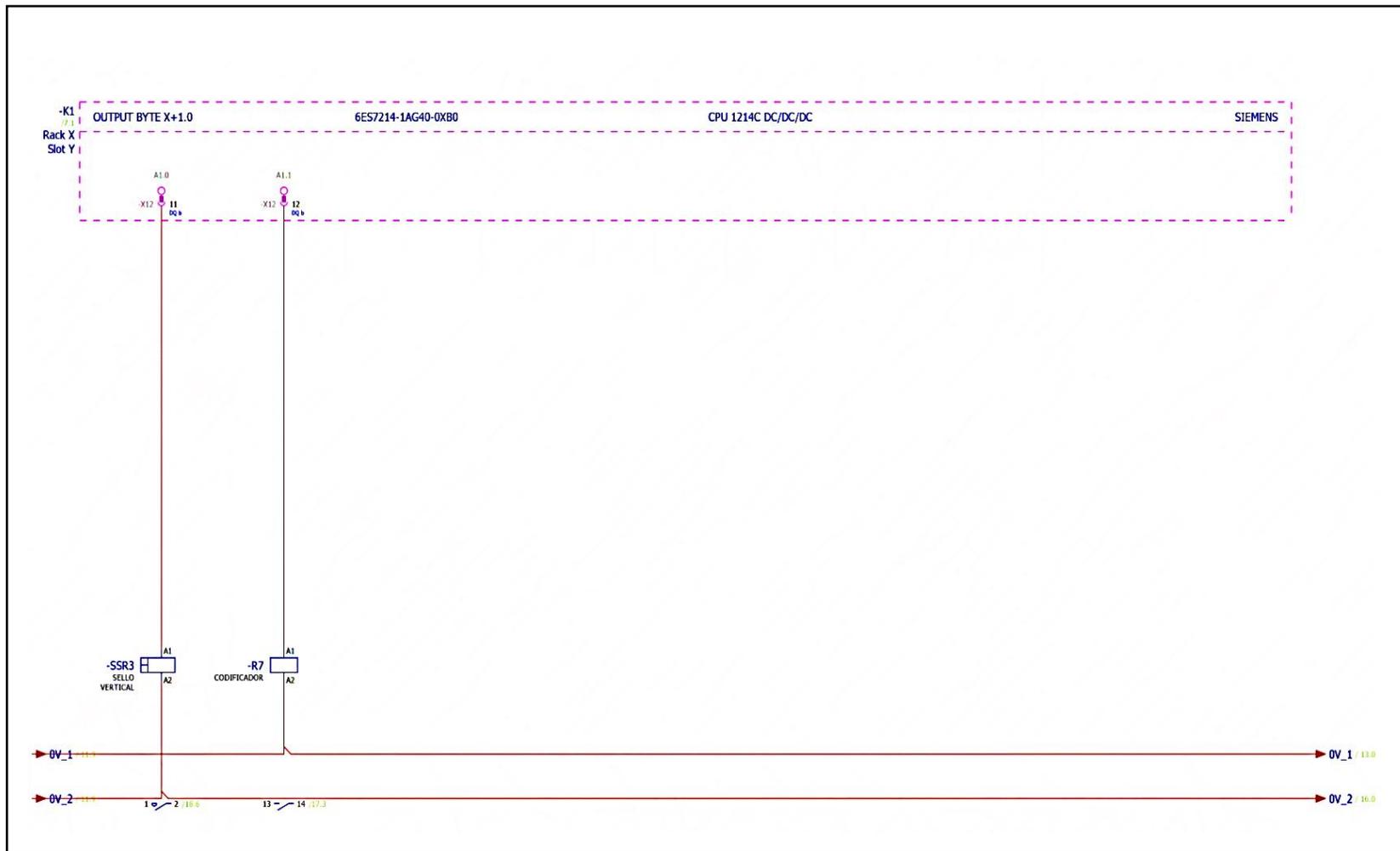


Figura 72. Salidas digitales 1

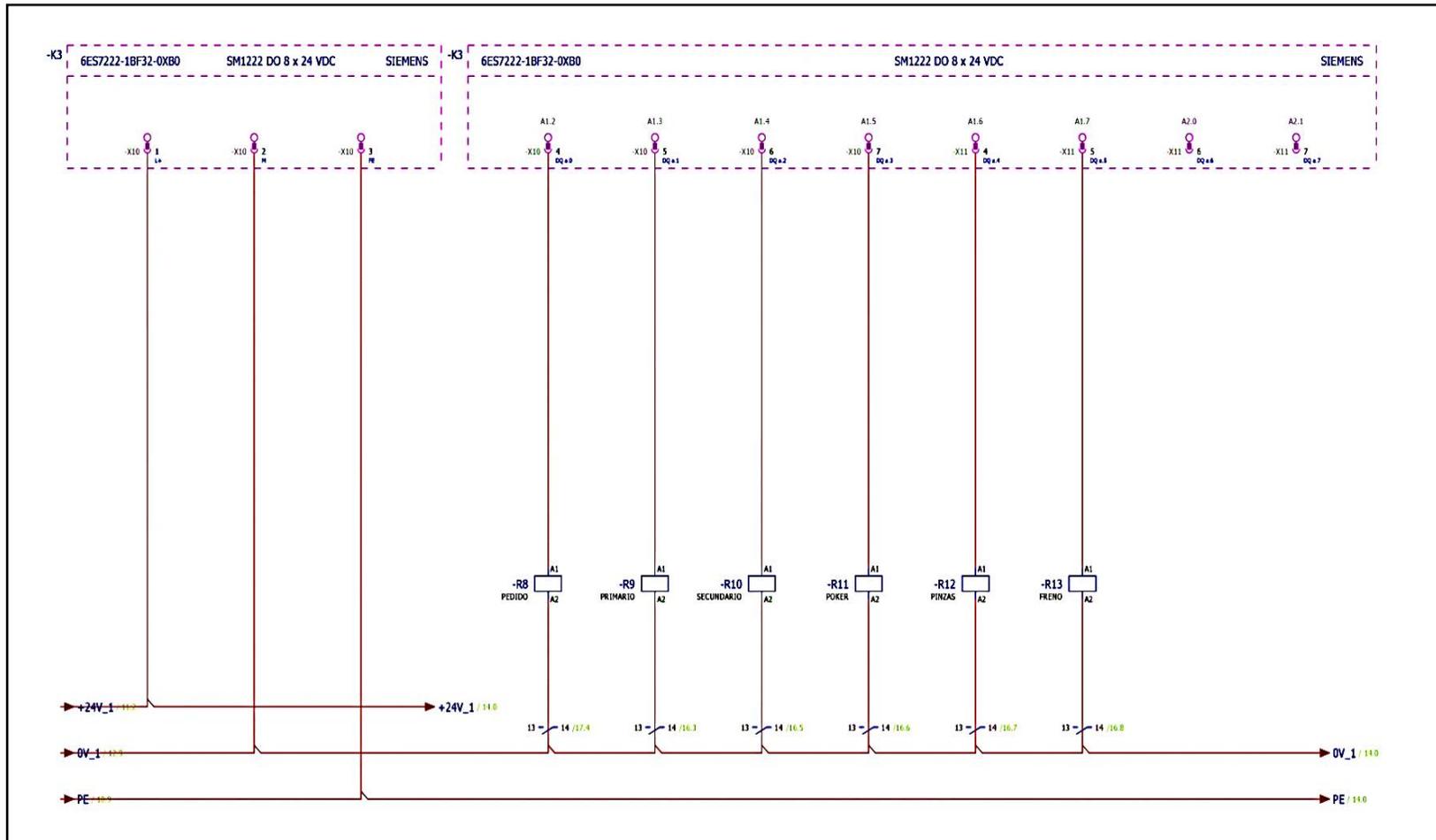


Figura 73. Salidas digitales 2

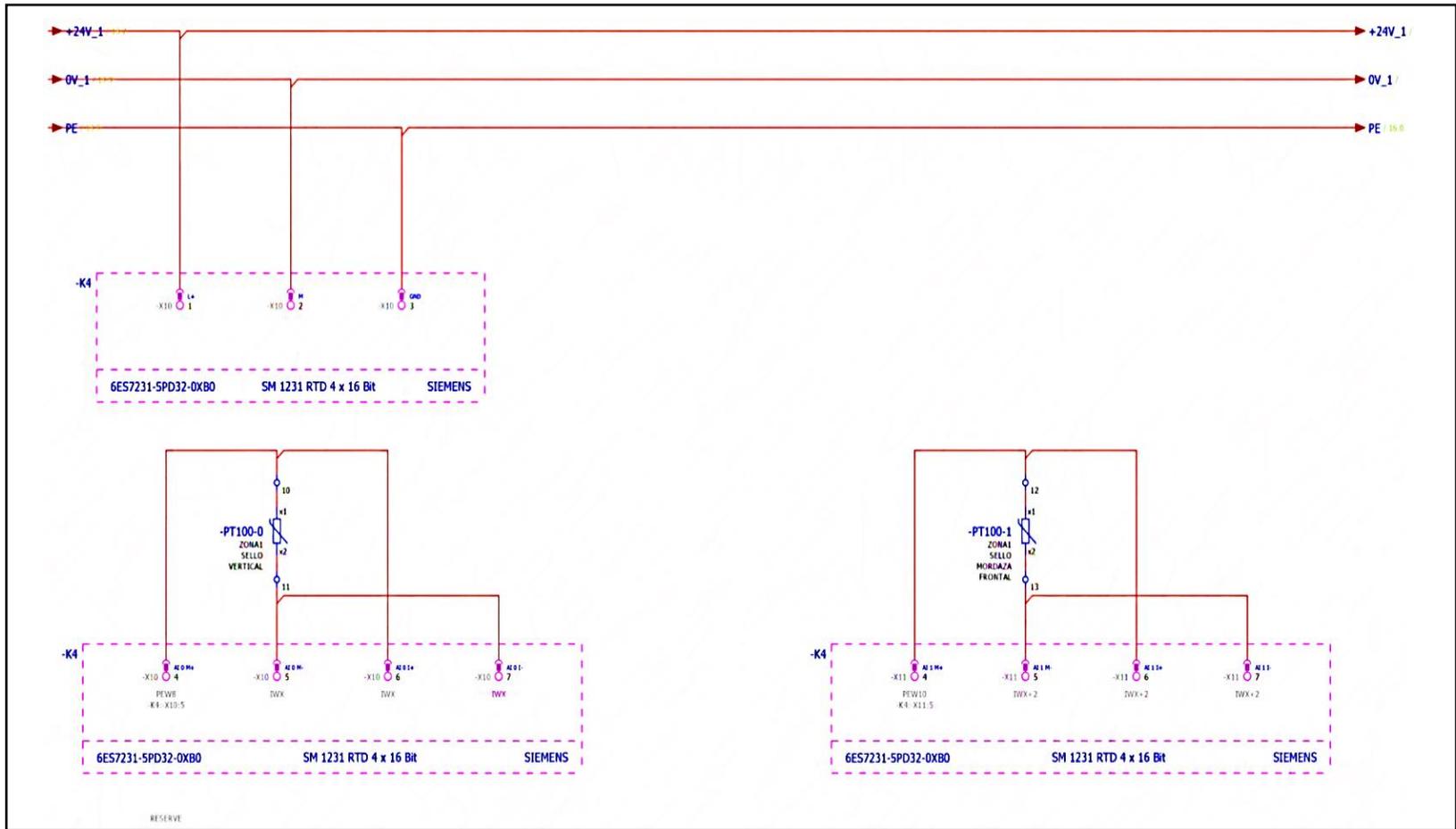


Figura 74. Entradas Analógicas PT100

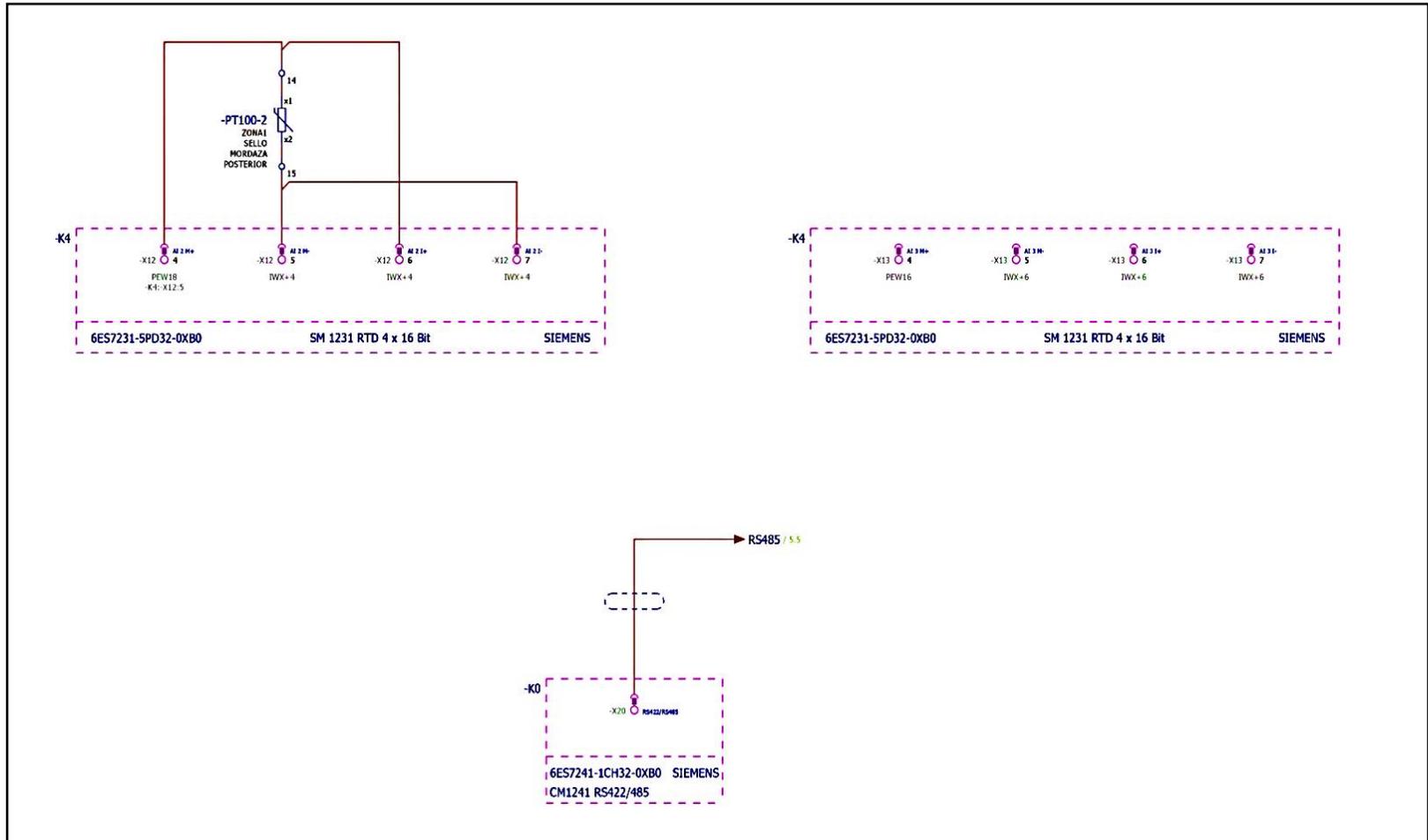


Figura 75. Entradas analógicas PT100

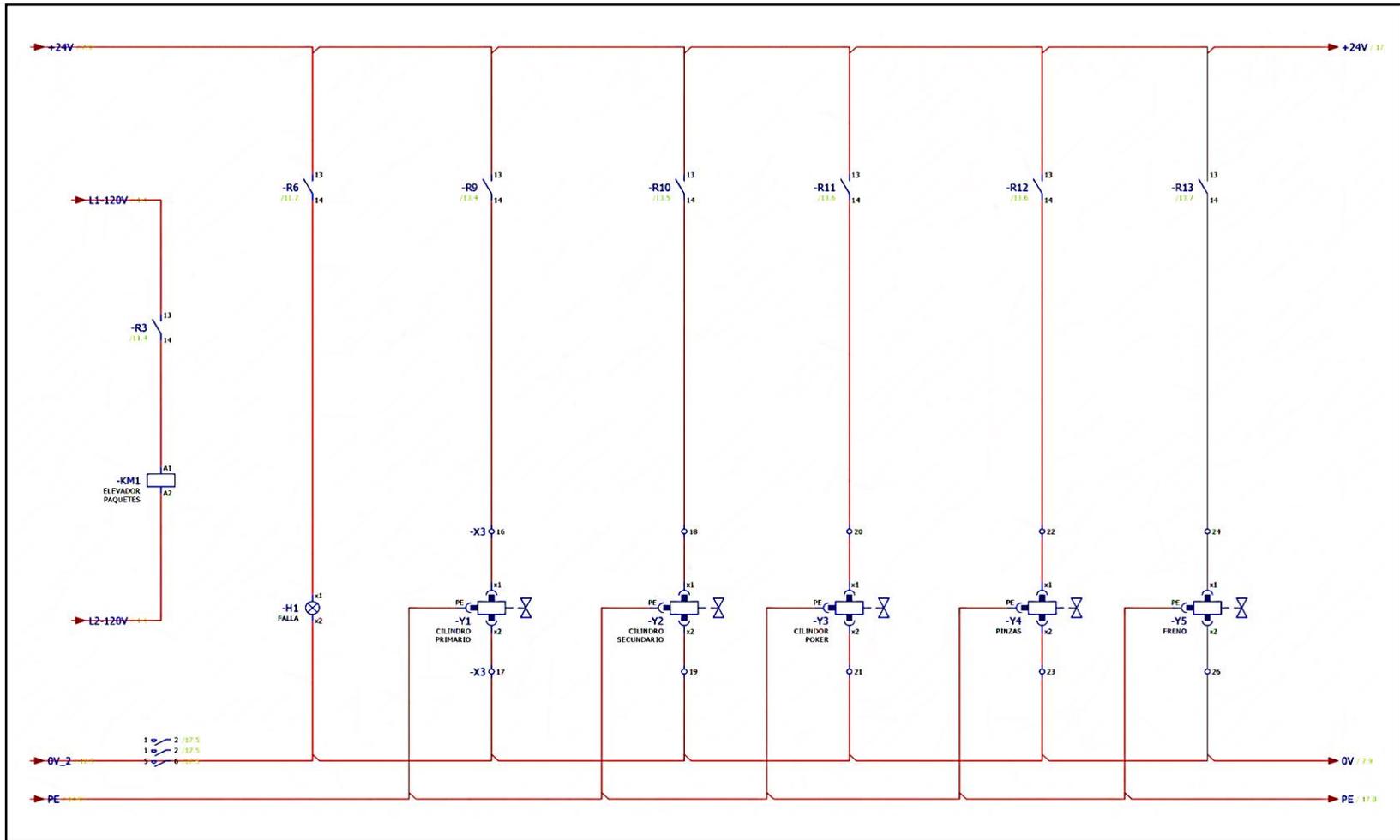


Figura 76. Plano de conexonado de electroválvulas

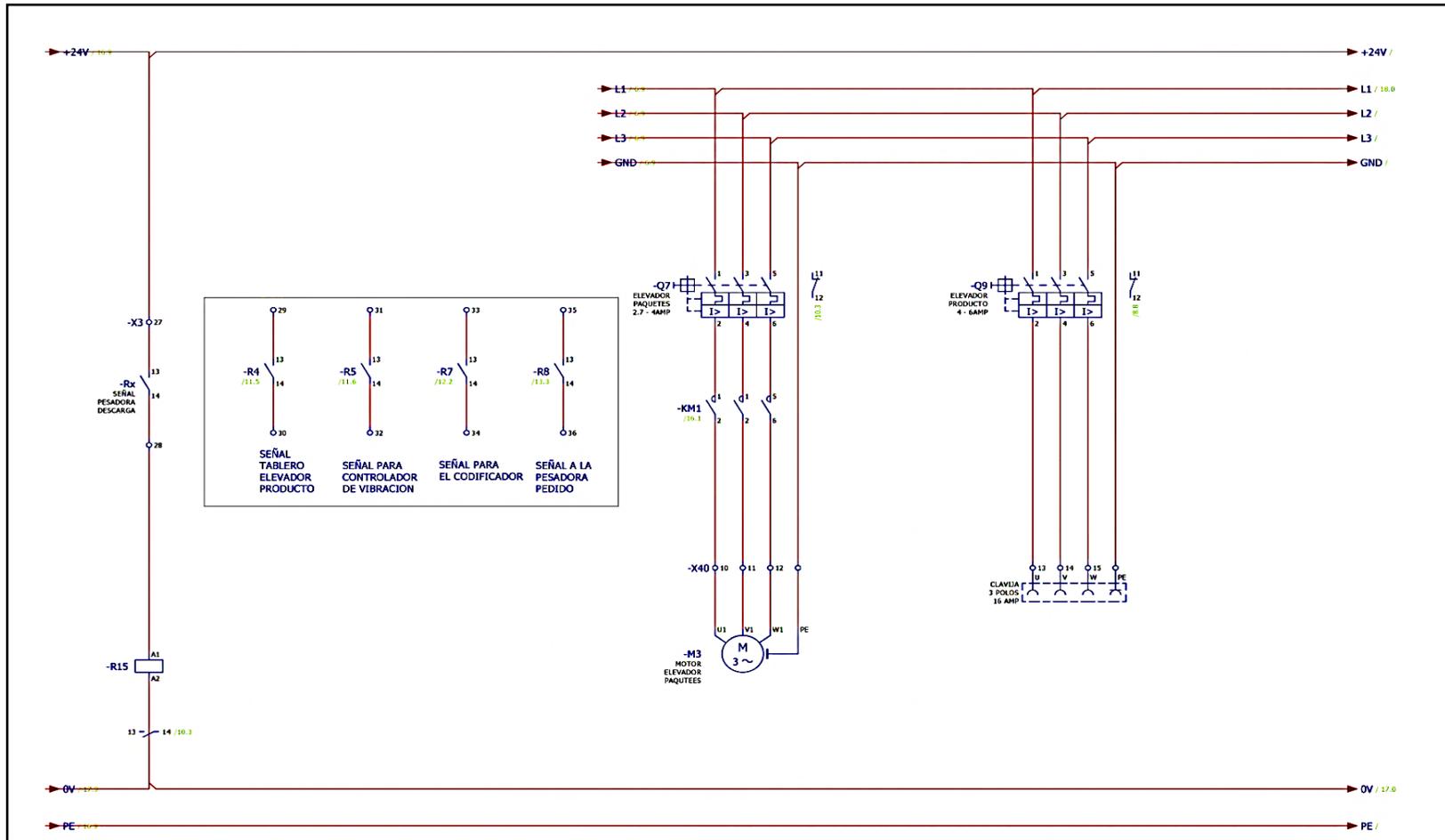


Figura 77. Plano de conexionado elevador de producto

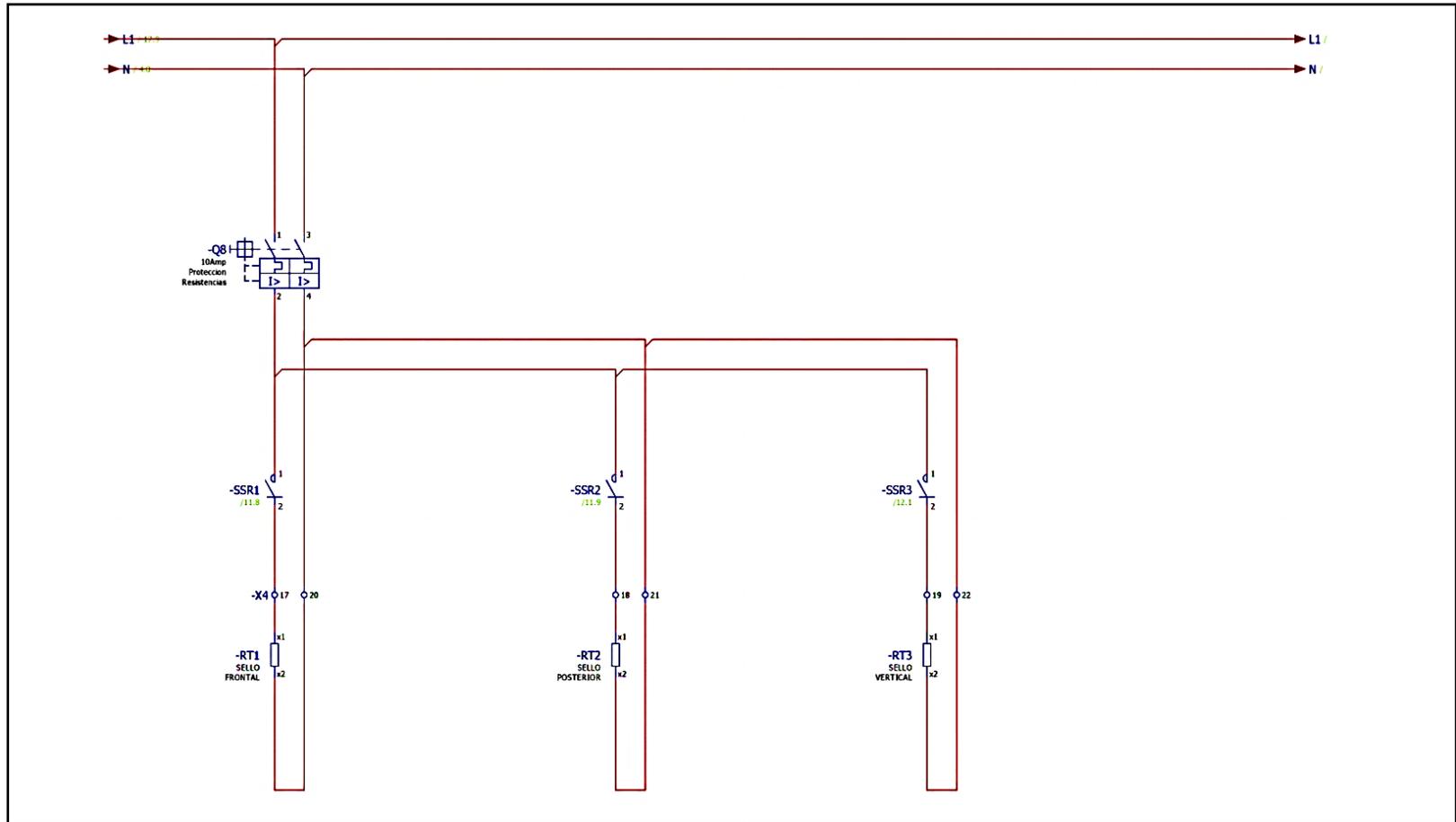


Figura 78. Plano de conexionado de resistencias

ANEXO C

TABLA DE VARIABLES PLC S7 - 1200

**PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Variables PLC /
Tabla de variables estándar [178]**

Variables PLC

Variables PLC									
Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HM/OPC UA	Escribible desde HM/OPC UA	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario	
RTD_SELLO_VERTICAL	Int	%IW128	False	True	True	True			
RTD_MORDAZA_FRONTAL	Int	%IW130	False	True	True	True			
RTD_MORDAZA_POSTERIOR	Int	%IW134	False	True	True	True			
RUN	Bool	%I0.5	False	True	True	True			
SENSOR_TACA	Bool	%I1.0	False	True	True	True			
SENSOR_PAPEL_ARRIBA	Bool	%I1.1	False	True	True	True			
SENSOR_PAPEL_ABAJO	Bool	%I1.2	False	True	True	True			
FALLO_DRIVE_BOBINA	Bool	%I1.3	False	True	True	True			
FALLO_GUARDAMOTOR_DRIVE_BOBINA	Bool	%I1.4	False	True	True	True			
FALLO_DRIVE_PRINCIPAL	Bool	%I1.5	False	True	True	True			
RESET	Bool	%I0.4	False	True	True	True			
SENSOR_PRODUCTO	Bool	%I0.6	False	True	True	True			
FALLO_GUARDAMOTOR_ELEVADOR_PRODUCTO	Bool	%I0.7	False	True	True	True			
STOP_EMERGENCIA	Bool	%I0.2	False	True	True	True			
PULSOS_ENCODER	DWord	%ID1000	False	True	True	True			
FALLA_GUARDAMOTOR_DRIVE_PRINCIPAL	Bool	%I2.0	False	True	True	True			
SEÑAL_DESCARGA_PESADORA	Bool	%I2.1	False	True	True	True			
FALLA_ELEVADOR_PAQUETES	Bool	%I2.2	False	True	True	True			
CODIFICADOR_LISTO	Bool	%I2.3	False	True	True	True			
LIBRE_1	Bool	%I2.4	False	True	True	True			
LIBRE_2	Bool	%I2.5	False	True	True	True			
LIBRE_3	Bool	%I2.6	False	True	True	True			
LIBRE_4	Bool	%I2.7	False	True	True	True			
RTD_LIBRE	Int	%IW132	False	True	True	True			
Tag_33	Bool	%I0.3	False	True	True	True			
RUN_DRIVE_PRINCIPAL	Bool	%Q0.0	False	True	True	True			
RUN_DRIVE_LAMINADO	Bool	%Q0.1	False	True	True	True			

Totally Integrated Automation Portal									
Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HM/O PC UA	Escribible desde HM/O PC UA	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario	
<input type="checkbox"/> ELEVADOR_PAQUETES	Bool	%Q0.2	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> ELEVADOR_PRODUC-TO	Bool	%Q0.3	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> VIBRADOR_ALIMENTACION_PESADORA	Bool	%Q0.4	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> FALLA	Bool	%Q0.5	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> MORDAZA_FRONTAL	Bool	%Q0.6	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> MORDAZA_POSTERIOR	Bool	%Q0.7	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> VERTICAL_SSR	Bool	%Q1.0	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> CODIFICADOR	Bool	%Q1.1	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> PEDIDO	Bool	%Q2.0	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> PRIMARIO	Bool	%Q2.1	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> SECUNDARIO	Bool	%Q2.2	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> POKER	Bool	%Q2.3	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> PINZAS	Bool	%Q2.4	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> FRENO	Bool	%Q2.5	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> AUX1	Bool	%Q2.6	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> LIBRE	Bool	%Q2.7	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> Tag_26	UInt	%QW0	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> Tag_1	DInt	%MD8	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> Tag_2	Real	%MD12	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> Tag_5	DInt	%MD24	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> Tag_7	Real	%MD32	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> Tag_9	DWord	%MD16	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> Tag_10	Real	%MD20	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> Tag_11	Real	%MD28	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> System_Byte	Byte	%MB1	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> FirstScan	Bool	%M1.0	False	True	False	True			
<input type="checkbox"/> DiagStatusUpdate	Bool	%M1.1	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> AlwaysTRUE	Bool	%M1.2	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> AlwaysFALSE	Bool	%M1.3	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> Clock_Byte	Byte	%MB0	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> Clock_10Hz	Bool	%M0.0	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> Clock_5Hz	Bool	%M0.1	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> Clock_2.5Hz	Bool	%M0.2	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> Clock_2Hz	Bool	%M0.3	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> Clock_1.25Hz	Bool	%M0.4	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> Clock_1Hz	Bool	%M0.5	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> Clock_0.625Hz	Bool	%M0.6	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> Clock_0.5Hz	Bool	%M0.7	False	True	True	True			
<input type="checkbox"/> Fallo_varios	Bool	%M2.0	False	True	True	True			

---:IT / 0 1 0 1

Totally Integrated Automation Portal									
Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HM/IO PC UA	Escribible desde HM/IO PC UA	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario	
MARCA DE FALLO	Bool	%M2.1	False	True	True	True			
Tag_4	Bool	%M3.0	False	True	True	True			
Tag_6	Bool	%M3.1	False	True	True	True			
Tag_15	Bool	%M3.2	False	True	True	True			
TIEMPO_ACTUAL	Time	%MD4	False	True	True	True			
Tag_16	Bool	%M3.3	False	True	True	True			
Tag_17	Bool	%M3.4	False	True	True	True			
Tag_18	Bool	%M3.5	False	True	True	True			
Tag_19	Bool	%M3.6	False	True	True	True			
Tag_20	Bool	%M3.7	False	True	True	True			
VELOCIDAD 1_MAIN_DRIVE	UInt	%MW56	False	True	True	True			
CORRIENTE DEL MOTOR	Real	%MD36	False	True	True	True			
VOLTAJE_BUS_CC	Real	%MD40	False	True	True	True			
VOLTAJE_DEL_MOTOR	Real	%MD44	False	True	True	True			
TEMP_DRIVE	Real	%MD52	False	True	True	True			
BOLSAS_VACIAS	Bool	%M2.2	False	True	True	True			
BOLSAS_LLENAS	Bool	%M2.3	False	True	True	True			
VISIBILIDAD_BOTONES	Word	%MW62	False	True	True	True			
PULSOS_ENCODER_1	Int	%MW64	False	True	True	True			
TIEMPO_FRENO	DInt	%MD48	False	True	True	True			
TIEMPO_POKER	DInt	%MD58	False	True	True	True			
TIEMPO_SALIDA_AUX1	DInt	%MD66	False	True	True	True			
TIEMPO_CODIGO	DInt	%MD180	False	True	True	True			
Tag_3	Bool	%M2.4	False	True	True	True			
Tag_8	Bool	%M90.0	False	True	True	True			
Tag_12	Bool	%M90.1	False	True	True	True			
Tag_13	Bool	%M90.2	False	True	True	True			
FIN_GRADO_REMOCION	DInt	%MD70	False	True	True	True			
GRADO_APERTURA_MANDIBULAS	DInt	%MD76	False	True	True	True			
GRADO_APERTURA_MORDAZAS	DInt	%MD80	False	True	True	True			
GRADO_CIERRE_MANDIBULAS	DInt	%MD84	False	True	True	True			
GRADO_CIERRE_MORDAZAS	DInt	%MD92	False	True	True	True			
GRADO_CODIFICADOR_CONECTADO	DInt	%MD96	False	True	True	True			

Totally Integrated Automation Portal									
Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HM/O PC UA	Escribible desde HM/O PC UA	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario	
GRADO_FRENO_CONECTADO	DInt	%MD100	False	True	True	True			
GRADO_PEDIDO_DES-CARGA	DInt	%MD104	False	True	True	True			
GRADO_POKER_CONECTADO	DInt	%MD108	False	True	True	True			
GRADO_SALIDA_AUX1_CONECTADO	DInt	%MD112	False	True	True	True			
MEMORIA_SENSOR_DE_TACA	Bool	%M2.5	False	True	True	True			
Tag_14	Bool	%M90.3	False	True	True	True			
Tag_21	Bool	%M90.4	False	True	True	True			
Tag_22	Bool	%M90.5	False	True	True	True			
LIMITE_MINIMO_ANGULO	DInt	%MD116	False	True	True	True			
LIMITE_MIAXIMO_ANGULO	DInt	%MD120	False	True	True	True			
LIMITE_MINIMO_TIEMPO	DInt	%MD124	False	True	True	True			
LIMITE_MAXIMO_TIEMPO	DInt	%MD128	False	True	True	True			
LIMITE_MEDIO_ANGULO	DInt	%MD132	False	True	True	True			
Tag_23	Bool	%M90.6	False	True	True	True			
Tag_24	Bool	%M90.7	False	True	True	True			
Tag_27	Bool	%M140.0	False	True	True	True			
Tag_25	Bool	%M140.1	False	True	True	True			
LED_POKER_HMI	Bool	%M140.2	False	True	True	True			
LED_PINZAS_HMI	Bool	%M140.3	False	True	True	True			
LED_TACA_HMI	Bool	%M140.4	False	True	True	True			
ACTIVAR_CODIGO_HMI	Bool	%M140.5	False	True	True	True			
ACTIVAR_SALIDA_AUX1	Bool	%M140.6	False	True	True	True			
LED_FRENO_HMI	Bool	%M140.7	False	True	True	True			
AVISOS_HMI	Word	%MW142	False	True	True	True			
PARADA DE EMERGENCIA	Bool	%M142.0	False	True	True	True			
ELEVADOR DE PAQUETES FALLA	Bool	%M142.1	False	True	True	True			
GUARDAMOTOR DRIVE PRINCIPAL FALLA	Bool	%M142.2	False	True	True	True			
GUARDAMOTOR DRIVE BOBINADOR	Bool	%M142.3	False	True	True	True			
DRIVE PRINCIPAL FALLA	Bool	%M143.4	False	True	True	True			
DRIVE BOBINADOR FALLA	Bool	%M142.5	False	True	True	True			

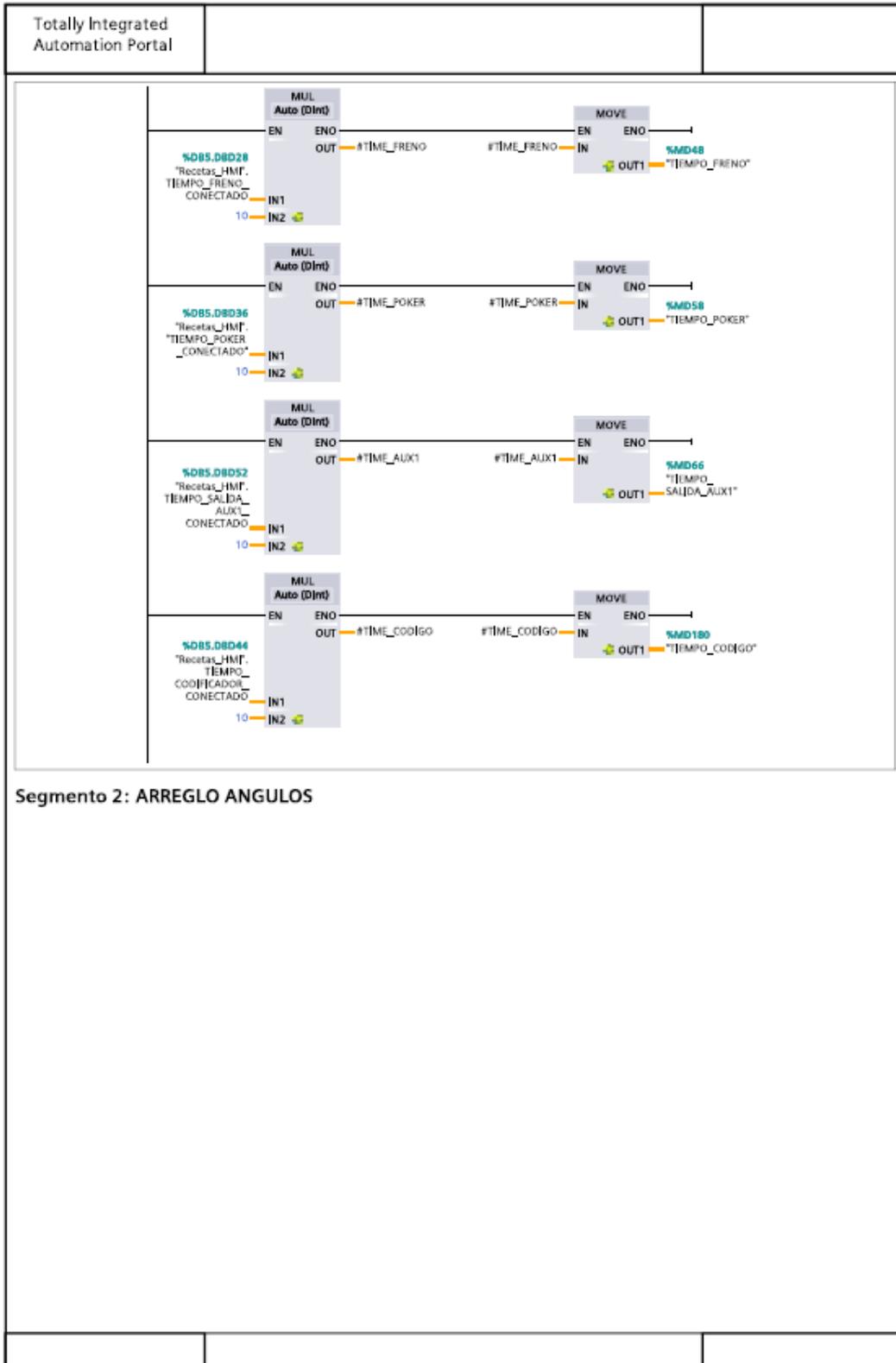
Totally Integrated Automation Portal									
Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Accesible desde HM/IO PC UA	Escribible desde HMI/O PC UA	Visible en HMI Engineering	Supervisión	Comentario	
GUARDAMOTOR ELEVADOR DE PRODUCTO FALLA	Bool	%M142.6	False	True	True	True			
PULSO	Bool	%M2.6	False	True	True	True			
Tag_28	Bool	%M150.0	False	True	True	True			
Tag_29	Bool	%M91.0	False	True	True	True			
Tag_30	Bool	%M91.1	False	True	True	True			
PULSO_SENSOR_UP	Bool	%M2.7	False	True	True	True			
PULSO_SENSOR_DOWN	Bool	%M88.0	False	True	True	True			
TIME_ELEV_PRO	DInt	%MD136	False	True	True	True			
TIME_ELEV_PRO(2)	Int	%MW144	False	True	True	True			
RESET_HSC	Bool	%M88.1	False	True	True	True			
CERO_ENCODER	DWord	%MD146	False	True	True	True			
STATUS_HSC	Word	%MW152	False	True	True	True			
CARGA_HSC	Bool	%M88.2	False	True	True	True			
DESCARGA_PULSO	Bool	%M88.3	False	True	True	True			
MEMORIA_DESCARGA	Bool	%M88.4	False	True	True	True			
Tag_31	Bool	%M88.5	False	True	True	True			
Tag_32	Bool	%M88.6	False	True	True	True			
LED_CODIGO_HMI	Bool	%M88.7	False	True	True	True			
SENSOR_TACA_PULSO	Bool	%M74.0	False	True	True	True			
FALLO_CODIFICADOR	Bool	%M142.7	False	True	True	True			
GRADOS_ENCODER	UDInt	%MD154	False	True	True	True			
reset_descarga	Bool	%M74.1	False	True	True	True			
PULSO_C1	Bool	%M74.2	False	True	True	True			
VALOR_CONTADOR	Int	%MW158	False	True	True	True			
FALLA_PAPEL_ROTO	Bool	%M74.3	False	True	True	True			
RESET_C1	Bool	%M74.4	False	True	True	True			
RESET_PULSO_C1	Bool	%M74.5	False	True	True	True			
FALLO_PAPEL_ROTO	Bool	%M143.0	False	True	True	True			

ANEXO D
PROGRAMACIÓN PLC S7-1200

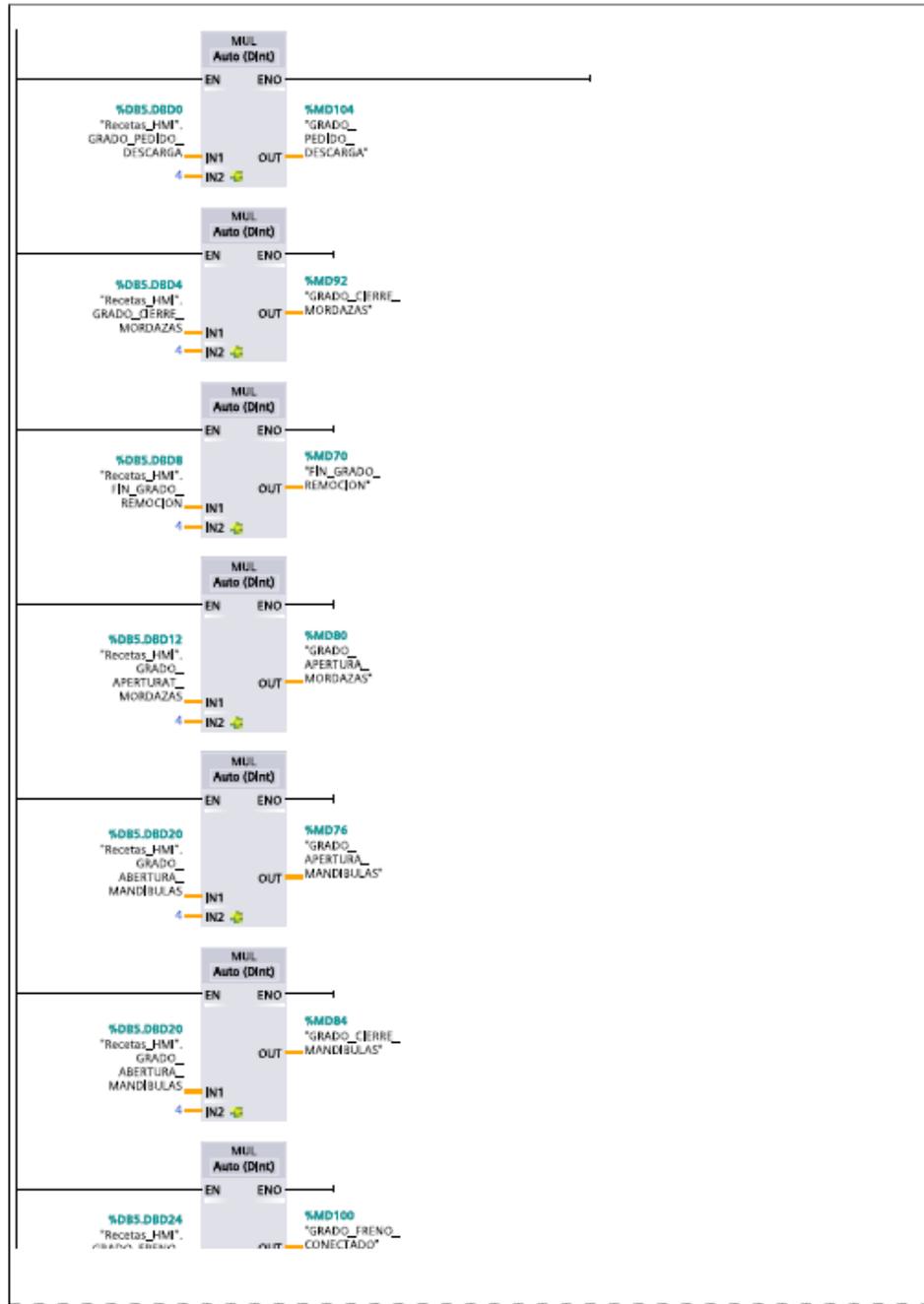
Totally Integrated Automation Portal			
PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa AVISOS HMI [FC7]			
AVISOS HMI Propiedades			
General			
Nombre	AVISOS HMI	Número	7
Idioma	KOP	Numeración	Automático
Tipo	FC		
Información			
Título		Autor	
Familia		Versión	0.1
		Comentario	
		ID personalizada	
Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Supervisión
Input			
Output			
InOut			
Temp			
Constant			
▼ Return			
AVISOS HMI	Void		
Segmento 1:			

Totally Integrated Automation Portal		
%I0.2 "STOP_ EMERGENCIA"		%M142.0 "PARADA DE EMERGENCIA"
%I2.2 "FALLA ELEVADOR_ PAQUETES"		%M142.1 "ELEVADOR DE PAQUETES FALLA"
%I2.0 "FALLA_ GUARDAMOTOR_ DRIVE_ PRINCIPAL"		%M142.2 "GUARDAMOTOR DRIVE PRINCIPAL FALLA"
%I1.4 "FALLO_ GUARDAMOTOR_ DRIVE_ BOBINA"		%M142.3 "GUARDAMOTOR DRIVE BOBINADOR"
%I1.5 "FALLO_DRIVE_ PRINCIPAL"		%M143.4 "DRIVE PRINCIPAL FALLA"
%I1.3 "FALLO_DRIVE_ BOBINA"		%M142.5 "DRIVE BOBINADOR FALLA"
%I0.7 "FALLO_ GUARDAMOTOR_ ELEVADOR_ PRODUCTO"		%M142.6 "GUARDAMOTOR ELEVADOR DE PRODUCTO FALLA"
%I2.3 "CODIFICADOR_ LISTO"		%M142.7 "FALLO_ CODIFICADOR"
%M74.3 "FALLA_PAPEL_ ROTO"		%M143.0 "FALLO_PAPEL_ ROTO"

Totally Integrated Automation Portal					
<p>PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa</p> <p>ARREGLO DE TIEMPOS & Angulos [FC5]</p>					
ARREGLO DE TIEMPOS & Angulos Propiedades					
General					
Nombre	ARREGLO DE TIEMPOS & Angulos	Número	5	Tipo	FC
Idioma	KOP	Numeración	Automático		
Información					
Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizada	
Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Supervisión	Comentario	
Input					
Output					
InOut					
▼ Temp					
TIME_FRENO	DInt				
TIME_POKER	DInt				
TIME_AUX1	DInt				
TIME_CODIGO	DInt				
Constant					
▼ Return					
ARREGLO DE TIEMPOS & Angulos	Void				
Segmento 1: ARREGLO DE TIEMPOS					



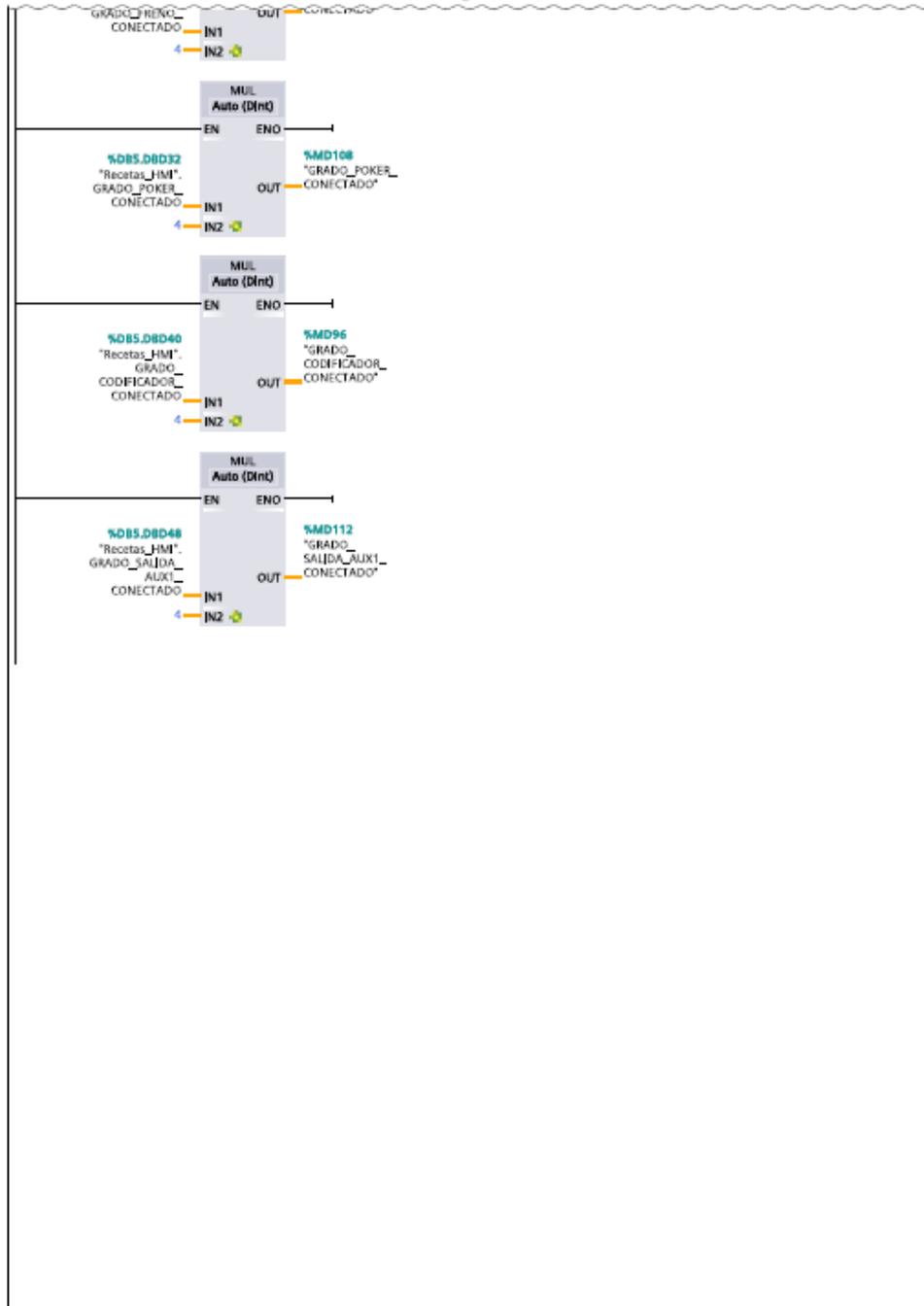
Segmento 2: ARREGLO ANGULOS (1.1 / 2.1)



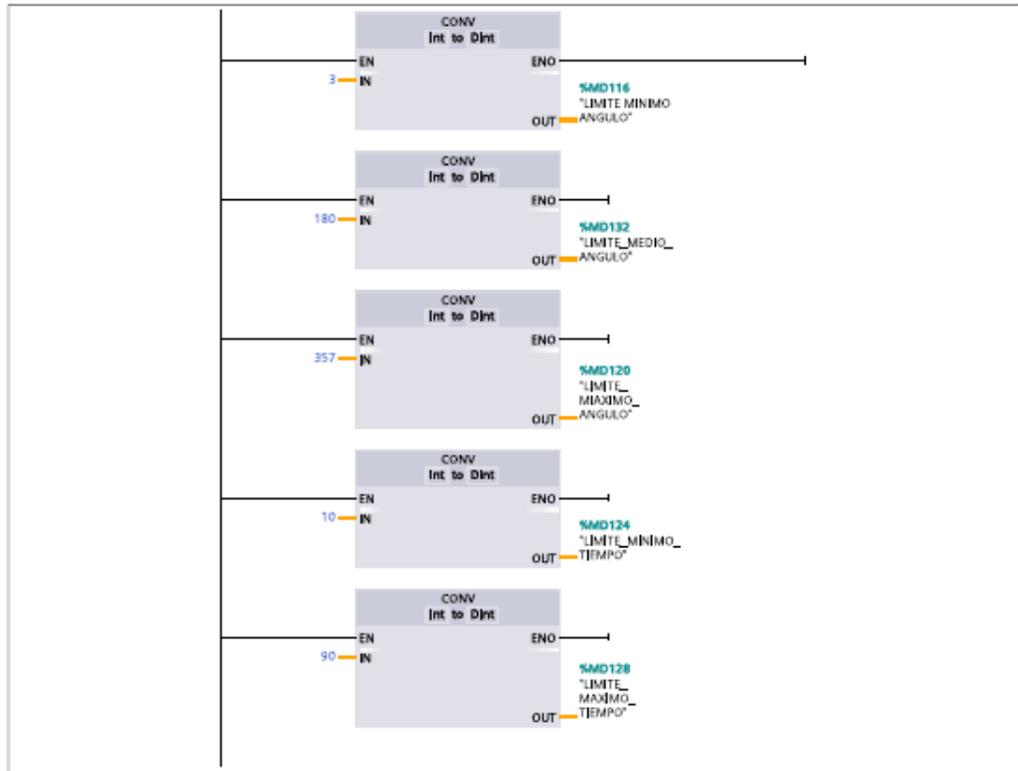
2.1 (Página3 - 4)

Segmento 2: ARREGLO ANGULOS (2.1 / 2.1)

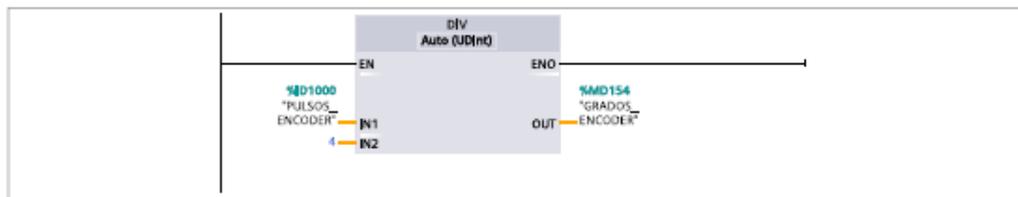
1.1 (Página3 - 3)



Segmento 3: LIMITES DE VALORES MOSTRADOS EN LA HMI



Segmento 4:



Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa

Zonas_de_Sellados [FC1]

Zonas_de_Sellados Propiedades

General					
Nombre	Zonas_de_Sellados	Número	1	Tipo	FC
Idioma	KOP	Numeración	Automático		
Información					
Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizada	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Supervisión	Comentario
Input				
Output				
InOut				
Temp				
Constant				
▼ Return				
Zonas_de_Sellados	Void			

Segmento 1: TEMP ZONA 1 MORDAZA FRONTAL

Segmento 1: TEMP ZONA 1 MORDAZA FRONTAL

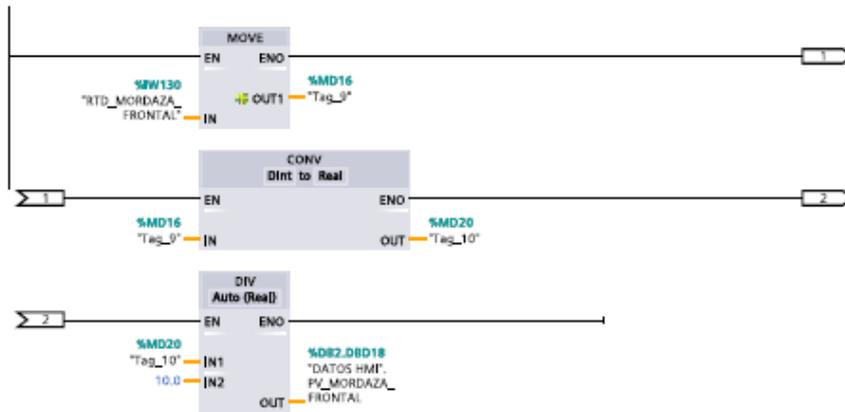
```

graph TD
    R1(( )) --> MOVE[MOVE]
    MOVE --> ENO1(( ))
    MOVE --> OUT1[OUT1 %MD8 "Tag_1"]
    
    R2(( )) --> CONV[CONV Dint to Real]
    CONV --> ENO2(( ))
    CONV --> OUT2[OUT %MD12 "Tag_2"]
    
    R3(( )) --> DIV[DIV Auto (Real)]
    DIV --> ENO3(( ))
    DIV --> OUT3[OUT %DB2.DBD14 "DATOS HIMI" PV_VERTICAL]
    
    ENO1 --- ENO2
    ENO2 --- ENO3
  
```

Segmento 2: TEMP ZONA 2 MORDAZA TRAZERA

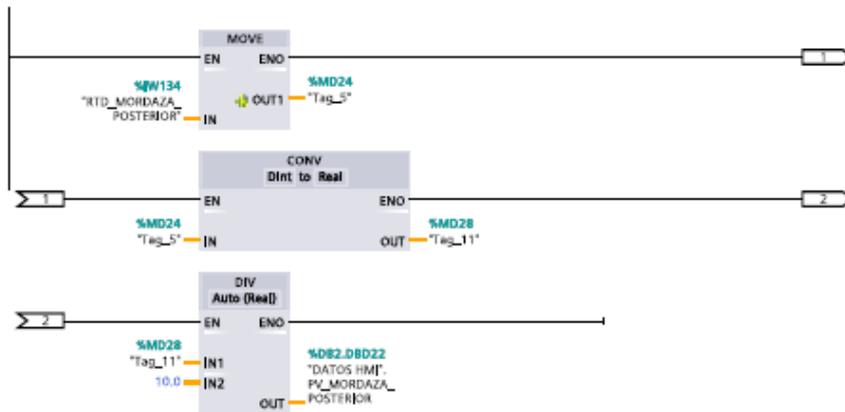
Integración de programación ingeniería (vinculo de acceso)

Segmento 2: TEMP ZONA 2 MORDAZA TRAZERA



Segmento 3: TEMP ZONA 3 SELLO VERTICAL

Segmento 3: TEMP ZONA 3 SELLO VERTICAL

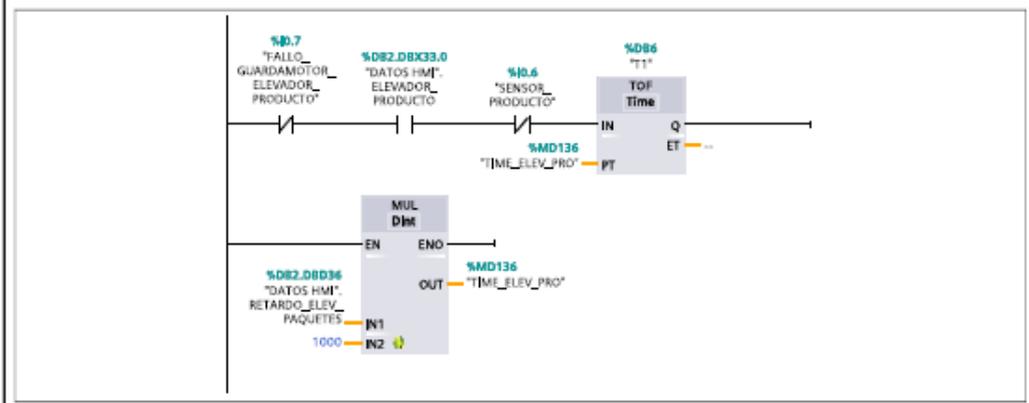


PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa

VARIOS [FC2]

VARIOS Propiedades					
General					
Nombre	VARIOS	Número	2	Tipo	FC
Idioma	KOP	Numeración	Automático		
Información					
Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizada	
Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Supervisión	Comentario	
Input					
Output					
InOut					
▼ Temp					
CORRIENTE MOTOR	Word				
Constant					
▼ Return					
VARIOS	Void				

Segmento 1: ELEVADOR DE PRODUCTO

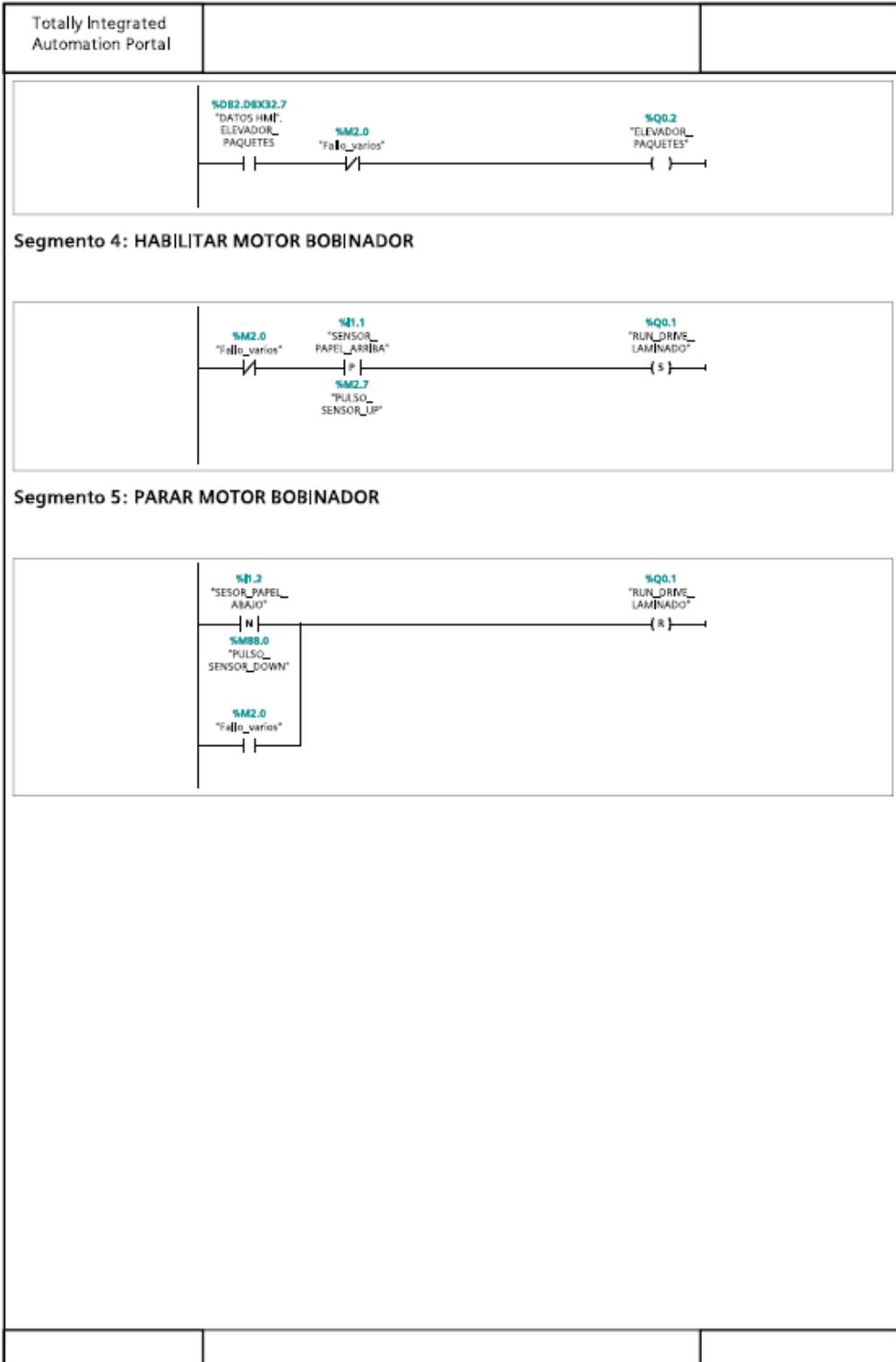


Segmento 2:

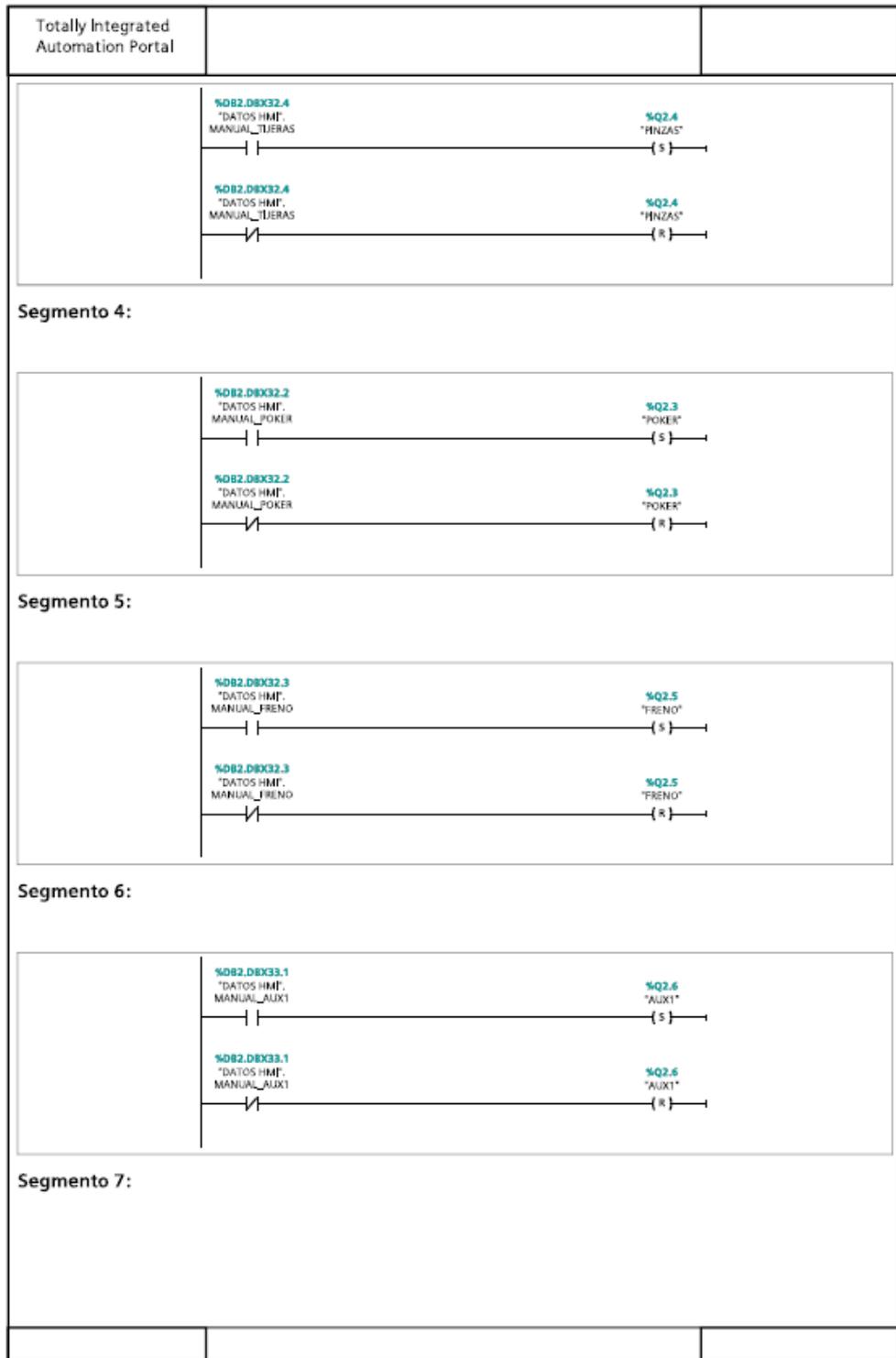


Segmento 3: ELEVADOR DE PAQUETES

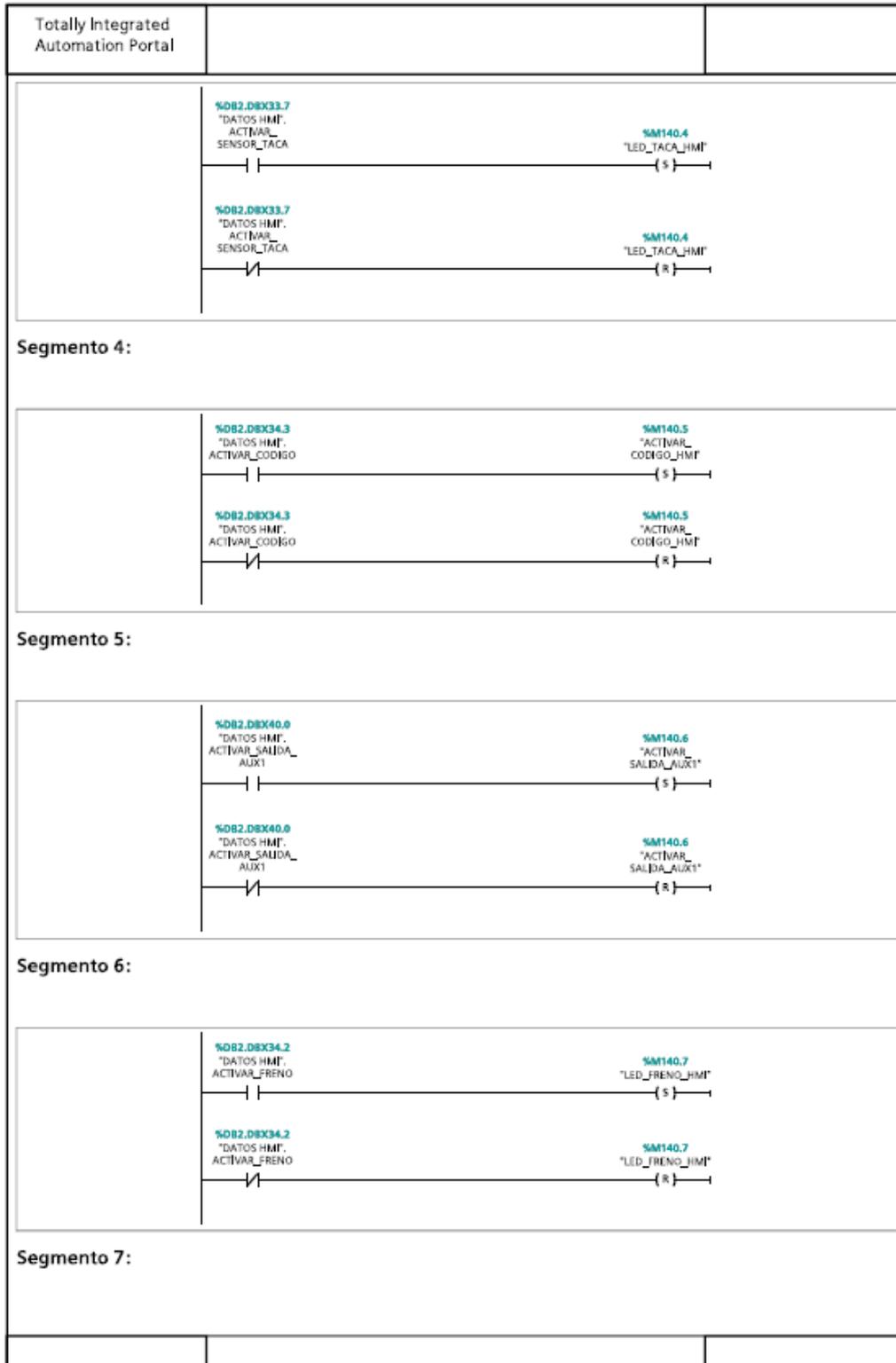
--	--	--

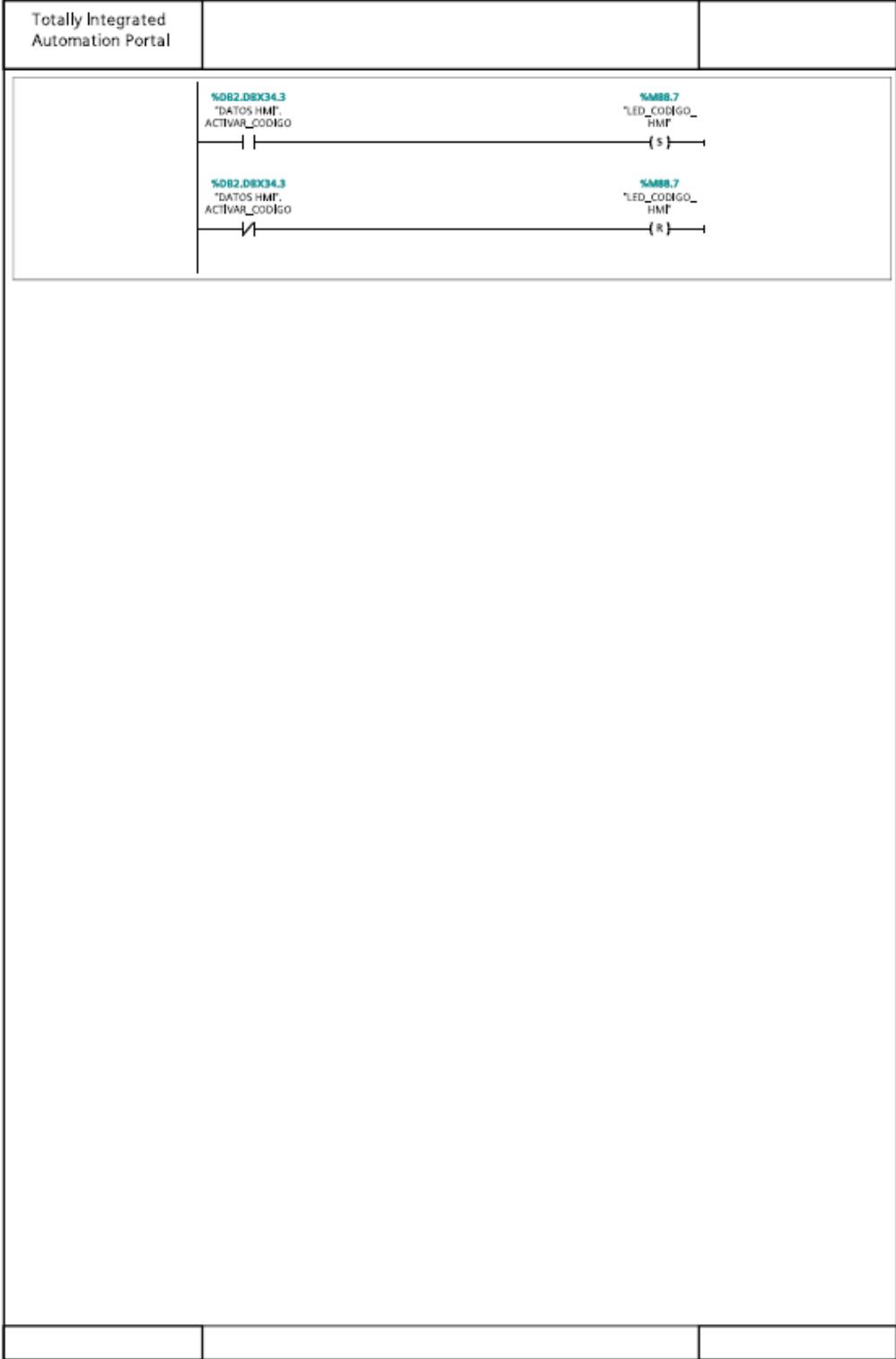


Totally Integrated Automation Portal					
<h2>PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa</h2> <h3>MODO_MANUAL [FC3]</h3>					
MODO_MANUAL Propiedades					
General					
Nombre	MODO_MANUAL	Número	3	Tipo	FC
Idioma	KOP	Numeración	Automático		
Información					
Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizada	
Propiedades de datos					
Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Supervisión	Comentario	
Input					
Output					
InOut					
Temp					
Constant					
▼ Return					
MODO_MANUAL	Void				
Segmento 1: MODO MANUAL SALIDAS DIGITALES					
Segmento 2:					
Segmento 3:					

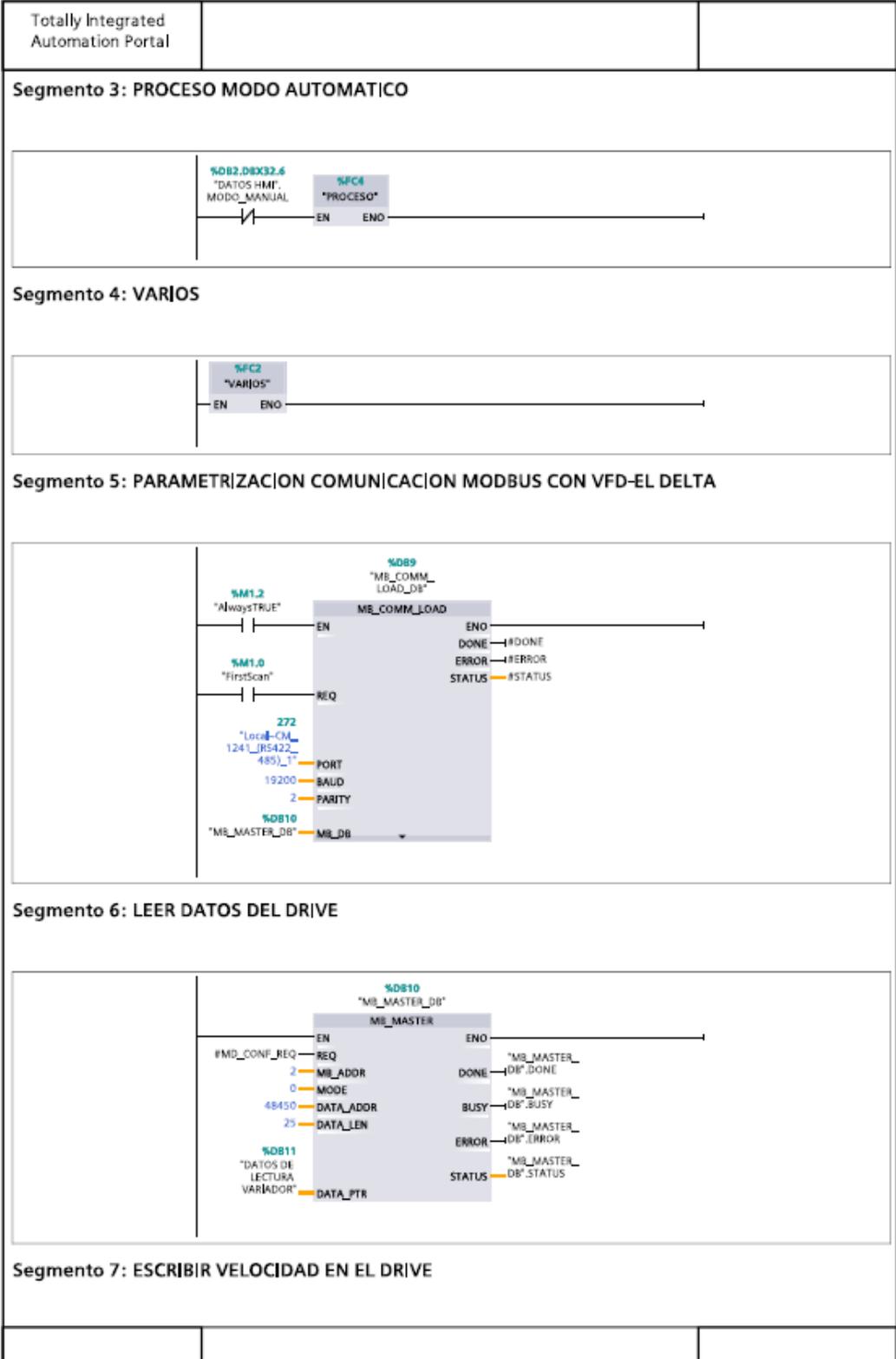


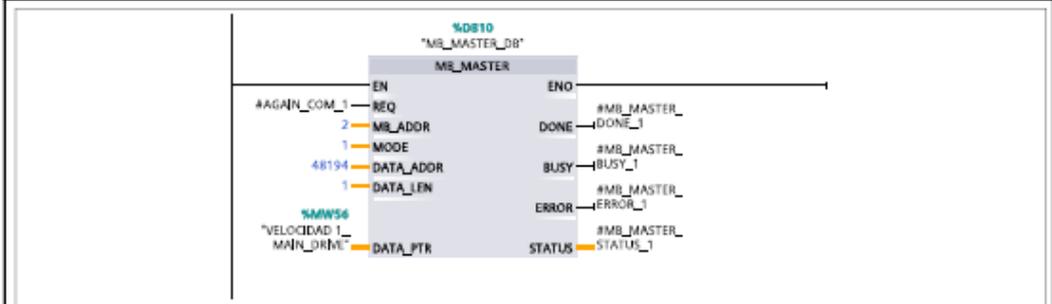
Totally Integrated Automation Portal					
<p>PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa</p> <p>ARREGLO_TAGS_HMI [FC6]</p>					
ARREGLO_TAGS_HMI Propiedades					
General					
Nombre	ARREGLO_TAGS_HMI	Número	6	Tipo	FC
Idioma	KOP	Numeración	Automático		
Información					
Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizada	
Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Supervisión	Comentario	
Input					
Output					
InOut					
Temp					
Constant					
▼ Return					
ARREGLO_TAGS_HMI	Void				
Segmento 1:					
Segmento 2:					
Segmento 3:					



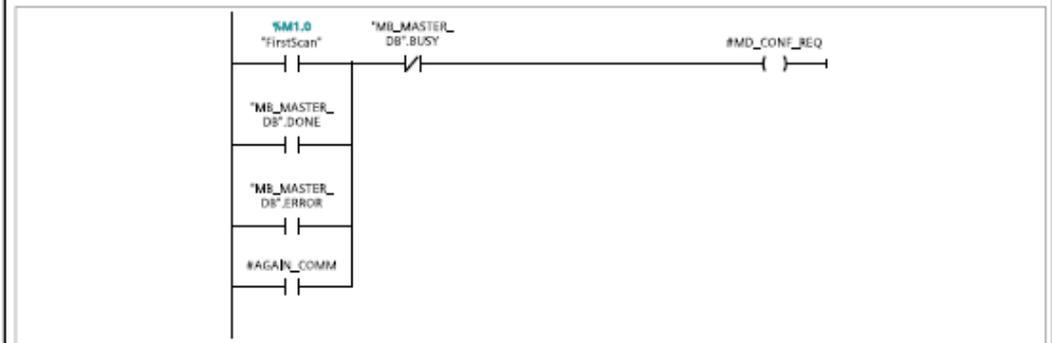


Totally Integrated Automation Portal				
PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa				
Main [OB1]				
Main Propiedades				
General				
Nombre	Main	Número 1	Tipo OB	
Idioma	KOP	Numeración Automático		
Información				
Título	"Main Program Sweep (Cycle)"	Autor	Comentario	
Familia		Versión 0.1	ID personalizada	
Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Supervisión	Comentario
▼ Temp				
DONE	Bool			
ERROR	Bool			
STATUS	Word			
CV_CONTADOR	Int			
RES_COMM	Bool			
AGAIN_COMM	Bool			
MD_CONF_REQ	Bool			
AGAIN_COM_1	Bool			
MB_MASTER_DONE_1	Bool			
MB_MASTER_BUSY_1	Bool			
MB_MASTER_ERROR_1	Bool			
MB_MASTER_STATUS_1	Word			
CORRIENTE_1	Real			
CORRIENTE_0	Word			
VOLT_BUS_CC_0	Word			
VOLT_BUS_CC_1	Real			
VOLTAJE_MOTOR_0	Word			
VOLTAJE_MOTOR_1	Real			
TEMP_DRIVE_0	Word			
TEMP_DRIVE_1	Real			
Constant				
Segmento 1: CONTROLADOR PID ZONA DE CALENTAMIENTO				
Segmento 2: ARREGLO TIMEPOS Y ANGULOS				

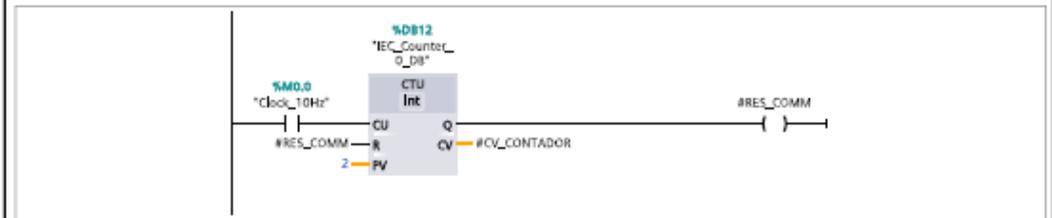




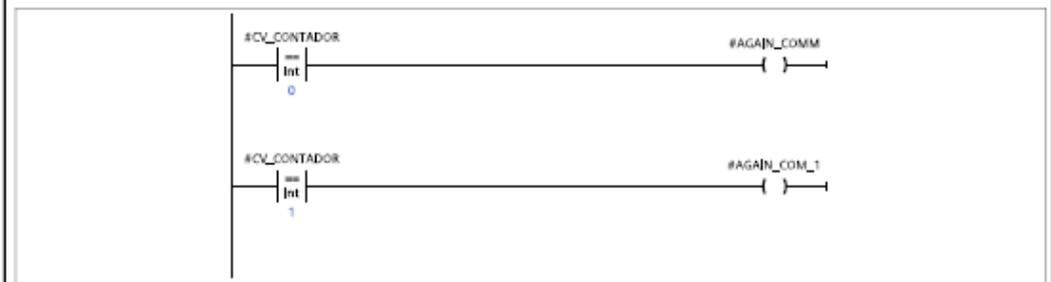
Segmento 8: RESTABLECER COMUNICACION

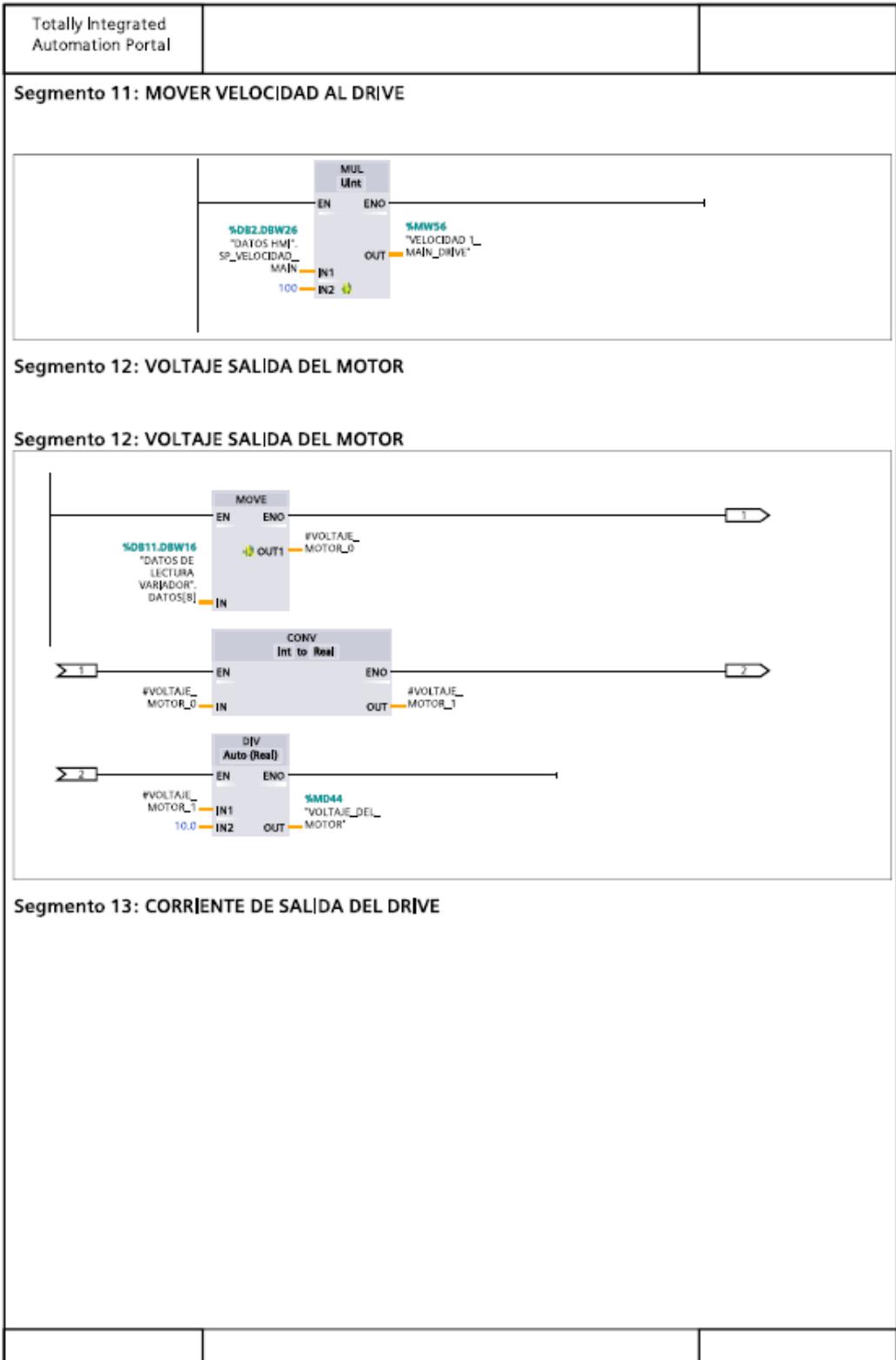


Segmento 9: RESTABLECER COMUNICACION

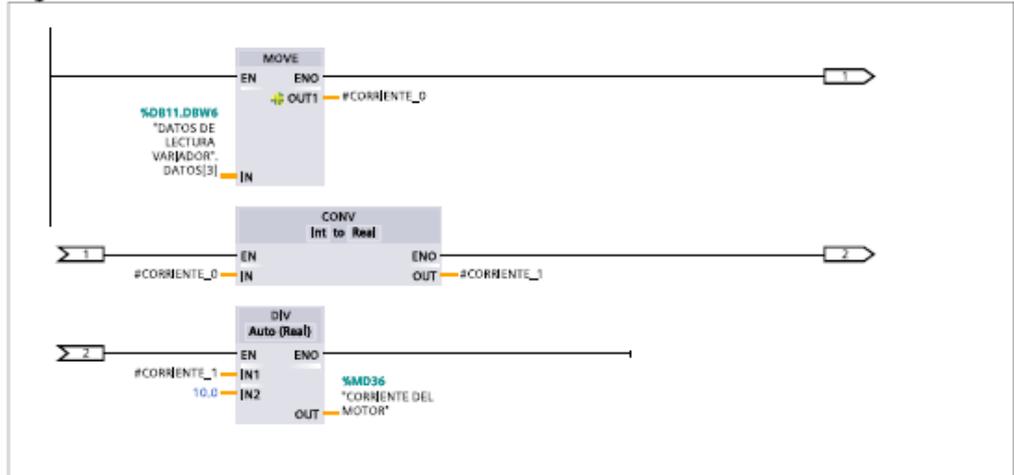


Segmento 10: RESTABLECER COMUNICACION



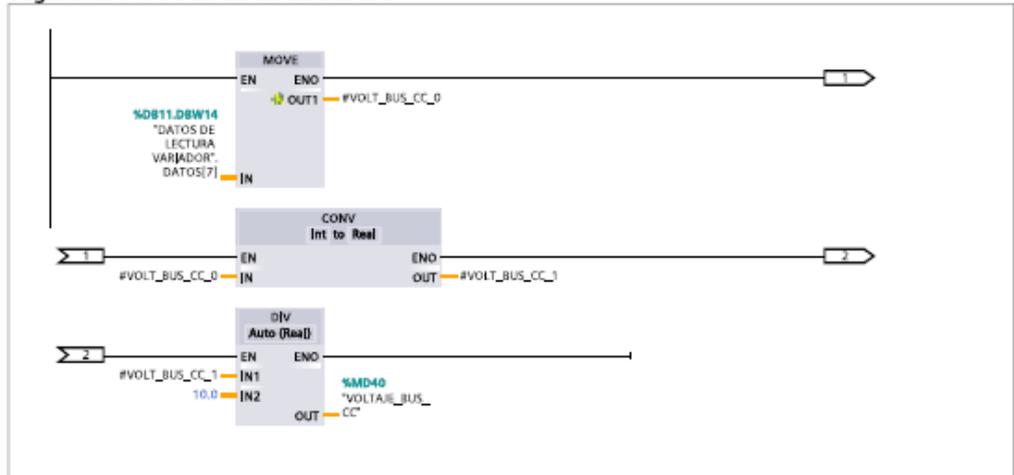


Segmento 13: CORRIENTE DE SALIDA DEL DRIVE



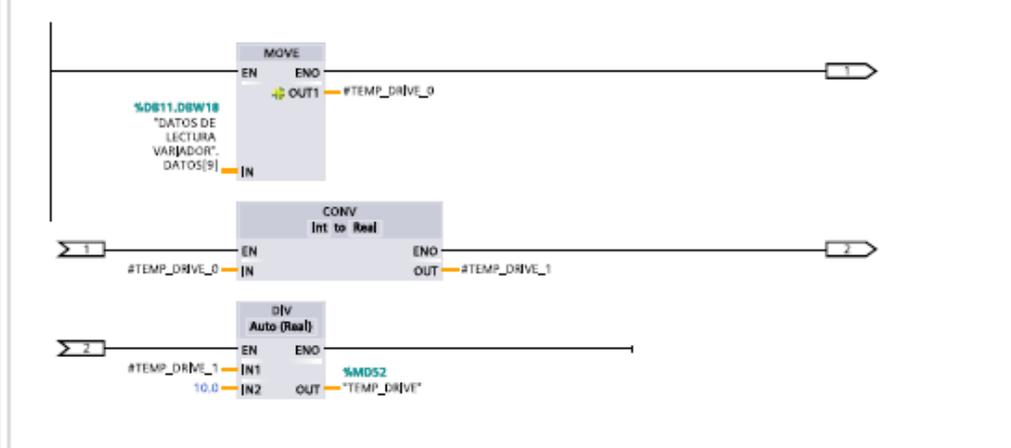
Segmento 14: VOLTAJE EN EL BUS DC

Segmento 14: VOLTAJE EN EL BUS DC

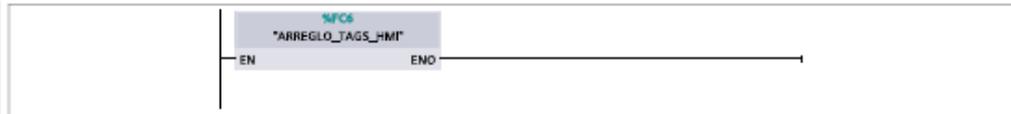


Segmento 15: TEMPERATURA DE LOS IGBT

Segmento 15: TEMPERATURA DE LOS IGBT



Segmento 16:



Segmento 17:



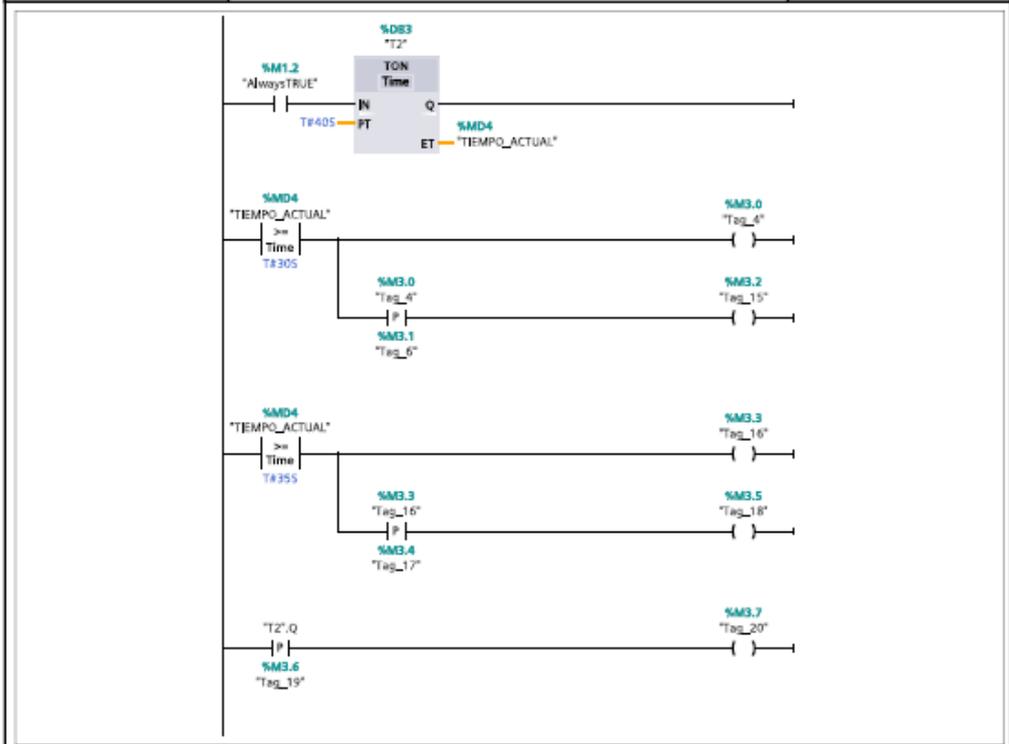
Segmento 18:



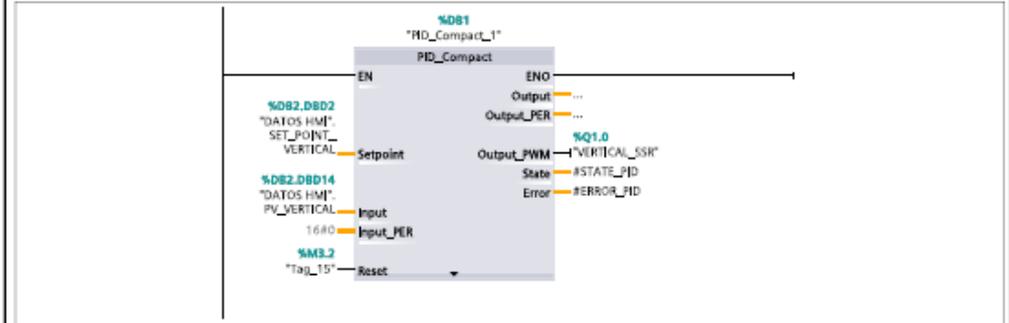
Segmento 19:



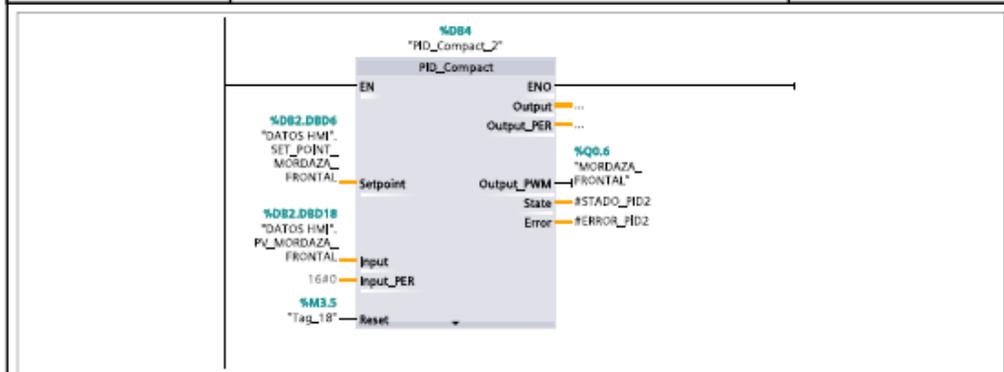
Totally Integrated Automation Portal					
<p>PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa</p> <p>Cyclic interrupt [OB30]</p>					
Cyclic interrupt Propiedades					
General					
Nombre	Cyclic interrupt	Número	30	Tipo	OB
Idioma	KOP	Numeración	Automático		
Información					
Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizada	
Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Supervisión	Comentario	
▼ Temp					
STATE_PID	Int				
ERROR_PID	DWord				
TIEMPO_ACTUAL	Time				
STADO_PID2	Int				
ERROR_PID2	DWord				
STADO_PID3	Int				
ERROR_PID3	DWord				
Constant					
Segmento 1: ARRANQUE CONTROLES PID EN ZONAS DE SELLADO					



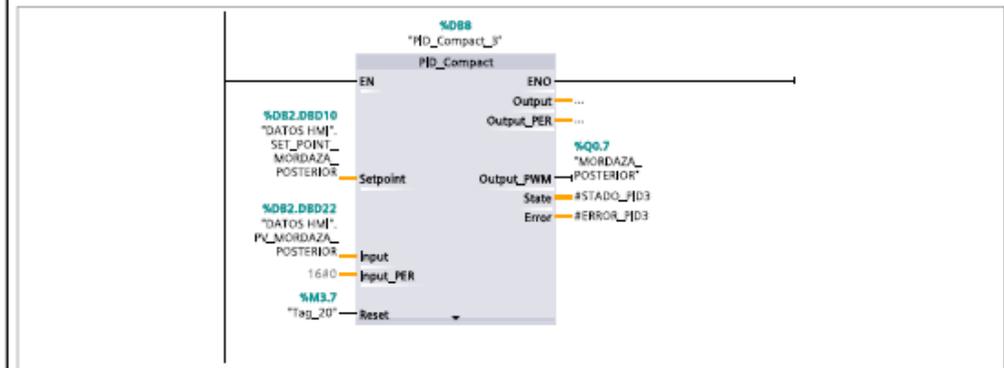
Segmento 2: CONTROL PID SELLO VERTICAL



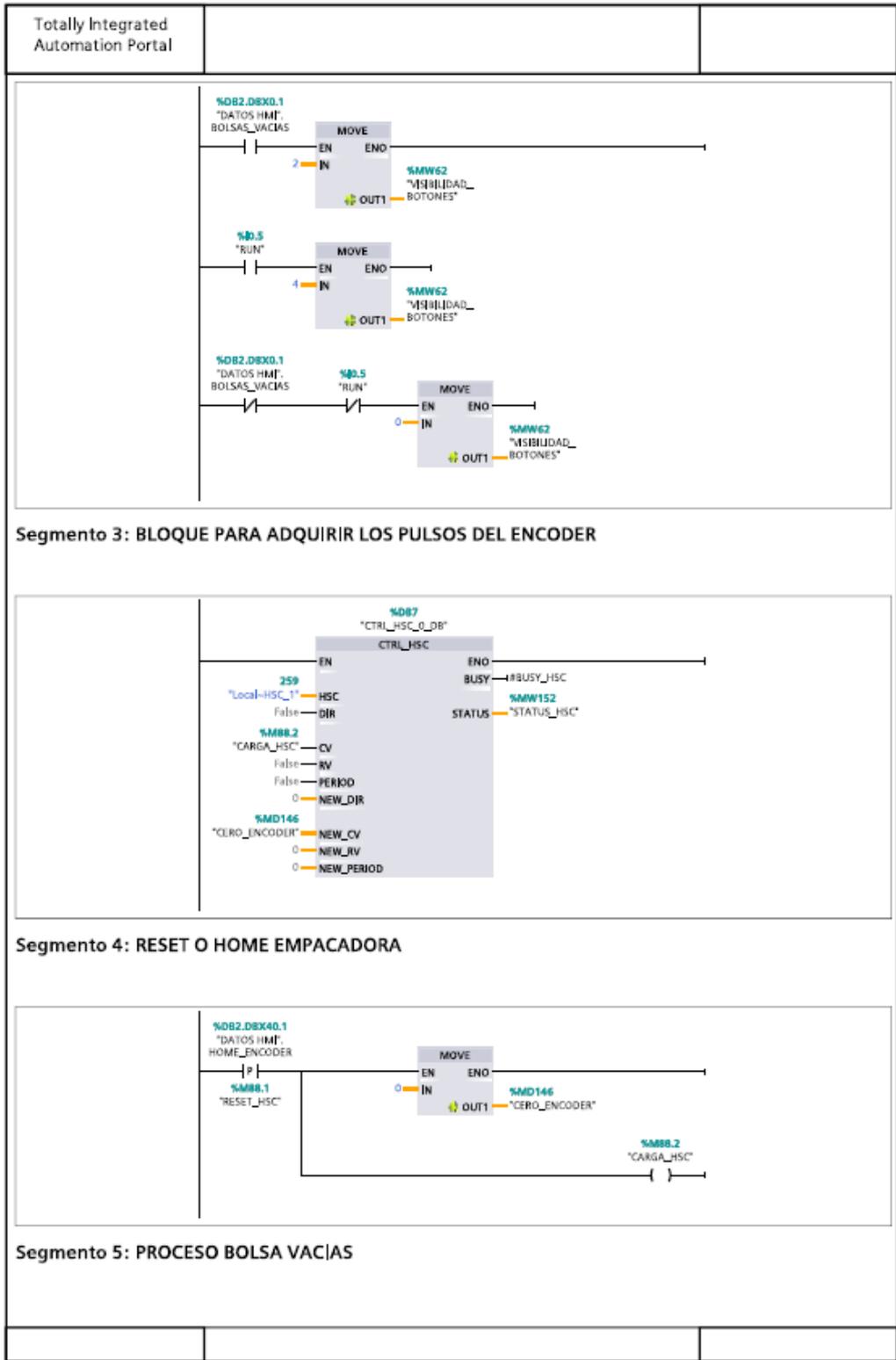
Segmento 3: CONTROL PID TEMPERATURA MORDAZA FRONTAL

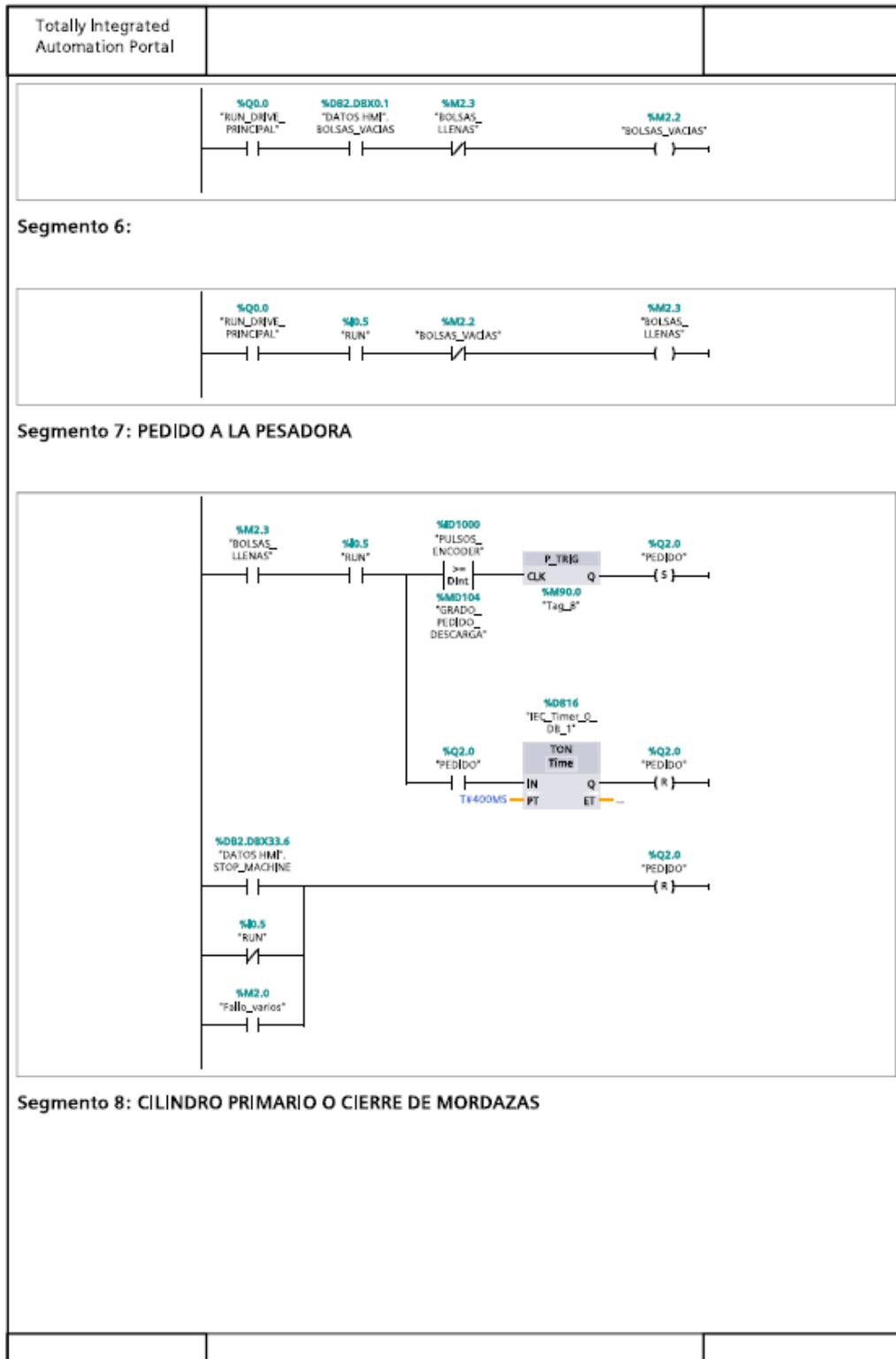


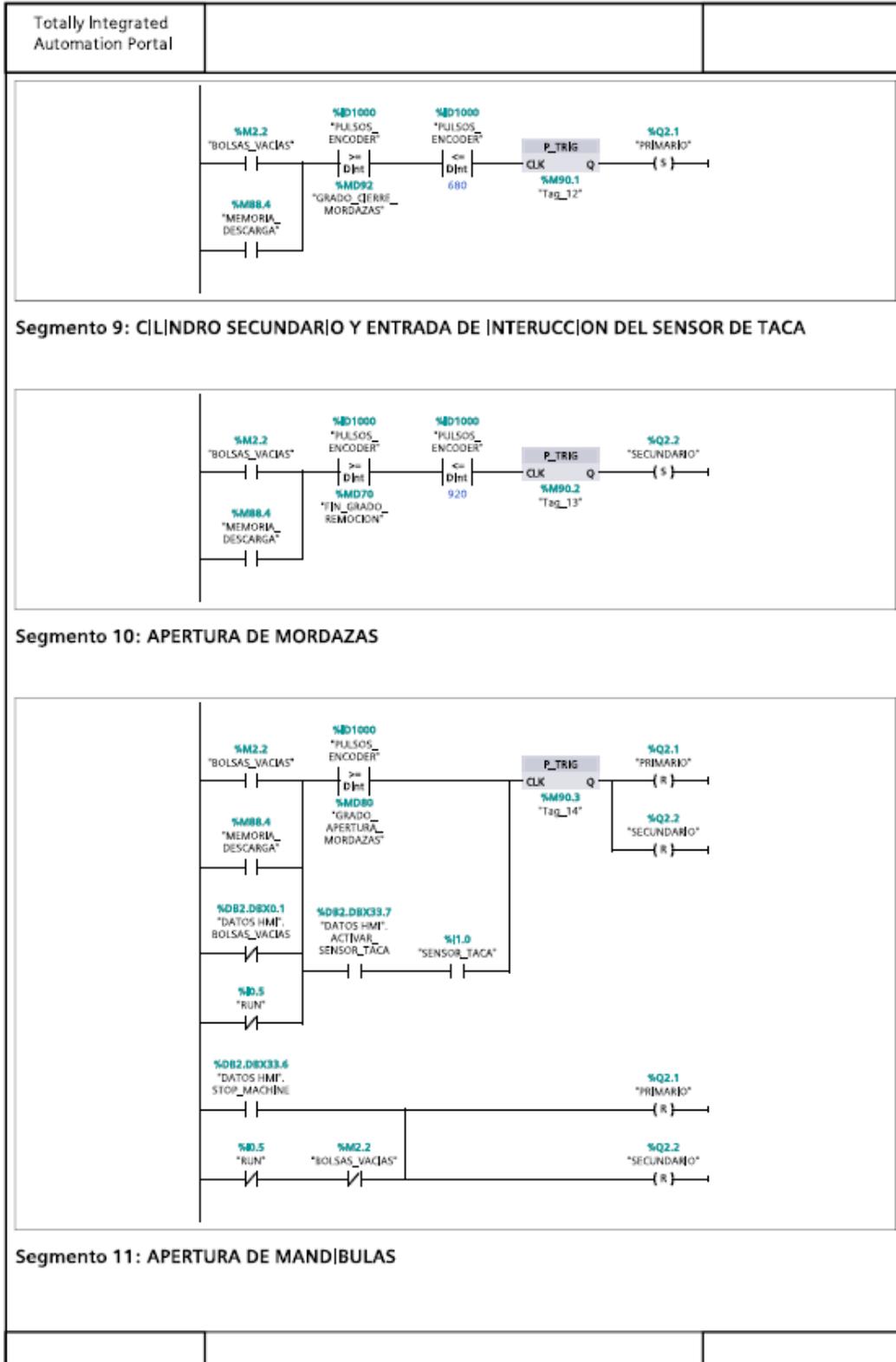
Segmento 4: CONTROL PID TEMPERATURA MORDAZA TRAZERA

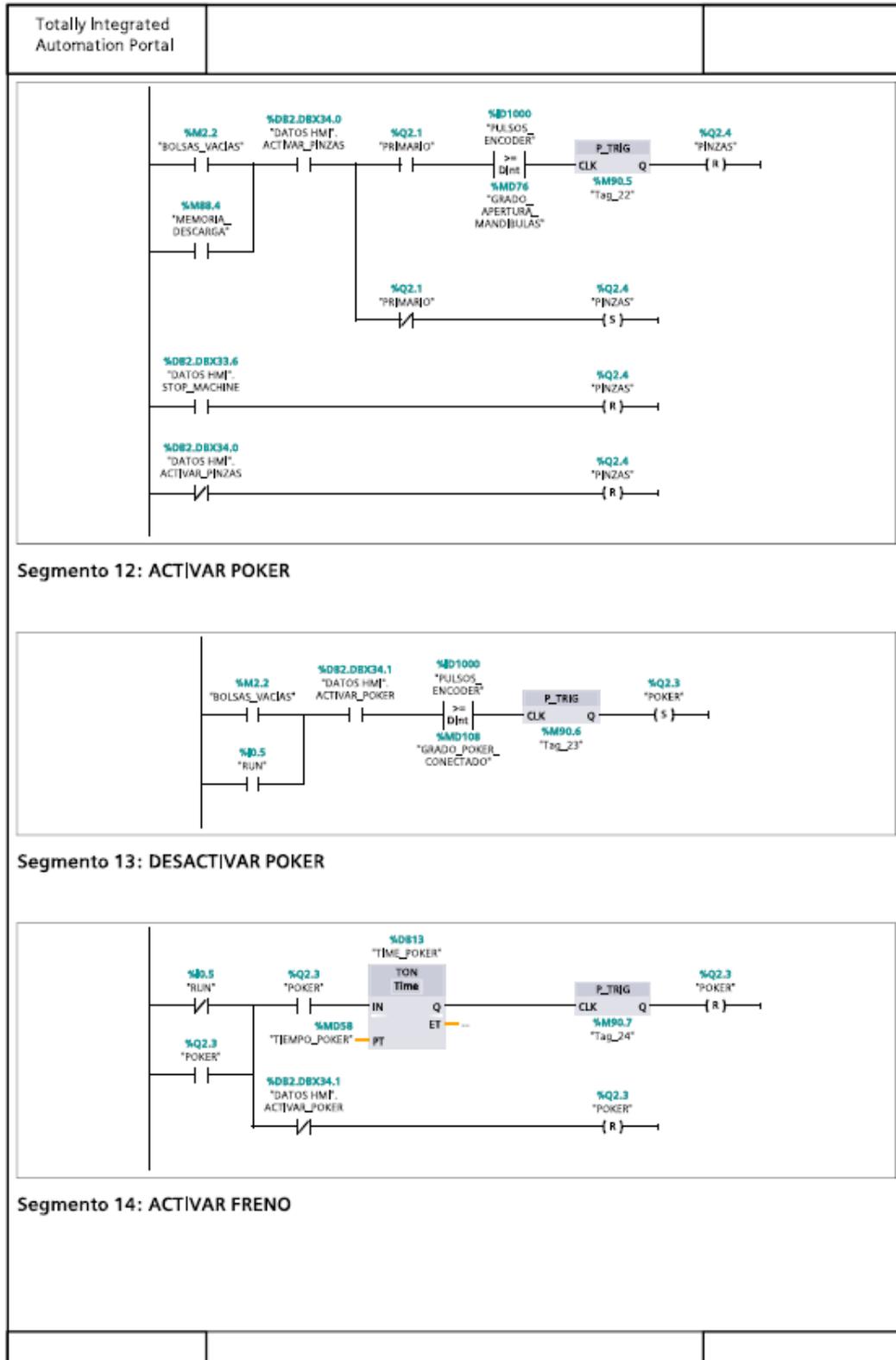


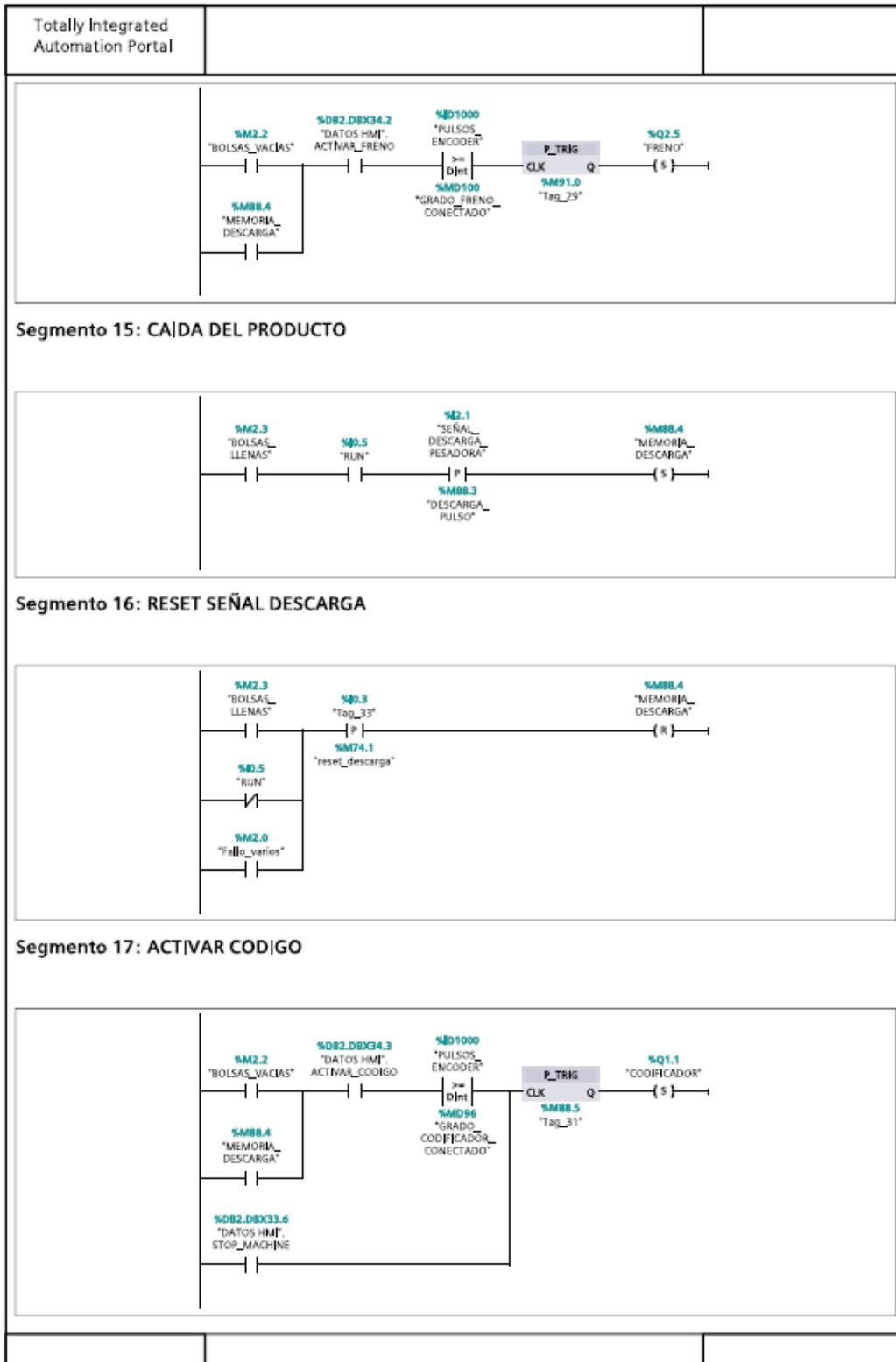
Totally Integrated Automation Portal					
PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa					
PROCESO [FC4]					
PROCESO Propiedades					
General					
Nombre	PROCESO	Número	4	Tipo	FC
Idioma	KOP	Numeración	Automático		
Información					
Título		Autor		Comentario	
Familia		Versión	0.1	ID personalizada	
Propiedades de Datos					
Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Supervisión	Comentario	
Input					
Output					
InOut					
▼ Temp					
PULSOS	Real				
BUSY_HSC	Bool				
Constant					
▼ Return					
PROCESO	Void				
Segmento 1: HABILITAR DRIVE PRINCIPAL					
<pre> graph TD subgraph Network M2_0_1["%M2.0 'Fallo_varios' (NO)"] M2_0_2["%M2.0 'Fallo_varios' (NC)"] DB2_33_5["%DB2.DBX33.5 'DATOS_HMI'. RUN_MACHINE (NO)"] DB2_33_3["%DB2.DBX33.3 'DATOS_HMI'. SISTEMA_ON (NO)"] DB2_33_3_2["%DB2.DBX33.3 'DATOS_HMI'. SISTEMA_ON (NC)"] DB2_33_3_3["%DB2.DBX33.3 'DATOS_HMI'. SISTEMA_ON (NO)"] Q0_0["%Q0.0 'RUN_DRIVE_PRINCIPAL' (NO)"] DB2_33_6["%DB2.DBX33.6 'DATOS_HMI'. STOP_MACHINE (NO)"] M2_0_3["%M2.0 'Fallo_varios' (NO)"] DB2_33_3_4["%DB2.DBX33.3 'DATOS_HMI'. SISTEMA_ON (NO)"] DB2_33_3_5["%DB2.DBX33.3 'DATOS_HMI'. SISTEMA_ON (NO)"] end M2_0_1 --- M2_0_2 --- DB2_33_5 --- DB2_33_3 --- DB2_33_3_2 --- Q0_0 DB2_33_6 --- M2_0_3 --- DB2_33_3_4 --- DB2_33_3_5 --- R["(R)"] </pre>					
Segmento 2: OCULTAR Y MOSTRAR BOTONES					



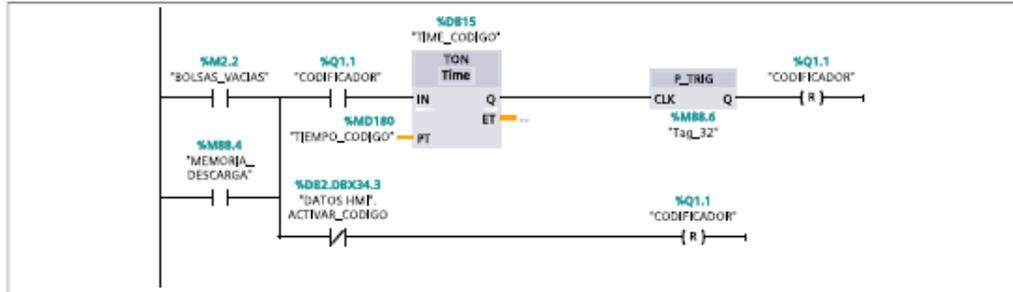




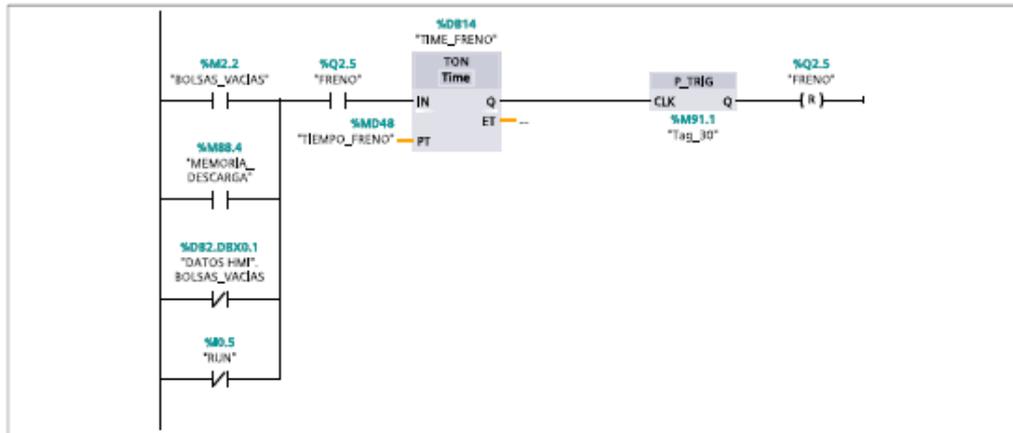




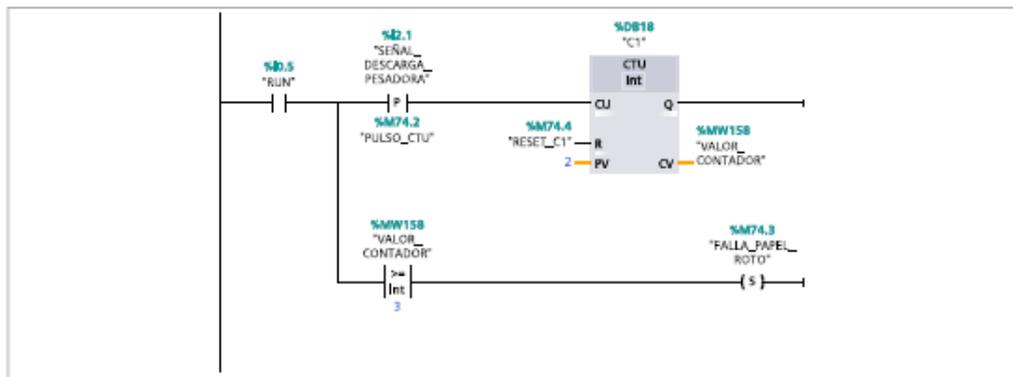
Segmento 18: DESACTIVAR CODIGO

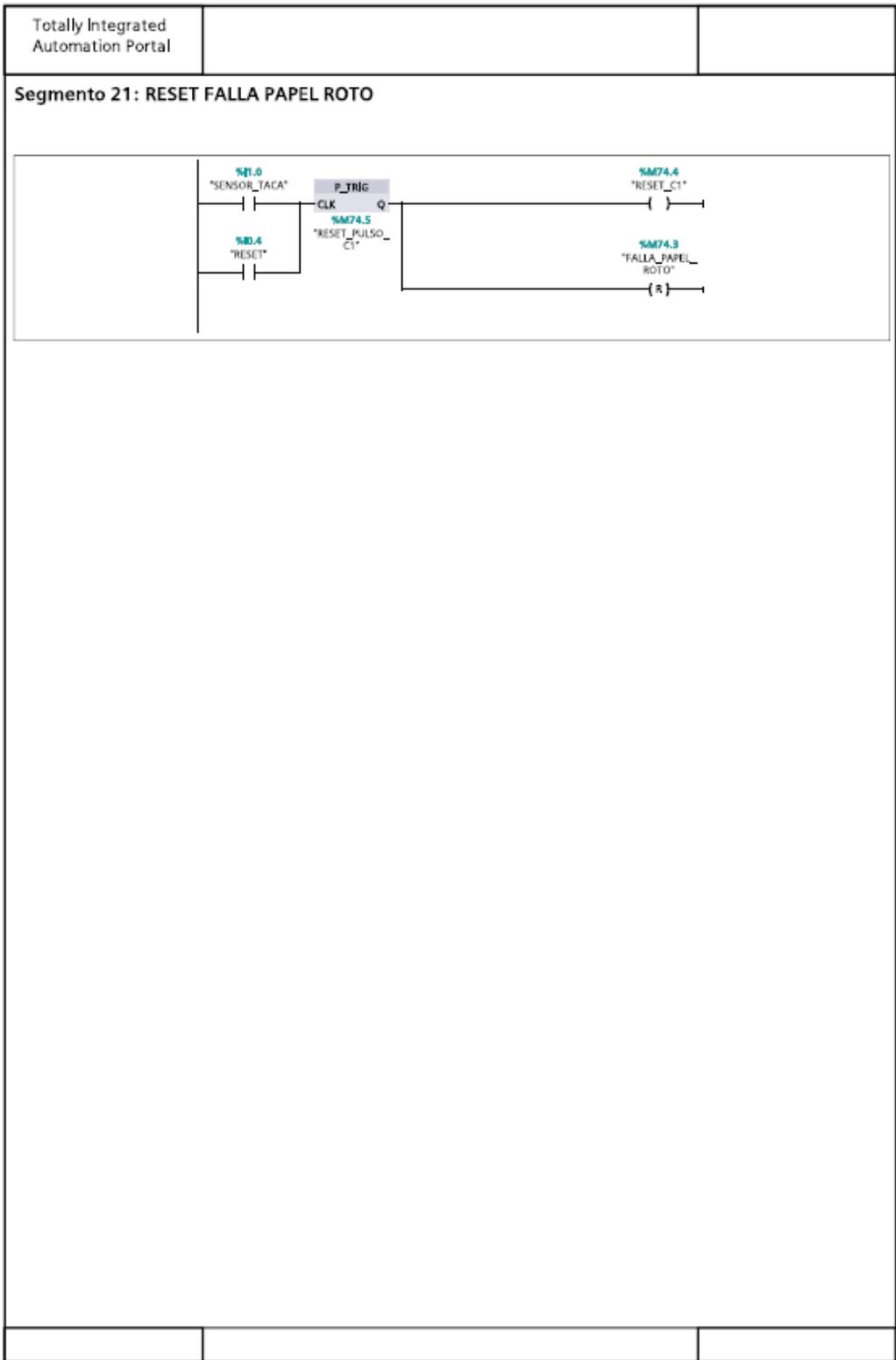


Segmento 19: DESACTIVAR FRENO

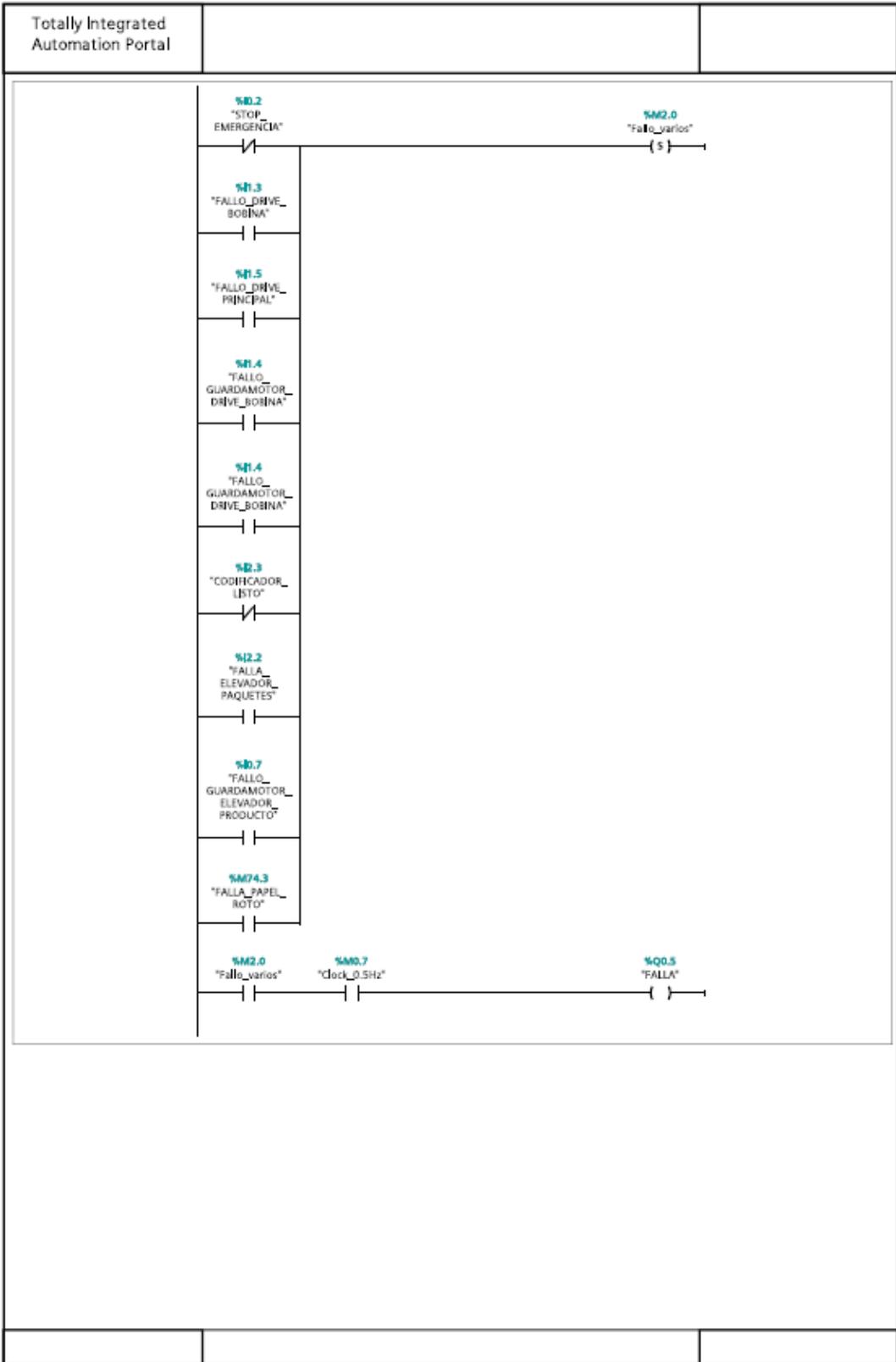


Segmento 20: FALLO PAPEL ROTO





Totally Integrated Automation Portal																																										
<p>PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa</p> <p>FALLOS [FC8]</p>																																										
<p>FALLOS Propiedades</p>																																										
<p>General</p> <table border="1"> <tr> <td>Nombre</td> <td>FALLOS</td> <td>Número</td> <td>8</td> <td>Tipo</td> <td>FC</td> </tr> <tr> <td>Idioma</td> <td>KOP</td> <td>Numeración</td> <td>Automático</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			Nombre	FALLOS	Número	8	Tipo	FC	Idioma	KOP	Numeración	Automático																														
Nombre	FALLOS	Número	8	Tipo	FC																																					
Idioma	KOP	Numeración	Automático																																							
<p>Información</p> <table border="1"> <tr> <td>Título</td> <td></td> <td>Autor</td> <td></td> <td>Comentario</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Familia</td> <td></td> <td>Versión</td> <td>0.1</td> <td>ID personalizada</td> <td></td> </tr> </table>			Título		Autor		Comentario		Familia		Versión	0.1	ID personalizada																													
Título		Autor		Comentario																																						
Familia		Versión	0.1	ID personalizada																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre</th> <th>Tipo de datos</th> <th>Valor predet.</th> <th>Supervisión</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Input</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Output</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>InOut</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Temp</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Constant</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>▼ Return</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>FALLOS</td> <td>Void</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Supervisión	Comentario	Input					Output					InOut					Temp					Constant					▼ Return					FALLOS	Void			
Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Supervisión	Comentario																																						
Input																																										
Output																																										
InOut																																										
Temp																																										
Constant																																										
▼ Return																																										
FALLOS	Void																																									
<p>Segmento 1: RESET_FALLA</p>																																										
<pre> graph LR I44["%I4.4 \"RESET\""] --- M20["%M2.0 \"Fallo_yarlos\""] </pre>																																										
<p>Segmento 2: STOP DE EMERGENCIA Y FALLOS</p>																																										



ANEXO E

MANUAL DE OPERACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE EMPAQUES.

INICIALIZACIÓN DEL PROCESO

Una vez energizado nuestro proceso la HMI nos muestra una pantalla inicial el cual el operador debe ingresar los datos de temperatura del empaque en las diferentes zonas de calentamiento, debemos seleccionar la velocidad de trabajo el mismo que tiene un limite mimino y maximo al cual podemos trabajar (30min – 60max).

Una vez seleccionado los parametros de trabajo deseados, podemos darle arranque al proceso.



Figura 79. Pantalla de inicio HMI

- *Velocidad Fijada.*

Es la velocidad deseada en bolsas por minuto (BPM) ingresar la velocidad de producción. (30 – 60) BPM.

- *Temperatura de la Mordaza Anterior o Frontal.*

Este es el valor deseado de temperatura para la mordaza frontal. Este valor afectar directamente la integridad del sello extremo. (Rango 68 – 193) Grados Centígrados.

- *Temperatura de la Mordaza Posterior.*

Este es el valor deseado de temperatura para la mordaza frontal. Este valor afectar directamente la integridad del sello extremo. (Rango 68 – 193) Grados Centígrados.

- Temperatura del sello vertical.

Este es el valor deseado de temperatura para la barra de sellado de costura. Este valor afectar directamente la integridad del sello de costura. (Rango 68 – 193) Grados Centígrados.

ELABORACIÓN DE EMPAQUE SIN PRODUCTO O VACÍO

Para poder cuadrar los diferentes presentaciones o formatos a empaclar se tiene que realizar este proceso sin producto o en vacío.

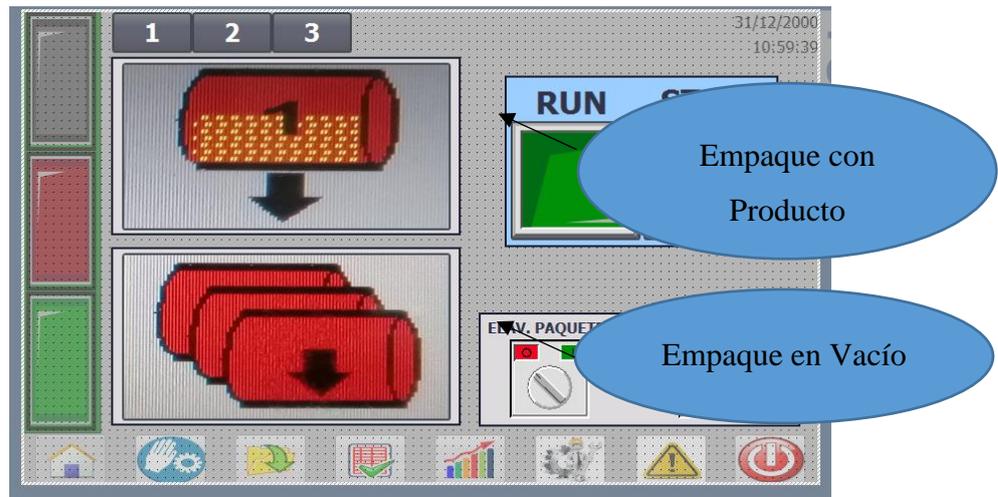


Figura 80. Pantalla de selección del proceso

Nuestro proyecto cuenta con la opción de seleccionar los diferentes estados de los actuadores y salidas auxiliares para el cuadro y elaboración de nuestro empaque.

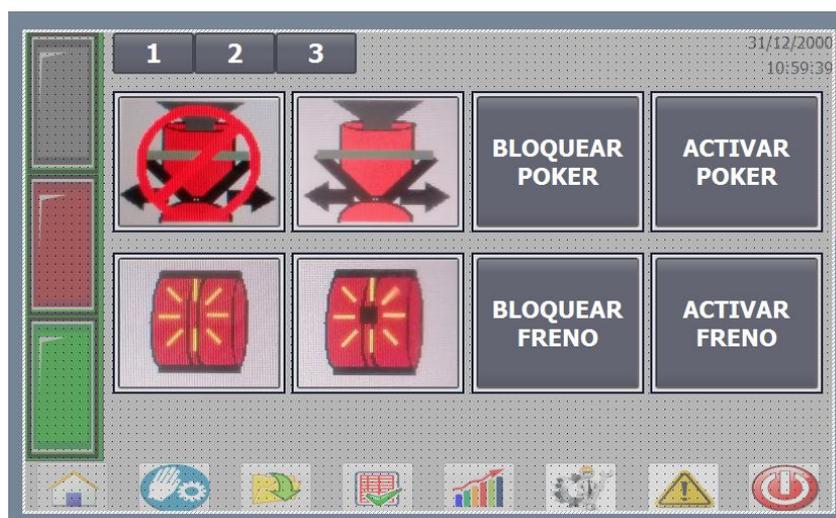


Figura 81. Habilitación o bloqueo actuadores y salidas auxiliares 1

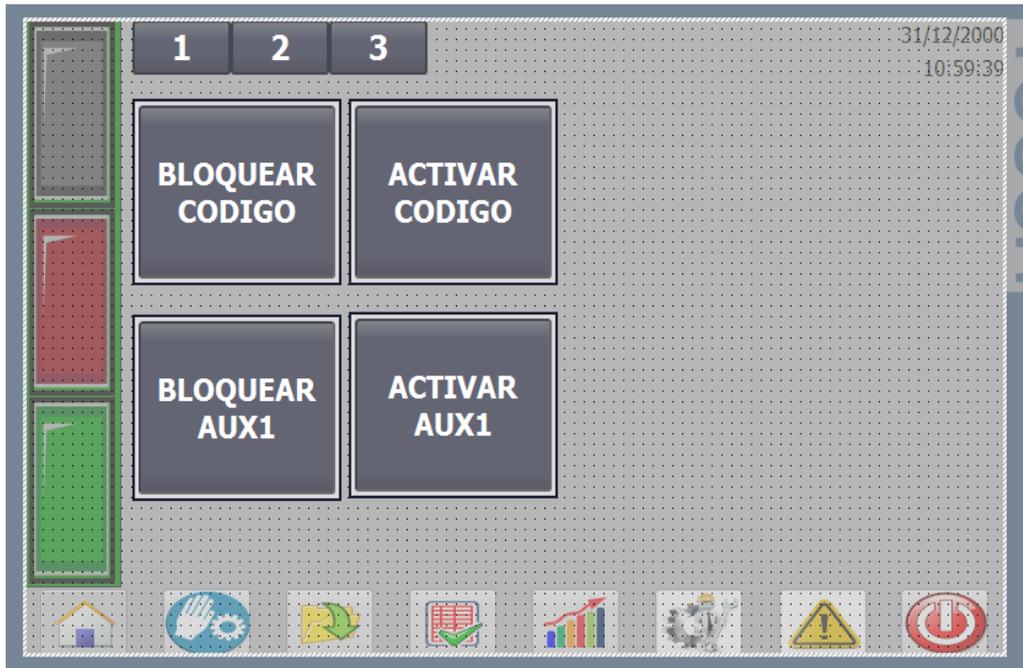


Figura 82. Habilitación o bloqueo actuadores y salidas auxiliares

Una vez activadas las diferentes funciones y estados en la pantalla, procedemos a ingresar los Parámetros requeridos para nuestro proceso.

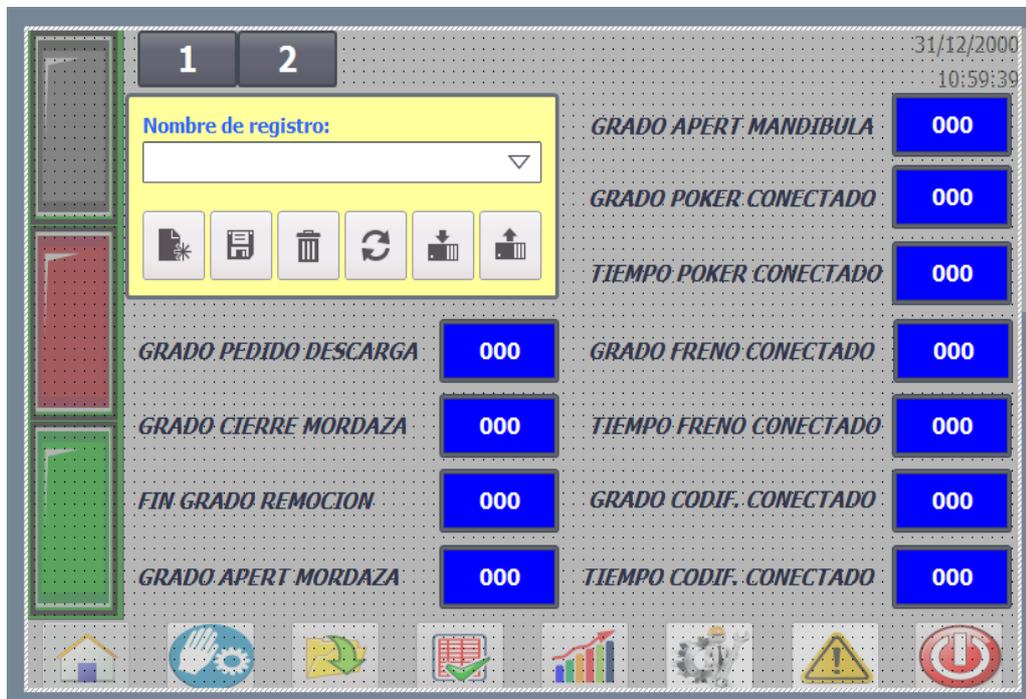


Figura 83. Lista 1 de parámetros

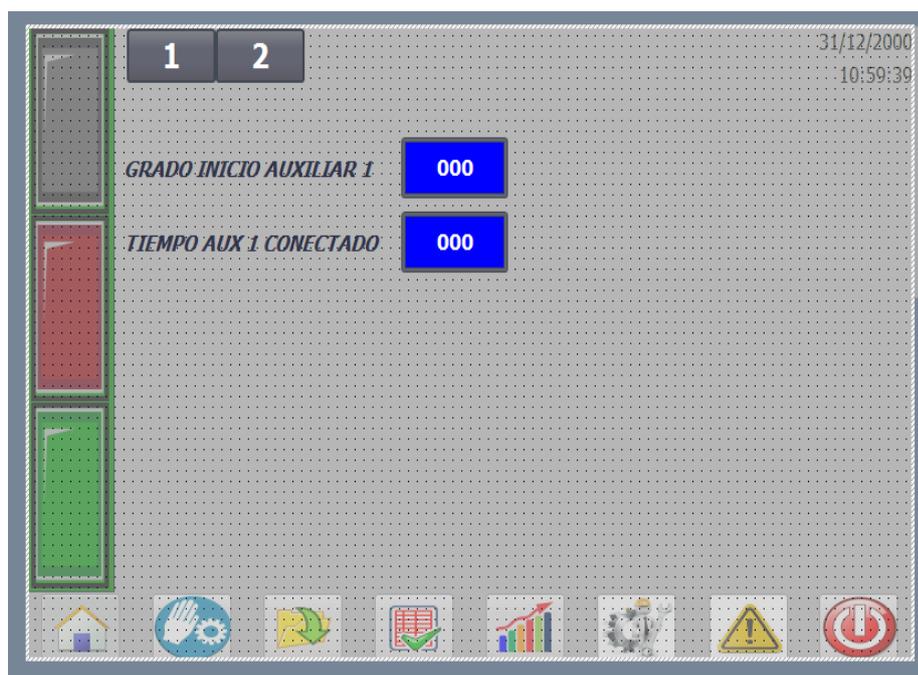


Figura 84. Lista 2 de parámetros

Tabla 9. Lista de parámetros ingresados por el operario

Grado Pedido de Descarga	3 Min – 357 Max	Grados
Grado Cierre de Mordazas	3 Min – 357 Max	Grados
Fin Grado Remoción	3 Min – 180 Max	Grados
Grado Abertura de Mordazas	3 Min – 357 Max	Grados
Grado Abertura de Mandíbulas	3 Min – 357 Max	Grados
Grado Póker Conectado	3 Min – 357 Max	Grados
Tiempo Póker Conectado	100 Min – 900 Max	milisegundos
Grado Freno Conectado	3 Min – 357 Max	Grados
Tiempo Freno Conectado	100 Min – 900 Max	milisegundos
Grado Codificador Conectado	3 Min – 357 Max	Grados
Tiempo Codificador Conectado	100 Min – 900 Max	milisegundos
Grado Inicio Auxiliar 1	3 Min – 357 Max	Grados
Tiempo Auxiliar 1 Conectado	100 Min – 900 Max	milisegundos

DESCRIPCIÓN DE PARÁMETROS INGRESADOS POR EL OPERARIO

Tabla 10. Descripción de parámetros

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	RANGOS	UNIDADES
grado pedido de descarga	Este parámetro se usa para fijar el grado en el cual el PLC genera una señal de salida al dispositivo de llenar para pedir una descarga del producto	3-357	grados
grado cierre de mordaza	Este valor representa el grado en el ciclo de tiempo en el cual las mordazas comenzarán a cerrar. Normalmente este grado se fija de manera que las mordazas se cierran en la parte superior del desplazamiento del carro	3-357	grados
fin grado de remoción	Este valor representa en grado en el ciclo de tiempo en el cual las mordazas terminan la acción de remoción y se cierran completamente para cerrar la bolsa	3-357	grados
grado abertura de mandíbulas	Este valor representa el grado en el ciclo de tiempo en el cual se abrirán las mandíbulas de producto. La mandíbula de producto será programada para cerrarse (si esta activada) cuando se abren las mordazas. Si se desea, la acción de la mandíbula de producto se puede ser inhibida desde la pantalla de operación.	3-357	grados
retardo de caídas	Este valor representa un retardo en la señal que la empacadora envía una señal hacia la maquina dosificadora, este parámetro se	100-900	mseg

	utiliza para sincronizar la empacadora con la envasadora		
grado póker conectado	Este valor representa el grado en el ciclo de tiempo en el cual el póker o empujador será activado en introducido en el tubo de llenado del formador. El punto de acción debe ser fijado de manera que la acción del empujador siga al borde final de la descarga del producto. Si se desea, la acción puede ser inhibida desde la pantalla de operación	3-357	grados
tiempo póker conectado	Es el periodo de tiempo en el que el empujador permanece activado	100-900	milisegundos
grado freno conectado	Este valor representa el grado en el ciclo de tiempo en el cual el freno será activado. El freno puede ser utilizado para propósitos de corte exacto del empaque. Si se desea, el freno puede ser inhibido desde la pantalla de operación	3-357	grados
tiempo freno conectado	Este parámetro determina el periodo de tiempo en el cual el freno permanece activado.	100-900	milisegundos
grado codificador conectado	Este valor representa el grado en el ciclo de tiempo en el cual el dispositivo de fechador estará activado. El valor de este parámetro debe ser fijado de manera que el codificador estampe la bolsa cuando el material no esté en movimiento. La acción de codificador puede ser inhibida desde la pantalla de operación.	3-357	grados

tiempo codificador conectado	Este parámetro determina el periodo de tiempo que el fechador estará activado.	100-900	milisegundos
grado inicio auxiliar 1	Este valor representa el grado en el ciclo de tiempo en el cual la salida auxiliar será activada. La salida auxiliar puede ser usada para conectar con un dispositivo externo como rotulador, etc. Si se desea la salida auxiliar puede ser inhibida desde la pantalla de operación	3-357	grados
tiempo auxiliar 1 conectado	Este parámetro determina el periodo de tiempo que la salida auxiliar estará activado	100-900	milisegundos

Este es el ciclo de ángulo típico para una bolsa de 8" a la velocidad de 50BPM.

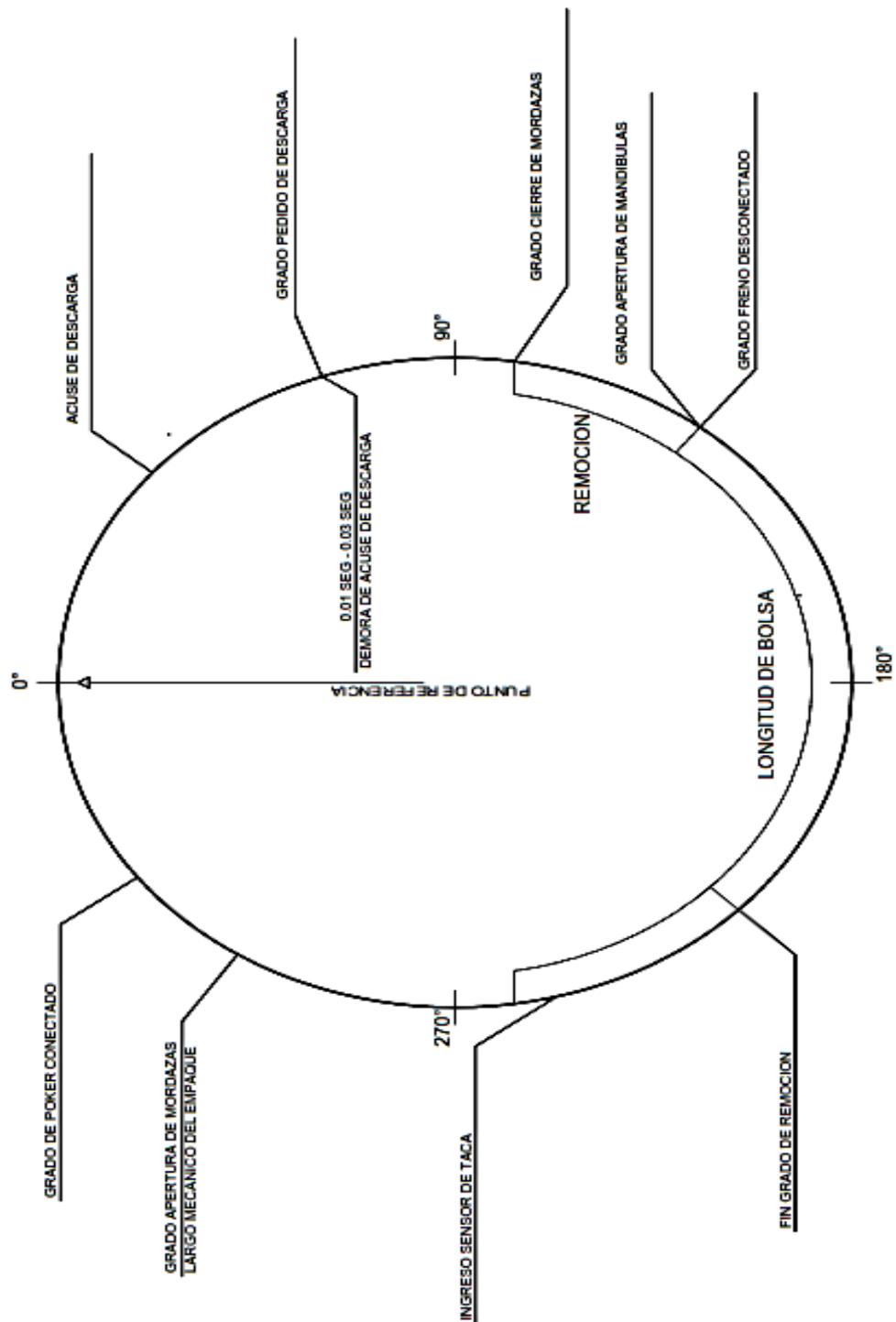


Figura 85. Ciclo de regulación de ángulos

Mejorar la calidad del producto empacado.

El sistema de control anterior contaba con un controlador ON/OFF para las mordazas que sellaban el empaque, lo cual con frecuencia tenía variaciones de temperatura debido que el controlador no tiene una rápida respuesta a las variaciones de temperatura. Con la adaptación de controladores PID se mejora la calidad del sello en el empaque, ya que se autorregulan de forma rápida a las diversas variaciones de temperatura.

Aumentar la producción del producto final.

Se logró aumentar la producción en un 15,6% pasando de producir 45 bolsas por minuto a un total de 52 bolsas por minuto.

Se logra reducir en un 50% los desperdicios por cuadro y cambio de formato, ya que disponemos de una interfaz donde ingresamos la receta que deseamos producir.

La máquina produce un mínimo de 35 empaque por minuto y un máximo de 52 empaques por minuto en un formato de 32 gramos.

ANEXO F
RESPALDO FOTOGRÁFICO



Figura 86. Desmontaje de tablero antiguo



Figura 87. Armario de control



Figura 88. Retiro del Oxido de la estructura Metálica



Figura 89. Instalación de Partes y piezas módulo de control nuevo



Figura 90. Limpieza y pintada de maquina empacadora



Figura 91. Montaje de tablero de control nuevo



Figura 92. Cambio de mangueras y conectores

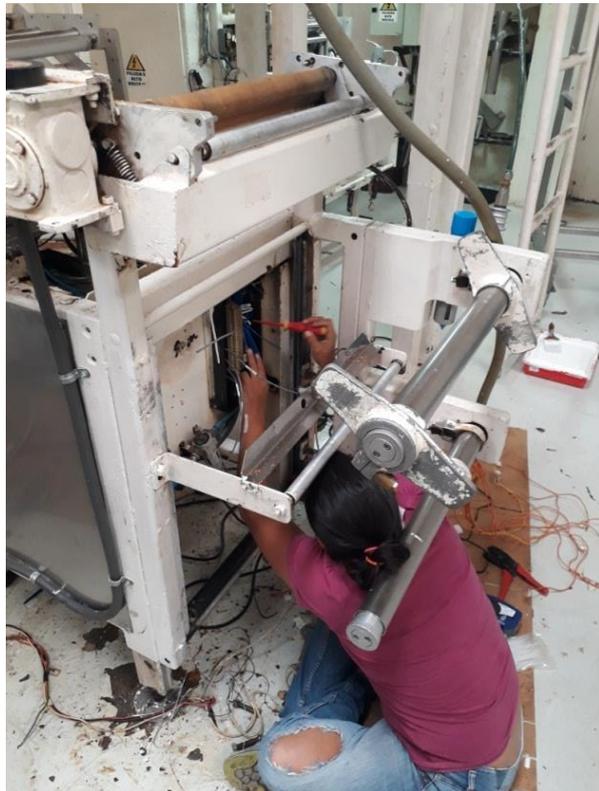


Figura 93. Conexión de control



Figura 94: Tablero de control nuevo



Figura 95. Elaboración de bolsas en Vacío



Figura 96. Diseño de Bolsas diferentes tamaños

ANEXO G
CERTIFICADOS



Guayaquil, junio 15 del 2018

ING.
VÍCTOR MANUEL HUILCAPI SUBIA
Director de Carrera de Ingeniería Electrónica
Universidad Politécnica Salesiana
Guayaquil - Ecuador

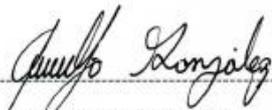
Por medio de la presente certifico que los señores Leandro Raúl Orellana Ochoa con cédula de ciudadanía No. 0929673903 y Andrea Ileana Balladares Oviedo con cédula de ciudadanía No. 0921791133.

Estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana, desarrollaron y ejecutaron su proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Electrónico titulado **"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL PROCESO DE EMPAQUE DE SNACKS EN LA PLANTA ALIMENTOS YUPI ECUADOR UTILIZANDO AUTÓMATAS PROGRAMABLES"**.

Implementando con responsabilidad, eficiencia y buena formación académica cada uno de los objetivos propuestos.

Se expide el presente documento a solicitud de las partes interesadas.

Atentamente.


ARNULFO GONZALES
DIRECTOR DE OPERACIONES
ALIMENTOS YUPI S.A.



MATRIZ GUAYAQUIL: Vía a Daule Km. 10 1/2 Lot. Inmaconsa
Mz. 18 Solar 2 Calle A y Mangos - PBX:(04) 2 103542
SUCURSAL QUITO: Los Acellunos E5-52 y Av. Eloy Alfaro

CUENCA: Avda. España 12-31 y Elia Liut - (07) 2 872008
LOJA: Km. 1 Consacola, Av. Padre Solano S/N - (07) 3 025359
AMBATO: Carlos Montufar S/N y 3 Carabelas - (03) 2 409368



Guayaquil, Julio 06 del 2018

ING.
VÍCTOR MANUEL HUILCAPI SUBIA
Director de Carrera de Ingeniería Electrónica
Universidad Politécnica Salesiana
Guayaquil - Ecuador

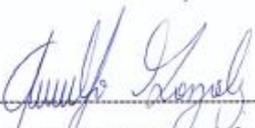
Por medio de la presente certifico que los señores Leandro Raúl Orellana Ochoa con cédula de ciudadanía No. 0929673903 y Andrea Ileana Balladares Oviedo con cédula de ciudadanía No. 0921791133.

Estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana, desarrollaron y ejecutaron su proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Electrónico titulado **"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL PARA EL PROCESO DE EMPAQUE DE SNACKS EN LA PLANTA ALIMENTOS YUPI ECUADOR UTILIZANDO AUTÓMATAS PROGRAMABLES"**.

Implementando con responsabilidad, eficiencia y buena formación académica cada uno de los objetivos propuestos. El proyecto está actualmente 100% operativo cumpliendo con el plan de producción designado semanalmente, además el proyecto consta con todas las seguridades tanto como para el personal de operación y técnicos de planta. Generando su total aceptación por parte de Alimentos Yupi.

Se expide el presente documento a solicitud de las partes interesadas.

Atentamente.



ALIMENTOS YUPI S.A.
Juan Pablo González

DIRECTOR DE OPERACIONES
Firma:-----
ALIMENTOS YUPI S.A.

MATRIZ GUAYAQUIL: Vía a Daule Km. 10 1/2 Lot. Inmaconsa
Mz. 18 Solar 2 Calle A y Mangos - PBX:(04) 2 103542
SUCURSAL QUITO: Los Aceitunos ES-52 y Av. Eloy Alfaro
(Dentro del Centro Industrial Alameda) - (02) 2 472401

CUENCA: Avda. España 12-31 y Elia Luján - (07) 2 872008
LOJA: Km. 1 Consacola, Av. Padre Solano S/N - (07) 3 025359
AMBATO: Carlos Montaluz S/N y 3 Carabelas - (03) 2 409368