

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA**



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO
AUTOMATIZADO PARA LOS ELEVADORES DE
CANGILONES DEL MOLINO DE ARROZ PILADORA
DEL SOL EN LA CIUDAD DE JAÉN-CAJAMARCA.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO Y ELÉCTRICISTA**

Autor: BACH. HOWARD WILL MERA HERRERA




Asesor: ING. LENIN FRANCHESCOLETH NÚÑEZ PINTADO

Línea de Investigación: Automatización

JAÉN-PERÚ, 2025

Howard Will Mera Herrera

DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO AUTOMATIZADO PARA LOS ELEVADORES DE CANGILONES DEL MOLINO DE A...

-  Quick Submit
-  Quick Submit
-  Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:old:::1:3416287816

149 páginas

Fecha de entrega
18 nov 2025, 1:24 p.m. GMT-5

23.644 palabras

Fecha de descarga
18 nov 2025, 1:32 p.m. GMT-5

132.551 caracteres

Nombre del archivo
INFORME_FINAL_DE_TESIS_-_MERA_HERRERA_-_FINAL_3.pdf

Tamaño del archivo
6.1 MB

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería




6% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe


- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 5%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

-  **Texto oculto**
6 caracteres sospechosos en N.º de página
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 03 de diciembre del año 2025, siendo las 17:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. Mario Félix Olivera Aldana

secretario: Mg. José Andrés Fernández Mera

Vocal: Dr. Edwin Carlos Lenin Felix Poicon

para evaluar la Sustentación del Informe Final:

() Trabajo de Investigación

(X) Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

"DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO AUTOMATIZADO PARA LOS ELEVADORES DE CANGILONES DEL MOLINO DE ARROZ PILADORA DEL SOL EN LA CIUDAD DE JAÉN - CAJAMARCA ", presentado por el Bachiller Howard Will Mera Herrera, de la Carrera Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén.


Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(X) Aprobar () Desaprobar (X) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

a) Excelente	18, 19, 20	()
b) Muy bueno	16, 17	(16)
c) Bueno	14, 15	()
d) Regular	13	()
e) Desaprobado	12 ó menos	()


Siendo las 18:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



Mg. Mario Félix Olivera Aldana
Presidente Jurado Evaluador



Mg. José Andrés Fernández Mera
Secretario Jurado Evaluador



Dr. Edwin Carlos Lenin Felix Poicon
Vocal Jurado Evaluador

“Año de la recuperación y consolidación de la economía Peruana”

ANEXO N°06:

**DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO
DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)**

Yo, **Howard Will Mera Herrera**, egresado de la carrera Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén, identificado (a) con DNI N°**71076838**

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO AUTOMATIZADO PARA LOS ELEVADORES DE CANGILONES DEL MOLINO DE ARROZ PILADORA DEL SOL EN LA CIUDAD DE JAÉN-CAJAMARCA.”.

Asesorado por **Mg. LENIN FRANCHESCOLETH NUÑEZ PINTADO**

El mismo que presento bajo la modalidad de Tesis para optar; el Título Profesional/Grado Académico de **Ingeniero Mecánico y Eléctrico**.

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 05 de diciembre del 2025.



Howard Will Mera Herrera.

INDICE

RESUMEN	1
ASBTRAC.....	2
I. INTRODUCCIÓN	3
II. MATERIALES Y METODOS.....	12
2.1. Objeto de estudio:	12
2.2. Ubicación Geográfica.	12
2.3. Métodos, Técnicas y procedimientos utilizados	12
2.3.1. <i>Población muestra, muestra y muestro.</i>	12
2.3.2. <i>Métodos</i>	13
2.3.3. <i>Técnicas.</i>	14
2.3.4. <i>Procedimiento.</i>	15
III. RESULTADOS	26
3.1. Determinar los parámetros de diseño del sistema de monitoreo automatizado para los elevadores de cangilones.	26
3.1.1. <i>Identificaciones de las etapas del procesamiento de arroz.</i>	26
3.1.2. <i>Evaluación de la actual etapa de transporte.</i>	30
3.1.3. <i>Evaluación de los elementos de los elevadores de cangilones</i>	30
3.1.4. <i>Características de cada elevador</i>	31
3.2. Dimensionar el sistema de monitoreo automatizado para el molino de arroz PILADORA DEL SOL.....	32
3.2.1. <i>Elementos de entrada</i>	32
3.2.2. <i>Elementos de salida</i>	33
3.2.3. <i>Controlador Lógico Programable (PLC)</i>	34
3.2.2. <i>Selección de materiales</i>	59
3.3. Evaluar económicamente la aplicación del sistema de monitoreo automatizado para el molino de arroz PILADORA DEL SOL.	80
3.3.1. <i>Realizar un metrado de los materiales a usar</i>	80
3.3.2. <i>Realizar el presupuesto del proyecto</i>	83
IV. DISCUSIÓN.....	85
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	92
AGRADECIMIENTO	95
DEDICATORIA	96
VII. ANEXOS	97

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	<i>Características de los elevadores.</i>	31
Tabla 2.	<i>Etiqueta de los sensores.</i>	33
Tabla 3.	<i>Etiqueta de relés.</i>	33
Tabla 4.	<i>Parámetros del contador ascendente.</i>	38
Tabla 5.	<i>Parámetros del bloque de multiplicación.</i>	39
Tabla 6.	<i>Parámetros del temporizador de retardo a la conexión (TON)</i>	40
Tabla 7.	<i>Parámetros de una función matemática sustraer (SUB)</i>	42
Tabla 8.	<i>Parámetros de una función matemática división (DIV)</i>	43
Tabla 9.	<i>Parámetros de una función matemática multiplicación (MUL)</i>	43
Tabla 10.	<i>Parámetros de una función matemática multiplicación (MUL)</i>	58
Tabla 11.	<i>Comparación de PLCs</i>	59
Tabla 12.	<i>Características del módulo de expansión SM 1223</i>	61
Tabla 13.	<i>Comparación de diferentes tipos de HMI de la marca Siemens</i>	63
Tabla 14.	<i>Comparación de diferentes Fuentes de alimentación de la marca Siemens</i>	64
Tabla 15.	<i>Comparación de los diferentes sensores inductivos</i>	66
Tabla 16.	<i>Comparación de los diferentes tipos de relés industriales</i>	68
Tabla 17.	<i>Características de los interruptores termomagnéticos</i>	70
Tabla 18.	<i>Características de los fusibles de vidrio europeo</i>	71
Tabla 19.	<i>Características de los pilotos de señalización</i>	73
Tabla 20.	<i>Características de una sirena industrial</i>	74
Tabla 21.	<i>Características de una sirena industrial</i>	76
Tabla 22.	<i>Características de un tablero industrial</i>	77
Tabla 23.	<i>Metrado para la realización del proyecto sistema de monitoreo automatizado,</i>	80
Tabla 24.	<i>Presupuesto para la realización del proyecto sistema de monitoreo automatizado.</i>	83

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	<i>Ubicación del Molino PILADORA DEL SOL S.A.C.</i>	12
Figura 2.	<i>Procedimiento realizado para la investigación</i>	15
Figura 3.	<i>Interfaz para crear un proyecto</i>	17
Figura 4.	<i>Interfaz para seleccionar dispositivo PLC</i>	18
Figura 5.	<i>Vista de dispositivo PLC y módulos de expansión</i>	18
Figura 6.	<i>Interfaz para seleccionar el HMI</i>	19
Figura 7.	<i>Interfaz para conectar el HMI con el PLC</i>	20
Figura 8.	<i>Interfaz para configurar el formato de imagen del HMI</i>	20
Figura 9.	<i>Programación de pantalla de HMI, paso 1</i>	21

Figura 10.	<i>Programación de pantalla de HMI, paso 2</i>	22
Figura 11.	<i>Programación de pantalla de HMI, paso 3</i>	24
Figura 12.	<i>Diagrama de flujo del procesamiento de arroz en el Molino “PILAORA EL SOL S.A.C.”</i>	29
Figura 13.	<i>Diagrama de entrada, proceso y salida del sistema de monitoreo automatizado.</i>	32
Figura 14.	<i>Diagrama de entrada, proceso y salida del sistema de monitoreo automatizado para cada motor</i>	35
Figura 15.	<i>Diagrama pictográfico del sistema de monitoreo automatizado para cada motor.</i>	36
Figura 16.	<i>Diagrama de flujo del bloque “CONTEO DE RPM”</i>	37
Figura 17.	<i>Diagrama de flujo del bloque “CONFIGURACIÓN DE HMI”, PARTE 141</i>	
Figura 18.	<i>Diagrama de flujo del bloque “ESTADO DE LOS ELEVADORES EN EL HMI”</i>	47
Figura 19.	<i>Etapas del procesamiento de arroz en el Molino “PILADORA EL SOL S.A.C.”</i>	52
Figura 20.	<i>Diagrama de flujo del bloque “SALIDAS DE DISPARO DE LOS CONTACTORES”</i>	53
Figura 21.	<i>Diagrama de flujo del bloque “MENSAJE HMI”</i>	55
Figura 22.	<i>Programación final del HMI.</i>	57
Figura 23.	<i>PLC SIMATIC S7-1200</i>	60
Figura 24.	<i>Módulo de E/S analógicas</i>	62
Figura 25.	<i>HMI KTP Basic 700</i>	64
Figura 26.	<i>Fuente de alimentación Siemens, SITOP PSU6200.</i>	65
Figura 27.	<i>Sensor inductivo</i>	67
Figura 28.	<i>Relé industrial marca Schneider Electric, modelo RXM2AB2BDPVM</i>	69
Figura 29.	<i>Interruptor termomagnético</i>	70
Figura 30.	<i>Fusible de vidrio europeo</i>	72
Figura 31.	<i>Pilotos de señalización.</i>	73
Figura 32.	<i>Sirena industrial marca OPALUX</i>	75
Figura 33.	<i>Bornera Industrial.</i>	76
Figura 34.	<i>Tablero mural espacial</i>	78
Figura 35.	<i>Canaleta ranurada</i>	78
Figura 36.	<i>Riel DIN</i>	79
Figura 37.	<i>Visita de campo al molino PILADORA DEL SOL S.A.C.</i>	99
Figura 38.	<i>Visita de campo al molino PILADORA DEL SOL S.A.C.</i>	99
Figura 39.	<i>Carta aceptación para realización del proyecto de tesis.</i>	100
Figura 40.	<i>Plano eléctrico 1 del proceso actual.</i>	95
Figura 41.	<i>Plano eléctrico 2 del proceso actual.</i>	96
Figura 42.	<i>Plano eléctrico 3 del proceso actual.</i>	97
Figura 43.	<i>Plano eléctrico 4 del proceso actual.</i>	98
Figura 44.	<i>Plano eléctrico 5 del proceso actual.</i>	99
Figura 45.	<i>Plano eléctrico 6 del proceso actual.</i>	100

Figura 46.	<i>Bloque completo de la programación “CONTEO DE RPM”, parte 1</i>	101
Figura 47.	<i>Bloque completo de la programación “CONTEO DE RPM”, parte 2</i>	101
Figura 48.	<i>Bloque completo de la programación “CONTEO DE RPM”, parte 3</i>	102
Figura 49.	<i>Bloque completo de la programación “CONTEO DE RPM”, parte 4</i>	102
Figura 50.	<i>Bloque completo de la programación “CONTEO DE RPM”, parte 5</i>	103
Figura 51.	<i>Bloque completo de la programación “CONTEO DE RPM”, parte 6</i>	103
Figura 52.	<i>Bloque completo de la programación “CONTEO DE RPM”, parte 7</i>	104
Figura 53.	<i>Bloque completo de la programación “CONTEO DE RPM”, parte 8</i>	104
Figura 54.	<i>Bloque completo de la programación “CONFIGURACIÓN HMI”, parte 1</i>	105
Figura 55.	<i>Bloque completo de la programación “CONFIGURACIÓN HMI”, parte 2</i>	105
Figura 56.	<i>Bloque completo de la programación “CONFIGURACIÓN HMI”, parte 3</i>	106
Figura 57.	<i>Bloque completo de la programación “CONFIGURACIÓN HMI”, parte 4</i>	106
Figura 58.	<i>Bloque completo de la programación “CONFIGURACIÓN HMI”, parte 5</i>	107
Figura 59.	<i>Bloque completo de la programación “CONFIGURACIÓN HMI”, parte 6</i>	107
Figura 60.	<i>Bloque completo de la programación “CONFIGURACIÓN HMI”, parte 7</i>	108
Figura 61.	<i>Bloque completo de la programación “CONFIGURACIÓN HMI”, parte 8</i>	108
Figura 62.	<i>Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 1</i>	109
Figura 63.	<i>Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 2</i>	109
Figura 64.	<i>Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 3</i>	110
Figura 65.	<i>Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 4</i>	110
Figura 66.	<i>Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 5</i>	111
Figura 67.	<i>Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 6</i>	111
Figura 68.	<i>Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 7</i>	112
Figura 69.	<i>Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”,</i>	

	parte 8.....	112
Figura 70.	Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 9.....	113
Figura 71.	Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 10.....	113
Figura 72.	Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 11.....	114
Figura 73.	Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 12.....	114
Figura 74.	Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 13.....	115
Figura 75.	Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 14.....	115
Figura 76.	Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 15.....	116
Figura 77.	Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 16.....	116
Figura 78.	Bloque completo de la programación “SALIDA DISPARO DE CONTACTORES”, parte 1.....	117
Figura 79.	Bloque completo de la programación “SALIDA DISPARO DE CONTACTORES”, parte 2.....	117
Figura 80.	Bloque completo de la programación “MENSAJE HMI”, parte 1....	118
Figura 81.	Bloque completo de la programación “MENSAJE HMI”, parte 2....	118
Figura 82.	Bloque completo de la programación “MENSAJE HMI”, parte 3....	119
Figura 83.	Bloque completo de la programación “MENSAJE HMI”, parte 4....	119
Figura 84.	Bloque completo de la programación “MENSAJE HMI”, parte 5....	120
Figura 85.	Bloque completo de la programación “MENSAJE HMI”, parte 6....	120
Figura 86.	Bloque completo de la programación “MENSAJE HMI”, parte 7....	121
Figura 87.	Bloque completo de la programación “MENSAJE HMI”, parte 8....	121
Figura 88.	Tabla de variables del PLC, parte 1	122
Figura 89.	Tabla de variables del PLC, parte 2	123
Figura 90.	Tabla de variables del PLC, parte 3	124
Figura 91.	Tabla de variables del PLC, parte 4	125
Figura 92.	Tabla de variables del PLC, parte 5	126
Figura 93.	Plano eléctrico 1.....	127
Figura 94.	Plano eléctrico 2.....	128
Figura 95.	Plano eléctrico 4.....	129
Figura 96.	Plano eléctrico 4.....	130
Figura 97.	Plano eléctrico 5.....	131
Figura 98.	Plano eléctrico 6.....	132
Figura 99.	Plano eléctrico 7.....	133
Figura 100.	Plano eléctrico 8.....	134
Figura 101.	Plano del tablero eléctrico con los dispositivos montados	135
Figura 102.	Cotización 1.....	135
Figura 103.	Cotización 2.....	136

RESUMEN

Existen diferentes tipos de molinos a nivel mundial, uno de ellos es de arroz, el cereal más producido. Para que este sea procesado pasa por distintas etapas, una de ellas es el transporte, donde ocurren estancamientos, un problema que afecta el procesamiento del cereal. A partir de esta problemática, se planteó como objetivo diseñar un sistema de monitoreo automatizado para los elevadores de cangilones con la finalidad de evitar estancamientos. El tipo de investigación fue aplicada y su diseño experimental, y se emplearon softwares como TiaPortal y AutoCAD para dimensionar el sistema, de esta manera, se recopiló información del proceso actual y con ello se procedió a diseñar, de modo que este sistema utiliza un Controlador Lógico Programable (PLC) para medir continuamente la velocidad de los motores de los elevadores usando sensores inductivos; si un motor funciona fuera de los parámetros establecidos, el sistema emite una alerta y detiene el elevador y las máquinas adyacentes para prevenir un estancamiento. La interfaz humano-máquina (HMI) permitió al operador visualizar el estado del sistema en tiempo real, demostrando los resultados que el que el sistema es capaz de predecir y prevenir estancamientos en cada elevador de cangilones.

Palabras clave: Automatización, diseño, Sistema de monitoreo, PLC.

ASBTRAC

There are different types of mills worldwide, with rice mills being one of them, as rice is the most produced cereal. For it to be processed, it goes through various stages. One of these is transportation, which can lead to blockages—a problem that affects the cereal's processing. Based on this issue, the goal was to design an automated monitoring system for bucket elevators to prevent these blockages. This was an applied, experimental research project that used software like TIA Portal and AutoCAD to size the system. The design process started by gathering information about the current process. The new system uses a Programmable Logic Controller (PLC) to continuously measure the speed of the elevator motors with inductive sensors. If a motor operates outside its set parameters, the system sends an alert and stops the elevator and nearby machines to prevent a blockage. The human-machine interface (HMI) allows the operator to see the system's status in real-time. The results showed that the system is effective at predicting and preventing blockages in each bucket elevator.

Keywords: Automation, design, Monitoring system, PLC.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel global, se sabe que el arroz es el segundo cereal más producido con 741,5 millones de toneladas, siendo superado solo por el maíz con 1,000 millones de toneladas, y seguido por el trigo con 713 millones de toneladas. Aunque el maíz tiene diversos usos además del consumo humano, el arroz se destaca como el cereal más crucial en la alimentación humana, ya que este genera un gran aporte calórico en la dieta actual y proporciona una quinta parte de las calorías consumidas a nivel global. En 2020, China fue el principal productor de arroz en el mundo con 353,170,620 toneladas (28.0%), seguido por India con 297,234,435 toneladas (23.6%) y Bangladesh con 91,528,120 toneladas (7.3%), lo que representó el 58.8% de la producción mundial (Food and Agriculture Organization, 2021)

En Perú, la producción de arroz cáscara en enero de 2024 alcanzó las 229,103 toneladas, lo que representa un incremento del 2.0% en comparación con el mismo mes de 2023. Este aumento se debió a las favorables condiciones térmicas que beneficiaron la maduración del cultivo. En enero de 2024, la producción de arroz cáscara se incrementó en los departamentos de Tumbes (109,4%), Lambayeque (62,2%) y San Martín (7,7%), respecto a similar mes del año 2023, contribuyendo con el 52,0% de la producción total. (Instituto nacional de estadística e informática, 2024)

En la ciudad de Jaén, ubicada en la región de Cajamarca, es muy conocida por su constante actividad en la producción y procesamiento de arroz. Para lograr el procesamiento del arroz, existen industrias dedicadas a esta actividad, estos son los molinos. El molino PILADORA DEL SOL S.A.C, es una de estas industrias. Este tiene como función recepcionar, inspeccionar, pesar, secar, almacenar, limpiar, descascarar, clasificación, etc. Para que se pueda realizar los distintos procesos, se necesitan distintas maquinas, cada una realiza una función diferente. Algunas de estas máquinas son, por ejemplo, la Zaranda, despedradora, clasificadora, etc. El arroz para que pase de una maquina a otra, necesita ser

transportada. Esta etapa de transporte está conformada por elevadores de cangilones, los cuales unen el final de un proceso al inicio del siguiente. El problema en estos procesos de transporte de material era que se abastecían de manera desmedida por las maquinas encargadas de los otros procesos. Esto debido a que estas no están diseñadas para controlen la cantidad de materia prima que expulsan de cada proceso. Por ello, en algunas ocasiones la materia prima ingresaba de manera desmedida al inicio de la etapa de transporte (elevadores de cangilones) por medio de su tolva de carga, cuando se llenaba su bota, que es al cual llegaba la materia prima y era recepcionada por los cangilones que están en la faja. La bota se llenaba lentamente, hasta el momento en el cual la este se encontraba casi llena, obstaculizando el paso con facilidad de la faja de cangilones. La cual, al estar conectada a un motor eléctrico, provocaba una sobrecarga en este, debido a que su condición de trabajo cambiaba, exigiendo más al motor hasta que llegaba a superar su capacidad nominal. Se llegaba un punto específico en el cual el motor ya no podía moverse la faja debido al exceso de material que existía en la tolva, generando un atasco en el elevador de cangilones. Estos atascos ocasionaban que el proceso se detuviera debido a que la materia prima no estaba movilizándose de etapa en etapa. Este problema se veía reflejado en horas de paro del molino, lo cual se traducía en una pérdida económica para el molino. Además, como se mencionó anteriormente, se producía una sobrecarga en lo motores, generando que estos se averíen, lo cual también se interpretaba en una pérdida de tiempo y de dinero para el molino PILADORA DEL SOL S.A.C.

Frente a la problemática anteriormente mencionada, nació la necesidad de diseñar un sistema de monitoreo automatizado para los elevadores de cangilones de este molino. Lo cual tenía como justificaciones lo siguiente:

En el aspecto tecnológico, la implementación de un sistema de monitoreo automatizado para los elevadores de cangilones en el molino "PILADORA DEL SOL" contribuyó significativamente a evitar estancamientos y retrasos en el proceso de

molienda de arroz. Esto incrementó la eficiencia operativa del molino, permitiendo un flujo continuo de producción y reduciendo los tiempos de inactividad. Como resultado, se optimizó el procesamiento del arroz, al reducir el tiempo de espera y aumentar la capacidad de procesamiento del molino.

En el aspecto social, la implementación del sistema de monitoreo automatizado para los elevadores de cangilones en el molino "PILADORA DEL SOL" tuvo un beneficio directo para la sociedad ya que, al tener menos fallas durante el procesamiento del arroz, el producto que llega al mercado es de mayor calidad. Lo cual contribuye a una mayor seguridad alimentaria, generando confianza en los productos de la región y beneficiando a toda la cadena de suministro, desde los productores hasta los consumidores.

En el aspecto económico, este proyecto mejoró la eficiencia del molino, debido a que se evitaron los estancamientos en los elevadores de cangilones, así que ya no tuvieron que generar paros en el procesamiento del arroz. Estos paros pueden demorar muchas horas para ser solucionados. Así que, al evitarse, se generó el aumento de la producción, lo cual se ve reflejado en más ingresos para el molino.

En el aspecto ambiental, la implementación de este sistema de monitoreo automatizado en los elevadores de cangilones en el molino "PILADORA DEL SOL" generó muchos beneficios ambientales al reducir el consumo energético, la contaminación, minimizar los residuos mecánicos y de la materia prima, y conservar los recursos naturales. Lo cual contribuyó significativamente a la sostenibilidad ambiental y al bienestar de la comunidad de Jaén, Cajamarca.

En el aspecto cultural, Jaén al ser conocido por su gran cultivo de arroz y al modernizar el procesamiento de este mediante el sistema de monitoreo automatizado en este molino generó un compromiso a la mejora continua de estas prácticas ancestrales de la zona. Asegurando que la tradición del cultivo y procesamiento de arroz se mantenga

más relevante y sostenible.

En el aspecto metodológico, este proyecto se basó en el enfoque sistemático y estructurado que abarca desde la identificación de problemas hasta la implementación y optimización continua del sistema. Este enfoque garantizó que el proyecto no solo cumplió con su objetivo de evitar estancamientos y paros de emergencia, sino que también mejoró la eficiencia operativa y la sostenibilidad del molino PILADORA DEL SOL a largo plazo.

A continuación, se muestran algunas investigaciones que me sirvieron para poder crear el diseño de este proyecto:

(Roque y Serna, 2022) En su tesis “Sistema de control basado en PLC y HMI para la automatización de una máquina de moldes de plástico en una fábrica de Chiclayo”. Tuvo como objetivo Diseñar un sistema de control basado en PLC y HMI para automatizar la máquina de moldes de plásticas de la FATP. La metodología usada en su investigación fue de tipo aplicada ya que se emplearon recursos tecnológicos para crear el diseño del sistema de control. Tuvo un alcance aplicativo debido a que es una propuesta de contiene una innovación tecnológica para solucionar un determinado problema. Y, por último, el diseño de su investigación es experimental debido a que tuvo que realizar simulaciones manipulando sus variables en el software TiaPortal. Como resultados se logró obtener un sistema de control Automatizado, usando PLC y HMI. Se diseñó exitosamente la lógica del PLC y una interfaz gráfica para la máquina de moldes de plásticos de FATP, automatizando su control y reduciendo la intervención del operario. Además, se elaboraron los planos eléctricos necesarios para interconectar los subsistemas de la máquina, concluyendo que un sistema basado en PLC y HMI es efectivo para esta automatización de la máquina de moldes de plástico. La presente tesis nos brindará información sobre el proceso el diseño de un sistema de control basado en PLC y HMI,

usando el software TiaPortal, lo cual fue fundamental para mi proyecto.

(Collantes, 2022) En su tesis para la obtención de su título profesional de Ingeniero Mecatrónico “Desarrollo de un sistema de monitoreo y control en una línea de fabricación de racks metálicos de una empresa metalmeccánica en la ciudad de Lima”. Tuvo como objetivo general determinar cómo afecta el desarrollo de un sistema de monitoreo y control en el funcionamiento de una línea de fabricación de racks metálicos, en una empresa metalmeccánica en la ciudad de Lima, provincia y departamento de Lima-Perú. La metodología que se usó para la recolección de datos fue las encuestas y las entrevistas, estas dirigidas a los trabajadores de la empresa, con el fin de recolectar información sobre el proceso y poder realizar el desarrollo del sistema de monitoreo y control para la línea de fabricación de racks metálicos de la empresa. Como resultado se tuvo que, al automatizar la línea de fabricación, usando sensores inductivos, se reduce el tiempo de proceso de 30 minutos a 1 minuto. También al usar el PLC, se generarán alarmas en tiempo real para mejorar la velocidad y precisión del corte de láminas. Como conclusión se tuvo que gracias a la implementación de un sistema de monitoreo y control en las estaciones de trabajo de formado en frío y corte de láminas mejora significativamente la eficiencia y calidad en la producción de racks metálicos. Este sistema permitió regular la velocidad de los procesos, generar alarmas instantáneas ante fallas, y recopilar datos en tiempo real para optimizar la producción. Esta tesis me sirvió para poder obtener información referida a sistemas de monitoreo y control, lo cual fueron fundamentales para el diseño de mi sistema de monitoreo automatizado, que también busca mejorar significativamente la eficiencia, regular la velocidad del proceso y generar alarmas ante posibles fallas.

(Vigilo, 2023) En su trabajo de suficiencia profesional para la obtención de su título profesional de ingeniero Electricista “Implementación de un sistema de control y monitoreo de motores de bomba de agua de 200 kW a través de un sistema de radioenlace basado en un PLC S7-300”. Tuvo como objetivo diseñar e implementar un sistema de control y monitoreo de motores de bomba de agua de 200 kW, mediante un sistema de radioenlace basado en un PLC S7-300 en la minera SHOUXIN Perú S.A. La metodología que usó para la recopilación de información fue mediante el análisis de documentos y registros acerca de las nuevas tecnologías para poder obtener información suficiente para poder crear el diseño del sistema de control y monitoreo. Como resultado se tuvo que La implementación de un sistema de recirculación de agua automatizado ha generado mejoras significativas en el proceso de la planta concentradora. Entre los beneficios más destacados se encuentran la reducción de personal necesario para la regulación de la bomba, la optimización de las horas-hombre, la disminución de costos operativos y el monitoreo preciso de la corriente y frecuencia del motor. Además, este sistema permitió una fácil regulación del flujo en caso de emergencias y garantizó una mayor confiabilidad en el bombeo de agua. Las conclusiones obtenidas son que la implementación del sistema de monitoreo y control mediante radio enlace mejoró el sistema de bombeo desde el relave hasta el área de agua recuperada, crucial para la producción de la planta concentradora. Antes de su implementación, se detectaron dificultades para regular el flujo de agua necesario. Con esta mejora, el control y monitoreo del flujo de agua se realizan sin inconvenientes, permitiendo al operador ajustar el flujo según los requerimientos de la planta para mantener su proceso productivo. Este trabajo me sirvió de base para la creación del diseño de la programación del PLC que usé para el control y monitoreo de los elevadores de cangilones.

(Heredia y Velasquez, 2021) En su Tesis “Diseño e implementación de un prototipo para automatizar el proceso de traslado de minerales a un almacén de concentrados mediante fajas transportadoras, utilizando el controlador Simatic S7 1200 en el año 2021”. Tuvieron como objetivo Diseño e implementación de un prototipo que automatice el proceso de traslado de minerales a un almacén de concentrados mediante fajas transportadoras, utilizando el controlador Simatic S7 1200 en el año 2021. La metodología que se usó para la investigación fue aplicada, debido a que se usó fundamentaciones teóricas para poder desarrollar su investigación, que a su vez generó nuevos aportes. El diseño de su estudio fue experimental ya que, durante la implementación del sistema de control del transporte de minerales mediante la faja transportadora, centrado en el análisis del problema específico a resolver y manipulando las variables de estudio. El diseño automatizado se realizó usando el software de ingeniería TIA Portal. Como el resultado de su investigación fue que se obtuvo que el prototipo creado funciona de manera eficiente, cumpliendo su función de automatizar el proceso de traslado de minerales, convirtiendo más eficiente este proceso. Como conclusiones se obtuvo que se diseñó e implementó un prototipo a escala con el Controlador Simatic S7 1200 y una pantalla HMI para simular el traslado de minerales mediante fajas transportadoras, verificando su operatividad en modos manual y automático. La selección técnica y configuración adecuada en la Plataforma TIA PORTAL permitieron un desarrollo óptimo y una interconexión eficiente de los componentes, logrando los resultados deseados en la lógica de programación. Esta tesis contribuirá a mi proyecto ya que al usar el mismo software (TiaPortal), su metodología y lógica usada para crear el diseño de su sistema automatizado (monitoreo y control), fueron fundamentales para poder crear un diseño adecuado para mi sistema de monitoreo.

(Franco, 2021) En su tesis “Desarrollo del circuito de control automático de una máquina Flow Pack en la empresa Tecniformer S.A.C., distrito de Lurín, Provincia y departamento de Lima-Perú, 2020”. Tuvo como objetivo general Desarrollar el circuito de control automático de una máquina Flow Pack en la empresa Tecniformer S.A.C., distrito de Lurín, provincia y departamento de Lima-Perú, 2020. La metodología usada para esta investigación fue de campo, ya que se analizó el funcionamiento de la maquina actual, identificar las variables con las que esta trabaja para así poder dimensionar el circuito de control automático. Como resultados se obtuvo que se logró desarrollar el circuito de control automático de la maquina Flow pack, la cual genera un sellado transversal y longitudinal uniforme al producto final. Además, el diseño cuenta con una pantalla HMI, en la cual se puede monitorear el proceso de sellado, ya que en la pantalla HMI se puede observar el funcionamiento de la máquina, mostrando la capacidad de sellado por minuto. Como conclusiones obtuvo que el circuito de control automático para la máquina Flow Pack, cumple la alta demanda de producción de la empresa. Además, mediante el análisis de la secuencia de activaciones y la instrumentación del sistema, se demostraron las entradas y salidas del sistema de envasado, aplicando principios de diseño similares a las máquinas envasadoras horizontales a nivel mundial. Esta tesis fue fundamental para poder diseñar mi sistema de monitoreo que se programará en mi PLC, al igual que me sirvió para crear el diseño de mi HMI donde se podrá monitorear el funcionamiento de los elevadores de cangilones, pudiendo así ver en tiempo real el funcionamiento de cada uno.

El presente proyecto tuvo como objetivo general diseñar un sistema de monitoreo automatizado para los elevadores de cangilones del monillo de arroz PILADORA DEL SOL en la ciudad de Jaén-Cajamarca. Y como objetivos específicos tuvo: determinar los parámetros de diseño del sistema de monitoreo automatizado para los elevadores de

cangilones, dimensionar el sistema de monitoreo automatizado para el molino de arroz PILADORA DEL SOL y evaluar económicamente la aplicación del sistema de monitoreo automatiza para el molino de arroz PILADORA DEL SOL.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1. Objeto de estudio:

Diseño de un sistema de monitoreo automatizado para los elevadores de cangilones del monillo de arroz PILADORA DEL SOL en la ciudad de Jaén-Cajamarca

2.2. Ubicación Geográfica.

Esta investigación se desarrolló en el Molino PILADORA DEL SOL S.A.C., ubicado en la Av. Pakamuros km 21, en el Sector Linderos – Jaén – Cajamarca.

Figura 1.

Ubicación del Molino PILADORA DEL SOL S.A.C.



Fuente: extraído de Google Earth (2024)

2.3. Métodos, Técnicas y procedimientos utilizados

2.3.1. Población muestra, muestra y muestro.

Población

La población de este proyecto de investigación fue el conjunto de molinos de arroz que están ubicados en la ciudad de Jaén. Según información de campo que se realizó en la zona, existen un promedio de 8 Molinos en la ciudad de Jaén, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca. Remitirse al **Anexo 1: Lista de molinos de arroz que existen en la ciudad de**

Jaén, donde se menciona los nombres de los molinos que se encuentran ubicados en la ciudad de Jaén. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), la población es: “el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones” (p.174).

Muestra

La muestra que fue seleccionada para mi investigación fue el molino PILADORA DEL SOL S.A.C. debido a que este nos permitirá ingresar al área de proceso y poder obtener los datos necesarios para la investigación. Según Tamayo y Tamayo (2006), define la muestra como: "el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinados caracteres en totalidad de una población universo, o colectivo partiendo de la observación de una fracción de la población considerada" (p.176).

Muestreo

La presente investigación usó un muestreo por conveniencia, debido a la facilidad de acceso y la proximidad de este. El muestreo por conveniencia es una modalidad de selección de una muestra estadística por la cual el investigador elige aquellos sujetos a los que tiene mayor facilidad de acceso. Esto, por proximidad geográfica o de otra índole.(Westreicher, 2022)

2.3.2. *Métodos*

El método que fue usado en este proyecto fue inductivo porque estuvo basado en la observación y en la experimentación para poder llegar a una conclusión general en base a datos específicos. Marytere Narvaez (2023) indica que el método inductivo es un proceso de razonamiento que se basa en la observación y la experimentación para llegar a una conclusión general a partir de casos específicos.

Tipo de investigación

Este proyecto fue una investigación tipo aplicada porque usó conocimientos sobre automatización industrial para poder crear el sistema de control. Según Murillo (2008) señala que “la investigación aplicada recibe el nombre de investigación práctica o empírica, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación”.

Diseño de investigación

El diseño de este proyecto de investigación fue experimental pura porque se manipuló la velocidad (variable independiente) para poder comparar como influye en los estancamientos (variable dependiente). Según Arias (2012) La investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente).

2.3.3. Técnicas.

Análisis de documentos

Para poder desarrollar esta tesis se buscó artículos científicos y tesis de post grado que estaban relacionadas con la automatización y sus distintos diseños que puede realizar partiendo de ella.

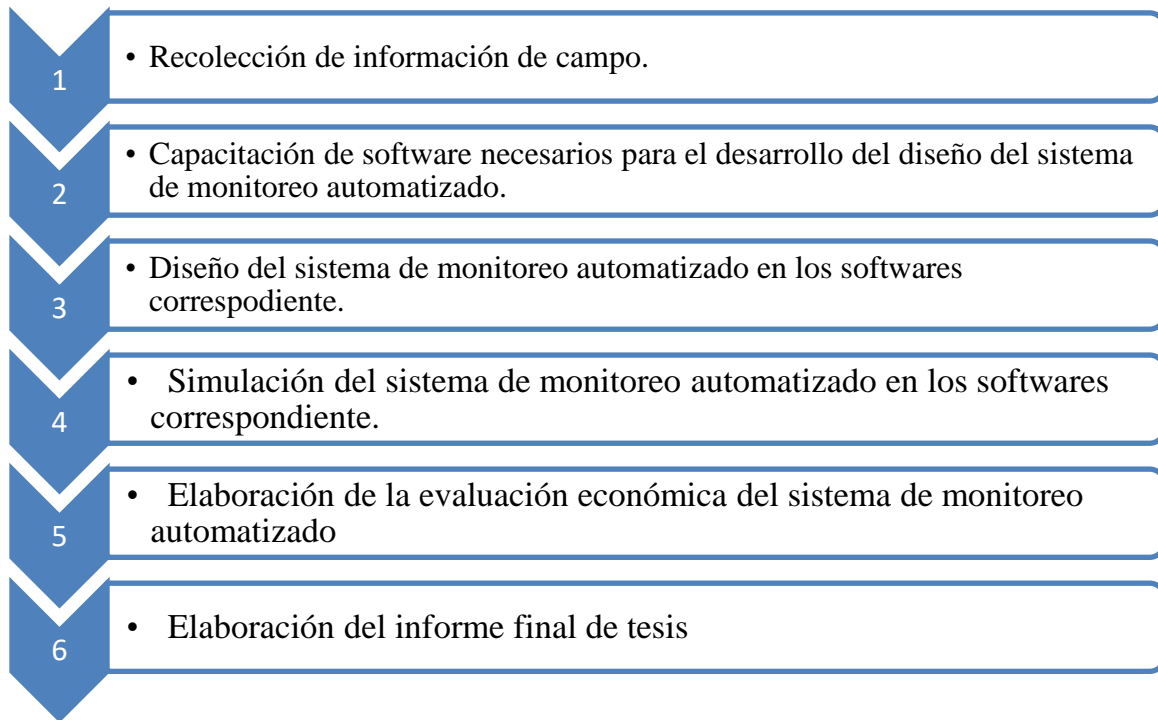
Observación directa

Se realizó una visita al molino PILADORA DEL SOL para poder recaudar información del problema. Esta nos ayudará a poder dimensionar nuestro diseño.

2.3.4. Procedimiento.

Figura 2.

Procedimiento realizado para la investigación



Nota. En la figura se detalla el procedimiento llevado a cabo para el desarrollo de la investigación

2.3.4.1. Determinar los parámetros de diseño del sistema de monitoreo automatizado para los elevadores de cangilones.

Recolección de información de campo

Se realizó una visita de campo al molino PILADORA DEL SOL S.A.C. para poder obtener información sobre los estancamientos que ocurren en los distintos elevadores que forman parte del procesamiento del arroz. Esto para poder identificar la razón por la cual se llega a desarrollar un estancamiento. Para este paso se usó la técnica de observación directa, la cual nos permitió observar la razón por la cual se genera un estancamiento.

Capacitación de software necesarios para el desarrollo del diseño del sistema de monitoreo automatizado.

Se tuvo que realizar capacitaciones para poder dominar los software correspondientes y necesarios para poder realizar el diseño del sistema de monitoreo automatizado. Los softwares que fueron necesarios para la realización del proyecto fueron el TiaPortal, El inventor y el AutoCAD. El TiaPortal se usó para poder realizar la programación del PLC, el inventor para poder realizar un diseño mecánico de cómo sería el modelo final del sistema y el AutoCAD para poder realizar los planos eléctricos.

2.3.4.2. Dimensional el sistema de monitoreo automatizado para el molino de arroz

PILADORA DEL SOL.

METODOLOGIA SEGUIDA

Gracias a la información de campo recopilada en el paso anterior, se definió el número de sensores que se van a requerir de acuerdo con el número de elevadores de cangilones, de igual se definió el número de relés industriales a usar, esto de acuerdo con el número de máquinas que conforman el proceso. Obteniendo así un total de 8 sensores que se ven reflejadas en las entradas necesarias y un total de 14 salidas entre elevadores y máquinas que conforman el proceso. Y con esta información definida, pudimos seleccionar un PLC adecuado.

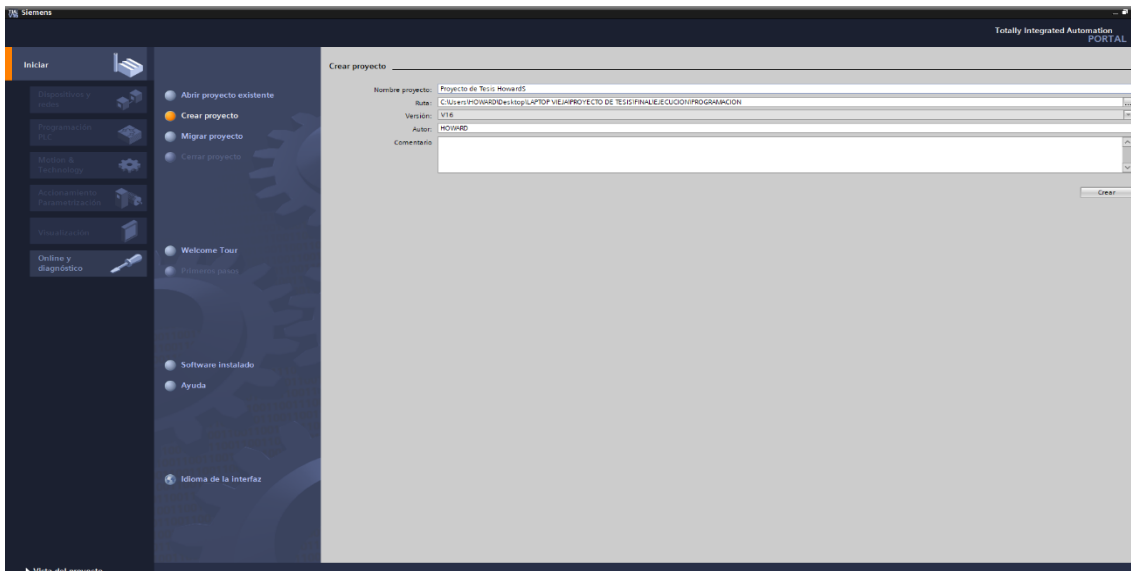
El PLC seleccionado fue de la marca Siemens, esto a razón de que para poder realizar la programación se requirió el programa TiaPortal, para el cual la Universidad Nacional de Jaén tiene licencia. Además, cabe agregar que Siemens es una marca industrial dedicada al rubo de automatización. La marca del HMI y de los módulos de expansión se seleccionaron de la misma marca debido a que tuvieron que ser compatible con el PLC usado. Los módulos de expansión usador fueron 2, debido a que las salidas requeridas son mayores a las que vienen en un PLC.

PROGRAMACIÓN DEL PLC

Para empezar con la programación del PLC primero se debió de configurar el programa TiaPortal. El primer paso fue abrir el programa y seleccionar la opción crear proyecto, seguido se colocó un nombre al proyecto y por último se pulsó el botón crear que se encuentra al lado derecho de la pantalla

Figura 3.

Interfaz para crear un proyecto

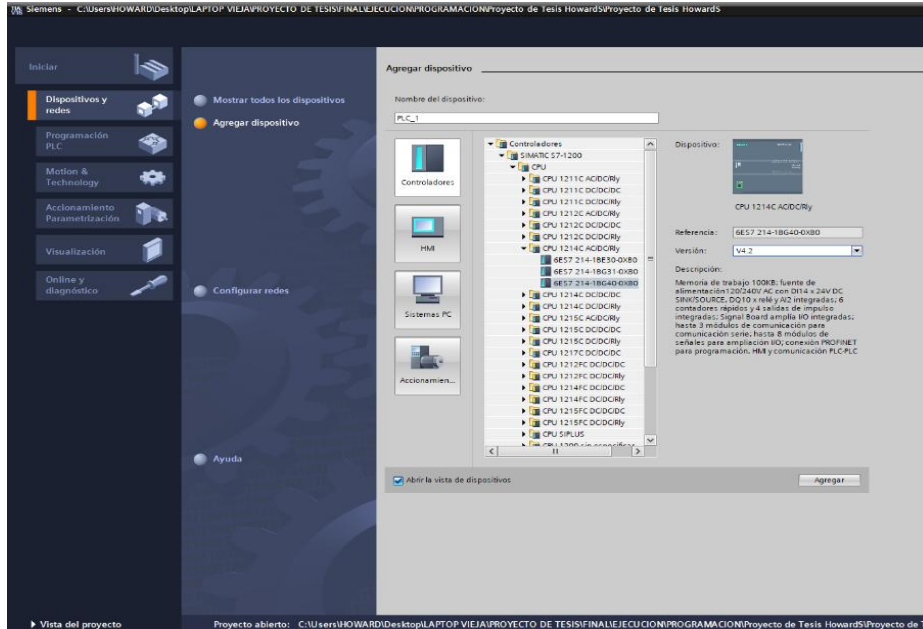


Fuente. *Interfaz para creación de un proyecto. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.*

Luego de crear el proyecto, se presentó la opción “Agregar dispositivo”, al ser seleccionado apareció una ventana donde se muestran todos los tipos de PLC que se podían programar en el TiaPortal. Para este proyecto se seleccionó el PLC tipo S7-1200 modelo CPU 1214C AC/DC/Rly, así como se muestra a continuación:

Figura 4.

Interfaz para seleccionar dispositivo PLC

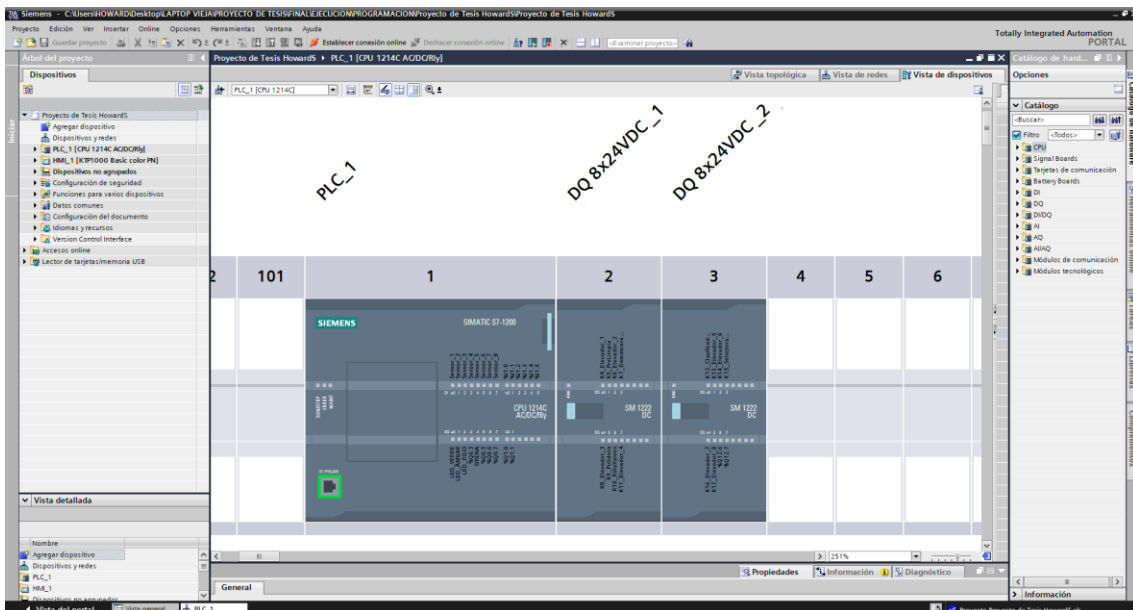


Fuente. *Interfaz para selección de dispositivo PLC. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.*

Por último, al seleccionar y agregar el dispositivo nos apareció una pantalla donde se mostró el PLC seleccionado. Seguido de esto se agregó dos módulos de expansión SM1223.

Figura 5.

Vista de dispositivo PLC y módulos de expansión



Fuente. *Interfaz para selección de dispositivo PLC. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.*

Después de configurar el dispositivo, procedimos a crear los programas para las distintas tareas que conforman el sistema de monitoreo automatizado.

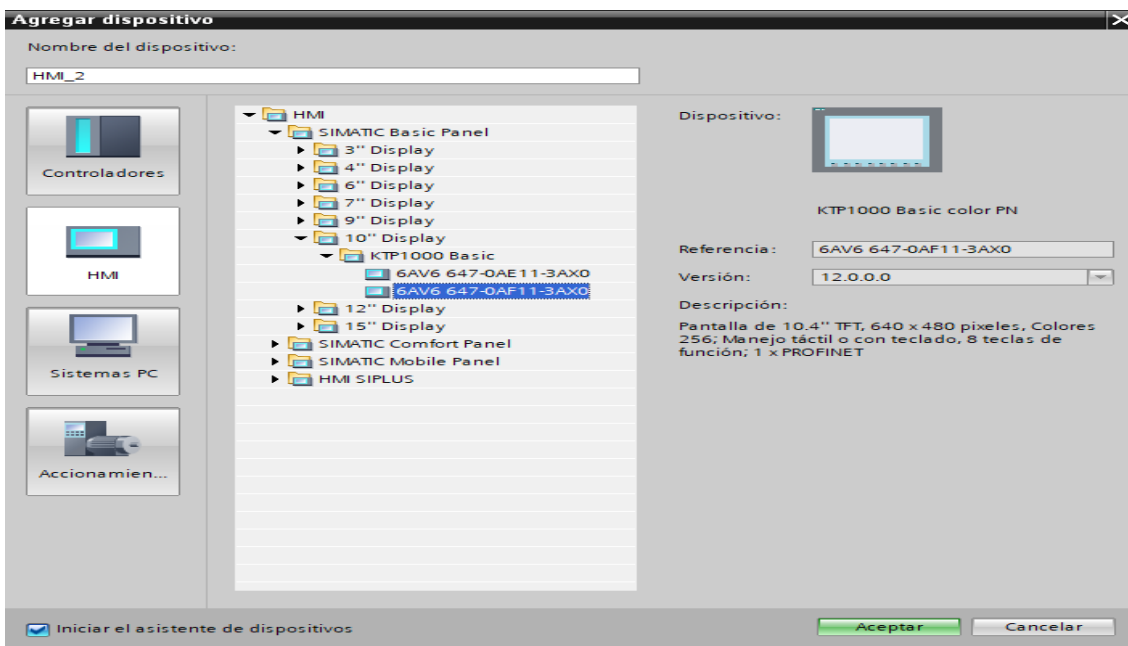
PROGRAMACIÓN DEL HMI

Y para poder empezar con la programación del HMI, empezamos configurando el mismo programa anteriormente usado para programar el PLC. A diferencia de la configuración del PLC, en la opción “Agregar dispositivo”, se seleccionó la opción HMI en lugar de PLC.

Al seleccionar esta sección, apareció una ventana donde se muestran todos los tipos de HMI que se puede programar en el TiaPortal. Para este proyecto se seleccionó el HMI SIMATIC Basic Panel modelo KTP1000 Basic, la cual es una talla de 10”.

Figura 6.

Interfaz para seleccionar el HMI

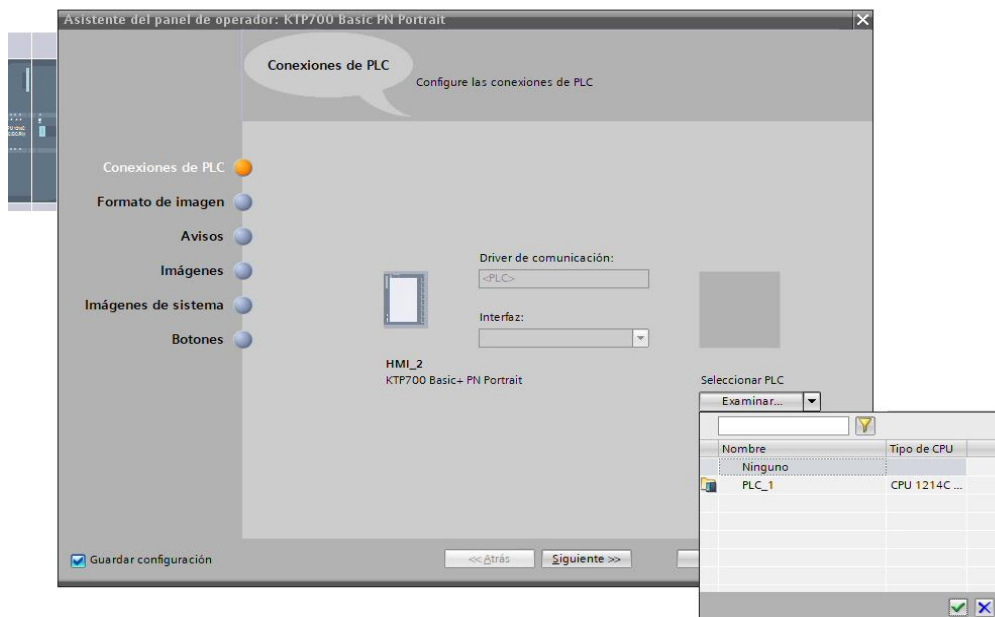


Fuente. Interfaz para selección de HMI. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Luego se configuró algunas propiedades del HMI. Una de ellas es la conexión del HMI con el PLC. Para ello se seleccionó el PLC con el que se vinculó el HMI.

Figura 7.

Interfaz para conectar el HMI con el PLC

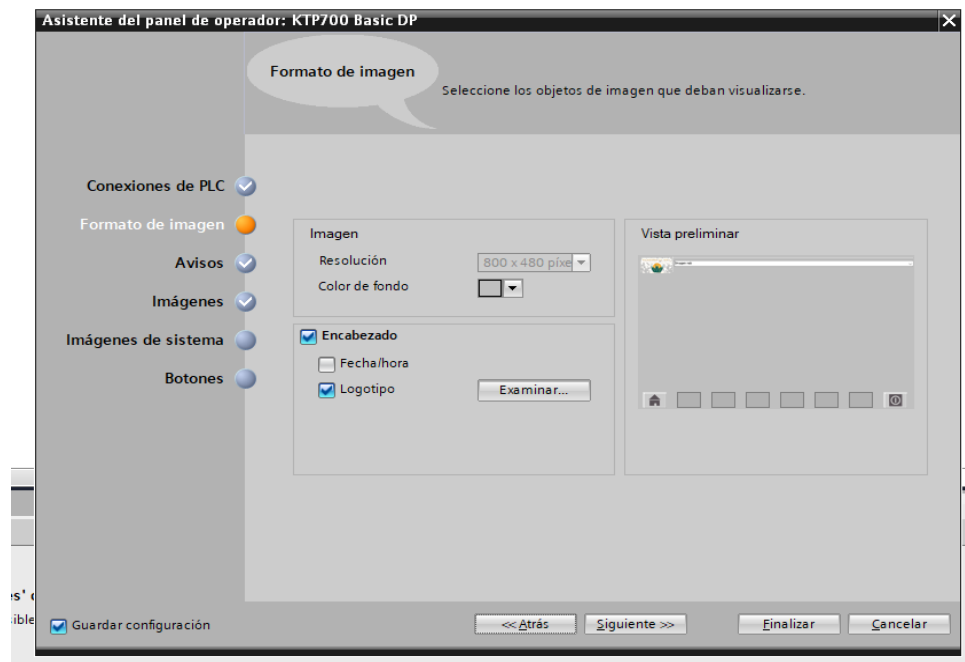


Fuente. Interfaz para la conexión entre el HMI y el PLC. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Y, por último, seguimos con la sección “Formato de imagen”, en la cual pudimos agregar el logotipo de la empresa “PILADORA EL SOL”

Figura 8.

Interfaz para configurar el formato de imagen del HMI



Fuente. Interfaz para la configuración del formato de imagen del HMI. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Habiendo terminado con la configuración del HMI, seguimos a dictar paso a paso el procedimiento de la programación del HMI. La cual se hace de la siguiente manera:

El primer paso fue colocar dos motores, uno verde y otro rojo, esto para representar cuando este encendido o apagado, respectivamente. Estos motores se encontraron en la sección de herramientas, la cual estuvo ubicada en la parte derecha del programa. Dentro de esta sección, vamos a la parte de gráficos. Aquí abrimos la carpeta de EQUIPMENT, luego la carpeta AUTOMATION y al final la carpeta MOTORS. El resultado de este paso se ve a continuación:

Figura 9.

Programación de pantalla de HMI, paso 1



Fuente. *Interfaz de programación de HMI. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.*

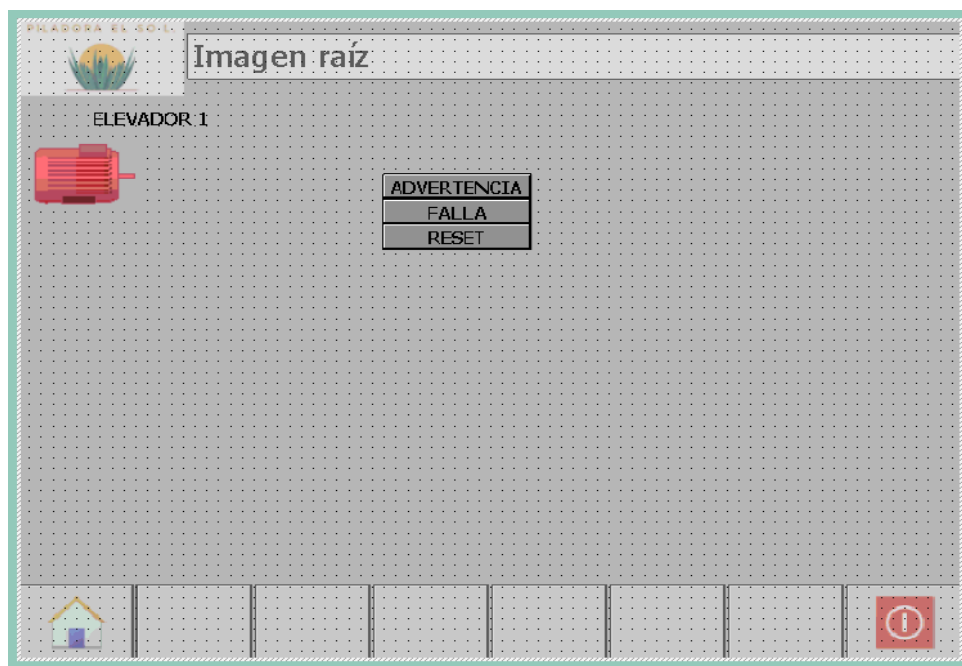
El siguiente paso fue agregar una animación a cada motor para simular el encendido y apagado. Para ello seleccionamos el motor verde, fuimos a la sección animaciones dentro de los parámetros de este motor, las cuales se encuentran en la parte inferior de la pantalla. Luego seleccionamos la opción de VISUALIZACIÓN, luego AGREGAR ANIMACIÓN y por último VISIBILIDAD. Después de esto en la parte de PROCESO, buscamos la variable

con la cual va a trabajar este motor, en este caso fue “Estado_Elevador_1”, y el rango al que va a trabajar le colocamos de 1 a 1, esto debido que al ser una memoria de tipo BOOL, tiene dos estados. 0 y 1, 0 que representa apagado y 1 encendido. En el caso del motor de color rojo, fue la misma variable, pero lo que cambió fue que en su rango se cambió de 1 a 0. Luego colocamos los motores uno encima del otro. La finalidad de esto fue que cuando el motor del elevador 1 estuvo encendido, en el HMI, el motor verde fue visible y el motor rojo no, y en el caso contrario, el motor rojo fue visible y el verde no.

La segunda parte de esta programación consistió en colocar los cuadros para los mensajes de advertencia y fallo, de igual manera se colocó un botón para resetear estas alarmas. Para ello, primero fuimos a la sección de HERRAMIENTAS. Dentro de esta sección, vamos a la parte de ELEMENTOS y seleccionamos BOTON. Luego de tener los cuadros en la pantalla, cambiamos los textos de cada uno a ADVERTENCIA, FALLA y RESET.

Figura 10.

Programación de pantalla de HMI, paso 2



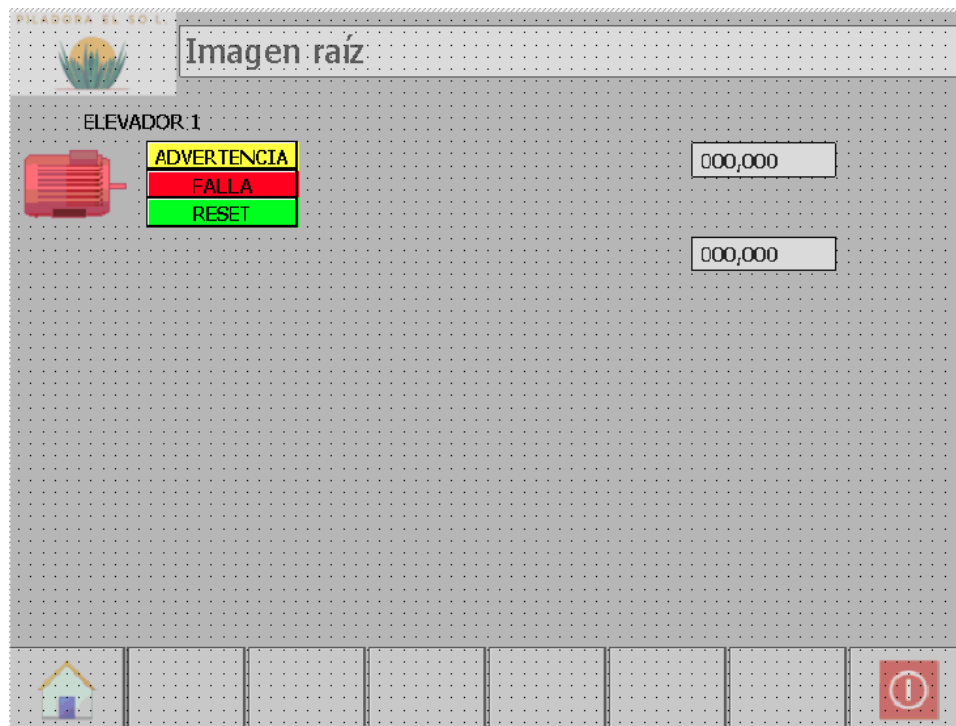
Fuente. Interfaz de programación de HMI. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Luego de haber colocado los cuadros, proseguimos a cambiarle el color a estos, siendo estos amarillo, rojo y verde, respectivamente. Luego tuvimos que agregarles una animación a los cuadros de ADVERTENCIA y FALLA. Para ellos seleccionamos el cuadro a trabajar, con el mismo procedimiento que los motores, agregamos una animación tipo visibilidad a cada uno, para el cuadro de ADVERTENCIA, se le vinculó la variable de “Mensaje_Advertencia_1_HMI” y en el rango se le colocó de 1 a 1. En el caso del cuadro de FALLA, se le vinculó a la variable “Falla_Elevador_1” y el rango se le coloca de 1 a 1. Para el cuadro de RESET, no se agrega ninguna animación, a este se le agregó un EVENTO, este es PULSAR. Se le agregó la función de ActivarBit y se le vinculó la variable “Reset_Fallo_1_HMI”. La finalidad de esta parte de la programación fue que cuando se detectó una advertencia o fallo, aparece el cuadro correspondiente. En el caso de fallo, se apagaron los motores correspondientes y se mantuvieron enclavados hasta que se reinició el proceso, y para ello se tuvo que presionar el botón de RESET, esto para eliminar el fallo una vez ya corregido el estancamiento.

La tercera parte de esta programación consistió en colocar dos cuadros donde se ingresarán manera manual los porcentajes relacionados a los mensajes de advertencia y fallo. Para ello primero fuimos a la sección de HERRAMIENTAS. Dentro de esta sección, vamos a la parte de ELEMENTOS y seleccionamos CAMPO E/S. Así como se muestra en la siguiente imagen:

Figura 11.

Programación de pantalla de HMI, paso 3



Fuente. *Interfaz de programación de HMI. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.*

Luego de haber colocado los CAMPOS E/S, se tuvo que programar cada uno para que cuando se ingrese un dato, este lo envía a determinada memoria, en este caso seleccionamos uno, vamos a sus propiedades y dentro de la opción GENERAL, la vinculamos a la variable “Nivel_Advertencia_HMI”. El otro cuadro la vinculamos a la variable “Nivel_Falla_HMI”. Dentro de esa misma sección, cambiamos su formato de representación para que solo se aparezcan 2 cifras. Esta programación tuvo como finalidad brindar la libertad para que el operador pueda determinar el porcentaje a la que desea se detecte una advertencia o un fallo dentro del proceso.

Estos pasos se realizan de manera similar para el resto de los elevadores.

Diseño del sistema de monitoreo automatizado en los softwares correspondientes.

Basándose en la información recolectada, se procede a empezar con los diseños respectivos usando los softwares correspondientes como se mencionó anteriormente.

Simulación del sistema de monitoreo automatizado en los softwares

correspondientes.

Se realizó las simulaciones correspondientes para poder validar su correcto funcionamiento, verificando que el diseño funcione correctamente antes de poder implementarlo, logrando así la detección de errores antes de la puesta de funcionamiento.

2.3.4.3. Evaluar económicamente la aplicación del sistema de monitoreo automatizado para el molino de arroz PILADORA DEL SOL.

Elaboración de la evaluación económica del sistema de monitoreo automatizado

Se prosiguió a realizar un listado y relación de precios de los materiales, herramientas y mano de obra necesaria para poder implementar el sistema de monitoreo automatizado en el molino PILADORA DEL SOL S.A.C, ya que esto dependió del número de elevadores que existen dentro del procesamiento del arroz.

Elaboración del informe final.

Se realizó el informe final de tesis, usando la información recopilada y la obtenida durante el desarrollo de esta. La redacción se hizo usando las normas del formato APA séptima edición.

III. RESULTADOS

3.1. Determinar los parámetros de diseño del sistema de monitoreo automatizado para los elevadores de cangilones.

3.1.1. Identificaciones de las etapas del procesamiento de arroz.

- **Tolva de ingreso:** Es por donde se ingresa el arroz para el inicio de su procesamiento. Esta tiene forma de un embudo, está enterrada en el piso, en la parte superior que da a nivel del piso, tiene rejillas que son las que hacen de soporte para los sacos de arroz, los cuales, al ser vertidos en las rejillas, estas permiten que el arroz pase y caiga sobre el embudo, la cual dirige la materia prima a la tolva de carga del elevador.
- **Elevador 1:** Forma parte de la etapa de transporte, ya que esta es la que moviliza el arroz de manera vertical. El arroz ingresa por la tolva de carga y se almacena en distintos cangilones que están sujetas a una faja, esta faja está conectada con al eje de un motor eléctrico. Este elevador transporta el arroz desde la etapa de la tolva de ingreso hasta la etapa de prelimpia.
- **Prelimpia:** Es la etapa inicial del procesamiento del arroz. Está diseñada para realizar una limpieza del arroz con cascara antes de que pase a las etapas principales de su procesamiento. Esta elimina impurezas que están pegadas al arroz con cascara, las cuales pueden ser paja, polvo, piedras, etc. Lo cual logra proteger de daños y desgastes a las máquinas de las posteriores etapas.
- **Elevador 2:** Este elevador transporta el arroz desde la etapa de la prelimpia hasta la etapa de la descascaradora.
- **Descascaradora:** En esta etapa se le quita la cascara al arroz, obteniendo un arroz integral. Esta cascara es un elemento no comestible por ello debe de ser retirada para proseguir con el procesamiento del arroz.

- **Elevador 3:** Este elevador transporta el arroz desde la etapa de la descascaradora hasta la etapa de la pulidora.
- **Pulidora:** En esta etapa se le da un brillo y suavidad al arroz, esto a base de extraerle las partículas finas. Lo cual genera un aspecto más atractivo y limpio, mejorando su calidad visual y comercial. Luego de esta etapa, el arroz sale por medio de una tolva de salida, llevando al arroz directamente a la etapa de la rota vaivén.
- **Rota Vaivén:** En esta etapa se clasifica y separa el arroz de acuerdo a su tamaño y peso. Esta máquina cuenta con un sistema de tamices que están en un movimiento oscilante combinado con rotación. Los tamices tienen ciertos orificios que sirven para clasificar el arroz de acuerdo con su tamaño. Los granos grandes pasan a la siguiente etapa, y por otro lado las pequeñas o impurezas se descartan.
- **Elevador 4:** Este elevador transporta el arroz malo desde una de las salidas la etapa de la rota vaivén hasta la etapa de la clasificadora cilíndrica.
- **Elevador 5:** Este elevador transporta el arroz bueno desde la otra salida la etapa de la rota vaivén hasta una Tolva para el arroz bueno, la cual se tiene como destino final el elevador 6.
- **Clasificadora cilíndrica:** Esta etapa es un segundo filtro para separar el arroz de descarte con el arroz bueno, ya que en algunas ocasiones pasa que estos se mezclan. El arroz malo pasa a la tolva 1 para su almacenamiento en sacos y posteriormente descarte. Por otro lado, el arroz bueno se envía por medio de un conducto al elevador 6 para que continúe con su procesamiento.
- **Elevador 6:** Este elevador transporta el arroz bueno la salida de la tolva para arroz bueno hasta la clasificadora electrónica.
- **Clasificadora Electrónica:** Esta es la etapa final del procesamiento del arroz. En esta se usa una clasificadora electrónica, la cual por medio de uso de sensores ópticos y

cámaras de alta resolución analizan cada grano de arroz de acuerdo a su color, tamaño y calidad. Además, separa aquellos que no cumplen con las características deseadas, como lo son los arroces que están dañados, decolorados o que contienen impurezas. Esta clasificación se hace usando de chorros de aire a presión. Los granos que no cumplen con las características van al elevador 7. Y las que sí, van a elevador 8.

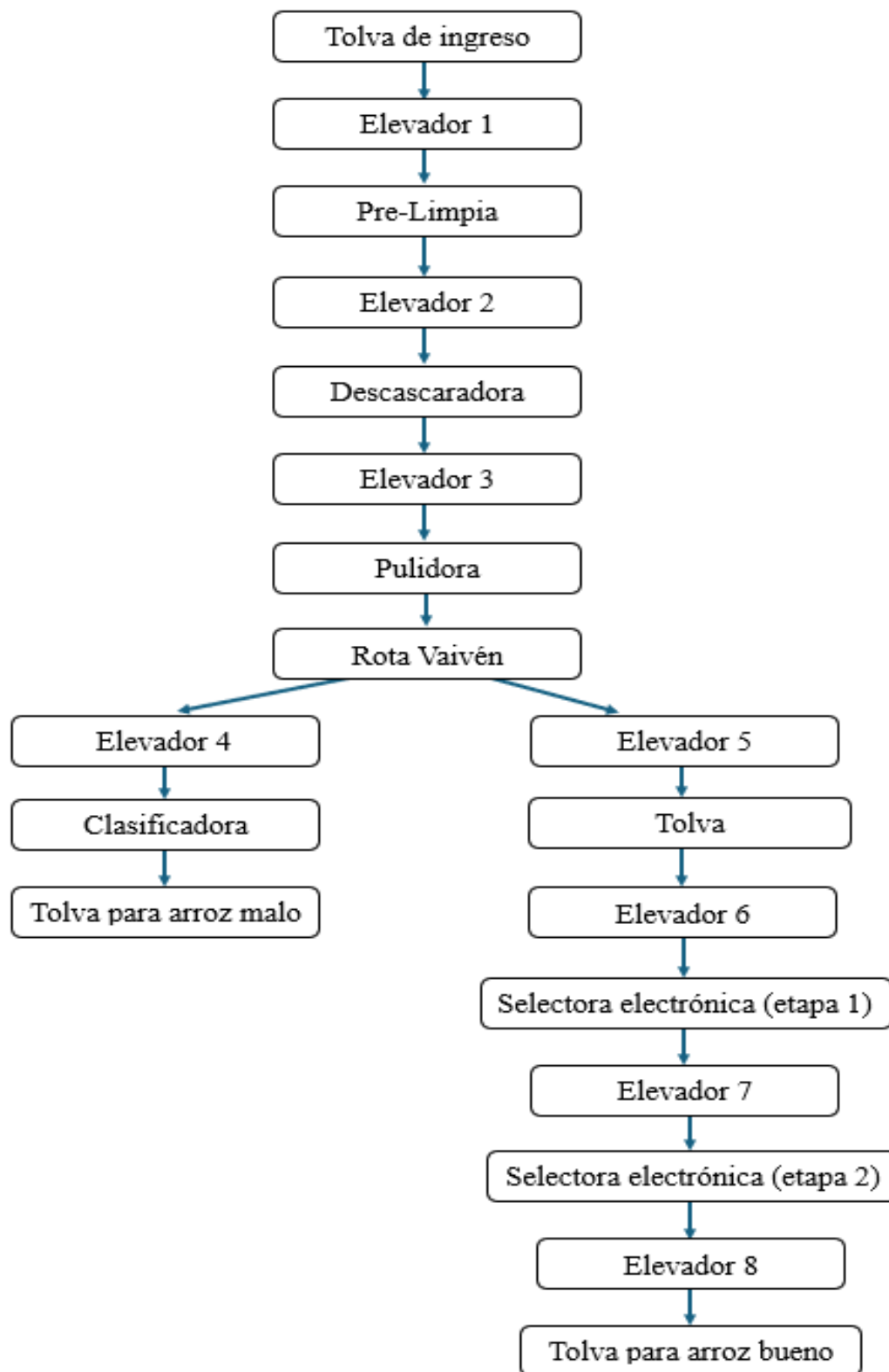
- **Elevador 7:** Este elevador transporta el arroz descartado a la tolva 1.
- **Elevador 8:** Este elevador transporta el arroz de buenas condiciones a la tolva 2
- **Tolvas:** Esta etapa es la etapa donde se hace el respectivo llenado del arroz en sacos según sus condiciones.

Para visualizar los planos eléctricos actuales del molino, remitirse a las **Figuras 40-45** del Anexo C.

Las etapas anteriormente mencionadas se muestran de manera ordenada en la siguiente figura

Figura 12.

Diagrama de flujo del procesamiento de arroz en el Molino “PILAORA EL SOL S.A.C.”



Fuente. Elaboración propia (2024)

3.1.2. Evaluación de la actual etapa de transporte.

Mediante la evaluación realizada in situ, usando la observación directa, se detectó lo siguiente:

Hace años, cuando se realizó el montaje de todas las etapas para el procesamiento del arroz, se instalaron los elevadores de cangilones con la finalidad de poder transportar la materia prima del final de una etapa al inicio de otra. Normalmente en la mayoría de los molinos se instalan estos elevadores sin ningún sistema de monitoreo, ya que siempre existe un personal encargado de supervisar este proceso, generando paros de manera manual de acuerdo con su criterio basado en el procesamiento del arroz. Esta práctica de paros de manera manual no es muy efectiva, esto debido a que los elevadores de cangilones se encuentran ubicados de manera alejada en diferentes zonas del molino, esto dificulta al trabajador poder realizar bien su función, debido a que tiene que movilizarse de un lugar a otro constantemente para verificar de manera presencial cada elevador, siendo imposible para él verificar de manera paralela el funcionamiento de cada elevador.

3.1.3. Evaluación de los elementos de los elevadores de cangilones

- **Motores eléctricos:** cuentan con motores de diferente potencia. Esto debido a la altura de la tolva de carga de la maquina a la cual se va a tener que transportar, por ello que la potencia depende a que altura se necesitará elevar la materia prima. Algunos de estos motores se encuentran con evidentes muestras de que han llegado a trabajar con sobrecarga.
- **Faja:** Estos elementos se encuentran en buen estado.
- **Cangilones:** Estos elementos se encuentran en buen estado.
- **Tambor tensor:** Estos elementos se encuentran en buen estado.
- **Caja o envoltura:** Estos elementos se encuentran en buen estado.

3.1.4. Características de cada elevador

Para obtener sobre los elevador, se tuvo que acudir al molino Piladora del Sol S.A.C. con el fin de poder verificar la altura de cada elevador y las características de cada uno de sus motores. La información de campo se presenta en el siguiente cuadro.

Tabla 1.

Características de los elevadores.

ITEM	DESCRIPCIÓN	ALTURA (M)	POTENCIA DEL MOTOR (HP)	RPM
ELEVADOR 1	Transporta la materia prima desde la tolva de ingreso hasta la máquina de prelimpia	11	1.5	1740
ELEVADOR 2	Transporta la materia prima desde la máquina de la prelimpia hasta la maquina descascaradora	11	1.5	1740
ELEVADOR 3	Transporta la materia prima desde la maquina descascaradora hasta la maquina Pulidora	9	1	1150
ELEVADOR 4	Transporta la materia prima desde la salida 1 del rota vaivén hasta la clasificadora cilíndrica	9	1	1150
ELEVADOR 5	Transporta la materia prima desde la salida 2 del rota vaivén hasta la tolva para arroz bueno	9	1	1150
ELEVADOR 6	Transporta la materia prima desde la salida de la tolva del arroz bueno hasta la clasificadora electrónica	9	1	1150
ELEVADOR 7	Transporta la materia prima que no cumple con las condiciones requeridas hasta la tolva 1	9	1	1150
ELEVADOR 8	Transporta la materia prima que cumple con las condiciones hasta la tolva 2	9	1	1150

Fuente. Elaboración propia (2024)

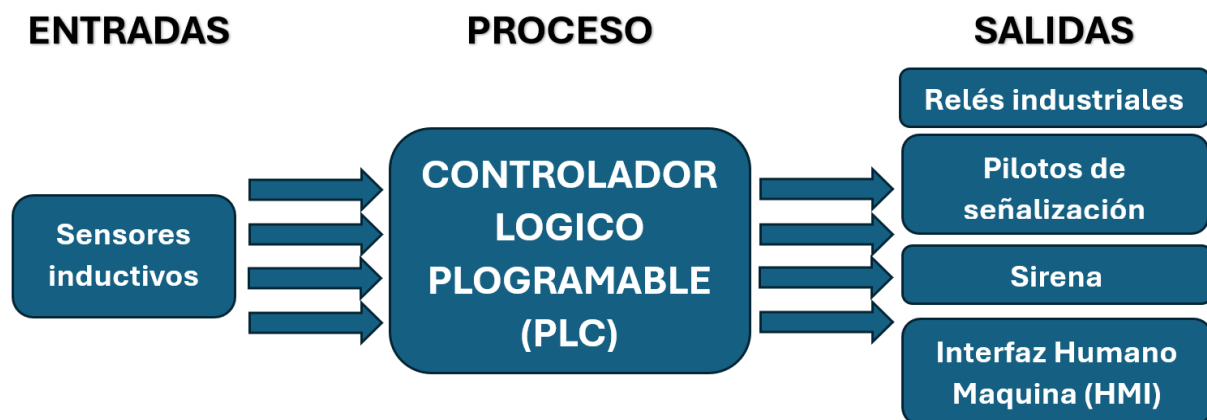
Al tener las características de cada elevador, logramos determinar los parámetros de diseño para cada motor, ya que la variable de trabajo son sus RPM. Por ello, al tener la información de cada uno, pudimos proseguir a dimensionar el diseño usado para cada motor.

3.2. Dimensionar el sistema de monitoreo automatizado para el molino de arroz PILADORA DEL SOL.

A continuación, se muestra un diagrama que representa la forma de trabajar del sistema de monitoreo automatizado.

Figura 13.

Diagrama de entrada, proceso y salida del sistema de monitoreo automatizado.



Fuente. Elaboración propia (2024)

3.2.1. Elementos de entrada

Los elementos de entrada de este proyecto son sensores inductivos. Los cuales estarán ubicados en cada motor eléctrico de cada elevador. Estos son encargados de enviar las lecturas de las RPM al PLC.

En este proyecto requirió 8 sensores inductivos, ya que existen 8 elevadores dentro de todo el proceso del molino. Estos sensores fueron etiquetados de la siguiente manera.

Tabla 2.

Etiqueta de los sensores.

SENSOR	DESCRIPCIÓN
SENSOR_1	Elevador 1
SENSOR_2	Elevador 2
SENSOR_3	Elevador 3
SENSOR_4	Elevador 4
SENSOR_5	Elevador 5
SENSOR_6	Elevador 6
SENSOR_7	Elevador 7
SENSOR_8	Elevador 8

Fuente. Elaboración propia (2024)

3.2.2. Elementos de salida

Los elementos de salida de este proyecto son relés industriales, pilotos de señalización, Sirena industrial e Interfaz Humano Maquina (HMI).

Los relés industriales son los encargados de generar los cortes del flujo eléctrico para la alimentación de los contactores de cada motor de los elevadores y las maquinas que pertenecen al procesamiento de arroz. En este proyecto se usaron 14 relés industriales, esto para cubrir la cantidad de elevadores y maquinas. Las características de estos relés se verán descriptas en la siguiente tabla:

Tabla 3.

Etiqueta de relés.

ITEM	RELÉ	ETIQUETA	IDENTIFICACIÓN DE MOTORES
1	K4	K4_Elevador_1	Motor de Elevador 1
2	K5	K5_PreLimpia	Motor de PreLimpia
3	K6	K6_Elevador_2	Motor de Elevador 2
4	K7	K7_Descascaradora	Motor de Descascaradora
5	K8	K8_Elevador_3	Motor de Elevador 3
6	K9	K9_Pulidora	Motor de Pulidora

7	K10	K10_RotaVaiven	Motor de Rota Vaivén
8	K11	K11_Elevador_4	Motor de Elevador 4
9	K12	K12_Clasificadora	Motor de Clasificadora cilíndrica
10	K13	K13_Elevador_5	Motor de Elevador 5
11	K14	K14_Elevador_6	Motor de Elevador 6
12	K15	K15_Selectora_Electronica	Motor de Selectora Electrónica
13	K16	K16_Elevador_7	Motor de Elevador 7
14	K17	K17_Elevador_8	Motor de Elevador 8

Fuente. Elaboración propia (2024)

Los pilotos de señalización fueron los encargados de indicar en que etapa de encuentra el proceso. Se usaron 3 pilotos de diferente color. El piloto verde significa que no existe ningún error en el proceso, el piloto amarillo indica que existe una advertencia en el proceso y el piloto rojo significa que existe una falla en el proceso.

La sirena industrial se activa existe un error en el proceso.

En el HMI se va a visualizar cuando los elevadores estén funcionando y en caso exista alguna advertencia o falla en el proceso, en la pantalla se podrá observar una alarma, esto de acuerdo con que si es advertencia o falla.

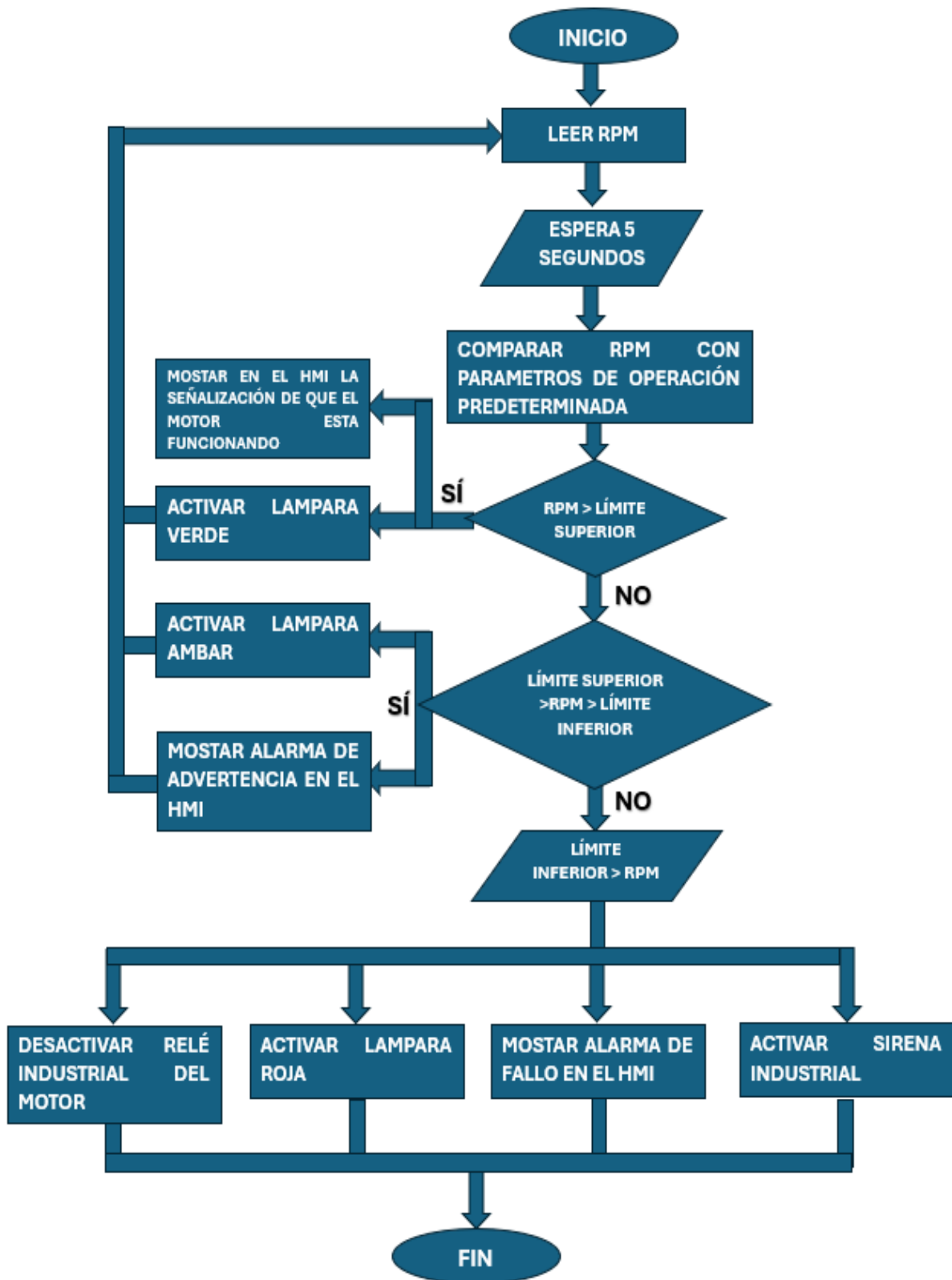
3.2.3. Controlador Lógico Programable (PLC)

3.2.3.1. Diagrama de flujo

A continuación, se muestra un diagrama de flujo para mostrar la lógica de la programación del PLC.

Figura 14.

Diagrama de entrada, proceso y salida del sistema de monitoreo automatizado para cada motor

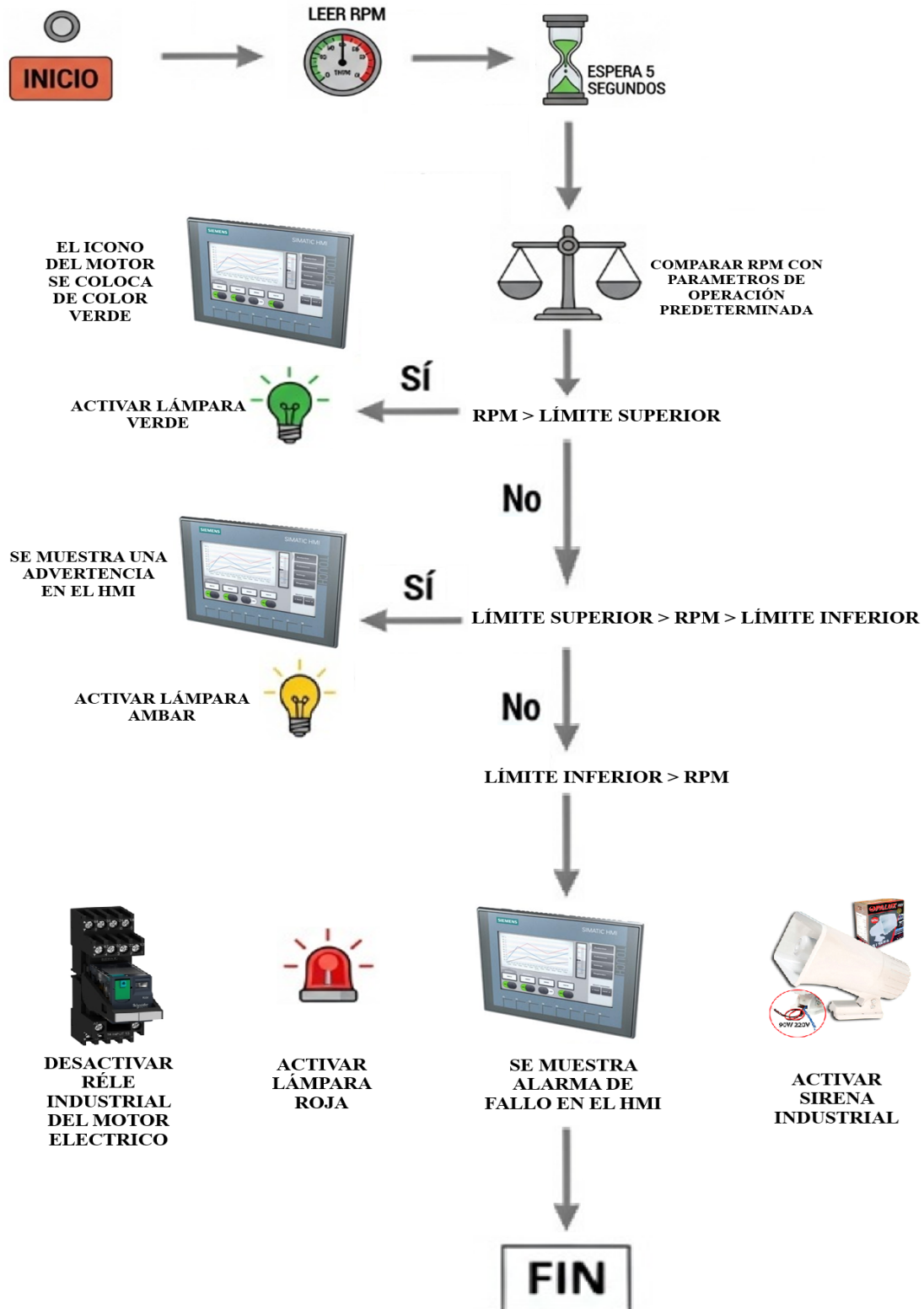


Fuente. Elaboración propia (2024)

De igual manera, para mayor comprensión, se muestra un diagrama pictográfico de la lógica a usar

Figura 15.

Diagrama pictográfico del sistema de monitoreo automatizado para cada motor.



Fuente. Elaboración propia (2024)

Ahora teniendo en cuenta la lógica a usar, a continuación, se detalla la programación realizada:

3.2.3.2. PROGRAMACIÓN DE PLC EN LENGUA LADDER

Para poder realizar los distintos tipos de programaciones en el software de TiaPortal, se hicieron uso de varios bloques funcionales. Para una comprensión más detallada de estos bloques funcionales empleados en el desarrollo del Sistema de Monitoreo Automatizado, remitirse a la Sección 2 del Anexo A.

A. CONTEO DE REVOLUCIONES POR MINUTO

Esta programación fue la encargada de medir las RPM de cada elevador de acuerdo con los sensores inductivos que se instalará en cada uno. La función que cumple esta programación se ve representada en el siguiente diagrama de flujo:

Figura 16.

Diagrama de flujo del bloque “CONTEO DE RPM”



Fuente. Elaboración propia (2024)

Para visualizar la programación realizada en el TiaPortal para cada elevador, remitirse a las **Figuras 46-53** del Anexo D.

En la **Figura 46**, la cual es la programación hecha para el elevador 1, se muestra que se usó un bloque contador ascendente, que esta denominado bajo la etiqueta de “Contador_elevador_1”, el cual fue el encargado de contar las RPM del elevador, este contador ascendente cuenta con distintos parámetros. Los cuales se representan en el siguiente cuadro:

Tabla 4.

Parámetros del contador ascendente.

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Descripción
CU	Input	BOOL	Entrada de contaje
R	Input	BOOL	Entrada de reset
PV	Input	Enteros	Valor con el cual se activa la salida Q
Q	Output	BOOL	Salida del contador
CV	Output	Enteros	Valor del contaje actual

Fuente. Elaboración propia (2024)

Como se ve en la imagen, en la primera línea de programación se ve que la activación del contador ocurre mediante la entrada de contaje (CU), no es de manera directa ya que dependió de un contacto de flanco de señal ascendente, el cual esta denominado bajo la etiqueta de “Sensor_1”. Este contacto tiene dos parámetros, el superior es la señal a la cual se consulta si existe un cambio de estado de 0 a 1, y la inferior es la memoria donde se almacena el estado lógico de la consulta anterior. El valor de contaje actual (CV) del contador ascendente se guardará en la memoria MD1, la cual esta denominada bajo la etiqueta de “Frecuencia_1”. La entrada de reset (R) del contador ascendente no fue de manera directa ya que dependió de un contacto abierto vinculado a la bobina Q0.1, la cual esta denominada

bajo la etiqueta “OFF_1”. El objetivo de esta línea de programación fue que el sensor 1 envié señales al contador para que pueda obtener el número de RPM del elevador, luego almacenar esa información en una memoria que se usó en la siguiente línea de programación.

En la segunda línea de programación, se hace uso de un bloque de multiplicación. Este bloque multiplicación tiene 3 parámetros. Los cuales se representan a continuación.

Tabla 5.

Parámetros del bloque de multiplicación.

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Descripción
EN	Input	BOOL	Entrada de activación
ENO	Output	BOOL	Salida del multiplicador
IN1	Input	Enteros	Multiplicador
IN2	Input	Enteros	Valor del operando
OUT	Output	Enteros	Producto de la multiplicación

Fuente. Elaboración propia (2024)

La entrada de activación (EN) fue de manera directa. El multiplicado (IN1) fue vinculado al valor del contaje actual (CV) del contador ascendente. El IN1 se multiplica por el valor del operando (IN2). Y el resultado se guarda en la memoria MD2, la cual esta denominada bajo la etiqueta de “RPM_Elevador_1”.

Después de pasar por el bloque de multiplicación, existen dos bloques de comparación, uno “Mayor” y otro “Menor o igual”. Ambos tienen dos parámetros, el superior es el valor que se va a comparar y el inferior es el valor de referencia con el que se va a comparar. El valor que se va a comparar en ambos casos es el “RPM_Elevador_1”. Cuando las comparaciones cumplieron con las condiciones específicas, permitieron el paso de la energía a través de ellas. Después de pasar por estas comparaciones, llega a un bloque de

temporizador con retardo a la conexión (TON), el cual esta denominado bajo la etiqueta “T_1”. Este temporizador cuenta con 4 parámetros, los cuales se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 6.

Parámetros del temporizador de retardo a la conexión (TON)

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Descripción
IN	Input	BOOL	Entrada de activación
PT	Input	TIME	Tiempo de retardo a la conexión
Q	Output	BOOL	Salida del temporizador
ET	Output	TIME	Valor de tiempo actual

Fuente. Elaboración propia (2024)

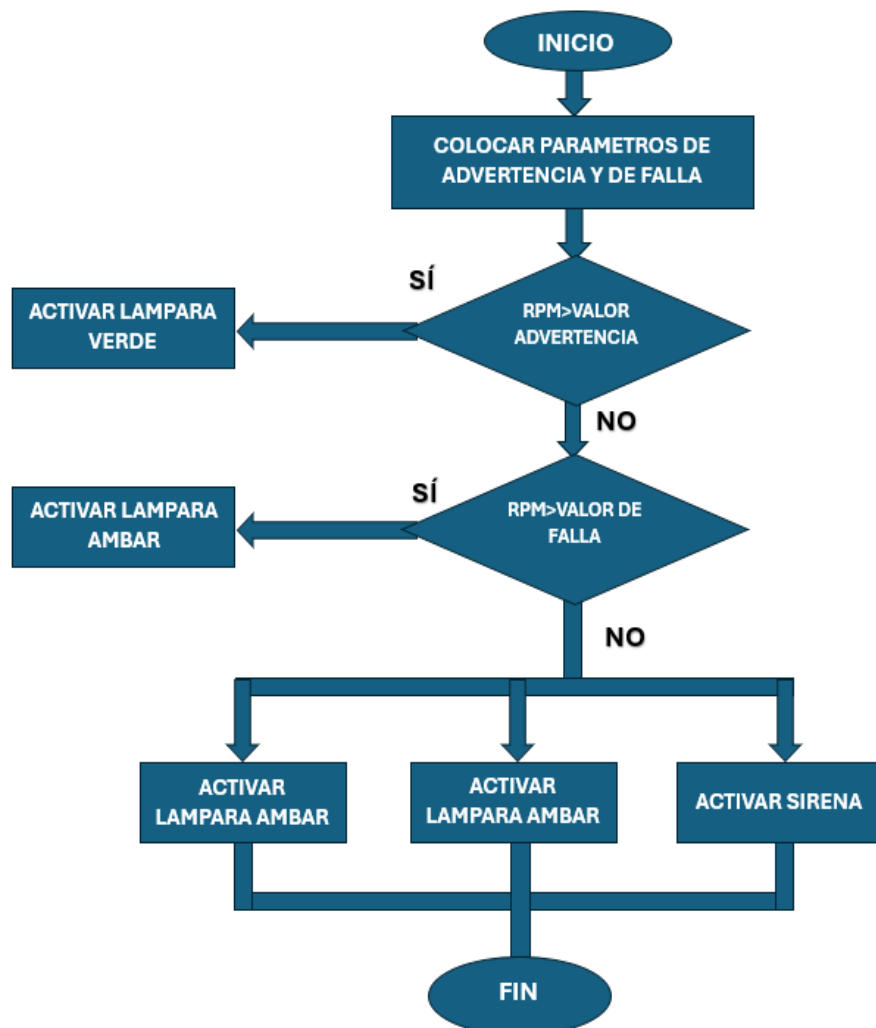
Su entrada de activación (IN) dependió que el valor “RPM_Elevador_1” pase las dos comparaciones que se encuentran anterior a este bloque. El tiempo de retardo a la conexión (PT) fue de 5 segundos. Y la salida del temporizador (Q) está conectada a la bobina Q0.1, la cual estuvo bajo la denominación “OFF_1”. Esta bobina se estivo al transcurrir el tiempo para la activación de la salida del temporizador. El objetivo de esta línea de programación fue determinar si el elevador está trabajando a unas RPM bajas, si es así entonces se apagaría el elevador.

B. CONFIGURACIÓN DE FALLA

Este bloque de programación dependió de la programación del HMI, ya que en este se colocó de manera manual el porcentaje de las RPM que se deben reducir para la cual se desea que indique una advertencia o una falla. El número ingresado por medio del HMI para la advertencia y la falla, fue almacenada en una memoria, la cual fue procesada por el PLC y este determinará el número de RPM que, si el motor trabaja menor a ellas, se marcará una advertencia y en caso de falla, se generará un paro automático del proceso. La función que cumple esta programación se ve representada en el siguiente diagrama de flujo:

Figura 17.

Diagrama de flujo del bloque “CONFIGURACIÓN DE HMI”, PARTE 1



Fuente. Elaboración propia (2024)

Para visualizar la programación total del bloque para cada elevador, remitirse a las **Figuras 54-61** del Anexo E.

Como se ve en la **Figura 54**, en la primera línea de programación se usan bloques de funciones matemáticas. El primer bloque es un bloque de resta, este tiene las siglas de SUB. Este bloque cuenta con distintos parámetros. Los cuales se representan en el siguiente cuadro:

Tabla 7.

Parámetros de una función matemática sustraer (SUB)

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Descripción
EN	Input	BOOL	Entrada de activación
ENO	Output	BOOL	Salida de la resta
IN1	Input	BOOL	Minuendo
IN2	Input	TIME	Sustraendo
OUT	Output	TIME	Diferencia

Fuente. Elaboración propia (2024)

En este bloque de programación, su entrada de activación (EN) es directa. El minuendo (IN1) es 100, tomando como referencia que es el 100%. El sustraendo (IN2) estuvo bajo la etiqueta de “Nivel_Advertencia_HMI”, es una memoria la cual se colocó de manera manual directamente desde la pantalla de HMI, el cual va reflejado en porcentaje. La diferencia (OUT) se guardará en una memoria que está bajo la etiqueta de “Porcentaje_1”.

Pasando este bloque, colocamos el bloque de división, que es otro bloque de función matemática. Este bloque tiene las siglas de DIV. Sus parámetros están detallados en el siguiente cuadro:

Tabla 8.

Parámetros de una función matemática división (DIV)

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Descripción
EN	Input	BOOL	Entrada de activación
ENO	Output	BOOL	Salida de la división
IN1	Input	BOOL	Dividiendo
IN2	Input	TIME	Divisor
OUT	Output	TIME	Resultado

Fuente. Elaboración propia (2024)

En este bloque de división, su entrada de activación (EN) es directa, que viene de la salida del anterior bloque. El dividendo (IN1) es la memoria “Porcentaje_1”, la cual está a la salida del bloque anterior. El divisor (IN2) es 100, esto para convertirlo en un valor real. El resultado (OUT) se almacena en una memoria, está bajo la etiqueta “Nivel_Advertencia_1”.

Pasando este bloque de división, se coloca el ultimo bloque de esta línea de programación. El cuál fue el bloque de multiplicación, el cual es otro bloque de función matemática. Este bloque tiene las siglas de MUL. Sus parámetros están detallados en el siguiente cuadro:

Tabla 9.

Parámetros de una función matemática multiplicación (MUL)

Parámetro	Declaración	Tipo de datos	Descripción
EN	Input	BOOL	Entrada de activación
ENO	Output	BOOL	Salida de la multiplicación

IN1	Input	BOOL	Multiplicador
IN2	Input	TIME	Multiplicando
OUT	Output	TIME	Resultado

Fuente. Elaboración propia (2024)

En este bloque de programación, su entrada de activación (EN) es directa, que viene de la salida del anterior bloque. El multiplicador (IN1) es las RPM medidas de cada motor. El multiplicando (IN2) es la memoria “Nivel_Advertencia_1” que viene de la salida del bloque de división anterior. El resultado (OUT) se guarda en una memoria que tiene como etiqueta “RPM_Advertencia_1”.

El resumen de la primera línea de programación fue por medio del HMI, se coloca un porcentaje a la cual, si el elevador baja determinado porcentaje de RPM, aparece una alarma indicando que el elevador 1 ha bajado su velocidad, por lo cual existe la posibilidad de que se genere un estancamiento. Esto por medio de que el porcentaje colocado, se resta al 100%, obteniendo el porcentaje de RPM del elevador 1 al cual saltará la alarma, luego se convierte en valor real dividiéndolo entre 100, luego este valor se multiplica al valor de las RPM medidas del elevador. Obteniendo determinadas RPM las cuales, si el elevador se encuentra bajo estas RPM, se muestra una advertencia en el HMI, señalando el número de elevador en el cual sus RPM no son las adecuadas para su funcionamiento.

La segunda línea de programación que se ve en la **Figura 54**, se enfoca en determinar las RPM por las cuales se determinará una falla, usan la misma lógica de la primera línea de programación, pero con la diferencia de que, si las RPM del elevador están debajo de las RPM determinadas para una falla, no solo se muestra un mensaje en el HMI indicando en que elevador se está por suceder una falla, sino que se genera un paro automático en todo el proceso.

En la **Figura 58**, se colocaron varios contactos abiertos en paralelo, los cuales estuvieron vinculados a las memorias de “Estado_Elevador” de los 8 elevadores. Seguido de esto se colocaron en serie dos contactos cerrados que están vinculadas a las bobinas “LED_AMBAR” y “LED_ROJO”. Y al final de esta línea de programación esta la bobina “LED_VERDE”. El objetivo de esta línea de programación fue que, al activarse los elevadores, se activa un Led de color verde, el cual se encuentra en el tablero indicando que el proceso está funcionando correctamente, pero en caso se activen la bobina de “LED_AMBAR” o “LED_ROJO”, los cuales significan que existe una advertencia o una falla, respectivamente, apagarán el Led verde.

En la **Figura 59**, se colocaron varios contactos abiertos en paralelo, los cuales estuvieron vinculados a las memorias de “Advertencia_Elevador” de los 8 elevadores. Seguido de esto se colocó un contacto cerrado que estuvo vinculado a la bobina “LED_ROJO”. Y al final de esta línea de programación esta la bobina “LED_AMBAR”. El objetivo de esta línea de programación fue que, al activarse la advertencia en algún elevador, se activa un Led de color ámbar, el cual se encuentra en el tablero indicando que en el proceso existe una advertencia, pero en caso se activen la bobina de “LED_ROJO”, la cual significan que existe una falla, respectivamente. Apagarían el Led ámbar.

En la **Figura 60**, se colocaron varios contactos abiertos en paralelo, los cuales estuvieron vinculados a las memorias de “Falla_Elevador” de los 8 elevadores. Seguido de esto, al final de esta línea de programación esta la bobina “LED_ROJO”. El objetivo de esta línea de programación fue que, al activarse la falla de algún elevador, se activa un Led de color rojo, el cual se encuentra en el tablero indicando que en el proceso existe una falla.

En la **Figura 61**, se colocaron dos contactos abiertos en paralelo, los cuales estuvieron vinculados a las memorias de “LED_AMBAR” y “LED_ROJO”. Al final de esta línea de programación estuvo la bobina “SIRENA”. El objetivo de esta línea de programación fue

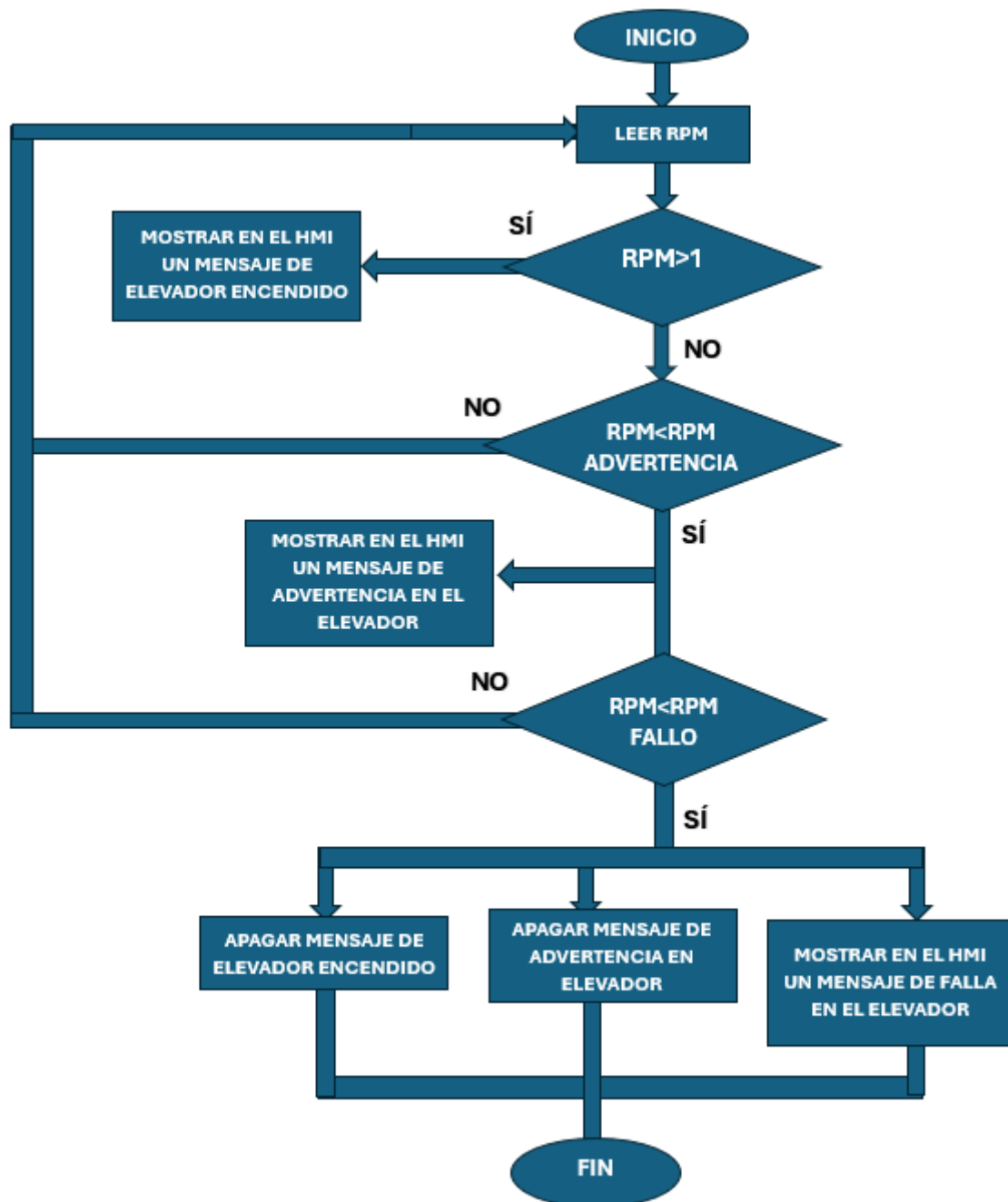
que, al activarse la bobina de “LED_AMBAR” o “LED_ROJO” se activó la boina de “SIRENA”, la cual es una salida física que estuvo conectada a una sirena industrial que generaría un sonido para indicó que existe una advertencia o falla en el proceso.

C. ESTADO DE ELEVADORES EN HMI

En este bloque de programación se creará un diseño que tendrá como fin, generar la lógica para encender las alarmas de advertencia o fallo según indiquen las RPM. Esto se logrará mediante las mediciones de las RPM de cada elevador, y compararlas con las mediciones generadas y guardadas en memorias dentro del bloque de programación “CONFIGURACIÓN DEL HMI”. Estas memorias son “RPM_Advertencia” y “RPM_FALLA” de cada elevador. La función que cumple esta programación se ve representada en el siguiente diagrama de flujo:

Figura 18.

Diagrama de flujo del bloque “ESTADO DE LOS ELEVADORES EN EL HMI”.



Fuente. Elaboración propia (2024)

Para visualizar la programación total de bloque, remitirse a las **Figuras 62-77** del Anexo F.

Como se ve en la **Figura 62**, en la primera línea de programación se hace uso de un bloque de comparación, específicamente el bloque de “Mayor o igual”. Este cuenta con dos parámetros, el superior es el valor que se va a comparar y el inferior es el valor de referencia con el que se va a comparar. En este caso, en la parte superior va la memoria “RPM_Elevador_1”, la cual se genera en el bloque de programación “CONTEO DE REVOLUCIONES POR MINUTO”. Y en la parte inferior va el número 1, esto con la finalidad de que cuando el elevador se encuentra en marcha, las RPM de este es mayor a 1. Cumplida esta condición, este bloque permitió el paso de energía a través de este. Luego pasa por un contacto cerrado de la bobina “Falla_Elevador_1”, la cual es una memoria que se verá más adelante. Y al final de esta línea de programación, está la bobina “Activar salida”, que tiene la etiqueta de “Estado_Elevador_1”. Este tipo de bobina solo necesita un pulso de energía para activarse, y mantiene ese estado hasta que se desactive usando la bobina “Desactivar salida” que tenga la misma etiqueta. El objetivo de esta línea de programación fue que al activarse el elevador (en este caso el 1), se activó una señal en el HMI, indicando que el elevador está funcionando.

En la segunda línea de programación, se colocó un contacto abierto que estuvo vinculado a la bobina “OFF_1”, esta bobina se generó en el bloque de programación “CONTEO DE REVOLUCIONES POR MINUTO”. Cuando este contacto abierto cambia de estado a cerrado, se activan las bobinas de “Desactivar salidas” con las etiquetas “Estado_Elevador_1” y “Advertencia_Elevador_1”. El objetivo de esta línea de programación fue que cuando el elevador (en este caso el 1) esté apagado, en este caso cuando se activó la bobina “OFF_1”, su contacto cambió de estado y dejó pasar la energía de este. Apagando las señales de “Estado_elevador_1” Y “Advertencia_Elevador_1” que aparecieron en el HMI, las cuales cuando están activadas significan que el elevador está funcionando y que este está trabajando a una velocidad que no es usual, respectivamente.

En la tercera línea de programación se colocó un contacto abierto que estuvo vinculado a la bobina “Falla_Elevador_1”, cuando este cambió de estado al energizarse la bobina, permitió el paso de energía y este activa de manera paralela a dos bobinas, una bobina de “Desactivar salida”, que está bajo la etiqueta de “Estado_Elevador_1”, siendo una memoria. Y otra bobina simple que está bajo la etiqueta de “Falla_1”. Esta última bobina se usó en otro bloque de programación que se mostrará más adelante. El objetivo de esta línea de programación fue que al activarse la bobina de “Falla_Elevador_1”, su contacto cambia de estado, generando que se elimine la señal de “Estado_Elevador_1” que apareció en el HMI, la cual al estar activada significa que este encendido el elevador 1. Y también, activa la bobina “Falla_1”, la cual se usó más adelante para apagar el elevador 1.

Como se ve en la **Figura 63**, en la cuarta línea de programación, se colocó un bloque de comparación “Mayor”, el cual comparará la memoria “RPM_Elevador_1” y la “RPM_Advertencia_1”, si la primera memoria es mayor a la segunda, este bloque de comparación permitió el paso de energía, teniendo como función activar dos bobinas “Desactivar Salida”, una es la bobina “Advertencia_Elevador_1” y la otra es “Bloqueo_Mensaje_1”. El objetivo de esta línea de programación fue que al verificar que las RPM del elevador (en este caso el 1) es mayor a las RPM de advertencia previamente determinadas, apaga las bobinas de “Advertencia_Elevador_1” Y “Bloqueo_Mensaje_1”, las cuales se usan en otro bloque de programación, que tienen como fin, activar una alerta en la pantalla HMI, la cual significa que el elevador está trabajando en una velocidad menor a la usual.

En la quinta línea de programación, al inicio se colocó un bloque de comparación “Mayor o igual”, El cual va a comparar la memoria “RPM_Elevador_1”, la cual se genera en el bloque de programación “CONTEO DE REVOLUCIONES POR MINUTO”. Y el número 1, esto con la finalidad de que cuando el elevador (en este caso el 1) se encuentra en

marcha, las RPM de este es mayor a 1. Al cumplir con esta condición, se permitió el paso de energía a través de este logrando así energizar el temporizador de retardo a la conexión (TON), que tiene la etiqueta “T9_1”. Este temporizador se activa después de pasar 5 segundos. Después llega y pasa por dos bloques de comparación. El primero es “Mayor”, comparando las memorias “RPM_Elevador_1” y “RPM_Falla_1”; Y el segundo es “Menor o igual”, comparando las memorias “RPM_Elevador_1” y “RPM_Advertencia_1”. Cuando se cumplió ambas condiciones, se permitió el pase de energía a través de ellos llegando así a activar otro temporizador de retardo a la conexión, que tiene la etiqueta de “10_1”. Este temporizador se activa después de haber transcurrido 5 segundos activando así la bobina del tipo “Activar salida”, que tiene la etiqueta de “Advertencia_Elevador_1”. La función de esta línea de programación fue que al encenderse el elevador (en este caso el 1), pasado los 5 segundos, verificar si las RPM de este es mayor que las RPM falla y menor que las RPM advertencia, entonces al pasar 5 segundos se activó una advertencia en el HMI, indicando que el elevador 1 está trabajando en una velocidad que no es la adecuada.

En la sexta línea de programación, se colocó un bloque de comparación “Mayor igual”, El cual va a comparar la memoria “RPM_Elevador_1”, la cual se genera en el bloque de programación “CONTEO DE REVOLUCIONES POR MINUTO”. Y el número 1, esto con la finalidad de que cuando el elevador (en este caso el 1) se encuentra en marcha, las RPM de este es mayor a 1. Al cumplir con esta condición, se permitió el paso de energía a través de este logrando así energizar el temporizador de retardo a la conexión (TON), que tiene la etiqueta “T11_1”. Este temporizador se activó después de pasar 5 segundos. Después llega y pasa por dos bloques de comparación. El primero es “Mayor”, comparando la memoria “RPM_Elevador_1” y 80, este último significando determinada velocidad del elevador; Y el segundo es “Menor”, comparando las memorias “RPM_Elevador_1” y “RPM_Falla_1”. Cuando cumplieron con ambas condiciones, permitieron pasar la energía a través de ellos

llegando así a activar otro temporizador de retardo a la conexión, que tiene la etiqueta de “12_1”. Este temporizador se activó después de haber transcurrido 5 segundos activando así en paralelo dos bobinas, una del tipo “Activar salida”, que tiene la etiqueta de “Falla_Elevador_1” y la otra bobina de tipo “Desactivar Salida”, que tiene la etiqueta de “Advertencia_Elevador_1”. El objetivo de esta línea de programación es fue al activarse el elevador (en este caso 1), pasado los 5 segundos se verifica si las RPM del elevador son menores a las RPM de fallas, entonces al pasar 5 segundos se apaga el elevador y elimina la señal de advertencia que aparece en el HMI, ya que está por producirse una falla.

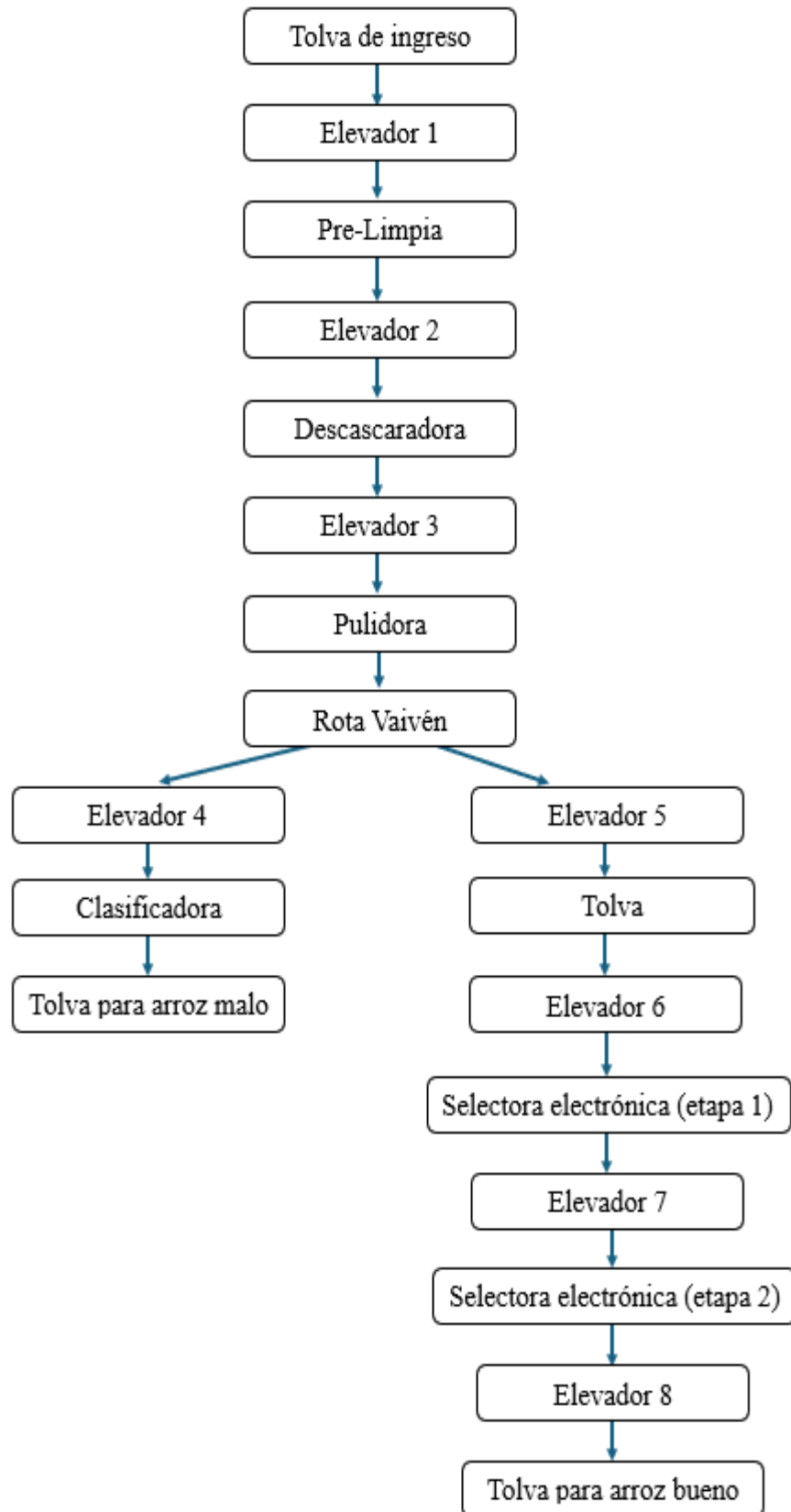
Este proceso se repite para el resto de los elevadores usando la misma lógica anterior, logrando así crear una programación para proteger y monitorear cada elevador que pertenece al proceso del arroz.

D. SALIDAS DE DISPAROS DE LOS RELÉS DE LOS CONTACTORES

Este bloque de programación tiene como función general parar cierto sector del proceso, incluyendo elevador y maquinas, esto dependiendo de donde se genera la falla. Esto de acuerdo que, si se genera un paro parcial, solo en el elevador que ocurrió la falla, el resto de las máquinas seguirán trabajando y así podrían empeorar la situación de la falla (estancamiento), ya que estas seguirían abasteciendo al elevador. Para tener una idea de las maquinas o etapas del proceso, tenemos la siguiente imagen:

Figura 19.

Etapas del procesamiento de arroz en el Molino “PILADORA EL SOL S.A.C.”



Fuente. Elaboración propia (2024)

Según estas etapas, diseñamos la programación de este bloque. Su función se ve representada en el siguiente diagrama de flujo:

Figura 20.

Diagrama de flujo del bloque “SALIDAS DE DISPARO DE LOS CONTACTORES”.



Fuente. Elaboración propia (2024)

Para visualizar la programación total de bloque, remitirse a las **Figuras 78-79** al del Anexo G.

Como se ve en la **Figura 78**, en la primera línea de programación se colocaron en serie dos contactos cerrados. Los cuales estuvieron vinculados a las memorias “Falla_1” y “OFF_1”. Estos permitieron el paso de energía y alimentar a la bobina de salida física “K4_Elevador_1”. El objetivo de esta línea de programación fue que, si no existe ninguna falla en el elevador 1 durante el proceso, se activa la salida “K4_Elevador_1”, la cual activó la bobina de un relé que permitió el encendido del motor del elevador 1. Pero en el caso de que exista una falla, este apaga el elevador 1.

En la segunda línea de programación se colocaron en serie dos contactos cerrados. Los cuales estuvieron vinculadas a las memorias “Falla_2” y “OFF_2”. Estos permitieron el paso de energía y alimentar de manera paralela las bobinas de salidas físicas “K5_PreLimpia” y

“K6_Elevador_2”. El objetivo de esta línea de programación fue que, si no existe ninguna falla en el elevador 2 durante el proceso, se activa las dos bobinas antes mencionadas. Estas fueron las encargadas de energizar al motor de la maquina Pre Limpia y el Elevador 2. En caso exista una falla, se apaga el elevador 2 y la Pre limpia, esto para evitar que la maquina siga abasteciendo al elevador que se encuentra apagado. Lo cual complica el proceso de limpiado del elevador.

En la tercera línea de programación se colocaron en serie dos contactos cerrados. Los cuales estuvieron vinculadas a las memorias “Falla_3” y “OFF_3”. Estos permitieron el paso de energía y alimentar de manera paralela las bobinas de salidas físicas “K7_Descascaradora” y “K8_Elevador_3”. El fin de esta línea de programación fue que, si no existe ninguna falla en el elevador 3 durante el proceso, se activa las dos bobinas antes mencionadas. Estas fueron las encargadas de energizar al motor de la maquina Descascaradora y el Elevador 3. En caso exista una falla, se apaga estos motores

Como se ve en la **Figura 79**, en la primera línea de programación se colocaron en serie 6 contactos cerrados. Los cuales estuvieron vinculadas a las memorias “Falla_4”, “Falla_5”, “Falla_6” y “OFF_4”, “OFF_5” y “OFF_6”. Estos permitieron el paso de energía y alimentar de manera paralela las bobinas de salidas físicas “K9_Pulidora” y “K10_RotaVaiven”, “K11_Elevador_1” y “K12_Clasificadora”. El fin de esta línea de programación fue que, si no existe ninguna falla en el elevador 4, 5 o 6 durante el proceso, se activa las cuatro bobinas antes mencionadas. Estas fueron las encargadas de energizar al motor de la maquina Pulidora, Rota Vaivén, clasificadora y del Elevador 4. En caso exista una falla, se apaga estos motores.

En la segunda línea de programación se colocaron en serie 6 contactos cerrados. Los cuales estuvieron vinculadas a las memorias “Falla_5”, “Falla_6”, “Falla_7”, “Falla_8” y “OFF_5”, “OFF_6”, “OFF_7” y “OFF_8”. Estos permitieron el paso de energía y alimentar

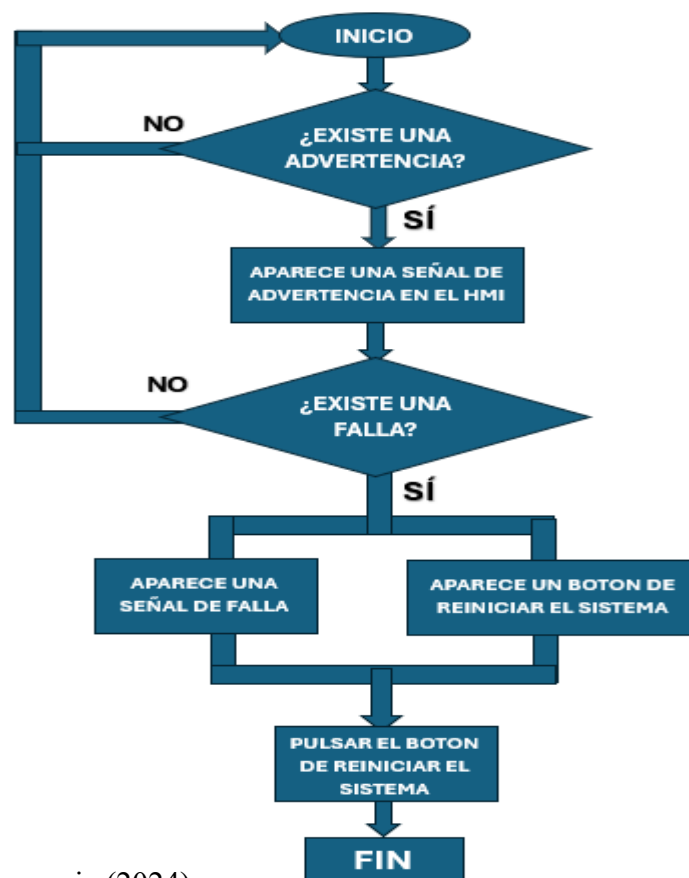
de manera paralela las bobinas de salidas físicas “K13_Elevador_5” y “K14_Elevador_6”, “K15_Selectora_Electronica”, “K16_Elevador_7” y “K17_Elevador_8”. El fin de esta línea de programación fue que, si no existe ninguna falla en el elevador 5, 6, 7 o 8 durante el proceso, se activa las cinco bobinas antes mencionadas. Estas fueron las encargadas de energizar al motor de los elevadores 5, 6, 7, 8 y la Selectora Electrónica. En caso exista una falla, se apaga estos motores.

E. MENSAJE HMI

Este bloque de programación sirvió para poder reiniciar los mensajes de advertencia o fallo que aparecieron en la pantalla HMI, esto con el fin de eliminar cualquier tipo de mensaje que se marcara. Su función se ve representada en el siguiente diagrama de flujo:

Figura 21.

Diagrama de flujo del bloque “MENSAJE HMI”.



Fuente. Elaboración propia (2024)

Para visualizar la programación total de bloque, remitirse a las **Figuras 80-87** del Anexo H.

Como se puede ver en la **Figura 80**, en la primera Línea de programación se colocó un contacto abierto que estuvo vinculado a la memoria “Advertencia_Elevador_1”, seguido se colocó un contacto cerrado que estuvo vinculado a la memoria “Bloqueo_Mensaje_1”. Y al final del bloque esta la bobina “Mensaje_Advertencia_1_HMI”. El objetivo de esta línea de programación fue que al activarse la bobina de la memoria “Advertencia_Elevador_1”, se activó el mensaje de advertencia en el HMI. Esto se desactivó la bobina “Bloqueo_Mensaje_1”

En la segunda línea de programación se colocó un contacto abierto vinculado a la memoria “Mensaje_OFF_1_HMI”. La cual al cambiar de estado activó la bobina “Activar salida” que está bajo la etiqueta “Bloqueo_Mensaje_1”. El objetivo de esta línea fue que, cuando se presionó el botón en el HMI, se eliminó el mensaje de advertencia.

En la última línea de programación se colocó un contacto abierto vinculada a la memoria “Reset_Fallo_1_HMI”, la cual cuando cambió de estado de 0 a 1, energizó dos bobinas del tipo “Desactivar salida”, siendo estas “Falla_Elevador_1” y “bloqueo_Mensaje_1”. El objetivo de esta línea de programación fue que cuando se activó “Reser_Fallo_1_HMI”, mediante un botón en el HMI, se reinició el mensaje de Advertencia y el de fallo.

3.2.4 Interfaz Humano Maquina (HMI).

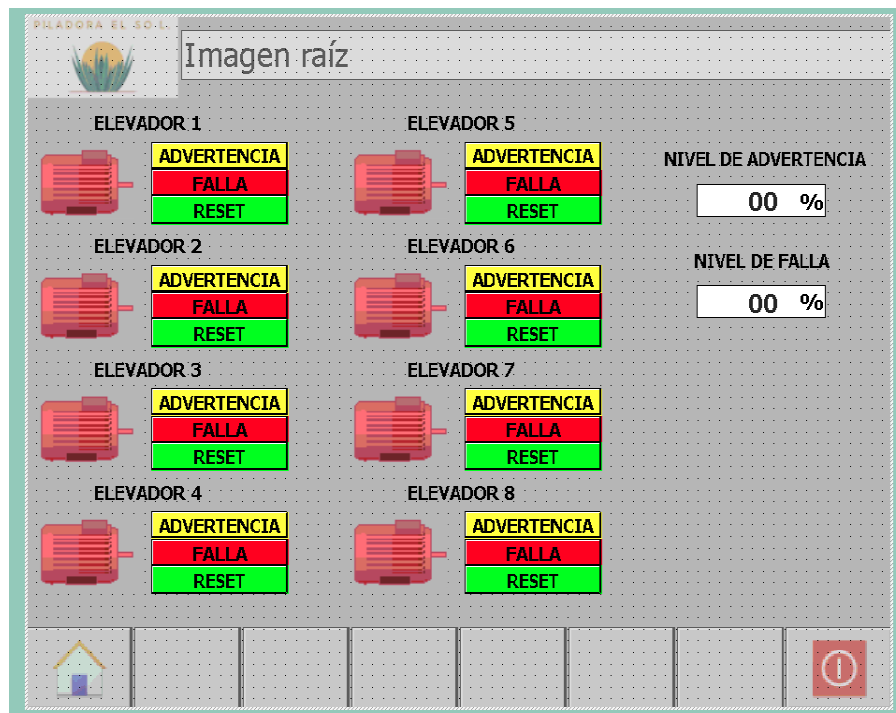
CREACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN DEL HMI

Esta programación tuvo como fin crear una interfaz gráfica para que el operador pueda monitorear el proceso de todo el molino, sin la necesidad de estar en movimiento alrededor de este. Gracias a esta programación el operador pudo verificar si todos los elevadores estaban trabajando de manera correcta, o si es que existían mensajes de advertencias o fallas,

se mostraran en el HMI. De igual manera se existieron botones para eliminar los mensajes y reiniciar el proceso. En el caso de que existan mensajes de advertencias o fallas, en el HMI se mostraran en que elevador esta sucediente. En la parte derecha de la pantalla cuenta con dos cuadros donde se pueden ingresar de manera manual, el porcentaje a la cual el PLC detectará una advertencia y una falla. La programación final del HMI se muestra a continuación:

Figura 22.

Programación final del HMI.



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Como se ve en la figura 24, existen diferentes imágenes de motores con una etiqueta cada una indicando que numero de elevador es, de igual manera para se ha creado un cuadro para indicar de forma clara a que elevador pertenece imagen.

Tabla 10.

Parámetros de una función matemática multiplicación (MUL)

ITEM	DESCRIPCIÓN	POTENCIA DEL MOTOR (HP)
ELEVADOR 1	Transporta la materia prima desde la tolva de ingreso hasta la máquina de Pre Limpia	1.5
ELEVADOR 2	Transporta la materia prima desde la máquina de la Pre limpia hasta la maquina descascaradora	1.5
ELEVADOR 3	Transporta la materia prima desde la maquina descascaradora hasta la maquina Pulidora	1
ELEVADOR 4	Transporta la materia prima desde la salida 1 del rota vaivén hasta la clasificadora cilíndrica	1
ELEVADOR 5	Transporta la materia prima desde la salida 2 del rota vaivén hasta la tolva para arroz bueno	1
ELEVADOR 6	Transporta la materia prima desde la salida de la tolva del arroz bueno hasta la clasificadora electrónica	1
ELEVADOR 7	Transporta la materia prima que no cumple con las condiciones requeridas hasta la tolva 1	1
ELEVADOR 8	Transporta la materia prima que cumple con las condiciones hasta la tolva 2	1

Fuente. Elaboración propia (2024)

Como se ve en la figura 24, se colocó una figura de un motor en color rojo, que indica que el motor esta apagado, pero también existe un motor de color verde que se encuentra debajo del motor rojo, la cual indica que este está encendido. También en la parte superior de este, esta especificado que elevador es. De igual manera se cuenta con unos cuadros para poder indicar si existe una advertencia o una falla. En la imagen se logra ver que todos estos cuadros están visibles, pero en realidad estos se activan al saltar determinada bobina. De igual manera se logran ver dos cuadros a la derecha, los cuales tienes encima de ellos la etiqueta “NIVEL DE ADVERTENCIA” y “NIVEL DE FALLA”, los cuales sirven para que el operador coloque de manera manual el porcentaje de RPM que debe bajar para que se detecte la advertencia y la falla.

3.2.2. Selección de materiales

3.2.2.1. Controlador Lógico Programable (PLC).

Un controlador lógico programable es un dispositivo compacto que está diseñado para gestionar procesos continuos en entornos industriales. Para programar este dispositivo se usó el software TiaPortal, el cual es un software de pago. Para el uso de este software se realizó una solicitud de permiso emitida hacia la Universidad Nacional de Jaén, ya que esta cuenta con los permisos necesarios para el uso del software. Este controlador fue el encargado de interpretar las señales emitidas por los sensores inductivos y de acuerdo con esto realizará las acciones predeterminadas. En este dispositivo se conectarán los sensores inductivos, pilotos de señalización, la sirena, módulo de entradas y salidas analógicas.

Por ello el PLC seleccionado debe ser uno que cuente con varias entradas y salidas, al igual que debe tener la facilidad de que se le pueda añadir módulos de expansión de entradas y salidas, esto debido al gran número de relés que se usaran. De igual manera debe tener la opción de ser compatible con un HMI para que este muestre los datos de los elevadores en ella. Para la selección del PLC, se realizó un cuadro comparativo con las principales características de cada uno para así tener una idea clara del PLC a usar.

Tabla 11.

Comparación de PLCs

Marca	Siemens	Allen-Bradley	ABB
Modelo	S7-1200	MicroLogix 1400	AC500-eCo
Potencia	PLC compacto, ideal para aplicaciones pequeñas y medianas.	PLC compacto, ideal para aplicaciones pequeñas y medianas.	PLCs compactos a modulares, para diversas aplicaciones.
Rendimiento	Velocidad de procesamiento moderada.	Velocidad de procesamiento moderada.	Desde decenas hasta miles de puntos de E/S, con diferentes niveles de capacidad de procesamiento según el modelo.
Memoria	Capacidad de memoria limitada.	Limitada, tiene pocos MB para programas y datos	Limitada, tiene pocos MB para programas y datos

Comunicaciones	Amplia gama de interfaces de comunicación, incluyendo PROFINET, Ethernet, etc.	Tiene una capacidad estandar de interfaces de comunicación, incluye Ethernet, HMI y SCADA	Red de alta velocidad y determinística para control de movimiento.
Lenguajes de programación	KOP, FUP y SCL.	LD, ST, FBD, SFC	LD, ST, FBD, SFC, IL.
Funciones avanzadas	Incluye funciones básicas de control y comunicación.	Ofrece funciones basicas para control y comunicación	Incluye funciones avanzadas como control de movimineto integrado, capacidades de seguridad integrada, ETC.
Precio	Generalmente más económico.	Economico	Costo Elevado
Aplicaciones típicas	Máquinas pequeñas y medianas, sistemas de control simples.	Pequeñas y grandes maquinas. Automotriz.	Control de procesos, automatizacion de maquinas.

Fuente. Elaboración propia (2024)

Del cuadro anteriormente visto, se decidió seleccionar el PLC S7-1200, de la marca Siemens, debido a que sus funciones y capacidades son más que adecuadas para desarrollar nuestro proyecto.

Figura 23.

PLC SIMATIC S7-1200



Nota. Tomada de (SIEMENS, 2018)

3.2.2.2. Módulo de extensión de entradas y salidas analógicas.

Este módulo es un dispositivo que se complementa con el PLC cuando se usan en un sistema de control. Su función generar una expansión de número de entradas y salidas a un

PLC. Este módulo de extensión está conectado al PLC, se usó para poder aumentar el número de salidas del PLC. Este módulo debe ser compatible con el PLC seleccionado, el cual en este caso es el S7-1200. De estos módulos salieron las señales que están conectadas a las bobinas de los relés, estas señales activaron y desactivaron a estos. Se usarán varios relés para el desarrollo del proyecto, por ello para reducir la cantidad de módulos se elegirá el que contenga más salidas, teniendo en cuenta que la mayor cantidad de salidas es de 8. Entonces para realizar este proyecto se necesita dos módulos de extensión. Se eligió el módulo de expansión SM 1223, debido a que este cuenta con 8 salidas y es compatible con el PLC S7-1200, sus características se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 12.

Características del módulo de expansión SM 1223

Característica	Descripción
Tipo de Módulo	Módulo de salidas digitales
Cantidad de Salidas	8 salidas digitales
Tipo de Salida	Transistor
Tensión de Alimentación	24 V DC
Corriente por Salida	0,5 A
Protección	Sin protección contra cortocircuitos (se recomienda protección externa)
Conexiones	Terminal a tornillo
Aplicación	Control de actuadores, válvulas, relés, etc.

Fuente. Elaboración propia (2024)

Figura 24.

Módulo de E/S analógicas



Nota. Tomada de (SIEMENS, s/f)

3.2.2.3. Interfaz Humano-Maquina (HMI).

Un HMI es un dispositivo que permite la interacción entre la persona y la máquina. Este permite poder monitorear y controlar procesos industriales en tiempo real, ya que en esta se muestran gráficos y datos del proceso que se desea monitorear. Para poder programar este dispositivo se usó el software TiaPortal, para ello se realizó una solicitud de permiso emitida hacia la Universidad Nacional de Jaén, ya que esta cuenta con los permisos necesarios para el uso del software.

En nuestro proyecto, se usó para monitorear la velocidad de los elevadores de cangilones, ya que en ella se mostraron los datos medidos por los sensores inductivos ubicados en cada motor eléctrico de los elevadores. Estos datos se mostrarán en tiempo real, logrando ver a qué velocidad está trabajando cada motor, también desde este dispositivo se podrá generar paros de emergencia, estos se harán de dos maneras: la primera es manual, la cual se realizará mediante un botón que aparece en la pantalla del HMI, y la segunda se dará de acuerdo con los márgenes de velocidad que se programaran en este.

Tabla 13.*Comparación de diferentes tipos de HMI de la marca Siemens*

Característica	KTP Basic	TP Comfort	OP
Posicionamiento	HMI básico, económico y fácil de usar. Ideal para aplicaciones pequeñas y medianas.	HMI de gama media, ofrece más funcionalidades y personalización. Adecuado para una amplia gama de aplicaciones.	HMI clásico, más robusto y diseñado para entornos industriales exigentes.
Pantalla	Táctil, disponible en varios tamaños.	Táctil, alta resolución, disponible en varios tamaños.	Táctil o no táctil, disponible en varios tamaños.
Funcionalidades	Visualización de datos, control básico, alarmas.	Visualización avanzada, gráficos, tendencias, scripts, comunicación con otros equipos.	Funcionalidades similares al TP Comfort, pero con un enfoque más industrial.
Software de programación	TIA Portal	TIA Portal	WinCC flexible
Aplicaciones típicas	Máquinas pequeñas, paneles de control sencillos, visualización de datos básicos.	Líneas de producción, sistemas de control complejos, visualización avanzada de procesos.	Entornos industriales exigentes, aplicaciones de proceso, control de maquinaria.
Características adicionales	-	Multi-touch, navegador web integrado, conectividad a redes.	Diseño modular, alta disponibilidad, redundancia.

Fuente. Elaboración propia (2024)

Vistas las características de los distintos HMI que se muestran en la tabla anterior, se decidió seleccionar el KTP BASIC, debido a que sus funciones y capacidades son más que adecuadas para desarrollar nuestro proyecto.

Figura 25.

HMI KTP Basic 700



Nota. Tomada de (SIEMENS, 2014)

3.2.2.4. Fuente de alimentación DC.

Una fuente de alimentación es un dispositivo cuya función es transformar la corriente alterna en corriente continua. Esto debido a que existen dispositivos electrónicos que requieren una alimentación de corriente continua, algunos de estos son: PLC, sensores, bocinas, pilotos de señalización, etc. El requerimiento de este tipo de corriente es que no presentan fluctuaciones, las cuales son críticas para los dispositivos electrónicos.

En nuestro proyecto, este dispositivo fue el encargado de alimentar a los sensores inductivos que estarán en cada motor de los elevadores.

Tabla 14.

Comparación de diferentes Fuentes de alimentación de la marca Siemens

Característica	SITOP PSU6200	SITOP PSU8600	SITOP Compact	SITOP Lite	SITOP Modular
Descripción	Estándar, confiable	Avanzado, modular	Ultra compacto	Económico	Robusto, fiable
Rango de corriente	0.5-20 A	Hasta 40 A (expandible)	0.6-4 A	2.5-10 A	5-40 A
Potencia	12-480 W	Variable	15-96 W	60-240 W	120-960 W
Voltaje de Entrada	120-230 VAC	Variable	85-264 VAC	120-230 VAC	Variable

Características clave	Protección básica, compacto	Protección básica, modular	Baja disipación en calor, compacto	Económico, básico	Alta eficiencia, redundancia
Aplicaciones	General industrial	Complejas, exigentes	Espacios reducidos	Estándar, menos exigentes	Críticas, alta carga
Montaje	Carril DIN	Carril DIN	Carril DIN	Carril DIN	Carril DIN

Fuente. Elaboración propia (2024)

Vistas las características de las distintas fuentes de alimentación, se seleccionó el SITOP PSU6200, ya que sus características son más que adaptas para nuestro proyecto.

Figura 26.

Fuente de alimentación Siemens, SITOP PSU6200.



Nota. Tomada de (SIEMENS, 2019)

3.2.2.5. Sensores inductivos.

El sensor inductivo es un dispositivo electromagnético que mide la velocidad de rotación a través de la inducción de corrientes eléctricas en respuesta a variaciones en un campo magnético. Este sensor está compuesto por una bobina que crea un campo electromagnético. Al pasar un objeto metálico, como una rueda dentada o un disco con muescas, a través del campo, la inductancia de la bobina varía, generando pulsos eléctricos. La frecuencia de estos pulsos es directamente proporcional a la velocidad de rotación del

motor. Estos pulsos se procesan electrónicamente para calcular la velocidad en unidades como revoluciones por minuto (RPM).

En este proyecto, los sensores inductivos están instalados en cada motor y son los encargados de mandar las señales medidas al PLC para que sean interpretadas. Para poder escoger un sensor inductivo adecuado se recopiló información de varios modelos y marcas, cuya información se muestra a continuación.

Tabla 15.

Comparación de los diferentes sensores inductivos

Característica	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5
Marca	OMRON	OMRON	PEPPERL+FUCHS	SICK	BALLUFF
Modelo	E2E- X10E1 (M18)	E2E- X8D1- M1G (M12)	NJ10-30GK-SN	IM18- 5NPS- ZW1	M12MI- PSC20B- BV02
Rango de detección	10 mm	8 mm	10 mm	5 mm	4 mm
Frecuencia de conmutación	Hasta 1 kHz	Hasta 2 kHz	Hasta 1.5 kHz	Hasta 2 kHz	Hasta 1.5 kHz
Tensión de alimentación	10-30 VDC	12-24 VDC	10-30 VDC	10-30 VDC	12-24 VDC
Carcasa	Metálica (M18), IP67	Compacta, M12	M30, robusta	M18, robusta	M12, compacta, metálica
Aplicaciones	Estándar, hasta 1000 Hz	Alta velocidad	Monitoreo de velocidades moderadas	Alta frecuencia, robusta	Monitoreo de velocidades moderadas
Precio (\$)	170	179	304	209	228

Fuente. Elaboración propia (2024)

Vistas las características de los distintos sensores, se seleccionó el sensor número 2, de la marca OMRON, modelo E2E-X8D1-M1G (M12), ya que según lo visto en el cuadro tiene

una alta frecuencia de conmutación (2 kHz) y tiene una buena relación costo-beneficio comparado con el resto de los sensores.

Figura 27.

Sensor inductivo



Nota. Tomada de (TECNOPARTES RJ, s/f)

3.2.2.6. Relés industriales.

Un relé industrial es un dispositivo que se usa para poder abrir o cerrar el paso de corriente en circuitos eléctricos, esto mediante la energización de su bobina. Existen diferentes tipos de relés, esto varía de acuerdo con el número de contactos que se necesite, ya sean abiertos o cerrados. Estas conmutaciones se usan dentro de la automatización con el fin de controlar circuitos eléctricos.

En nuestro proyecto se requirió el uso de relés para poder realizar la automatización del proceso, esto mediante las órdenes del PLC, el cual fue el encargado de activar o desactivar de los relés por medio de la energización de las bobinas.

Tabla 16.*Comparación de los diferentes tipos de relés industriales*

Características	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Marca	Schneider Electric	OMRON	ABB	Finder
Modelo	RXM2AB2BDPVM	G2RL-1-DC24	TME221C10	40.52.9.230.0000
Número de pines	11	8	11	11
Número de contactos	2 NA (Normalmente Abierto)	1 NA	1 NA	1 NA
Tensión de bobina	24 VDC	24 VDC	24 VDC	24 VDC
Corriente de contacto	10A	10A	10A	10A
Tipo de montaje	Carril DIN	Carril DIN	Carril DIN	Carril DIN
Indicador LED	Sí	Sí	Sí	Sí
Protección	Contra cortocircuitos	Contra cortocircuitos	Contra cortocircuitos	Contra cortocircuitos
Aplicaciones típicas	Control de motores, iluminación, seguridad	Control de procesos, automatización industrial	Control de máquinas, automatización de edificios	Control de procesos, automatización industrial
Precio	95	106	114	95
Características adicionales	Botón de prueba			

Fuente. Elaboración propia (2024)

De acuerdo con las características anteriormente mostradas de cada relé, se decidió elegir el relé de la marca Schneider debido a que cuenta con más pines, más contactos y es más económico que el resto de los relés.

Figura 28.

Relé industrial marca Schneider Electric, modelo RXM2AB2BDPVM



Nota. Tomada de (SCHNEIDER ELECTRIC, s/f)

3.2.2.7. Interruptores Termomagnéticos.

Este es un dispositivo diseñado para interrumpir la corriente eléctrica en un circuito cuando ésta excede determinados valores máximos. Su operación se basa en dos efectos de la corriente eléctrica: el magnético y el térmico. Este está compuesto por un electroimán y una lámina bimetálica, las cuales se encuentran conectadas en serie. Cuando la corriente pasa por el electroimán, se genera una fuerza que, mediante un mecanismo mecánico (M), intenta abrir el contacto C. Sin embargo, esto solo ocurre si la intensidad I que atraviesa la carga supera el límite preestablecido para la intervención.

En nuestro proyecto se requirió varios interruptores termomagnéticos para poder proteger los distintos circuitos eléctricos como: La fuente de alimentación de 24 VDC, el HMI, relés, leds, etc.

Tabla 17.

Características de los interruptores termomagnéticos.

Marca	Siemens
Función principal	Protección de circuitos contra sobrecargas y cortocircuitos.
Capacidad (A)	4, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63
Número de polos	1, 2, 3 o 4 polos, para proteger circuitos monofásicos o trifásicos.
Tipos de curva característica	B, C, D, K, Z, etc. Cada curva define la velocidad de disparo ante una sobre corriente.
* Poder de corte	Capacidad de interrumpir una corriente de cortocircuito.
Material	Plástico reforzado con fibra de vidrio para la carcasa, contactos de cobre o plata.
Montaje	Carril DIN

Fuente. Elaboración propia (2024)

Figura 29.

Interruptor termomagnético



Nota. Tomada de (MAYERHOFER SRL, s/f)

3.2.2.8. Fusibles.

Un fusible es un dispositivo de protección eléctrica que este compuesto por un filamento de un material conductor, el cual cuando es expuesto a una corriente que supera su corriente de diseño, se derrite. Tiene como función proteger los circuitos de daños en caso de que ocurra una sobrecarga o cortocircuitos. Esto lo hace mediante la interrupción del paso de corriente por este. Esto va a depender del valor nominal del fusible. En nuestro proyecto, los fusibles se encargaron de la protección de los sensores inductivos y del Interfaz Humano Maquina (HMI), colocándose uno por cada uno de estos.

Tabla 18.

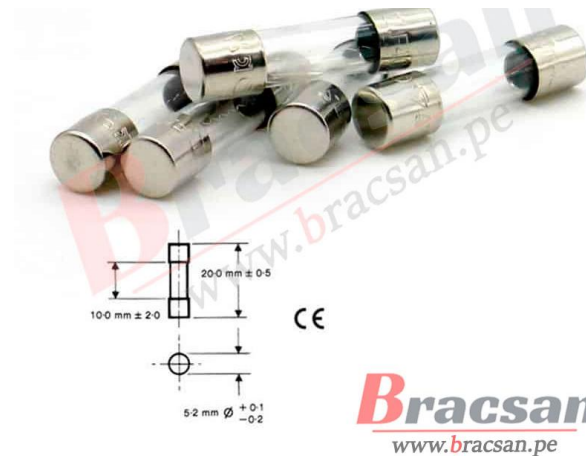
Características de los fusibles de vidrio europeo

Característica	Descripción
Tipo	Fusible de vidrio
Voltaje nominal	250V
Dimensiones	5x20mm
Función	Protección contra sobre corriente
Material	Vidrio y metal
Respuesta	Rápida o lenta
Capacidad de interrupción (A)	0.5A; 0.8A; 1A; 1.25A; 1.5A; 2A; 2.5A; 3A; 4A; 5A; 6A; 7A; 8A; 10A; 15A
Marcado	Voltaje nominal, corriente nominal, tipo de respuesta
Aplicaciones	Protección de circuitos en equipos electrónicos, electrodomésticos, vehículos, etc.
Ventajas	Simple, económico, fácil de reemplazar, amplio rango de corrientes nominales.
Desventajas	Una vez fundidos, deben ser reemplazados, no son reutilizables.

Fuente. Elaboración propia (2024)

Figura 30.

Fusible de vidrio europeo



Nota. Tomada de (BRACSAN, s/f)

3.2.2.9. Pilotos de señalización.

Estos pilotos sirven para poder indicar el estado actual de un determinado proceso, ya sea que este se encuentre en marcha, en paro, con alguna falla, etc. Básicamente consta de una lámpara que se adapta a las condiciones industriales de cierta zona de trabajo.

Lámpara Roja:

Indica paro, ya sea de motores o maquinas en general.

Lámpara Verde:

Indica marcha, de motores o maquinas en general.

Lámpara Amarilla:

Indica fallo, es decir que sucede algún error fuera de lo predeterminado del proceso.

En nuestro proyecto se usaron los pilotos de señalización para poder mostrar que el estado del proceso, si se encuentra en marcha, en paro o con un error, estos estados se mostrarán con los colores de verde, rojo y ámbar, respectivamente.

Tabla 19.

Características de los pilotos de señalización

Características			
Color	Rojo	Verde	Amarillo
Significado primario	Parada, peligro, emergencia	Marcha, encendido, permitido	Precaución, atención, condición anormal
Fuente de Alimentación	220 VAC	220 VAC	220 VAC
Usos comunes	Botones de parada de emergencia	Indicación de funcionamiento normal	Indicación de fallo inminente
	Indicación de alarma o fallo	Señalización de puerta abierta o cerrada	Señalización de proceso en curso
	Señalización de tensión peligrosa	Indicación de estado de un proceso	Advertencia de peligro potencial

Fuente. Elaboración propia (2024)

Figura 31.

Pilotos de señalización.



Nota. Tomada de (TECNOPARTES RJ, s/f)

3.2.2.10. Sirena industrial.

Una sirena industrial es un dispositivo que se usa para poder alertar mediante la emisión de un sonido fuerte usado diseñado para poder ser distinguido e identificado como una alerta en áreas industriales. Su función es dar una señal de alerta a los trabajadores de una determinada área sobre situaciones que signifiquen peligros potenciales. En nuestro proyecto se usó una sirena industrial para poder avisar al operador del área que existe una posibilidad de una futura existencia de un estancamiento. Esta sirena funciona cuando el PLC detecte la posible existencia de un estancamiento, generando un paro automático y a la par encendiendo la sirena industrial.

Tabla 20.

Características de una sirena industrial

Característica	Descripción
Modelo	OP-90S-220
Marca	Opalux
Tipo	Sirena eléctrica
Potencia	90 watts
Voltaje	220 VAC
Frecuencia (Hz)	60
Nivel de sonido	Aproximadamente 125 dB
Color	Blanco
Material	Plástico resistente
Conexiones	Terminales para conexión eléctrica
Aplicaciones	Sistemas de alarma, seguridad, emergencias, etc.

Fuente. Elaboración propia (2024)

Figura 32.

Sirena industrial marca OPALUX.



Nota. Tomada de (OPALUX, s/f)

3.2.2.11. Borneras.

Las borneras son dispositivos de conexión que facilita unir y organizar un cableado en un determinado circuito. Estos son colocados de manera alineada enganchadas a un riel. Cuentan con tornillos, los cuales permiten la conexión de manera unitaria de cables, asegurando con los tornillos una conexión firme. En nuestro proyecto se usaron las borneras dentro del tablero para poder tener organizado nuestro cableado, facilitando así la conexión y desconexión de determinados circuitos. Esto con la finalidad de que en caso exista una ocasión de mantenimiento de algún motor, sea más rápido su desconexión.

Tabla 21.

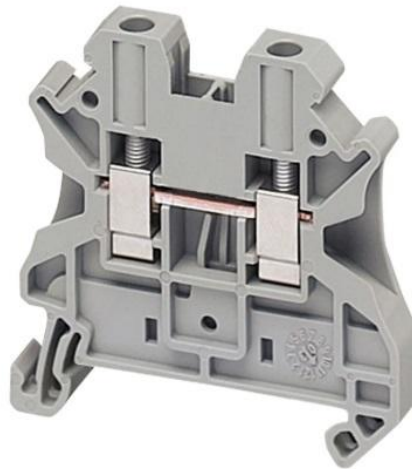
Características de una sirena industrial

Característica	Descripción
Marca	Schneider Electric
Tipo	Bornera universal
Sección nominal	4mm ²
Material	Poliamida
Color	Gris
Conexión	Tipo tornillo
Número de terminales	2
Montaje	Carril DIN
Protección	Resistente a impactos, vibraciones y entornos industriales.
Precio (S/)	3.5

Fuente. Elaboración propia (2024)

Figura 33.

Bornera Industrial.



Nota. Tomada de (SIGELEC, s/f)

3.2.2.12. Tablero eléctrico.

Los tableros eléctricos son equipos donde se colocan los dispositivos de un sistema

eléctrico dentro de un determinado espacio. Su función es alojar y organizar los dispositivos usados para el control, protección y distribución de la energía eléctrica. Los tableros también ayudan a facilitar el mantenimiento de los dispositivos eléctricos debido a que se optimiza el espacio de instalación de estos. Existen distintos tamaños de estos tableros, los cuales están diseñados de acuerdo al dimensionamiento de un determinado circuito que necesitará instalarse en este. Se usan en casas, edificios o construcción industrial. En nuestro proyecto usaremos un tablero de medidas 1000x800x300 mm, ya que según nuestro diseño y los dispositivos que usaremos, es el tamaño adecuado donde irían montados todos los dispositivos necesarios.

Tabla 22.

Características de un tablero industrial

Producto	Tablero Mural espacial
Marca	Schneider Electric
Aplicación	Multiuso
Categoría	Armario Compacto
Material	Acero
Altura (mm)	1000
Anchura (mm)	800
Profundidad (mm)	300
Grado de protección IP	IP66
Grado de protección IK	IK10
Tipo de accesorio de instalación	Montaje mural

Fuente. Elaboración propia (2024)

Figura 34.

Tablero mural espacial



Nota. Tomada de (Schneider Electric, s/f)

3.2.2.13. Canaletas Industriales.

Las canaletas industriales son estructuras que están diseñadas para contener y organizar cables eléctricos dentro de un tablero. Estas canaletas ayudan a proteger y organizar los cables que pasan a través de este. Normalmente se usan en entornos industriales donde se usa gran cantidad de cables. Existen distintos tamaños de canaletas, esto dependerá de la cantidad de cables que pasarán por este. El tipo de material del cual está hecho la canaleta depende de usó que se le dará, existen canaletas metálicas, plásticas, ranuradas y bandejas cortacables. En nuestro proyecto se seleccionó la canaleta del tamaño de 40x40 mm, ancho y alto respectivamente.

Figura 35.

Canaleta ranurada



Nota. Tomada de (MIROCON, s/f)

3.2.2.14. Riel DIN.

El riel DIN es un soporte metálico que se usa en los tableros eléctricos, en el cual se es muy esencial en instalaciones eléctricas ya que en este se puede organizar y asegurar los dispositivos eléctricos. Tiene como función facilitar la accesibilidad a los dispositivos eléctricos ya que permite de manera más sencilla la instalación, mantenimiento o reemplazo de dispositivos eléctricos, como relés, borneras, PLC, interruptores eléctricos, etc. Es un soporte estandarizado, el más común de estos rieles es el DIN 35 (35 mm de ancho). En este proyecto es necesario ya que sobre este irán colocados todos los dispositivos eléctricos que se requerirán para poder realizar un sistema de monitoreo automatizado.

Figura 36.

Riel DIN



Nota. Tomada de (ISA INDUSTRIAL, s/f)

3.3. Evaluar económicamente la aplicación del sistema de monitoreo automatizado para el molino de arroz PILADORA DEL SOL.

3.3.1. Realizar un metrado de los materiales a usar

Para la ejecución de este proyecto, realizamos un metrado de todos los elementos a usar para realizar el sistema de monitoreo automatizado.

Tabla 23.

Medrado para la realización del proyecto sistema de monitoreo automatizado,

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD
1.00	ELEMENTOS DE CONTROL		
1.01	CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC) - Marca: Siemens - Modelo: SIMATIC S7-1200 - Tensión de alimentación: 220 VAC - Número de entradas: - Número de salidas:	u.	1
1.02	INTERFAZ HUMANO MAQUINA (HMI) - Marca: Siemens - Modelo: KTP Basic 700 - Tensión de alimentación: 220 VAC - Relé Industrial	u.	1
1.03	MÓDULO DE E/S DIGITALES - Marca: Siemens - Modelo: SM 1223 - Tensión de alimentación: 24 VDC - Número de entradas: - Número de salidas: 8	u.	1
1.04	RELÉ INDUSTRIAL - Marca: Schneider Electric - Modelo: RXM2AB2BDPVM - Número de pines: 11 - Número de contactos 2 NA (normalmente abierto) - Tensión de alimentación: 24 VDC	u.	19
1.05	MODULO DE COMUNICACIÓN - Marca: Siemens - Modelo: CSM 1277 - Tensión de alimentación: 24 VDC	u.	1

2.00	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN		
2.01	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 25A	u.	1
	- Marca: Siemens		
	- Capacidad: 25 A		
	- Curva de disparo: C		
	- Número de polos: 2		
2.02	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 10A	u.	1
	- Marca: Siemens		
	- Capacidad: 10 A		
	- Curva de disparo: C		
	- Número de polos: 2		
2.03	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 6A	u.	2
	- Marca: Siemens		
	- Capacidad: 6 A		
	- Curva de disparo: C		
	- Número de polos: 2		
2.04	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 4A	u.	2
	- Marca: Siemens		
	- Capacidad: 4 A		
	- Curva de disparo: C		
	- Número de polos: 2		
2.05	FUSIBLE	u.	9
	- Material: Vidrio		
	- Voltaje nominal: 250 V		
	- Dimensiones: 5x20mm		
	- Capacidad: 0.5 A		
2.06	PORTAFUSIBLE	u.	9
3.00	ELEMENTOS DE ALIMENTACIÓN		
3.01	FUENTE DE ALIMENTACIÓN DC	u.	1
	- Marca: Siemens		
	- Modelo: SITOP PSU6200		
	- Tensión de alimentación: 120-230 VAC		
	- Tensión de entrada: 220 VAC		
	- Tensión de salida: 24 VDC		
4.00	ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN VISUAL Y ACUSTICA		
4.01	PILOTO DE SEÑALIZACIÓN, VERDE	u.	1
	- Color: Verde		
	- Tensión de alimentación: 220 VAC		
4.02	PILOTO DE SEÑALIZACIÓN, ROJO	u.	1
	- Color: Rojo		
	- Tensión de alimentación: 220 VAC		
4.03	PILOTO DE SEÑALIZACIÓN, AMARILLO	u.	1
	- Color: Amarillo		
	- Tensión de alimentación: 220 VAC		

4.04	<p>SIRENA INDUSTRIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> - Marca: OPALUX - Modelo: OP-90S-220 - Tensión de alimentación: 220 VAC - Frecuencia: 60 Hz 	u.	1
5.00	ELEMENTOS DE DETECCIÓN		
5.01	<p>SENSOR INDUCTIVO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Marca: OMRON - Modelo: E2E-X8D1-M1G (M12) - Rango de detección: 10 mm - Frecuencia de comunicación: hasta 2 kHz - Tensión de alimentación: 24 VDC - Carcasa: Metálica - Grado de protección IP: IP67 	u.	8
6.00	CABLES ELECTRICOS		
6.01	<p>CABLE THW-90 / 14 AWG</p> <ul style="list-style-type: none"> - Marca: INDECO - Temperatura máxima de operación: 90 °C - Número de calibre: 14 AWG - Diámetro de conductor: 1.6277 mm - Material: Cobre - Tensión nominal: 600V - Amperaje máximo en ducto: 20 A 	Mts.	530
7.00	ELEMENTOS DE DETECCIÓN		
7.01	<p>BORNERA UNIVERSAL</p> <ul style="list-style-type: none"> - Marca: Schneider Electric - Sección nominal: 4mm² - Color: Gris - Número de terminales: 2 	u.	38
7.02	<p>CANALETA INDUSTRIAL</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tipo de material: Plástico - Largo: 2000mm - Alto: 40mm - Ancho: 40mm 	u.	3
7.03	<p>RIEL DIN</p> <ul style="list-style-type: none"> - Largo: 2000mm - Ancho: 35mm 	u.	2
7.04	<p>TABLERO ELECTRICO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Marca: Schneider Electric - Altura: 1000 mm - Anchura: 800 mm - Profundidad: 300 mm - Grado de protección IP: IP66 	u.	1

8.00	MANO DE OBRA		
8.01	- Programación del PLC	Glb.	1
8.02	- Programación del HMI	Glb.	1
8.03	- Realización de planos eléctricos de conexión	Glb.	1
8.04	- Instalación del Tablero eléctrico	Glb.	1
8.05	- Instalación de los elementos del sistema de monitoreo automatizado	Glb.	1
8.06	- Cableado	Glb.	1
8.07	- Pruebas del sistema	Glb.	1

Fuente. Elaboración propia (2024)

3.3.2. Realizar el presupuesto del proyecto

Luego de tener el metrado listo, procedemos a realizar un presupuesto, el cual nos dará una clara visión del precio que costará realizar a cabo este proyecto.

Tabla 24.

Presupuesto para la realización del proyecto sistema de monitoreo automatizado.

A. SUMINISTRO DE MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	PRECIO UNIDAD	PRECIO TOTAL
1.00	ELEMENTOS DE CONTROL				
1.01	CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC)	u.	1	S/ 3,374.68	S/ 3,374.68
1.02	INTERFAZ HUMANO MAQUINA (HMI)	u.	1	S/ 6,996.46	S/ 6,996.46
1.03	MÓDULO DE E/S DIGITALES	u.	1	S/ 1,652.04	S/ 1,652.04
1.04	RELÉ INDUSTRIAL	u.	19	S/ 90.00	S/ 1,710.00
1.05	MODULO DE COMUNICACIÓN	u.	1	S/ 741.30	S/ 741.30
2.00	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN				
2.01	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 25A	u.	1	S/ 67.07	S/ 67.07
2.02	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 10A	u.	1	S/ 63.54	S/ 63.54
2.03	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 6A	u.	2	S/ 81.19	S/ 162.38
2.04	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 4A	u.	2	S/ 95.31	S/ 190.62
2.05	FUSIBLE	u.	9	S/ 10.00	S/ 90.00
2.06	PORTAFUSIBLE	u.	9	S/ 8.00	S/ 72.00
3.00	ELEMENTOS DE ALIMENTACIÓN				
3.01	FUENTE DE ALIMENTACIÓN DC	u.	1	S/ 2,005.53	S/ 2,005.53

4.00	ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN VISUAL Y ACUSTICA				
4.01	PILOTO DE SEÑALIZACIÓN, VERDE	u.	1	S/ 10.00	S/ 10.00
4.02	PILOTO DE SEÑALIZACIÓN, ROJO	u.	1	S/ 10.00	S/ 10.00
4.03	PILOTO DE SEÑALIZACIÓN, AMARILLO	u.	1	S/ 12.00	S/ 12.00
4.04	SIRENA INDUSTRIAL	u.	1	S/ 90.00	S/ 90.00
5.00	ELEMENTOS DE DETECCIÓN				
5.01	SENSOR INDUCTIVO	u.	8	S/ 590.00	S/ 4,720.00
6.00	CABLES ELECTRICOS				
6.01	CABLE THW-90 / 14 AWG	Roll.	5.3	S/ 190.00	S/ 1,007.00
7.00	ELEMENTOS DE DETECCIÓN				
7.01	BORNERA UNIVERSAL	u.	38	S/ 1.00	S/ 38.00
7.02	CANALETA INDUSTRIAL	u.	3	S/ 15.00	S/ 45.00
7.03	RIEL DIN	u.	2	S/ 36.00	S/ 72.00
7.04	TABLERO ELECTRICO	u.	1	S/ 500.00	S/ 500.00
8.00	MANO DE OBRA				
8.01	PROGRAMACIÓN DEL PLC	Glb.	1	S/ 800.00	S/ 800.00
8.02	PROGRAMACIÓN DEL HMI	Glb.	1	S/ 400.00	S/ 400.00
8.03	ELABORACIÓN DE LOS PLANOS ELECTRICOS	Glb.	1	S/ 400.00	S/ 400.00
8.04	INSTALACIÓN DEL TABLERO ELECTRICO	Glb.	1	S/ 200.00	S/ 200.00
8.05	INSTALACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS ELECTRICOS	Glb.	1	S/ 400.00	S/ 400.00
8.06	CABLEADO	Glb.	1	S/ 250.00	S/ 250.00
8.07	PRUEBAS DEL SISTEMA	Glb.	1	S/ 200.00	S/ 200.00
TOTAL					S/ 26,279.62

Fuente. Elaboración propia (2024)

El presupuesto total para realizar el proyecto es S/ 26,279.62. Esto incluye los planos eléctricos del sistema de monitoreo automatizado.

IV. DISCUSIÓN

A continuación, se redactará las discusiones encontradas durante el desarrollo del proyecto:

En mi proyecto, la implementación de un sistema de monitoreo automatizado para los elevadores de cangilones demostró ser exitosa en la prevención de estancamientos y en la mejora de la eficiencia operativa. Este sistema, que se basa en la medición continua de la velocidad de los motores mediante sensores inductivos y su procesamiento a través de un Controlador Lógico Programable (PLC), permitió la detección temprana de anomalías y la intervención automática para evitar fallos catastróficos. La interfaz Humano-Máquina (HMI), diseñada para ser intuitiva, proporcionó a los operadores una visualización en tiempo real del estado del sistema, lo que redujo la necesidad de supervisión manual y aumentó la seguridad en la planta. Estos resultados se asemejan al trabajo de Roque y Serna (2022) en varios aspectos clave. Su diseño de un sistema de control para una máquina de moldes de plástico, también basado en PLC y HMI, sirvió como un antecedente fundamental para la conceptualización de mi proyecto. La similitud principal radica en el uso de la misma tecnología para lograr objetivos de automatización y eficiencia. Roque y Serna demostraron la efectividad de un sistema de control automatizado para reducir la intervención del operario, una meta que también se logró en mi proyecto. Además, el uso de TIA Portal para la programación del PLC es una similitud directa que subraya la relevancia de su trabajo. Su metodología de diseño, que incluyó la configuración de entradas de sensores y la lógica de procesamiento en el PLC para generar alertas, fue una guía crucial para mi propio desarrollo. En ambos casos, el software no solo sirvió como una herramienta de programación, sino también como un entorno de simulación que permitió validar la lógica de control antes de la implementación física. Esta conexión metodológica y tecnológica evidencia que el enfoque de Roque y Serna es aplicable a diferentes contextos de automatización industrial,

confirmando la validez de sus principios para la optimización de procesos.

En mi proyecto, la implementación de un sistema de monitoreo automatizado en los elevadores de cangilones demostró una mejora significativa en la eficiencia operativa. El sistema detecta anomalías en la velocidad de los motores en tiempo real, lo que permite emitir alertas y tomar acciones correctivas de manera inmediata. Esto no solo previene paradas no programadas, sino que también protege la maquinaria de posibles daños, asegurando una producción continua y fluida. Este resultado se alinea estrechamente con el trabajo de Collantes (2022), quien, a través de su sistema de monitoreo y control para la fabricación de racks metálicos, también puso de manifiesto la importancia de reducir los tiempos de proceso y generar alarmas en tiempo real. La principal similitud radica en el objetivo de ambos proyectos: utilizar la automatización para optimizar la producción y minimizar las interrupciones. La metodología de Collantes, que utiliza sensores para supervisar parámetros clave y generar alertas preventivas, es directamente comparable a la forma en que mi proyecto usa sensores inductivos para monitorear las RPM de los elevadores de cangilones.

En mi proyecto, la implementación de un sistema de monitoreo automatizado en los elevadores de cangilones demostró una optimización significativa del proceso, traducándose en una reducción de estancamientos y un aumento de la eficiencia operativa. Mediante el uso de sensores inductivos para medir la velocidad de los motores y un Controlador Lógico Programable (PLC) para procesar los datos, el sistema emite alertas en tiempo real, permitiendo una acción correctiva inmediata. Esto ha llevado a una reducción en la necesidad de supervisión manual y una operación más segura y fluida en la Piladora "El Sol". Estos hallazgos se asemejan notablemente al trabajo de Vigilo (2023), a pesar de que su proyecto

se centra en el monitoreo de motores de bomba de agua. La principal similitud radica en el principio de monitoreo preciso de los parámetros del motor para lograr la automatización y la optimización de recursos. Vigilo demostró que el monitoreo de la corriente y la frecuencia de los motores de bomba podía reducir la necesidad de personal y optimizar las horas-hombre, un resultado que se logró en mi proyecto al monitorear las RPM de los motores de los elevadores para reducir la intervención del operario. Además, el trabajo de Vigilo es relevante para mi proyecto en la programación del PLC y la configuración de los parámetros de monitoreo. La forma en que su sistema permitió la regulación del flujo y una mayor confiabilidad se traslada directamente a mi proyecto, donde el control preciso de las RPM asegura un flujo constante de material en los elevadores. En esencia, ambos proyectos comparten la misma lógica: el monitoreo automatizado de un parámetro crítico del motor conduce a una operación más fiable, eficiente y autónoma, independientemente de si se trata de una bomba de agua o de un elevador de cangilones.

En mi proyecto, la implementación de un sistema de monitoreo automatizado en los elevadores de cangilones de la empresa "Piladora del Sol" fue una solución eficaz para prevenir estancamientos y optimizar la producción. El sistema, al medir continuamente las Revoluciones Por Minuto (RPM) de los motores con sensores inductivos y procesar esta información en un Controlador Lógico Programable (PLC), permitió la detección temprana de anomalías y la intervención automática para detener el equipo. Este enfoque no solo mejoró la seguridad de la maquinaria, sino que también incrementó la eficiencia operativa al reducir las interrupciones no planificadas. Estos resultados se asemejan de forma notable a los hallazgos de Heredia y Velasquez (2021), quienes, en su prototipo para el traslado de minerales, también utilizaron el controlador Simatic S7-1200 y el software TIA Portal. La principal similitud reside en la elección y validación de la tecnología de hardware y software.

Su éxito en la automatización de un proceso de transporte valida la robustez y fiabilidad de estas herramientas, confirmando que fueron las opciones correctas para mi proyecto. Además, la metodología de Heredia y Velasquez es directamente aplicable. Su verificación de la operatividad en modos manual y automático fue un punto de referencia crucial para el diseño de mi sistema de monitoreo. La capacidad de operar los elevadores en diferentes modos y monitorear su velocidad en cada uno es vital para la flexibilidad y el control. Su logro en la interconexión eficiente de los componentes y el desarrollo de una lógica de programación sólida sirvieron como una guía esencial para determinar cómo se integrarían los sensores inductivos con el PLC y la HMI, asegurando un flujo de información sin errores y una operación confiable.

En mi proyecto, la implementación de un sistema de monitoreo automatizado para los elevadores de cangilones resultó en una mejora sustancial de la eficiencia y una reducción significativa de los estancamientos. El sistema, al emplear un PLC y sensores inductivos para medir y procesar la velocidad de los motores, no solo permitió la detección temprana de anomalías, sino que también facilitó la visualización en tiempo real del estado operativo. La interfaz Humano-Máquina (HMI), diseñada de manera intuitiva, se convirtió en una herramienta clave para que los operarios pudieran supervisar el rendimiento de los elevadores sin necesidad de una inspección manual constante. Estos resultados se asemejan al trabajo de Franco (2021), quien en su circuito de control para una máquina Flow Pack, también demostró la utilidad de la HMI para el monitoreo en tiempo real. La principal similitud es el rol crucial que juega la interfaz gráfica para presentar datos críticos al operador. Mientras que Franco se enfocó en el monitoreo de la capacidad de sellado por minuto, mi proyecto aplicó el mismo concepto para visualizar las RPM de cada elevador de cangilones. Esta conexión entre ambos estudios valida la importancia de una HMI bien

diseñada como el nexo entre el sistema automatizado y el usuario. La capacidad de Franco para mostrar información clave en su pantalla fue fundamental para el dimensionamiento de mi propio sistema, ya que me permitió enfocarme en la claridad y la relevancia de los datos. Mi HMI muestra las RPM, el estado de carga y el funcionamiento de cada elevador, lo que permite al operador tomar decisiones rápidas y basadas en datos. En esencia, el trabajo de Franco refuerza la idea de que una interfaz visual clara y concisa es tan vital para la automatización como el propio hardware y el software.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se determinó los parámetros de diseño del sistema de monitoreo automatizado para 8 elevadores de cangilones, de los cuales 2 son de 1.5 HP con velocidades nominales de 1740 RPM y 6 son de 1 HP con velocidades nominales de 1150 RPM. De esta manera, el diseño permite el monitoreo continuo de la velocidad de los motores (RPM), estableciendo umbrales de alerta y fallo configurables a través de la HMI para una gestión proactiva
- El sistema se dimensionó para los 8 elevadores de cangilones del molino PILADORA DEL SOL, incluye un Controlador Lógico Programable (PLC) Siemens con la capacidad de procesar señales de 8 sensores de velocidad y controlar 8 contactores industriales, un HMI para la visualización de datos en tiempo real y la configuración de parámetros, una fuente de alimentación dedicada, etc. La implementación del software TIA Portal para programación y simulación garantizó una verificación del 0% de fallos en la lógica de control antes de la puesta en marcha, permitiendo la predicción de estancamientos.
- La evaluación económica de la aplicación del sistema de monitoreo automatizado para el molino de arroz PILADORA DEL SOL arrojó un costo total de implementación de S/ 26,279.62. Este presupuesto incluye la adquisición de materiales, equipos (PLC, HMI, sensores, contactores, fuente de alimentación, etc), la mano de obra especializada y la elaboración de planos eléctricos, lo que posiciona la inversión dentro de un rango viable para el retorno de la inversión a través de la mejora en la eficiencia operativa y la reducción de paradas.

RECOMENDACIONES

- El diseño del sistema de monitoreo automatizado se realizó para motores de potencias de 1 y 1.5 HP. Se recomienda que, para determinar los parámetros de diseño para otro molino, se realice una visita al lugar donde se desea implementar el sistema de monitoreo automatizado. Esto con el fin de poder cuantificar los parámetros de diseño. Ya que los molinos de arroz tienen diferentes características, ya sea variaciones de maquinarias, número de elevadores de cangilones y procesos de producción.
- El proyecto utilizó un PLC Siemens S7-1200 y el software TIA Portal. Una recomendación para futuras investigaciones sería replicar la lógica de control del sistema utilizando diferentes plataformas de hardware y software (por ejemplo, PLCs de otras marcas como Allen-Bradley o microcontroladores de bajo costo). El objetivo de esta investigación sería comparar la eficiencia, el costo y la facilidad de implementación de las diferentes tecnologías para determinar si existen alternativas más económicas o versátiles que puedan democratizar aún más la automatización en el sector agrícola.
- El costo de la implementación del sistema de monitoreo automatizado diseñado para el molino de arroz PILADORA DEL SOL, es S/ 26,279.62. Esto debido a que se usaron equipos de determinada marca solicitada por el gerente del Molino. A partir de esta experiencia, se podría investigar la posibilidad de desarrollar una solución similar utilizando hardware de bajo costo y plataformas de código abierto (como Raspberry Pi o Arduino). Esta línea de investigación se centró en la democratización de la automatización para pequeños y medianos molinos de arroz que no cuentan con los recursos para invertir en sistemas industriales costosos.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Food and Agriculture Organization. (2021). *World Rice Production Statistics 2020*.

<http://www.fao.org/rice-production-2020>.

Instituto nacional de estadística e informática. (2024). *Perú: Panorama económico departamental*.

Roque, J., y Serna, P. (2022). *Sistema de control basado en PLC y HMI para la automatización de una máquina de moldes de plástico en una fábrica de Chiclayo*.

Collantes, M. (2022). *Desarrollo de un Sistema de monitoreo y Control en una línea de fabricación de racks metálicos de una empresa metalmecánica en la ciudad de Lima*.

Vigilo, R. (2023). *Implementación de un sistema de control y monitoreo de motores de bomba de agua de 200kW a través de un sistema de radioenlace basado en un PLC S7-300*. www.sicma21.com

Heredia, E., Y Velasquez, D. (2021). *Diseño e implementación de un prototipo para automatizar el proceso de traslado de minerales a un almacén de concentrados mediante fajas transportadoras, utilizando el controlador SIMATIC S7 1200 en el año 2021*.

Franco, D. (2021). *Desarrollo del circuito automático de una máquina FLOW PACK en la empresa TECNIFORMER S.A.C., distrito de Lurín, provincia y departamento de Lima - Perú, 2020*.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª Edición). México D.F: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A.

Tamayo y Tamayo, M. (2006). *Técnicas de Investigación*. (2ª Edición). México: Editorial McGraw Hill.

Westreicher, G. (2022, abril 14). *Muestreo por conveniencia - Qué es, definición y concepto*.

<https://economipedia.com/definiciones/muestreo-por-conveniencia.html>

Narvaez, M. (2024). Método Inductivo: Qué es, características y ejemplos. Consultado el 02 de julio de 2024 de <https://www.questionpro.com/blog/es/metodo-inductivo/>

Murillo, W. (2008). La investigación científica. Consultado el 18 de abril de 2008 de <http://www.monografias.com/trabajos15/invest-científica/investcientífica.shtm>

SIEMENS. (2018). *SIMATIC S7-1200*.

<https://www.siemens.com/de/de/produkte/automatisierung/systeme/industrie/sps/s7-1200.html>

SIEMENS. (s/f). *Módulo de salidas digitales SM 1223*.

<https://www.siemens.teknocontrol.com/productos/simatic-s7-1200-modulo-de-salidas-digitales-sm-12-3/>

SIEMENS. (2014). *HMI KTP Basic 700*.

<https://support.industry.siemens.com/cs/pd/302298?pdtdi=pi&dl=en&lc=en-PE>

SIEMENS. (2019). *SITOP PSU6200*.

<https://www.siemens.com/es/es/productos/automatizacion/fuente-alimentacion/sitop-psu6200.html>

SCHNEIDER ELECTRIC. (s/f). *RELE INDUSTRIAL RXM2AB2BDPVM*. Recuperado el 21 de noviembre de 2024, de

<https://www.se.com/es/es/product/RXM2AB2BDPVM/re%C3%A9-rxm-con-ltb-+-led-y-z%C3%B3calo-de-terminales-mezclados-2nanc-10a-24vdc/>

MAYERHOFER SRL. (s/f). *Interrupciones termomagnéticas - SIEMENS*. Recuperado el 21 de noviembre de 2024, de [http://www.mayerhofersrl.com.ar/interruptores-](http://www.mayerhofersrl.com.ar/interruptores-termomagneticos.html)

[termomagneticos.html](http://www.mayerhofersrl.com.ar/interruptores-termomagneticos.html)

BRACSAN. (s/f). *FUSIBLE DE VIDRIO EUROPEO*. Recuperado el 21 de noviembre de

2024, de <https://bracsan.pe/producto/fusible-de-vidrio-europeo-250v-5x20mm-0-3a-0-5a-0-8a-1a-1-25a-1-5a-2a-2-5a-3a-4a-5a-6a-7a-8a-10a-15a/>

TECNOPARTES RJ. (s/f). *PILOTOS DE SEÑALIZACIÓN*. Recuperado el 21 de noviembre de 2024, de <https://www.loja.tecnopartes.com.br/sinaleiros.html>

OPALUX. (s/f). *SIRENA 220VAC 90W BLANCO OPALUX OP-90S-220 - ir electronics*.

Recuperado el 21 de noviembre de 2024, de <https://irelectronics.pe/producto/sirena-220vac-90w-blanco-opalux-op-90s-220/>

SIGELEC. (s/f). *BORNERA UNIVERSAL 4MM2 GRIS TIPO TORNILLO*. Recuperado el 21 de noviembre de 2024, de <https://www.sigelec.com.pe/bornera-universal-4mm2-gris-tipo-tornillo/p>

Schneider Electric. (s/f). *Armario mural Spacial CRN*. Recuperado el 21 de noviembre de 2024, de <https://www.se.com/pe/es/product/NSYCRN108300/armario-mural-spacial-crn-acero-ip66-1000x800x300-ik10-ral7035/>

MIROCON. (s/f). *Canaleta Ranurada 40x40x2000mm*. Recuperado el 21 de noviembre de 2024, de <https://www.mirocom.com.mx/mx/canaletas-ranuradas/287-canaleta-ranurada-40x40x2000mm-organizador-para-cable-organizador-de-cable-vertical-canaleta-de-pvc-con-ranura-color-gris.html>

ISA INDUSTRIAL. (s/f). *RIEL DIN PERFORADO*. Recuperado el 21 de noviembre de 2024, de <https://isaindustrial.com/product/riel-din-7-5mm/>

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Jaén y a su plana docente que me han permitido ampliar mis conocimientos, reflejando en todo momento el compromiso de mejorar día a día para brindar una educación de calidad.

A Dios, y a quienes hicieron posible este sueño, que caminaron junto a mí en todo momento y siempre fueron el apoyo y fortaleza.

Mi gratitud y agradecimiento al Ing. Lenin Franchescoleth Núñez Pintado que con su apoyo y enseñanza han hecho posible la culminación de este trabajo.

DEDICATORIA

A Dios, por guiar mis pasos, brindarme salud y permitirme dar este paso importante para cumplir mis metas.

A mis padres, que siempre han sido mi inspiración, los pilares fundamentales de mi vida, con mucha amor y cariño. Su amor incondicional y sus enseñanzas han moldeado a la persona que soy.

A mis amigos, los que siempre han estado ahí, celebrando mis victorias y animándome en las derrotas. Su apoyo incondicional ha sido mi refugio en este largo viaje.

VII. ANEXOS

Anexo A

Sección 1: Lista de molinos de arroz que existen en la ciudad de Jaén.

- Piladora del Sol S.A.C.
- Molino San Jorge.
- Molino Santa Lucía.
- Molino Valle Dorado
- Molino Modelnor
- Molino Nueva Villa
- Molino Espiga Dorada
- Molino Andrea

Sección 2: Descripción de Bloques Funcionales Claves

- **Bloque de Contador Ascendente (CTU)**

El CTU es un contador de flancos ascendentes, es decir que cuenta el cambio de estado lógico de 0 a 1. Esto lo hace mediante su entrada “CU”. Cuando este detecta un cambio de estado, el valor “CV” incrementa en uno. Se puede predeterminar un valor limite, esto mediante la entrada “PV”. Cuando el “CV” es igual al “PV”, se activa la salida “Q”. Para reiniciar el contador se una la entrada “R”.

- **Bloque de Función Matemática Multiplicación (MUL)**

El MUL es una herramienta matemática que multiplica dos valores, estos valores se colocan en las entradas “IN1” e “IN2”. El valor de multiplicación de esta función se muestra en su salida “OUT”.

- **Bloque de Función Matemática Sustraer (SUB)**

El SUB es una herramienta matemática que resta dos valores, estos valores se colocan

en las entradas “IN1” e “IN2”. El valor de la resta se muestra en su salida “OUT”.

- **Bloque de Función Matemática División (DIV)**

El DIV es una herramienta matemática que divide dos valores, estos valores se colocan en las entradas “IN1” e “IN2”. El valor de la división se muestra en su salida “OUT”.

- **Bloque de Comparación Mayor (GT)**

El GT (mayor que) es una herramienta que compara dos valores, estos valores se colocan en sus entradas “IN1” e “IN2”. Si el valor de “IN1” es mayor a “IN2”, se activa su salida. Esto sirve para condicionar la activación de su salida basadas en si es que el valor de la entrada “IN1” es mayor que el valor predeterminado de “IN2”.

- **Bloque de Comparación Mayor o Igual (GE)**

El GE (mayor o igual que) es una herramienta que compara dos valores, estos valores se colocan en sus entradas “IN1” e “IN2”. Si el valor de “IN1” es mayor o igual a “IN2”, se activa su salida. Esto sirve para condicionar la activación de su salida basadas en si es que el valor de la entrada “IN1” es mayor o igual que el valor predeterminado de “IN2”.

- **Bloque de Comparación Menor o Igual (LE)**

El LE (menor o igual que) es una herramienta que compara dos valores, estos valores se colocan en sus entradas “IN1” e “IN2”. Si el valor de “IN1” es menor o igual a “IN2”, se activa su salida. Esto sirve para condicionar la activación de su salida basadas en si es que el valor de la entrada “IN1” menor o igual que el valor predeterminado de “IN2”.

- **Temporizador de Retardo a la Conexión (TON)**

El TON es un bloque de temporización. Cuando se activa su entrada “IN”, inicia un conteo de tiempo que se ve reflejado en la salida “ET”, cuando esta iguala el valor de la entrada “PT”. Este valor se puede determinar de forma manual. Cuando el temporizador cumple el tiempo, se activa su salida “Q”. Cabe resaltar que si el temporizador se desenergiza antes de cumplir la cuenta, se reinicia.

Anexo B: VISITA DE CAMPO AL MOLINO “PILADORA DEL SOL S.A.C.

Figura 37.

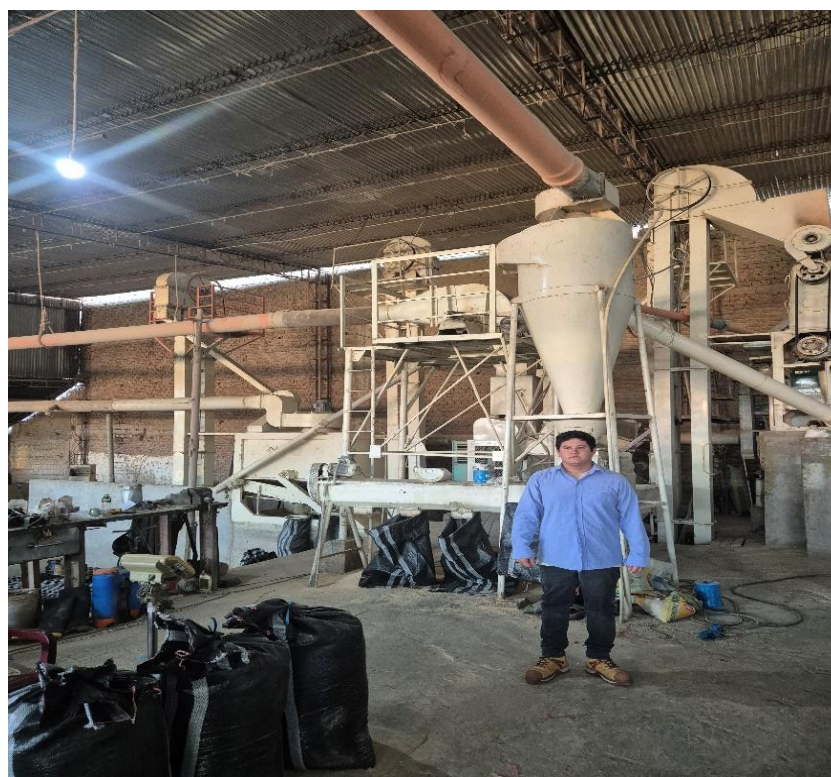
Visita de campo al molino PILADORA DEL SOL S.A.C.



Fuente. Elaboración propia (2024)

Figura 38.

Visita de campo al molino PILADORA DEL SOL S.A.C.



Fuente. Elaboración propia (2024)

Figura 39.

Carta aceptación para realización del proyecto de tesis.

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

Fuente. Elaboración propia (2024)

31 de enero del 2024

Señor: Howard Will Mera Herrera
Estudiante de la escuela profesional de ingeniería Mecánica y Eléctrica.

Asunto: Aceptación del permiso para poder realizar su proyecto de investigación en nuestra empresa.

De mi mayor consideración:

Reciba un cordial saludo, a través de la presente **PILADORA DEL SOL S.A.C.**, con RUC N° 20602050859, ubicado en Av. Pakamuros km 21, Sector Linderos, tenemos el agrado de notificarle a usted **HOWARD WILL MERA HERERRA**, con DNI N° 71076838, estudiante de la Escuela profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén, que hemos aceptado su solicitud para la realización de su estudio y recolección de datos para el desarrollo de su proyecto de tesis en nuestra empresa.

Atentamente,

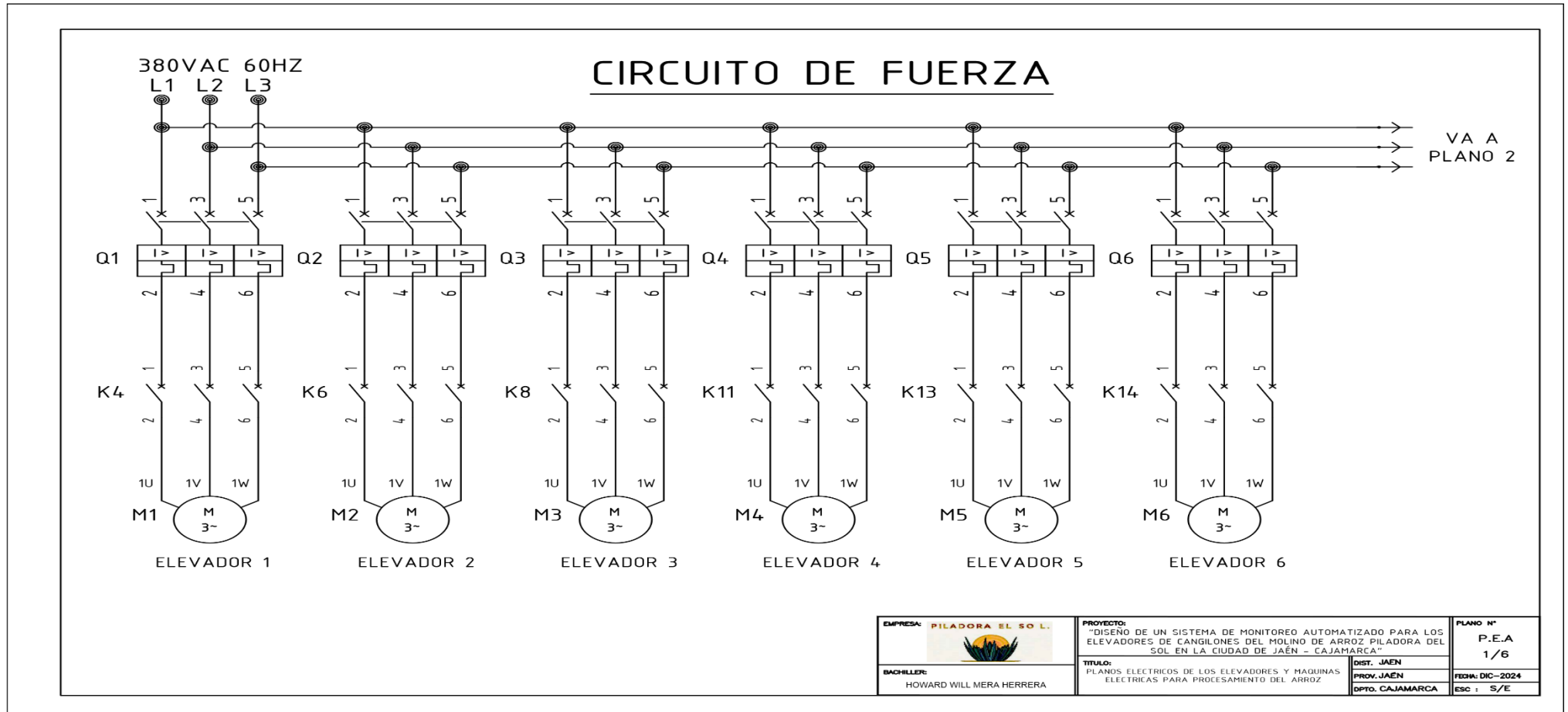
PILADORA "EL SOL" S.A.C.

Isaac Gempes Silva
N° 27744282
Representante Legal
PILADORA DEL SOL S.A.C.

Anexo C: PLANOS DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS ACTUALES.

Figura 40.

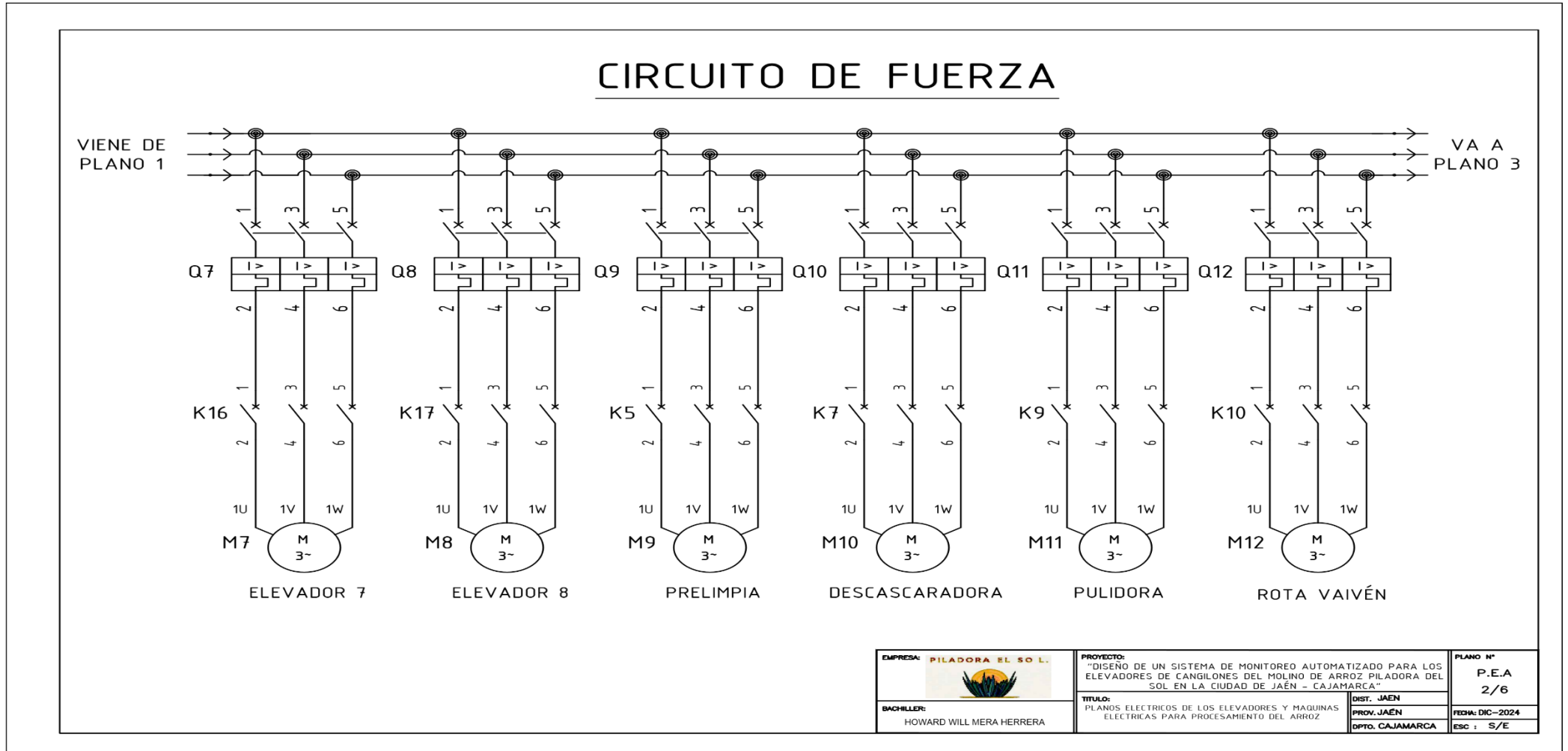
Plano eléctrico 1 del proceso actual.



Fuente. Elaboración propia (2024)

Figura 41.

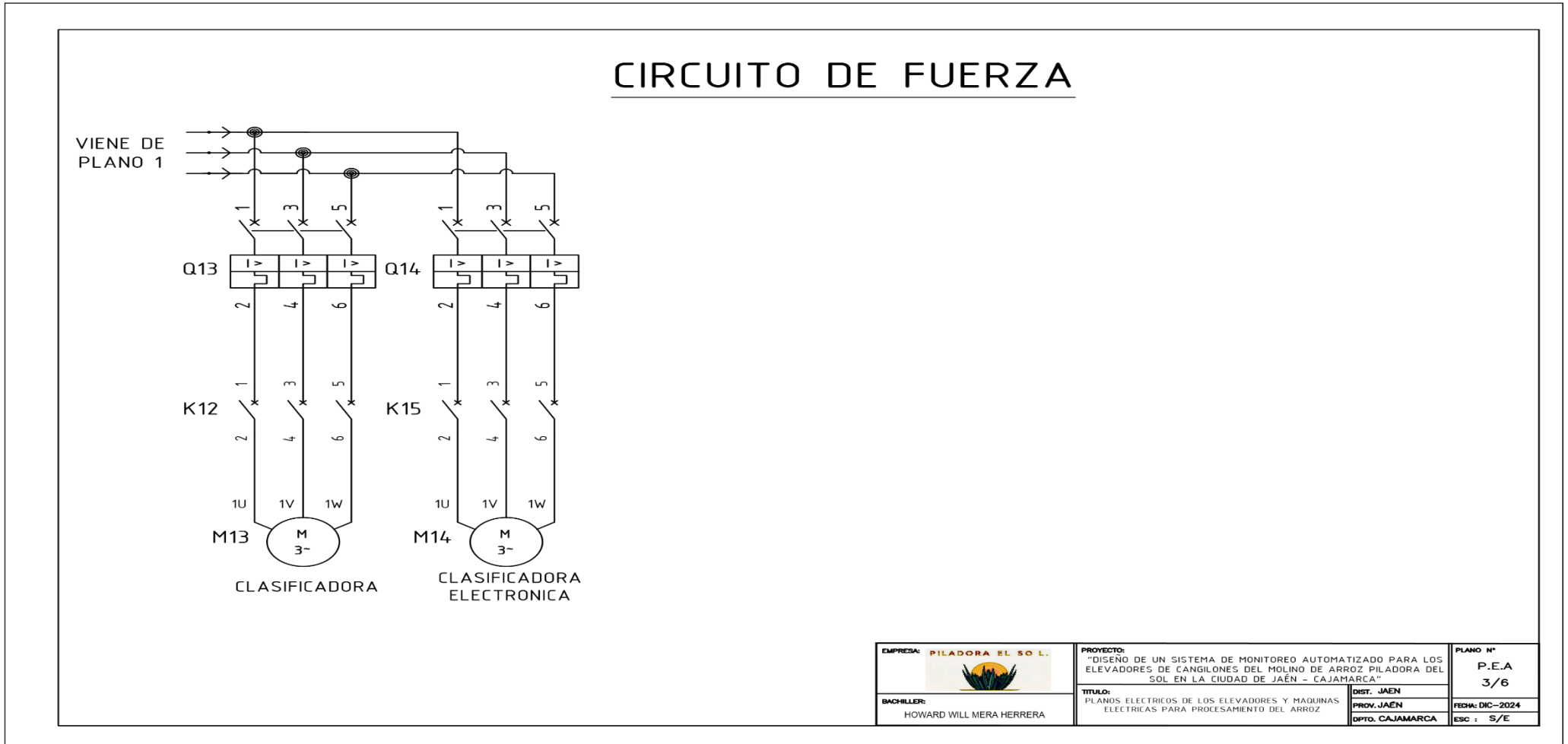
Plano eléctrico 2 del proceso actual.



Fuente. Elaboración propia (2024)

Figura 42.

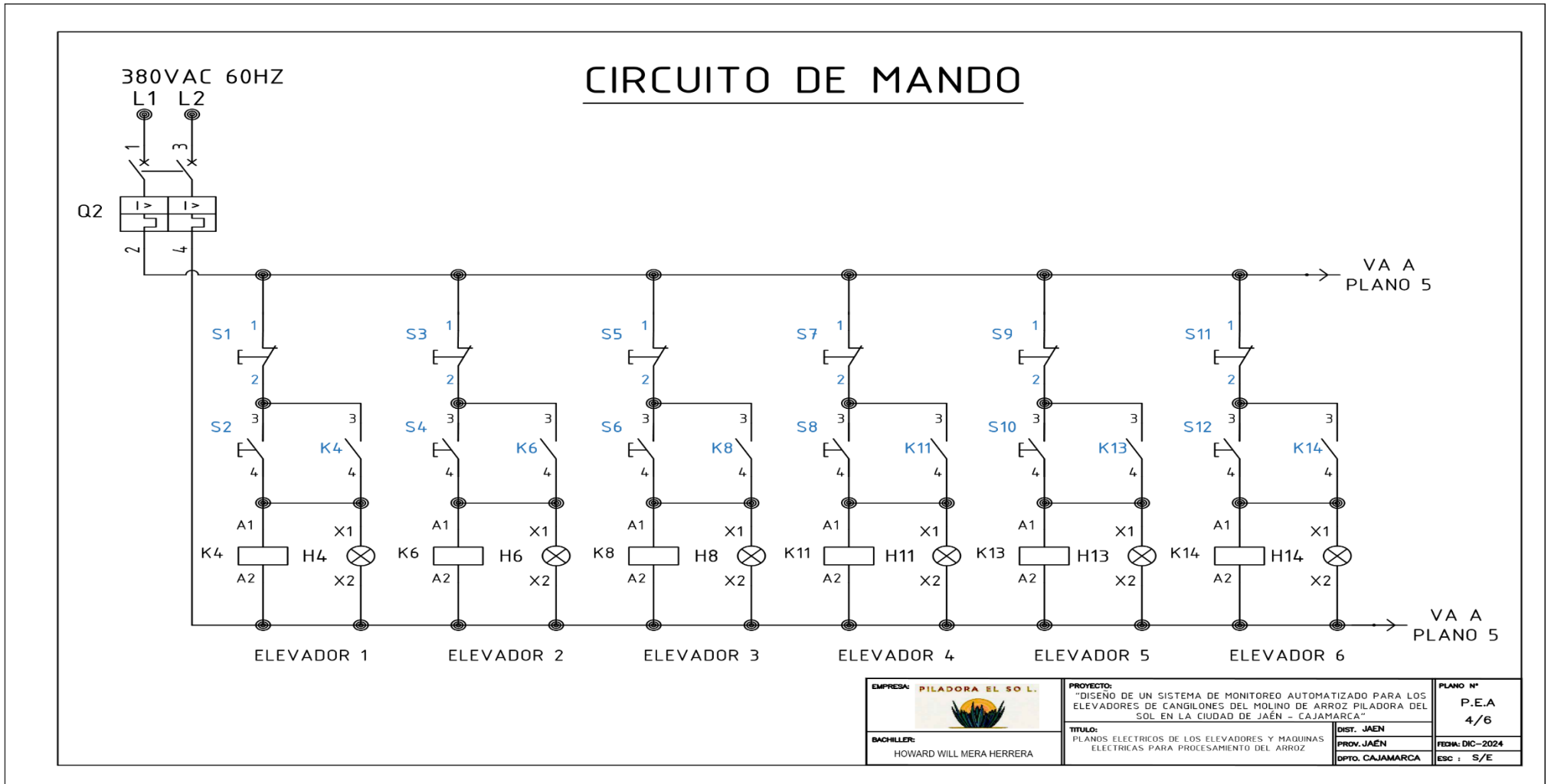
Plano eléctrico 3 del proceso actual.



Fuente. Elaboración propia (2024)

Figura 43.

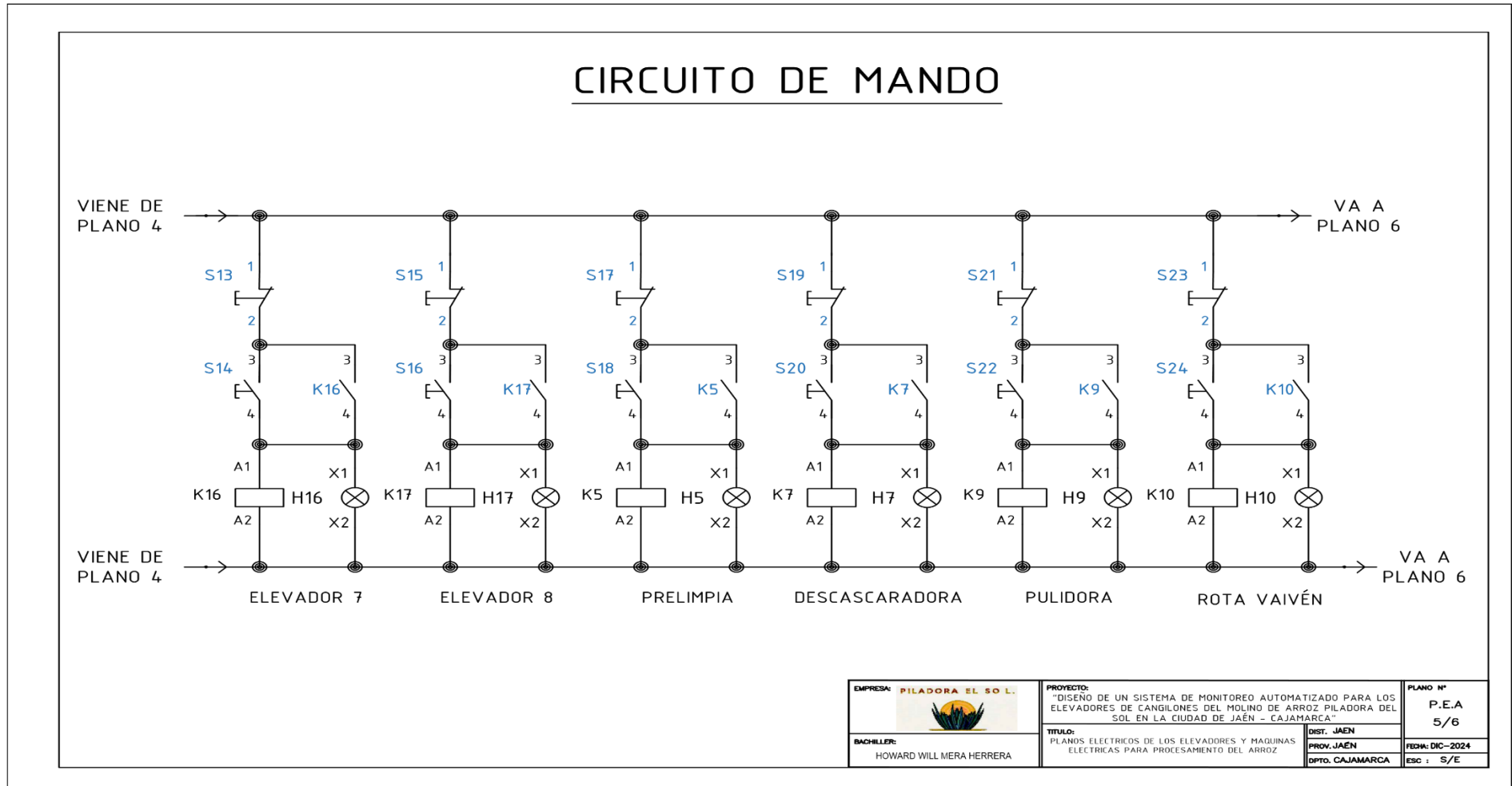
Plano eléctrico 4 del proceso actual.



Fuente. Elaboración propia (2024)

Figura 44.

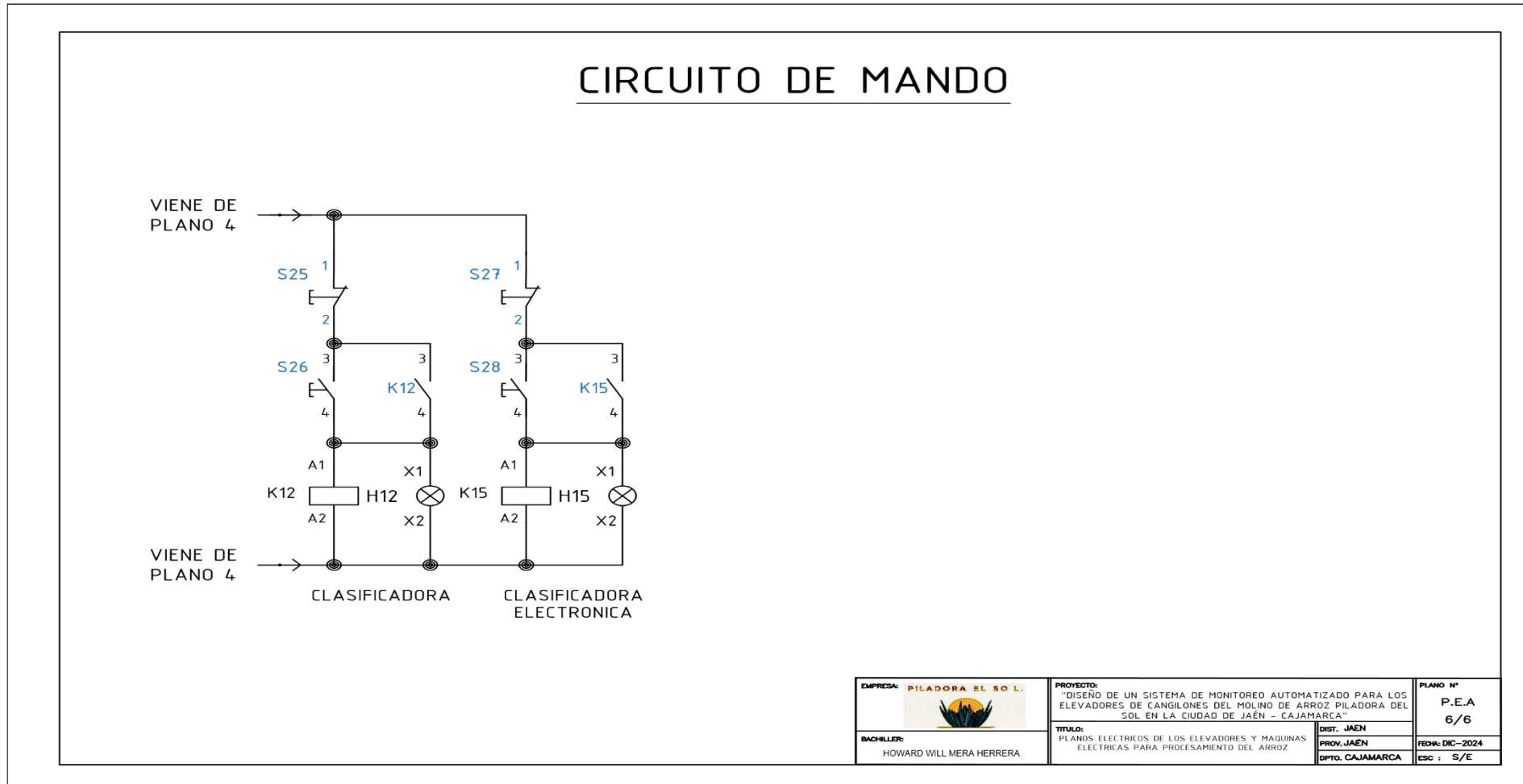
Plano eléctrico 5 del proceso actual.



Fuente. Elaboración propia (2024)

Figura 45.

Plano eléctrico 6 del proceso actual.

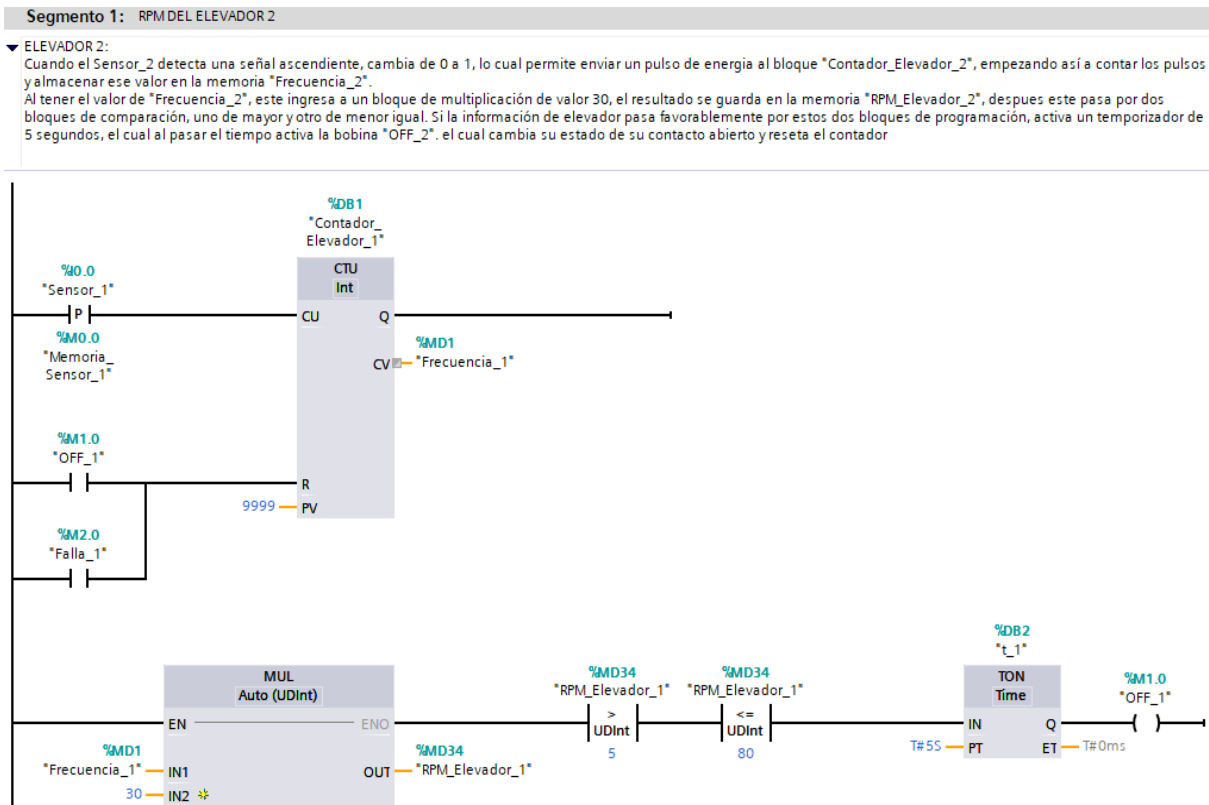


Fuente. Elaboración propia (2024)

Anexo D: PROGRAMACIÓN DEL BLOQUE “CONTEO DE RPM”.

Figura 46.

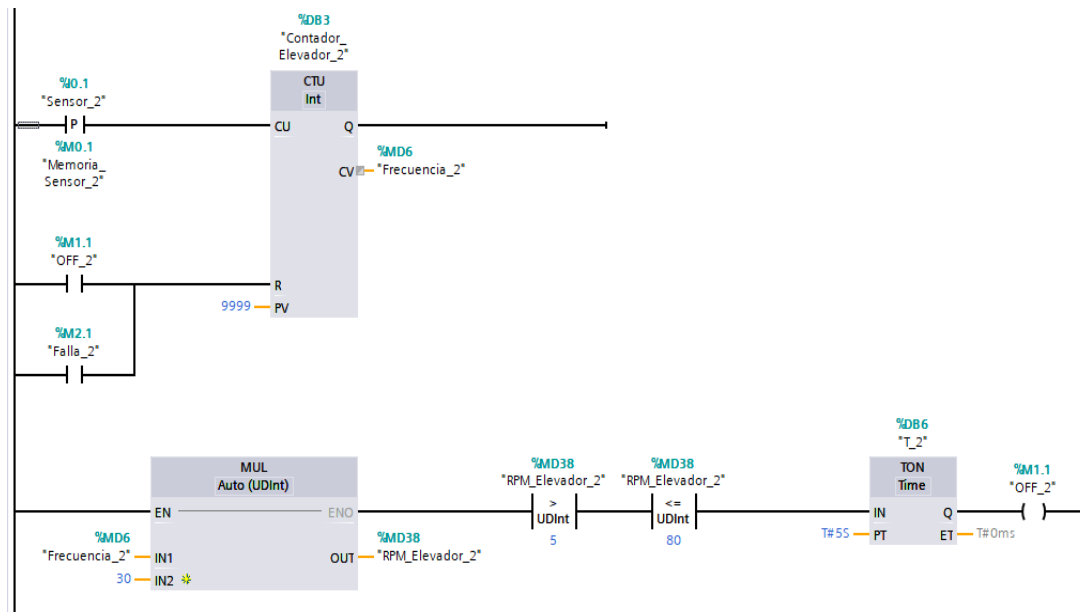
Bloque completo de la programación “CONTEO DE RPM”, parte 1



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 47.

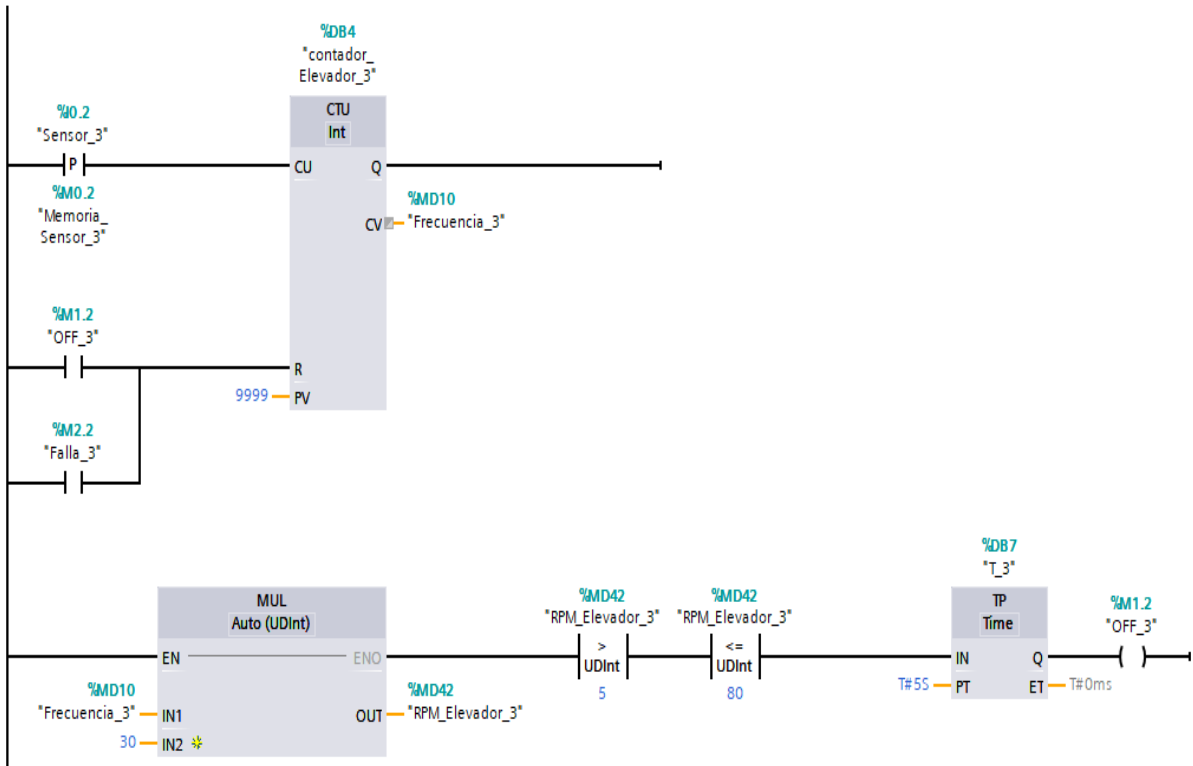
Bloque completo de la programación “CONTEO DE RPM”, parte 2



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 48.

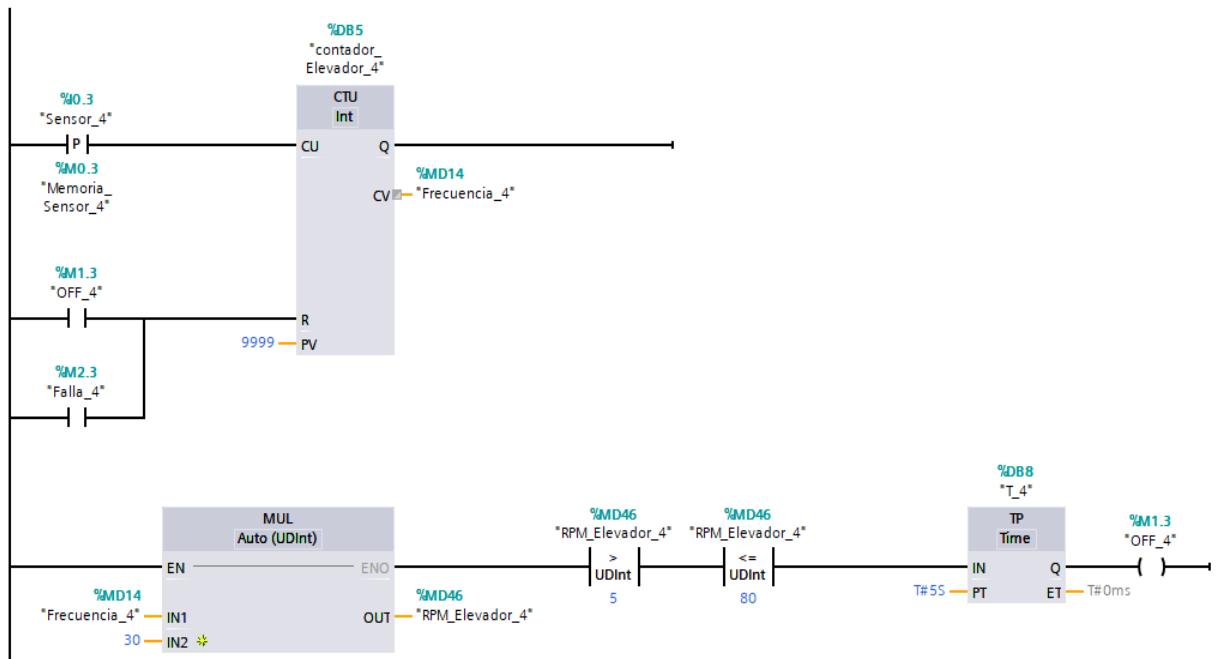
Bloque completo de la programación “CONTEO DE RPM”, parte 3



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 49.

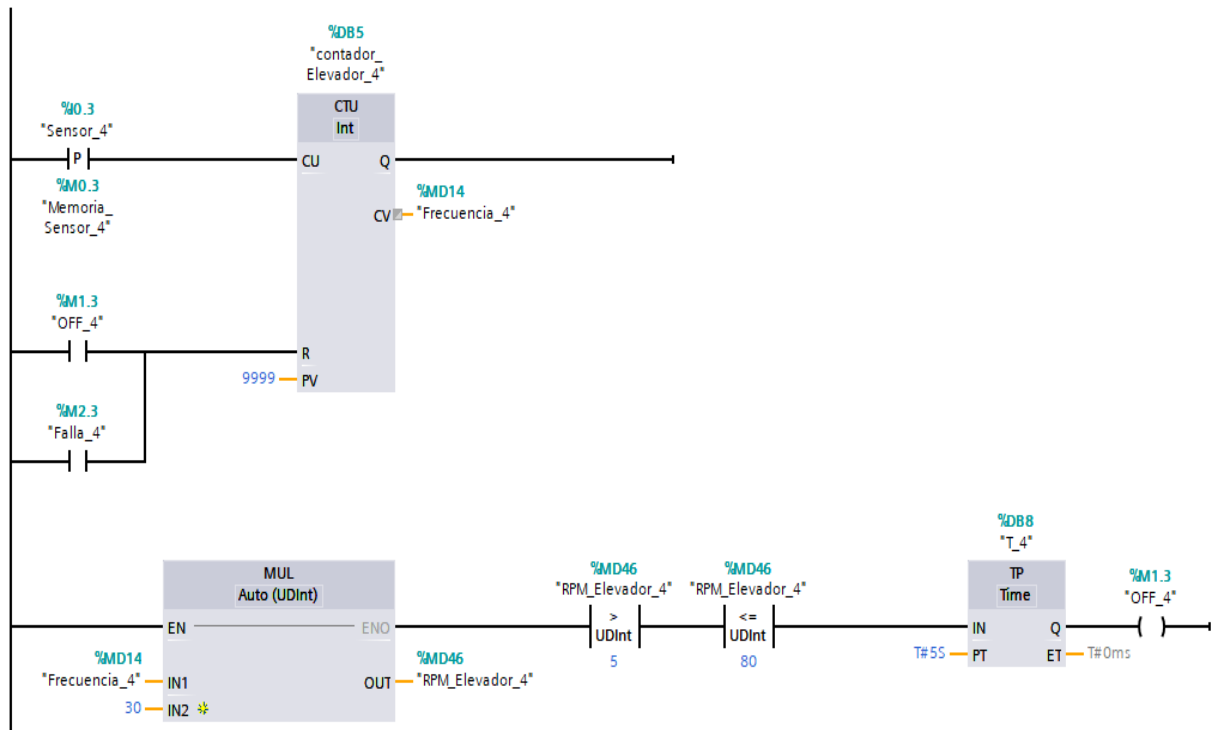
Bloque completo de la programación “CONTEO DE RPM”, parte 4



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 50.

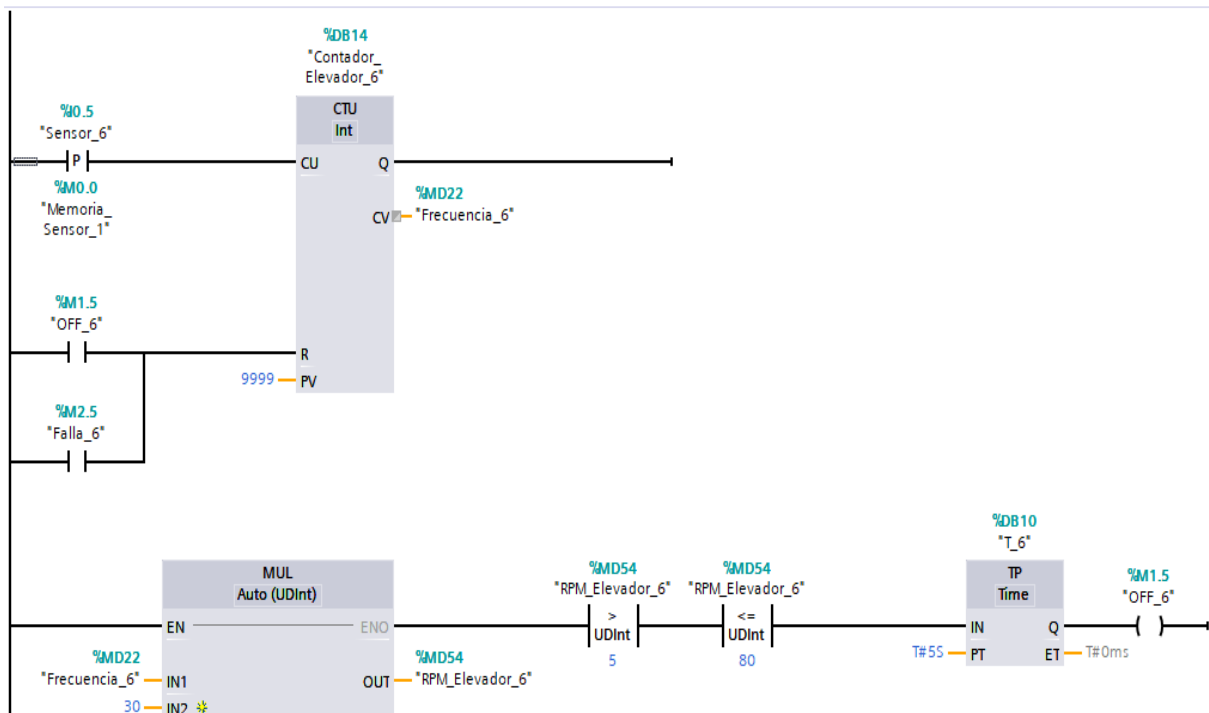
Bloque completo de la programación “CONTEO DE RPM”, parte 5



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 51.

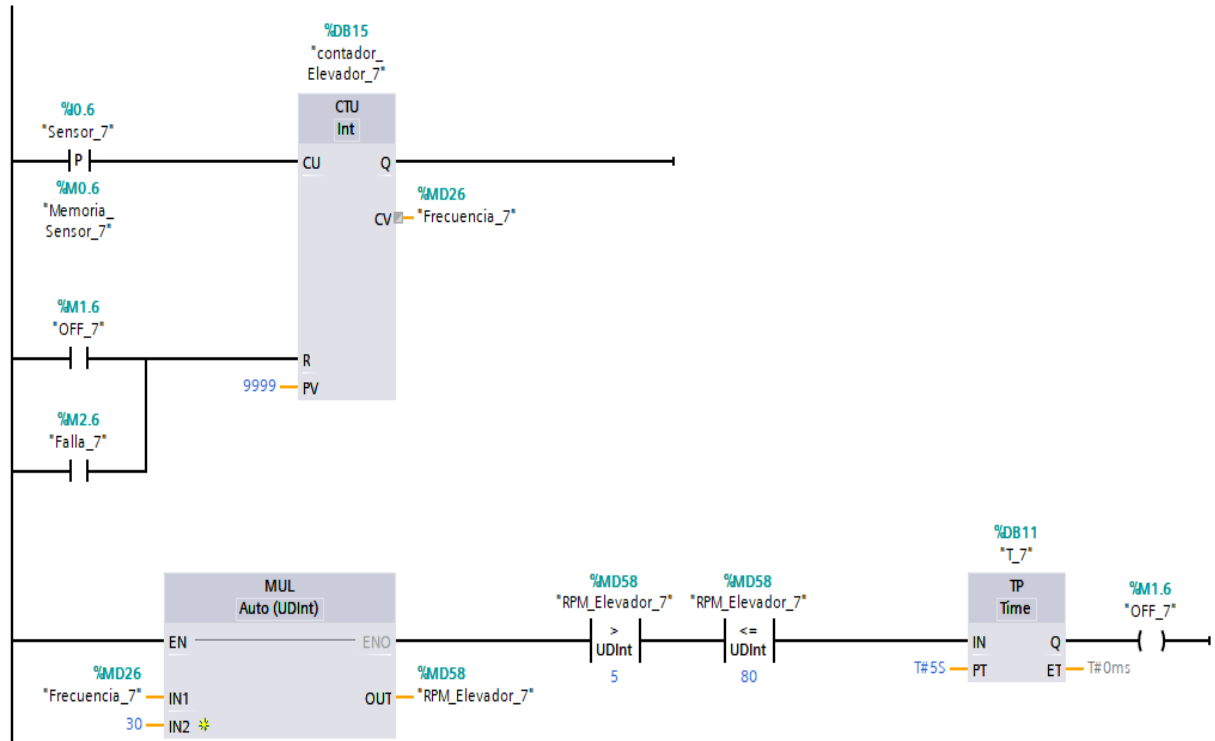
Bloque completo de la programación “CONTEO DE RPM”, parte 6



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 52.

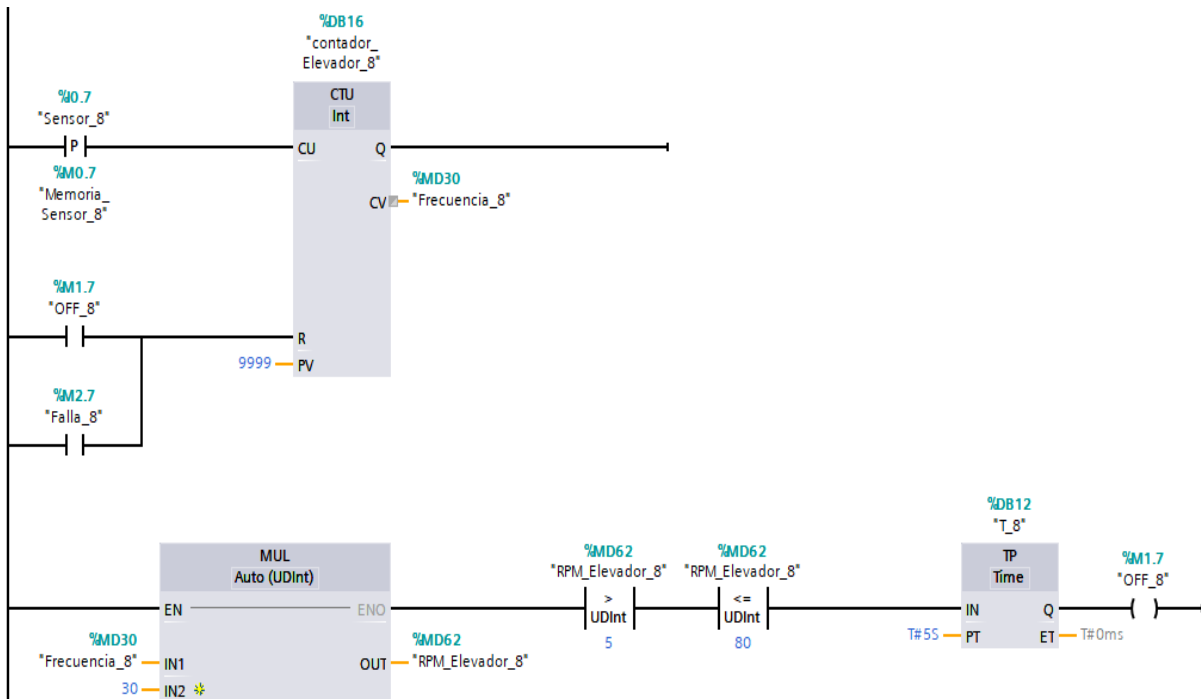
Bloque completo de la programación “CONTEO DE RPM”, parte 7



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 53.

Bloque completo de la programación “CONTEO DE RPM”, parte 8

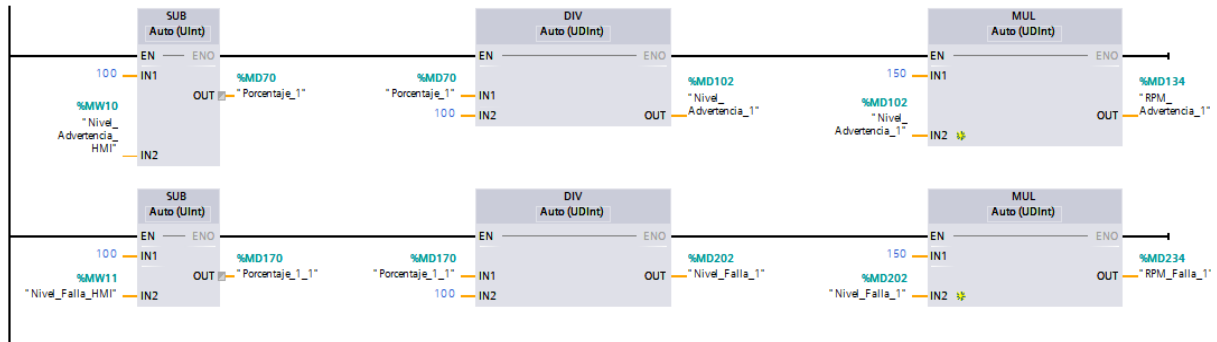


Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Anexo E: PROGRAMACIÓN DEL BLOQUE “CONFIGURACIÓN HMI”.

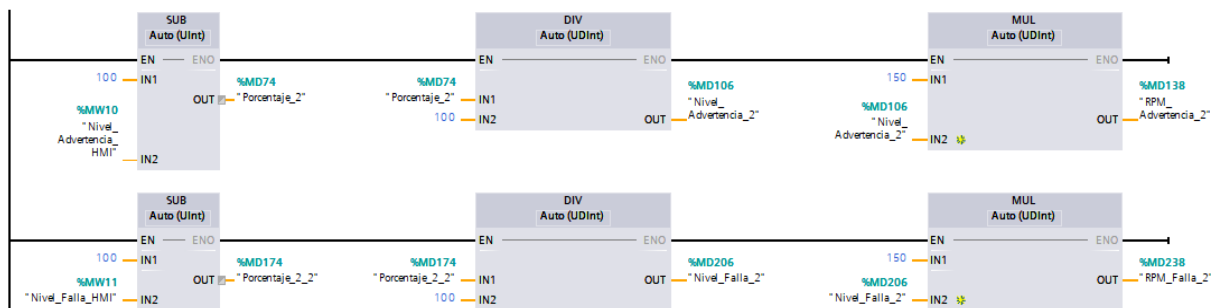
Figura 54.

Bloque completo de la programación “CONFIGURACIÓN HMI”, parte 1



Segmento 2: RPM DEL ELEVADOR 2

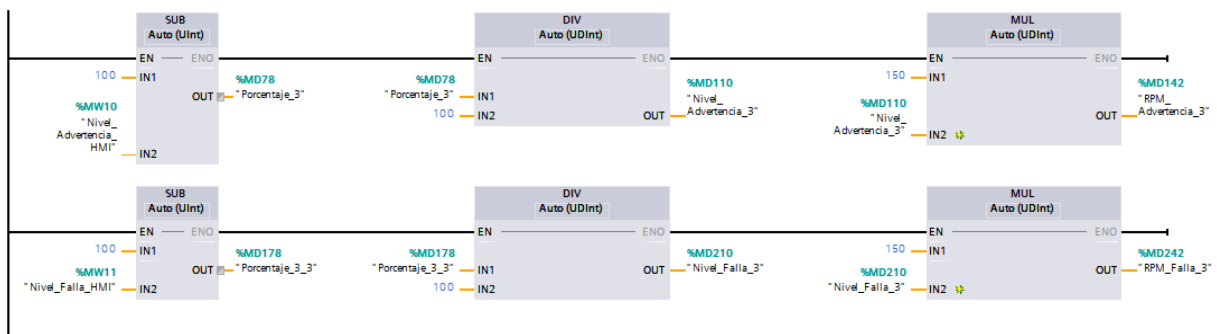
► ELEVADOR 2:...



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

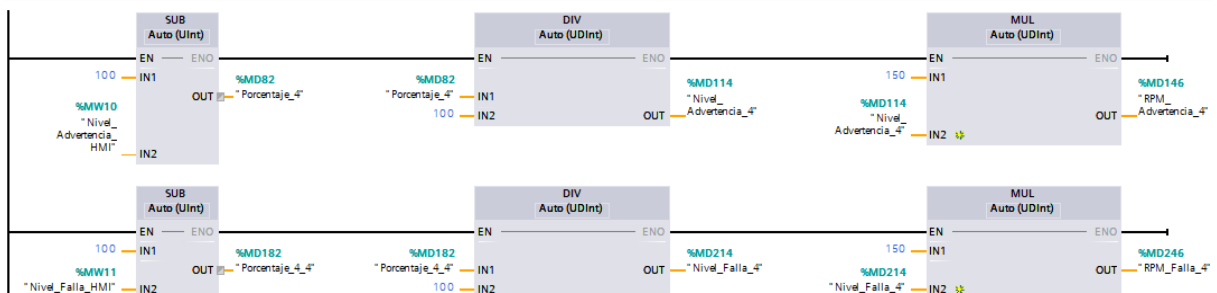
Figura 55.

Bloque completo de la programación “CONFIGURACIÓN HMI”, parte 2



Segmento 4: RPM DEL ELEVADOR 4

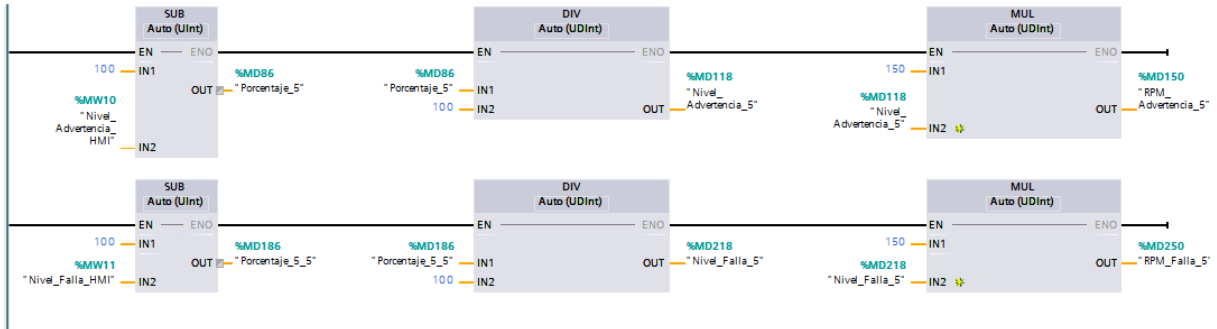
► ELEVADOR 4:...



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

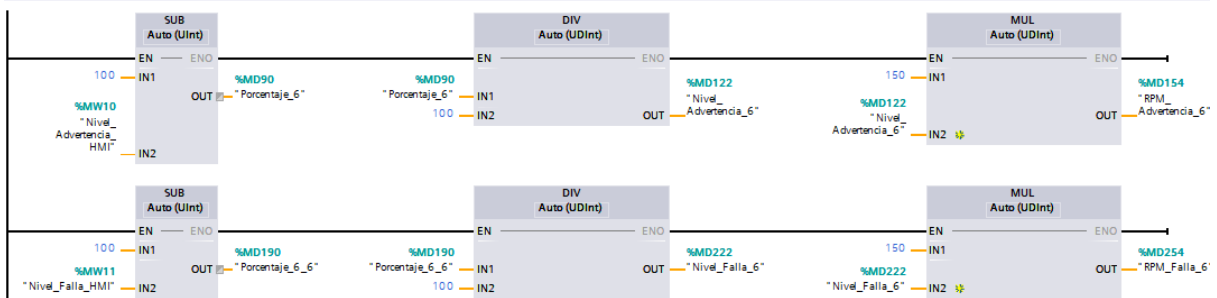
Figura 56.

Bloque completo de la programación "CONFIGURACIÓN HMI", parte 3



Segmento 6: RPM DEL ELEVADOR 6

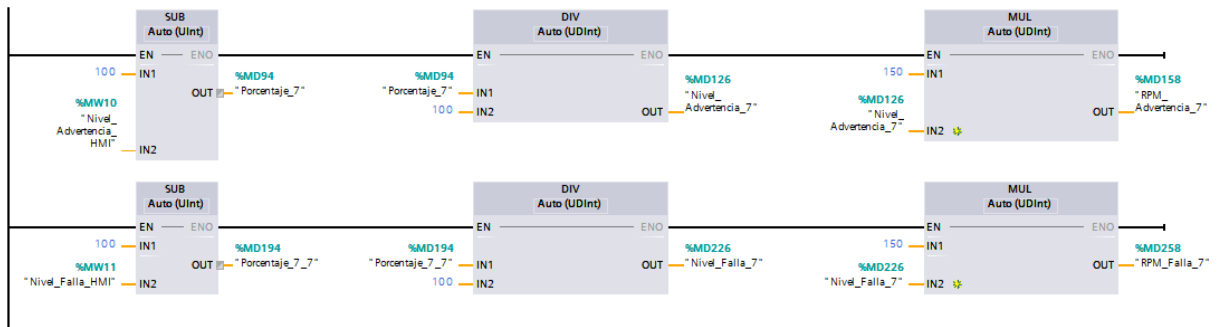
ELEVADOR 6:...



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

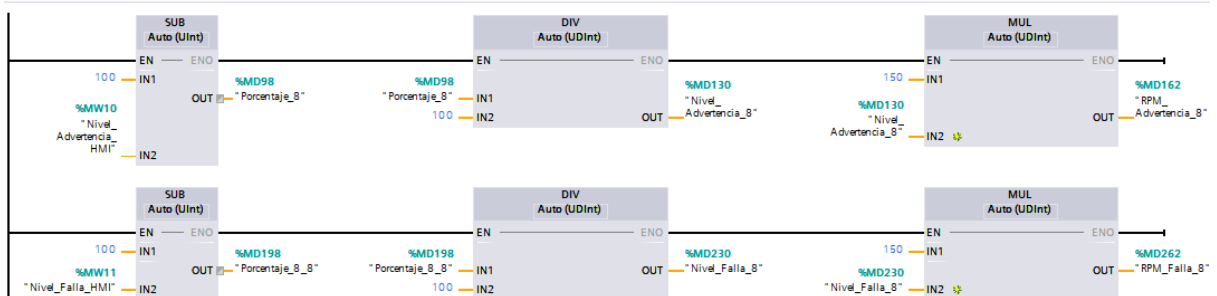
Figura 57.

Bloque completo de la programación "CONFIGURACIÓN HMI", parte 4



Segmento 8: RPM DEL ELEVADOR 8

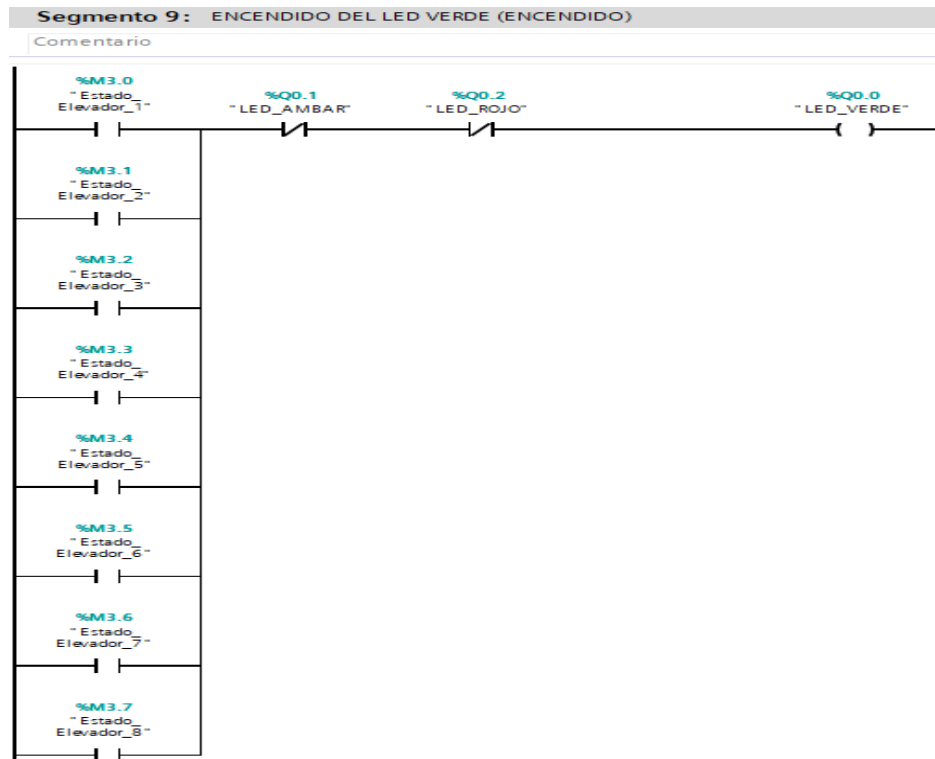
ELEVADOR 8:...



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 58.

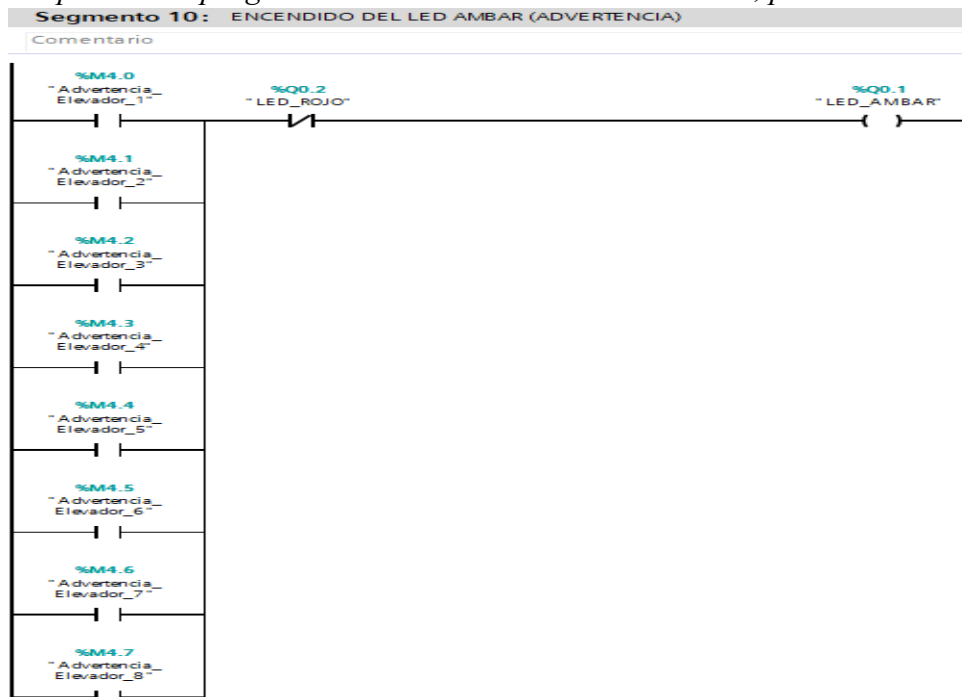
Bloque completo de la programación “CONFIGURACIÓN HMI”, parte 5



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 59.

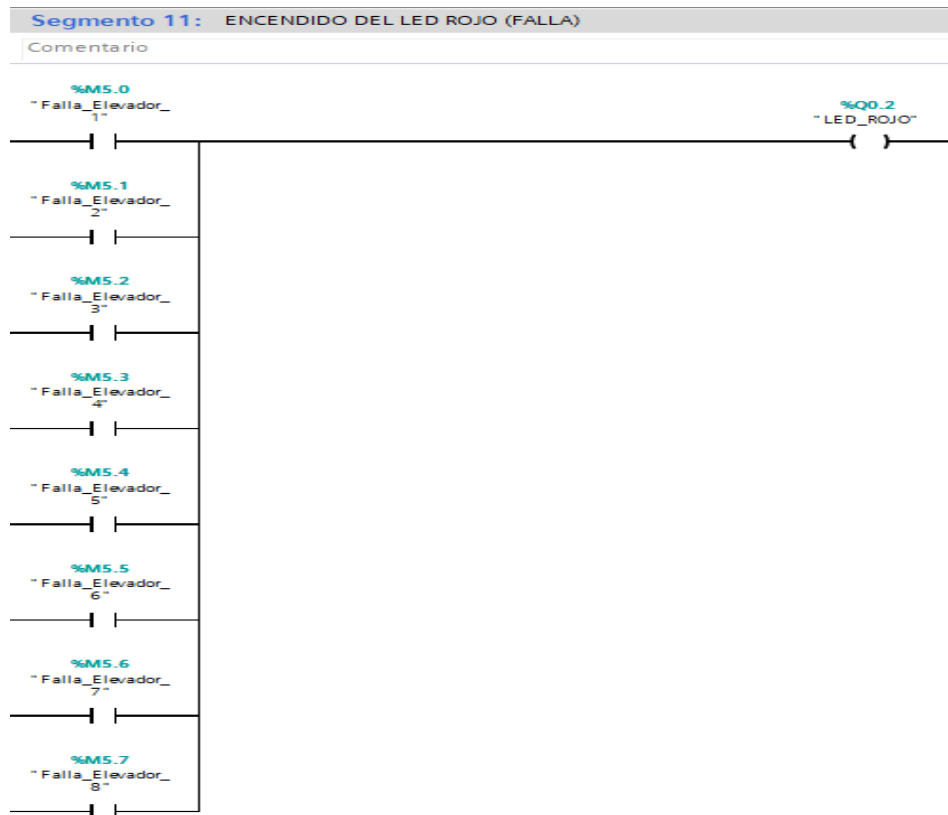
Bloque completo de la programación “CONFIGURACIÓN HMI”, parte 6



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 60.

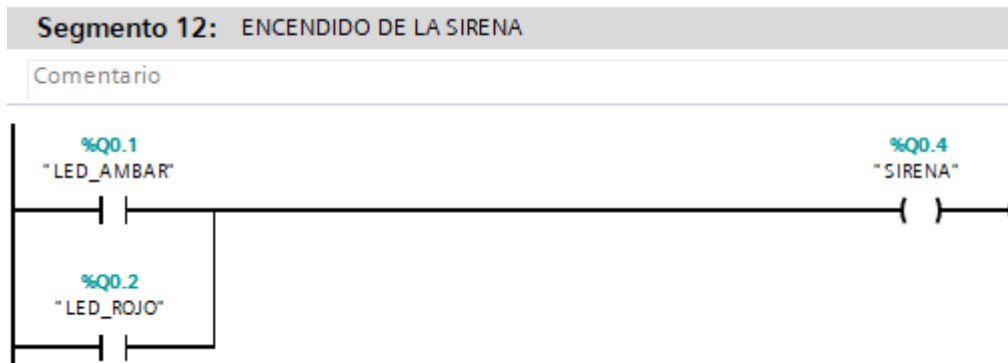
Bloque completo de la programación “CONFIGURACIÓN HMI”, parte 7



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 61.

Bloque completo de la programación “CONFIGURACIÓN HMI”, parte 8

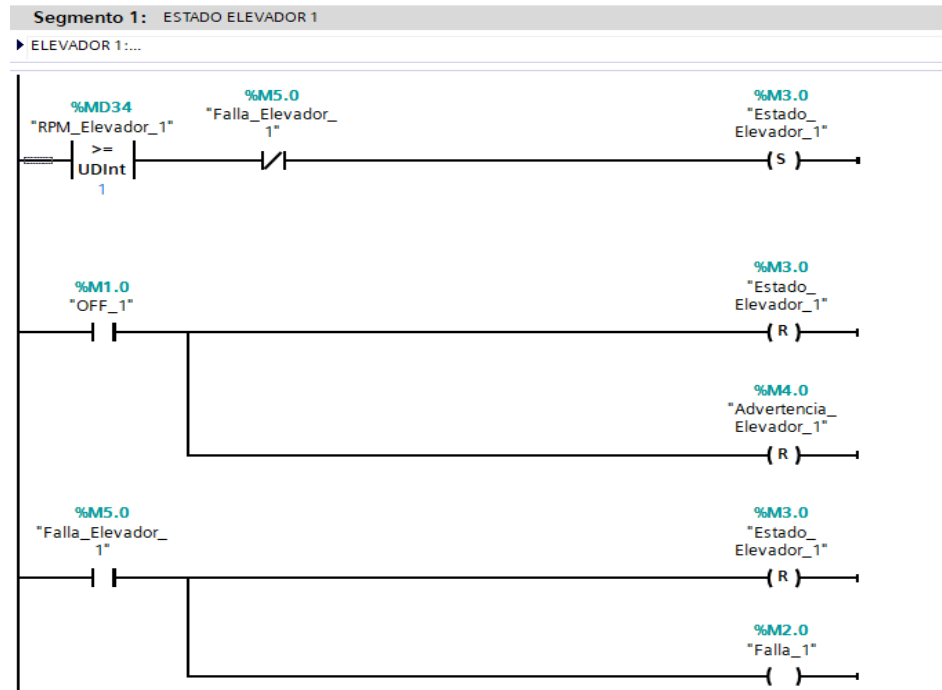


Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Anexo F: PROGRAMACIÓN DEL BLOQUE “ESTADO ELEVADORES”.

Figura 62.

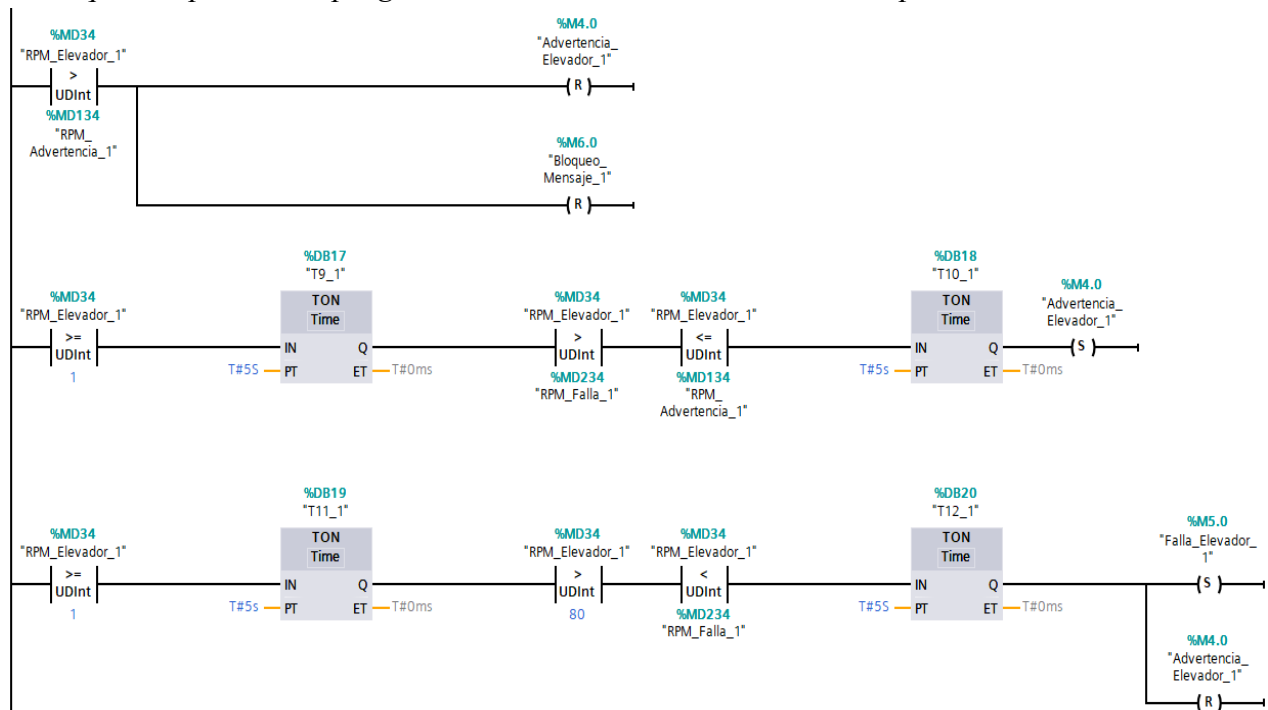
Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 1



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 63.

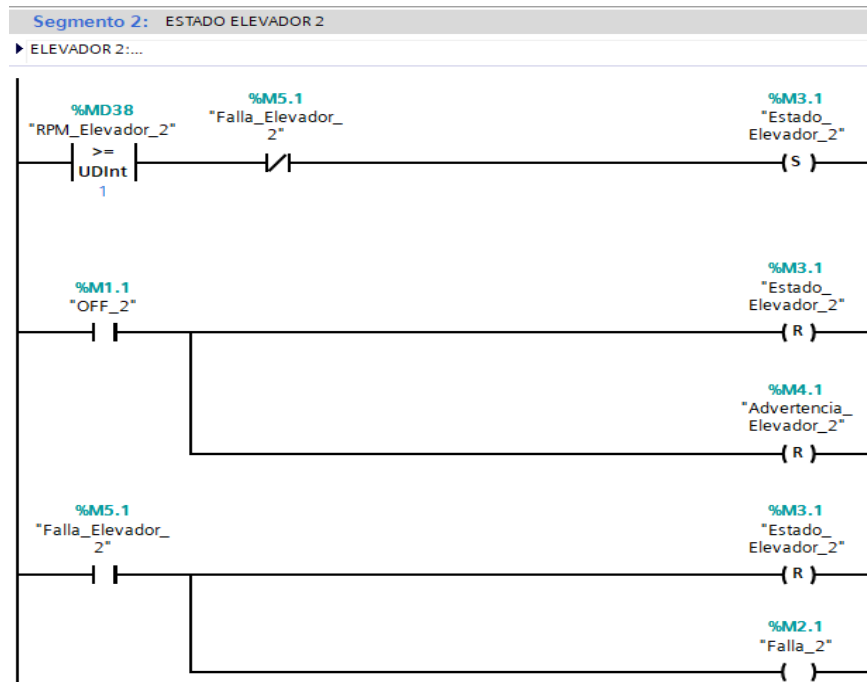
Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 2



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 64.

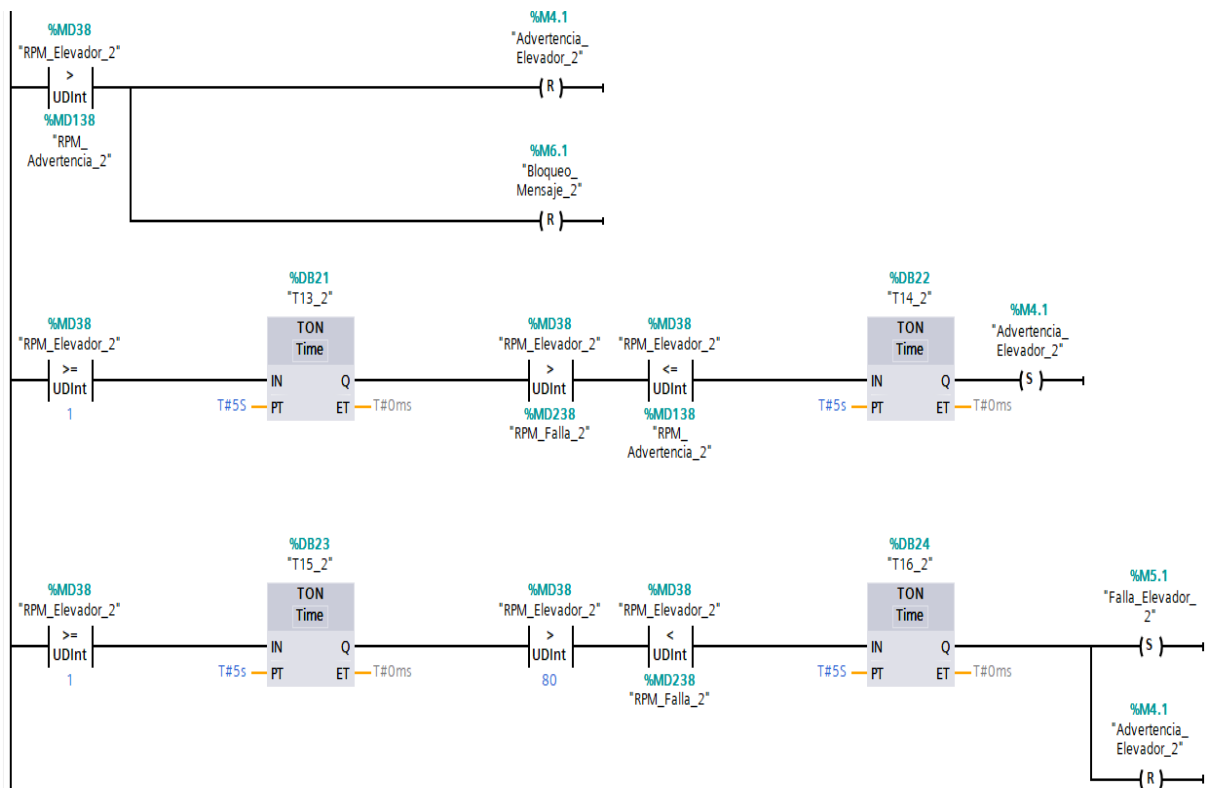
Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 3



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 65.

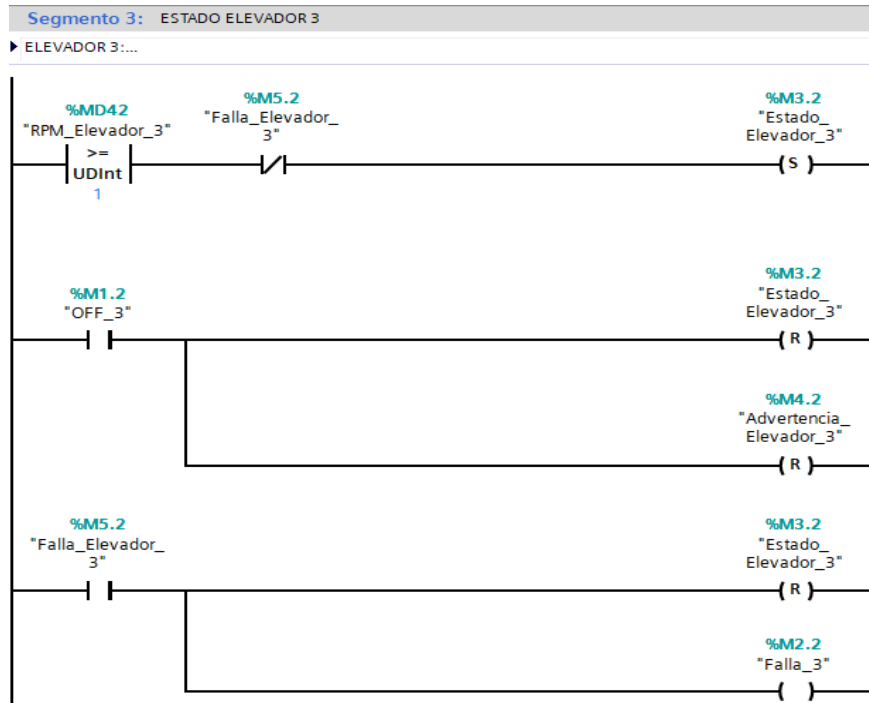
Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 4



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 66.

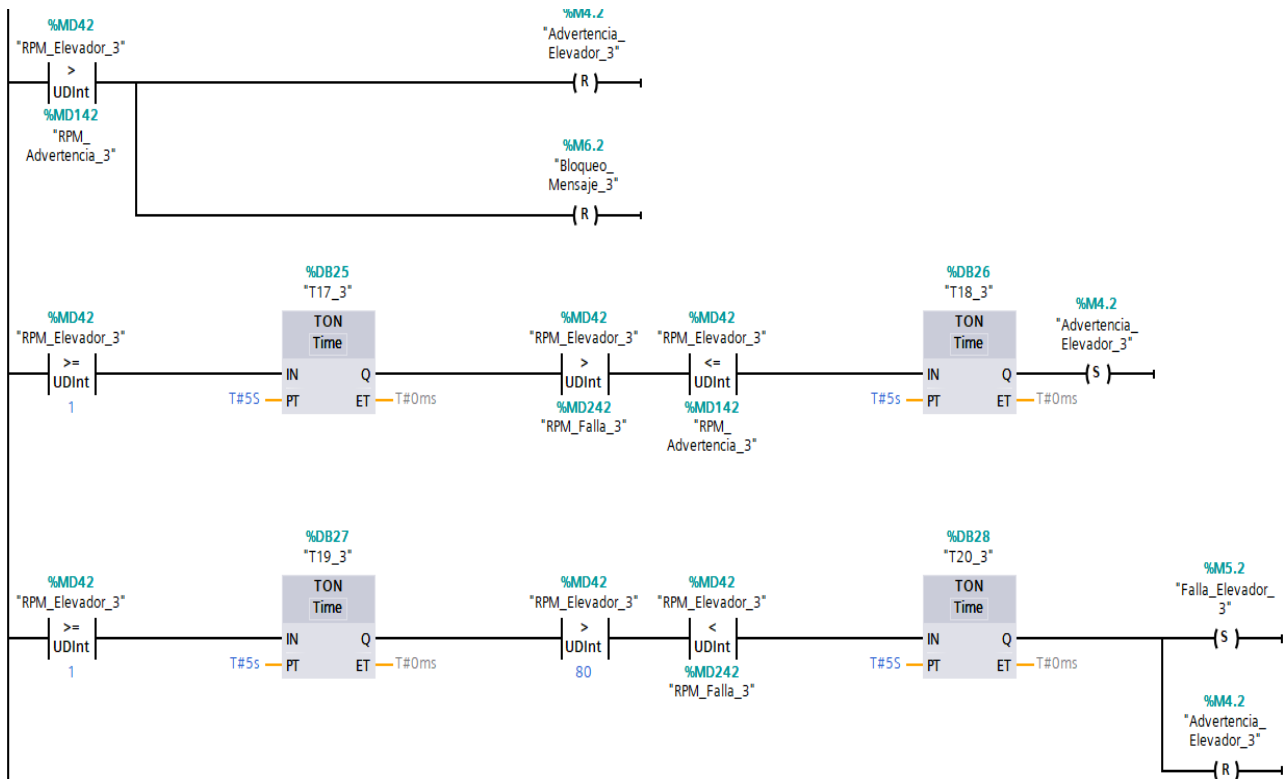
Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 5



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 67.

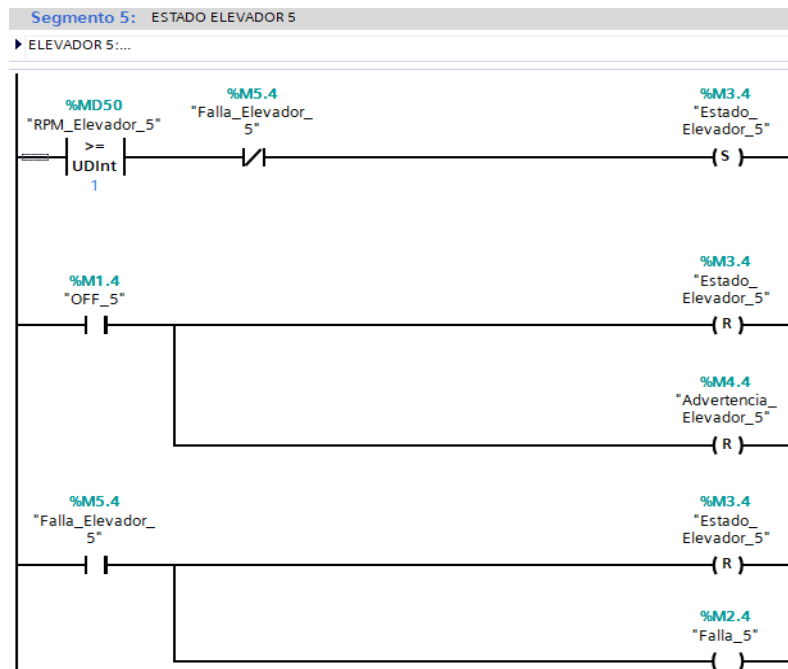
Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 6



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 70.

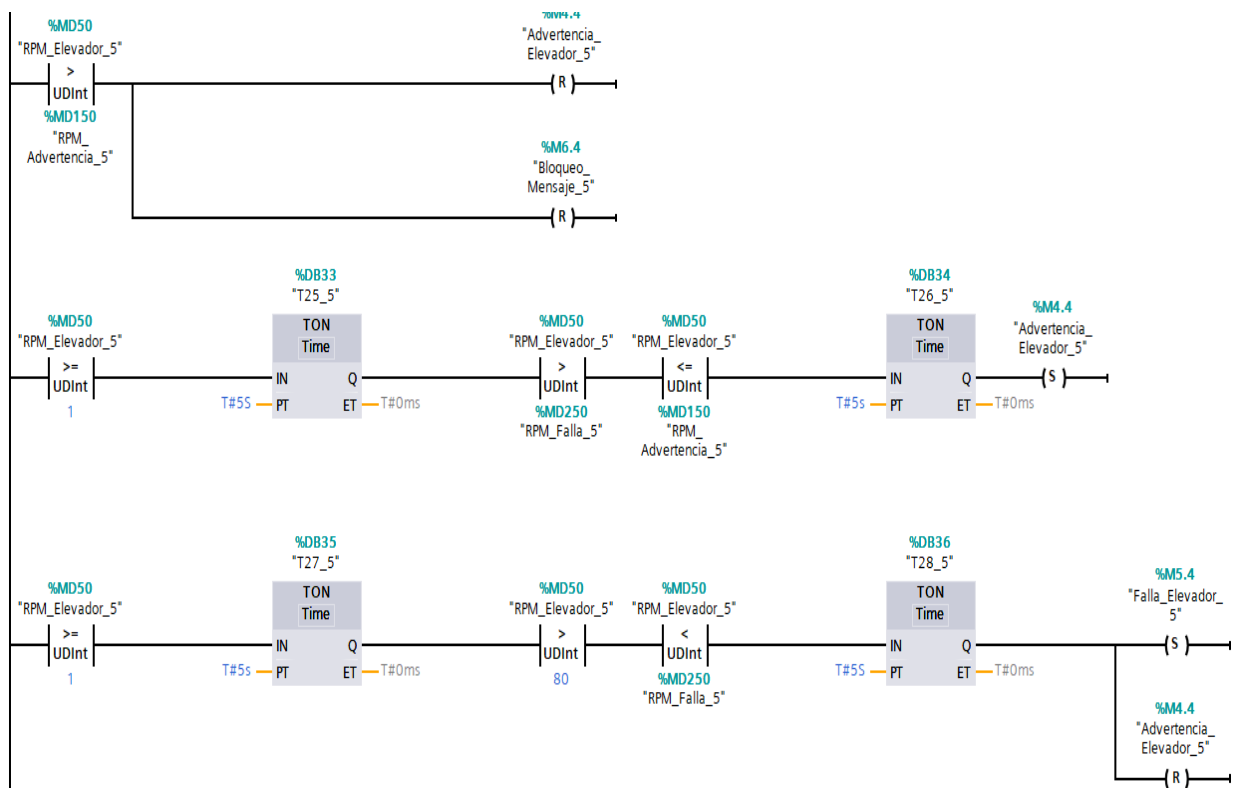
Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 9



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 71.

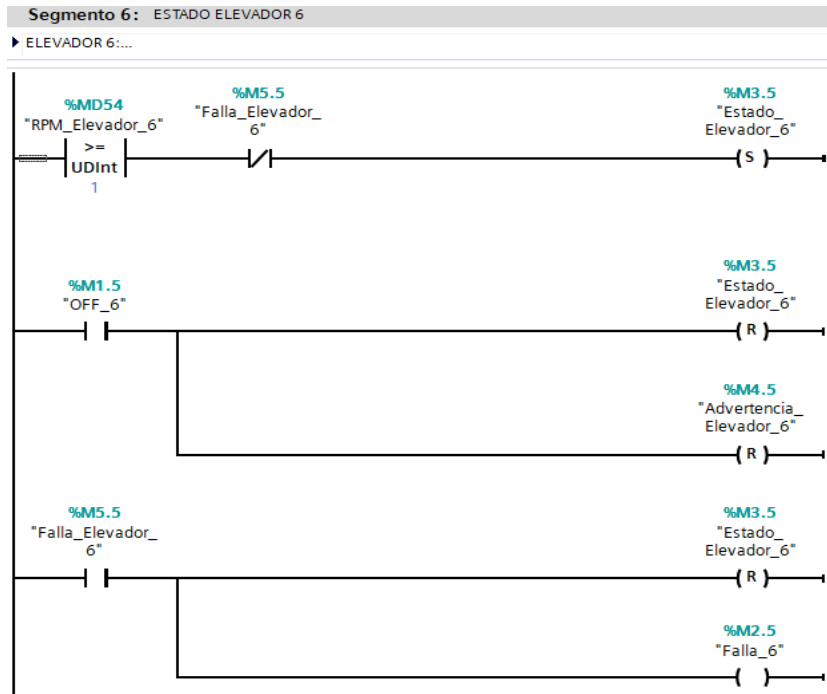
Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 10



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 72.

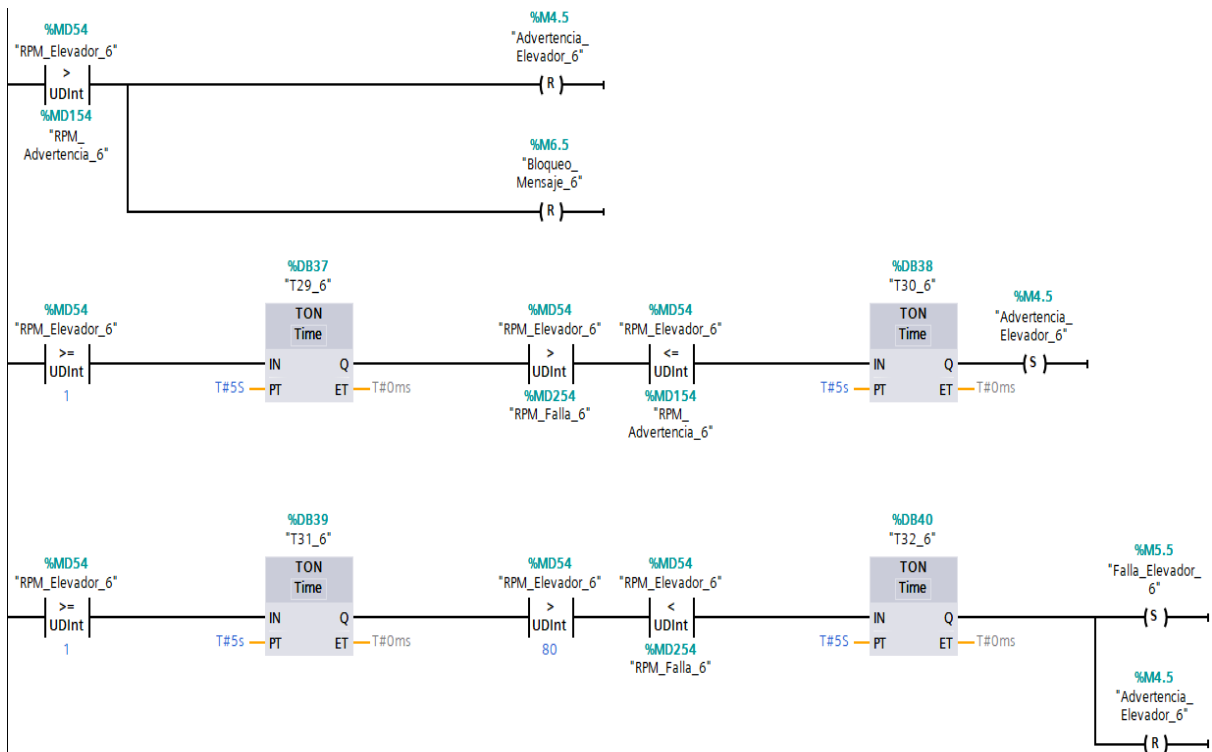
Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 11



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 73.

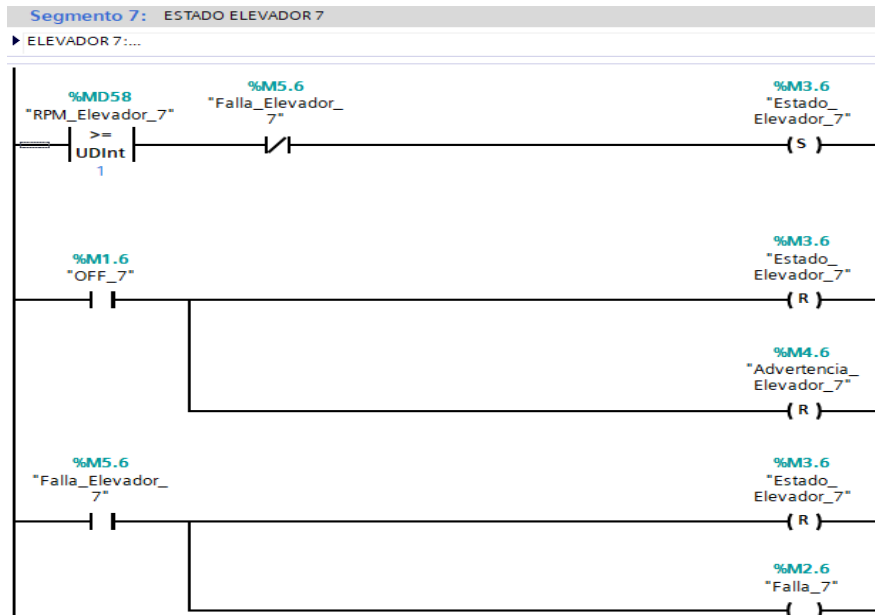
Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 12



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 74.

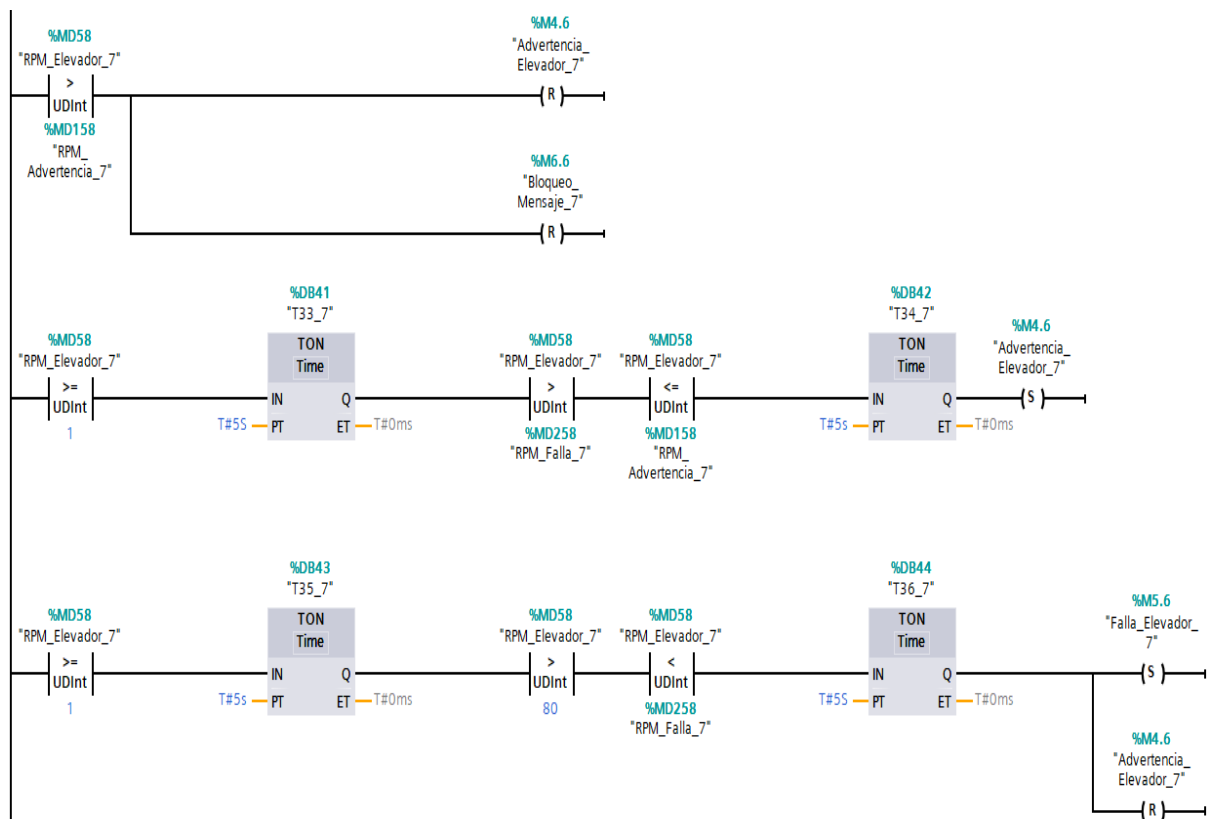
Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 13



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 75.

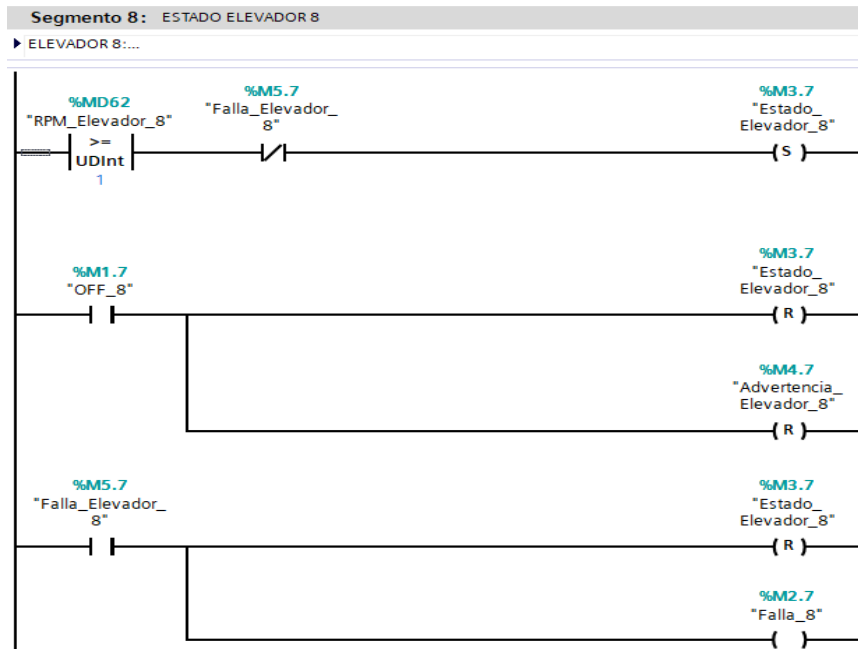
Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 14



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 76.

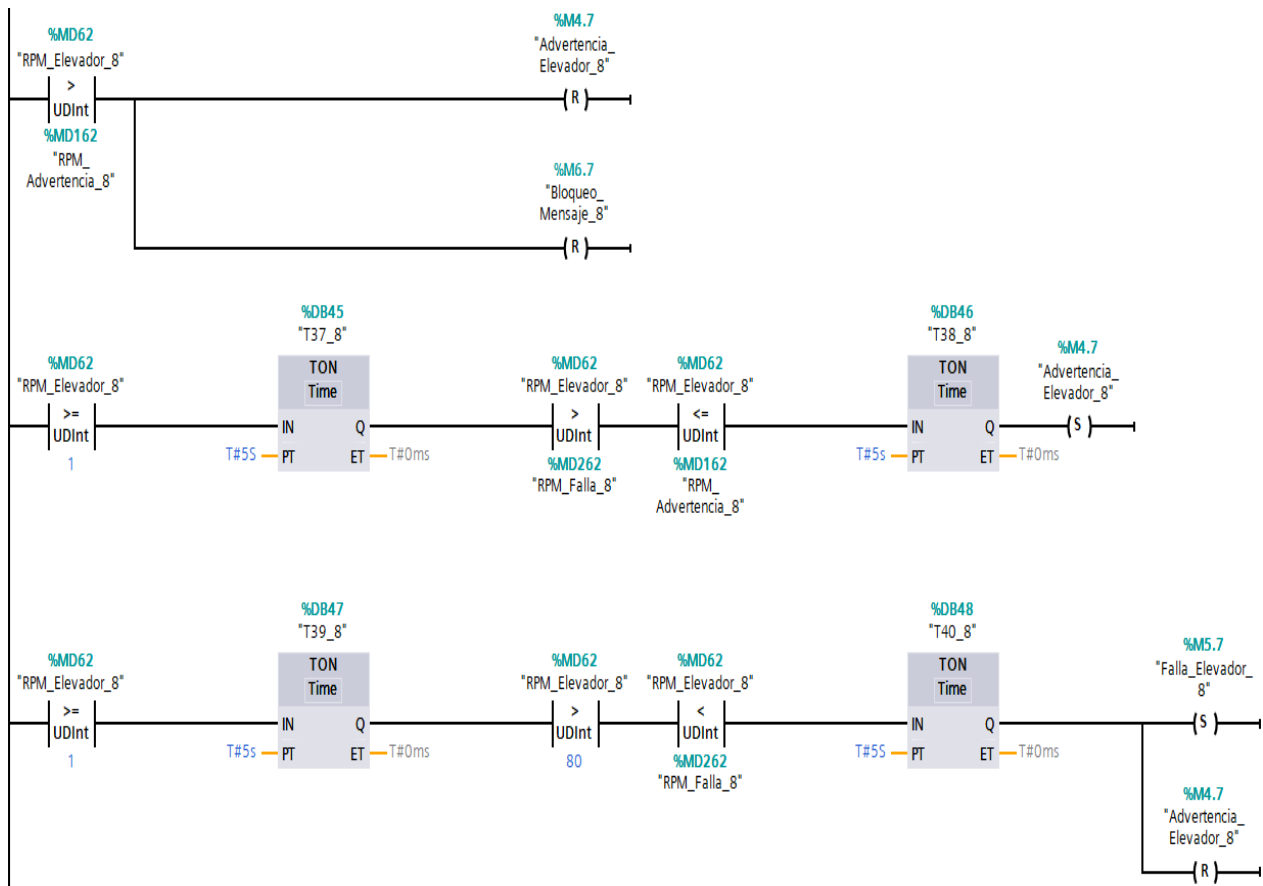
Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 15



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 77.

Bloque completo de la programación “ESTADO ELEVADORES”, parte 16



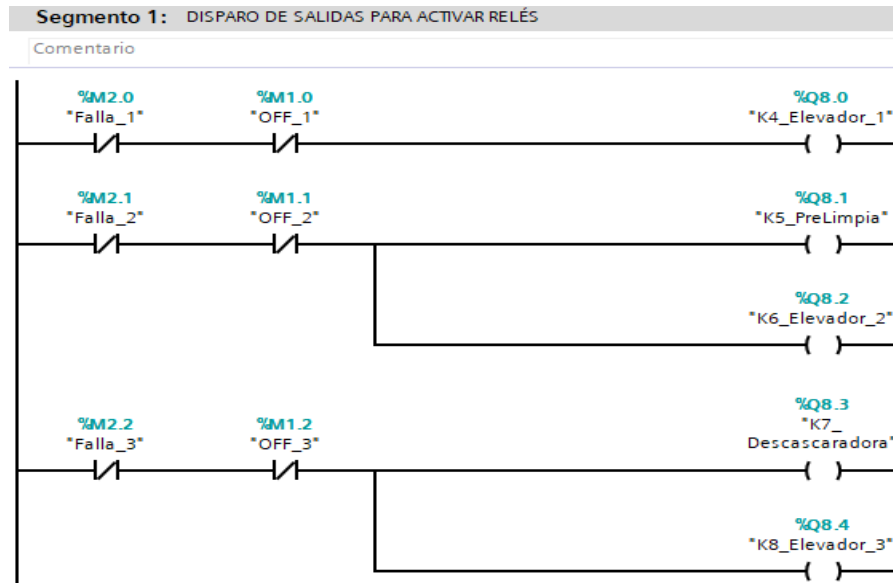
Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA

Anexo G: PROGRAMACIÓN DEL BLOQUE “SALIDA DISPARO DE CONTACTORES”.

PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 78.

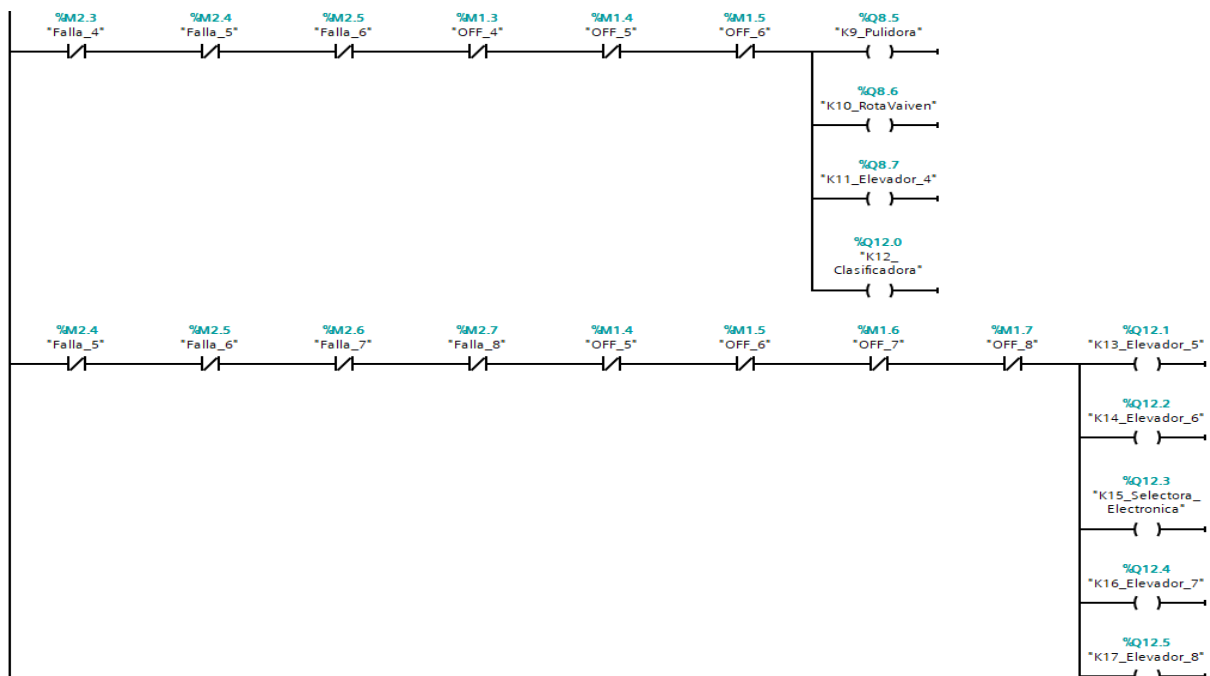
Bloque completo de la programación “SALIDA DISPARO DE CONTACTORES”, parte 1



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 79.

Bloque completo de la programación “SALIDA DISPARO DE CONTACTORES”, parte 2

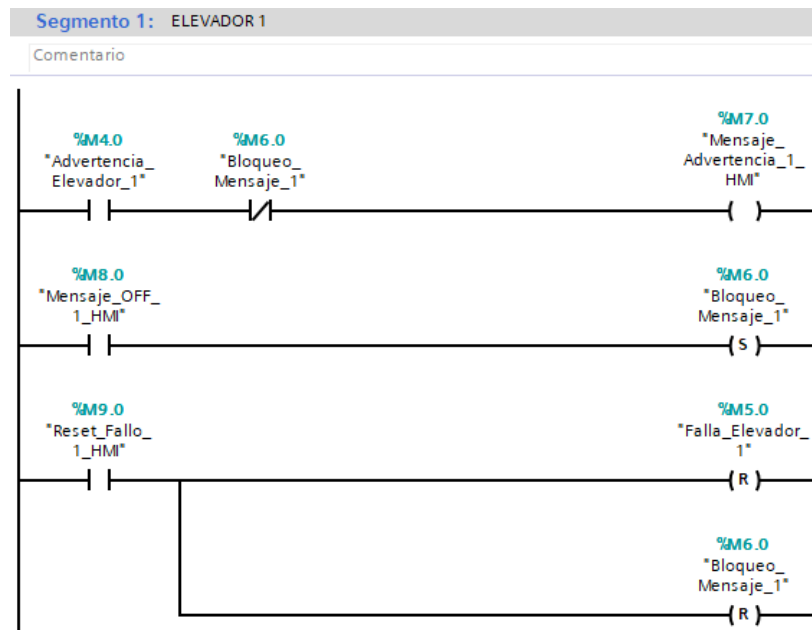


Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Anexo H: PROGRAMACIÓN DEL BLOQUE “MENSAJE DE HMI”.

Figura 80.

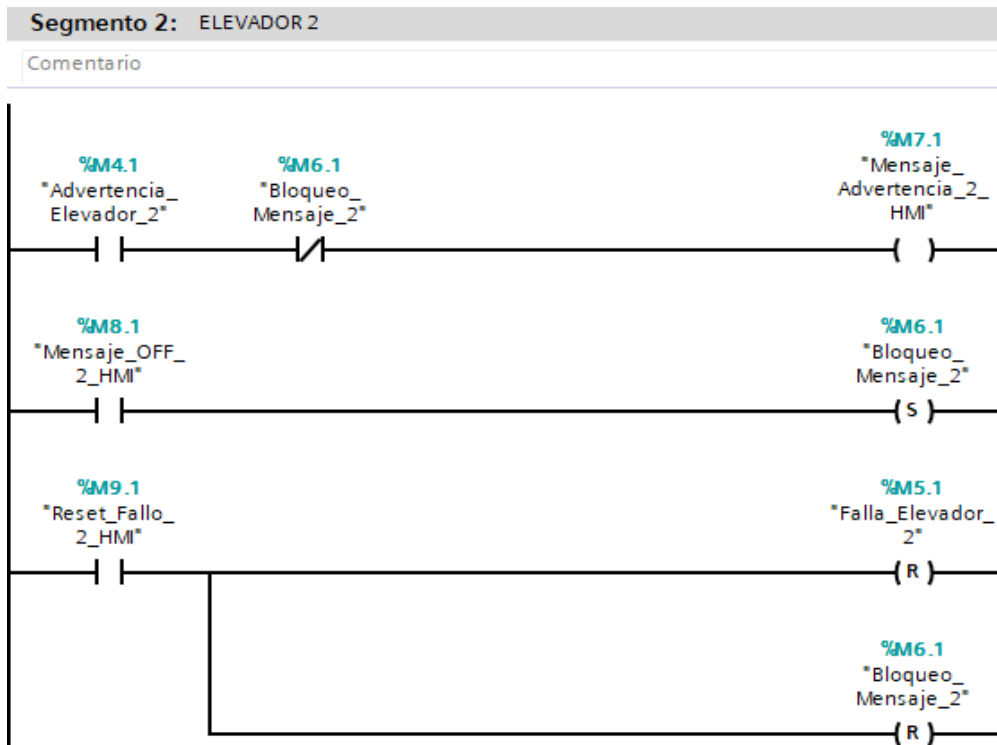
Bloque completo de la programación “MENSAJE HMI”, parte 1



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 81.

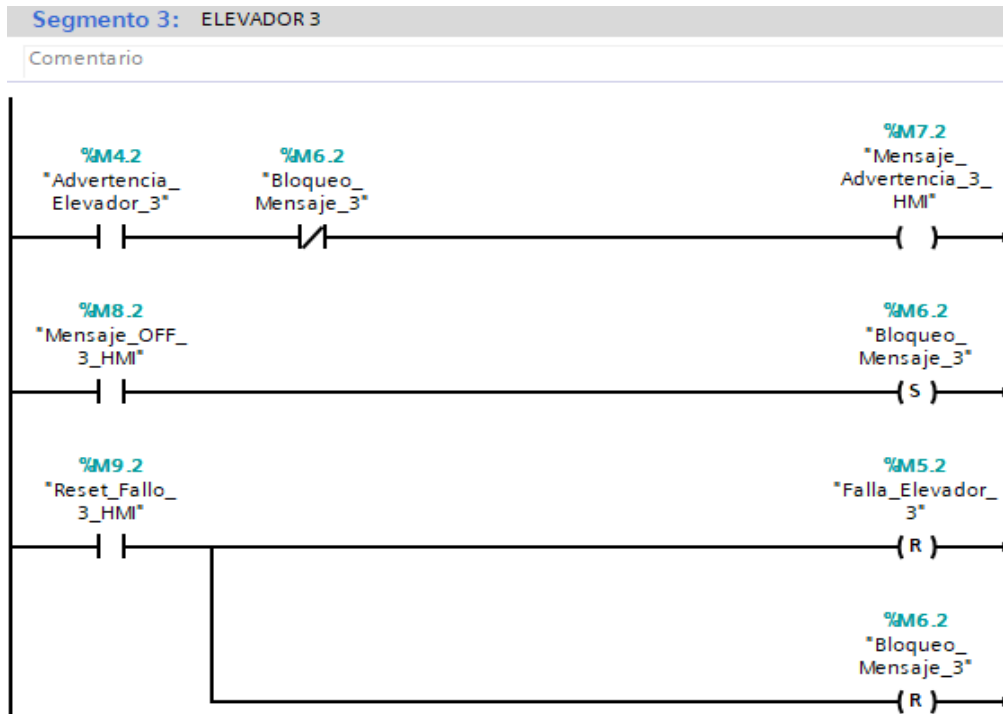
Bloque completo de la programación “MENSAJE HMI”, parte 2



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 82.

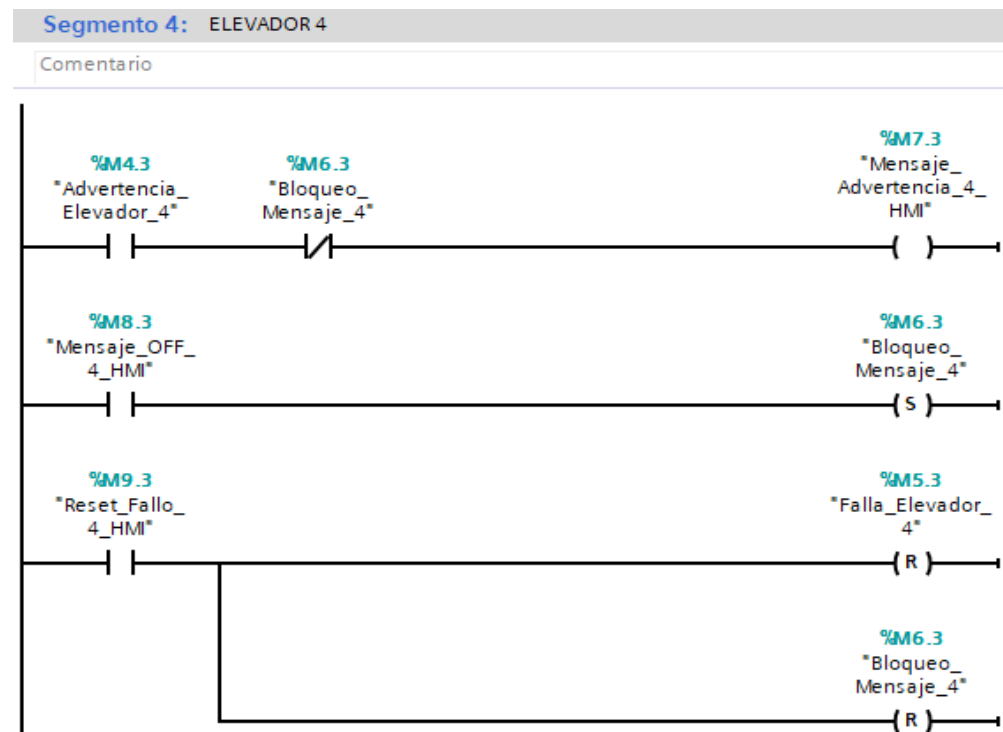
Bloque completo de la programación “MENSAJE HMI”, parte 3



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 83.

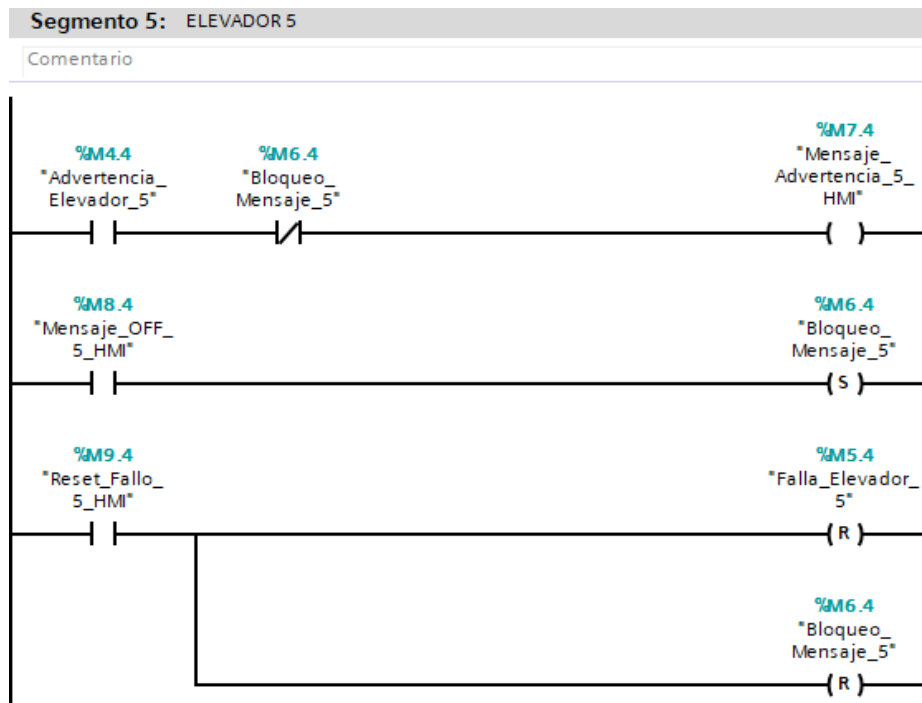
Bloque completo de la programación “MENSAJE HMI”, parte 4



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 84.

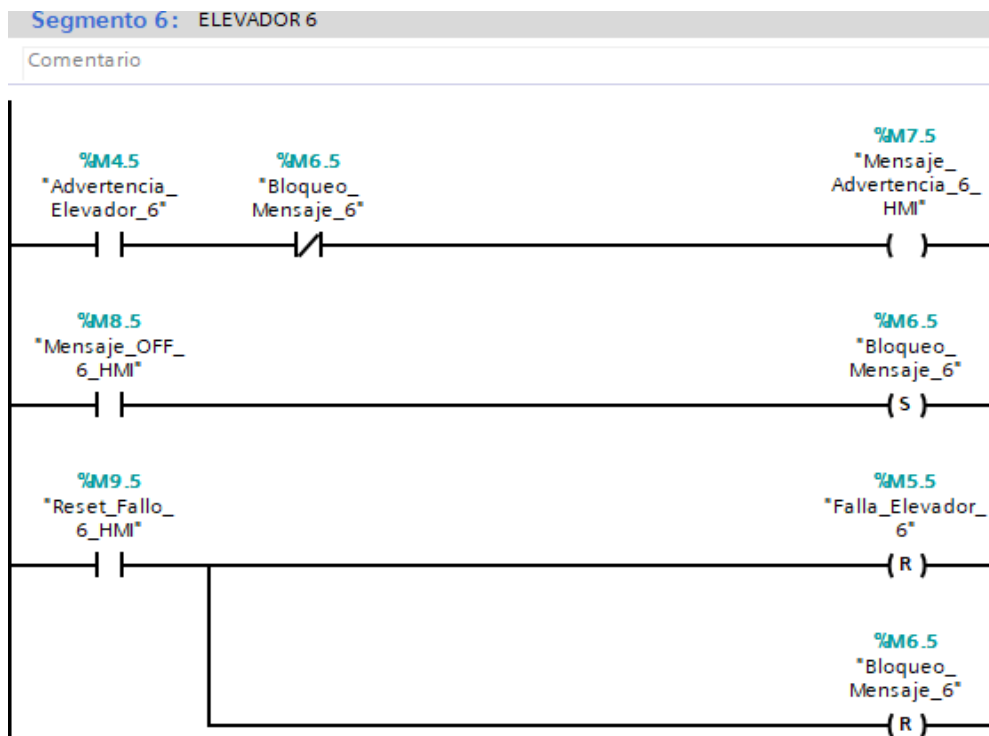
Bloque completo de la programación “MENSAJE HMI”, parte 5



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 85.

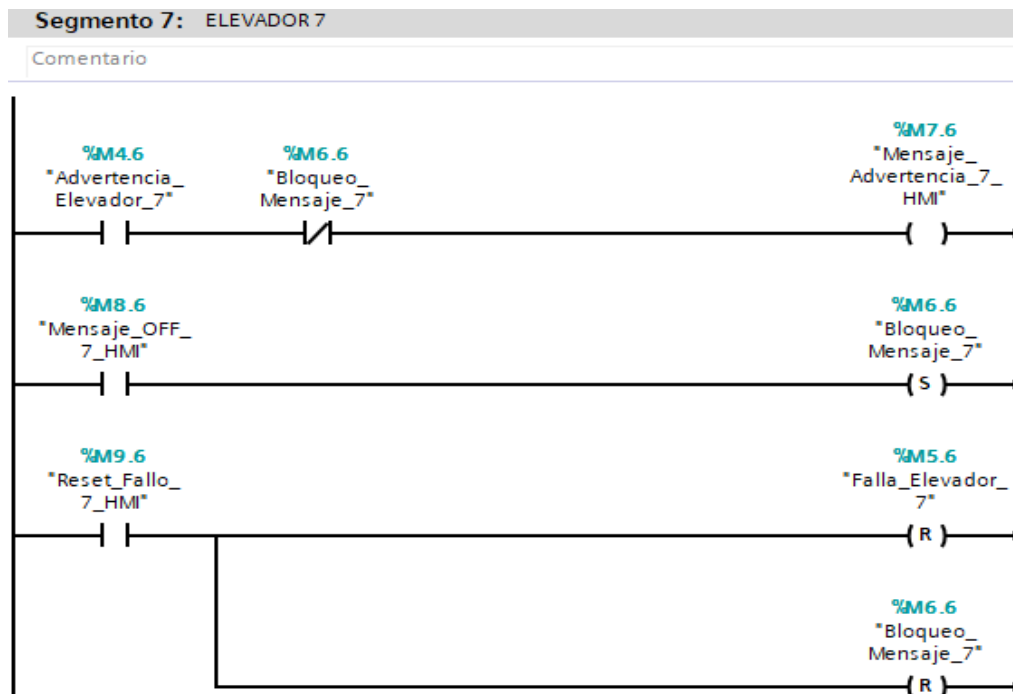
Bloque completo de la programación “MENSAJE HMI”, parte 6



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 86.

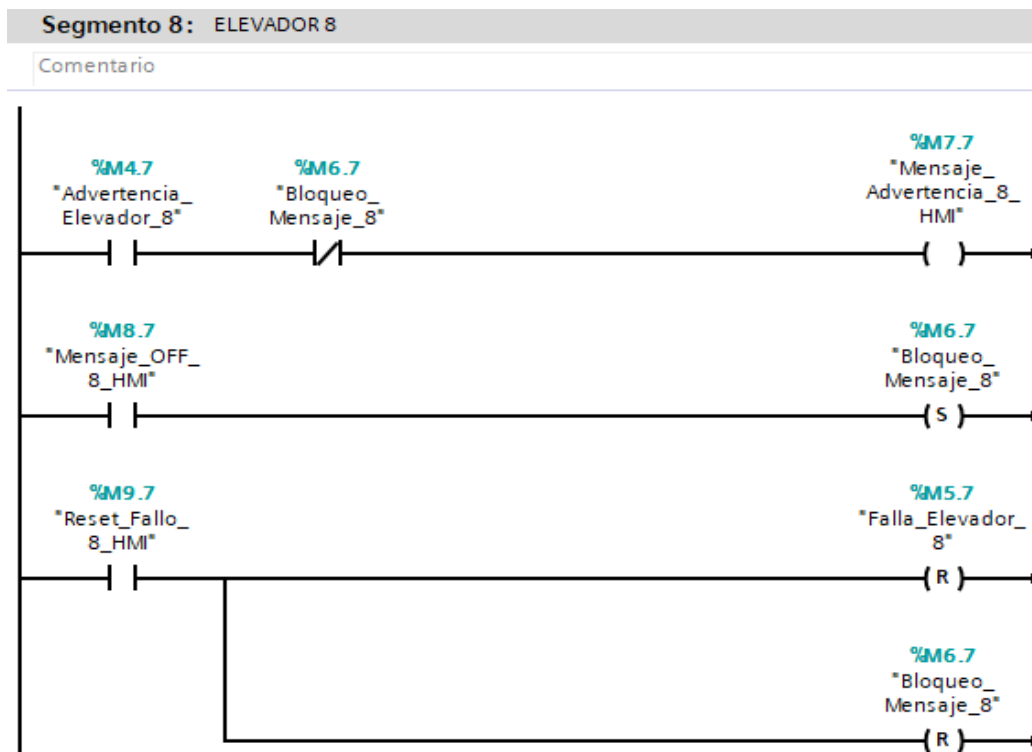
Bloque completo de la programación “MENSAJE HMI”, parte 7



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 87.

Bloque completo de la programación “MENSAJE HMI”, parte 8



Fuente. Programación en lenguaje LADDER. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.

Anexo H: TABLA DE VARIABLES.

Figura 88.

Tabla de variables del PLC, parte 1

Variables PLC								
	Nombre	Tabla de variables	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
1	Sensor_1	Tabla de variables e..	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Sensor_2	Tabla de variables e..	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Sensor_3	Tabla de variables e..	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Sensor_4	Tabla de variables e..	Bool	%I0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Sensor_5	Tabla de variables e..	Bool	%I0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Sensor_6	Tabla de variables e..	Bool	%I0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Sensor_7	Tabla de variables e..	Bool	%I0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Sensor_8	Tabla de variables e..	Bool	%I0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	Memoria_Sensor_1	Tabla de variables e..	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	Memoria_Sensor_2	Tabla de variables e..	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	Memoria_Sensor_3	Tabla de variabl... ▾	Bool	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	Memoria_Sensor_4	Tabla de variables e..	Bool	%M0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	Memoria_Sensor_5	Tabla de variables e..	Bool	%M0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	Memoria_Sensor_6	Tabla de variables e..	Bool	%M0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	Memoria_Sensor_7	Tabla de variables e..	Bool	%M0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	Memoria_Sensor_8	Tabla de variables e..	Bool	%M0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	Frecuencia_1	Tabla de variables e..	DWord	%MD1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	Frecuencia_2	Tabla de variables e..	DWord	%MD6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19	Frecuencia_3	Tabla de variables e..	DWord	%MD10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20	Frecuencia_4	Tabla de variables e..	DWord	%MD14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
21	Frecuencia_5	Tabla de variables e..	DWord	%MD18	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22	Frecuencia_6	Tabla de variables e..	DWord	%MD22	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
23	Frecuencia_7	Tabla de variables e..	DWord	%MD26	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
24	Frecuencia_8	Tabla de variables e..	DWord	%MD30	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
25	OFF_1	Tabla de variables e..	Bool	%M1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
26	OFF_2	Tabla de variables e..	Bool	%M1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
27	OFF_3	Tabla de variables e..	Bool	%M1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
28	OFF_4	Tabla de variables e..	Bool	%M1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
29	OFF_5	Tabla de variables e..	Bool	%M1.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
30	OFF_6	Tabla de variables e..	Bool	%M1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
31	OFF_7	Tabla de variables e..	Bool	%M1.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
32	OFF_8	Tabla de variables e..	Bool	%M1.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
33	Falla_1	Tabla de variables e..	Bool	%M2.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
34	Falla_2	Tabla de variables e..	Bool	%M2.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
35	Falla_3	Tabla de variables e..	Bool	%M2.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
36	Falla_4	Tabla de variables e..	Bool	%M2.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
37	Falla_5	Tabla de variables e..	Bool	%M2.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
38	Falla_6	Tabla de variables e..	Bool	%M2.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Fuente. Tabla de variables. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16.
Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 89.

Tabla de variables del PLC, parte 2

39		Falla_7	Tabla de variables e..	Bool	%M2.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
40		Falla_8	Tabla de variables e..	Bool	%M2.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
41		RPM_Elevador_1	Tabla de variables e..	DWord	%MD34	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
42		RPM_Elevador_2	Tabla de variables e..	DWord	%MD38	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
43		RPM_Elevador_3	Tabla de variables e..	DWord	%MD42	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
44		RPM_Elevador_4	Tabla de variables e..	DWord	%MD46	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
45		RPM_Elevador_5	Tabla de variables e..	DWord	%MD50	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
46		RPM_Elevador_6	Tabla de variables e..	DWord	%MD54	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
47		RPM_Elevador_7	Tabla de variables e..	DWord	%MD58	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
48		RPM_Elevador_8	Tabla de variables e..	DWord	%MD62	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
49		Nivel_Advertencia_HMI	Tabla de variables e..	Word	%MW10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
50		Porcentaje_1	Tabla de variables e..	DWord	%MD70	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
51		Porcentaje_2	Tabla de variables e..	DWord	%MD74	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
52		Porcentaje_3	Tabla de variables e..	DWord	%MD78	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
53		Porcentaje_4	Tabla de variables e..	DWord	%MD82	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
54		Porcentaje_5	Tabla de variables e..	DWord	%MD86	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
55		Porcentaje_6	Tabla de variables e..	DWord	%MD90	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
56		Porcentaje_7	Tabla de variables e..	DWord	%MD94	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
57		Porcentaje_8	Tabla de variabl...	DWord	%MD98	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
58		Nivel_Advertencia_1	Tabla de variables e..	DWord	%MD102	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
59		Nivel_Advertencia_2	Tabla de variables e..	DWord	%MD106	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
60		Nivel_Advertencia_3	Tabla de variables e..	DWord	%MD110	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
61		Nivel_Advertencia_4	Tabla de variables e..	DWord	%MD114	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
62		Nivel_Advertencia_5	Tabla de variables e..	DWord	%MD118	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
63		Nivel_Advertencia_6	Tabla de variables e..	DWord	%MD122	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
64		Nivel_Advertencia_7	Tabla de variables e..	DWord	%MD126	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
65		Nivel_Advertencia_8	Tabla de variables e..	DWord	%MD130	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
66		RPM_Advertencia_1	Tabla de variables e..	DWord	%MD134	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
67		RPM_Advertencia_2	Tabla de variables e..	DWord	%MD138	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
68		RPM_Advertencia_3	Tabla de variables e..	DWord	%MD142	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
69		RPM_Advertencia_4	Tabla de variables e..	DWord	%MD146	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
70		RPM_Advertencia_5	Tabla de variables e..	DWord	%MD150	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
71		RPM_Advertencia_6	Tabla de variables e..	DWord	%MD154	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
72		RPM_Advertencia_7	Tabla de variables e..	DWord	%MD158	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
73		RPM_Advertencia_8	Tabla de variables e..	DWord	%MD162	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
74		Nivel_Falla_HMI	Tabla de variables e..	Word	%MW11	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
75		Porcentaje_1_1	Tabla de variables e..	DWord	%MD170	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
76		Porcentaje_2_2	Tabla de variables e..	DWord	%MD174	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Fuente. *Tabla de variables. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16.*

Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 90.

Tabla de variables del PLC, parte 3

Variables PLC								
	Nombre	Tabla de variables e..	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
77	Porcentaje_3_3	Tabla de variables e..	DWord	%MD178	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
78	Porcentaje_4_4	Tabla de variables e..	DWord	%MD182	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
79	Porcentaje_5_5	Tabla de variables e..	DWord	%MD186	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
80	Porcentaje_6_6	Tabla de variables e..	DWord	%MD190	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
81	Porcentaje_7_7	Tabla de variables e..	DWord	%MD194	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
82	Porcentaje_8_8	Tabla de variables e..	DWord	%MD198	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
83	Nivel_Falla_1	Tabla de variables e..	DWord	%MD202	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
84	Nivel_Falla_2	Tabla de variables e..	DWord	%MD206	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
85	Nivel_Falla_3	Tabla de variables e..	DWord	%MD210	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
86	Nivel_Falla_4	Tabla de variables e..	DWord	%MD214	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
87	Nivel_Falla_5	Tabla de variables e..	DWord	%MD218	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
88	Nivel_Falla_6	Tabla de variables e..	DWord	%MD222	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
89	Nivel_Falla_7	Tabla de variables e..	DWord	%MD226	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
90	Nivel_Falla_8	Tabla de variables e..	DWord	%MD230	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
91	RPM_Falla_1	Tabla de variables e..	DWord	%MD234	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
92	RPM_Falla_2	Tabla de variables e..	DWord	%MD238	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
93	RPM_Falla_3	Tabla de variables e..	DWord	%MD242	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
94	RPM_Falla_4	Tabla de variables e..	DWord	%MD246	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
95	RPM_Falla_5	Tabla de variables e..	DWord	%MD250	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
96	RPM_Falla_6	Tabla de variables e..	DWord	%MD254	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
97	RPM_Falla_7	Tabla de variables e..	DWord	%MD258	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
98	RPM_Falla_8	Tabla de variables e..	DWord	%MD262	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
99	Estado_Elevador_1	Tabla de variables e..	Bool	%M3.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
100	Estado_Elevador_2	Tabla de variables e..	Bool	%M3.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
101	Estado_Elevador_3	Tabla de variables e..	Bool	%M3.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
102	Estado_Elevador_4	Tabla de variables e..	Bool	%M3.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
103	Estado_Elevador_5	Tabla de variables e..	Bool	%M3.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
104	Estado_Elevador_6	Tabla de variables e..	Bool	%M3.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
105	Estado_Elevador_7	Tabla de variables e..	Bool	%M3.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
106	Estado_Elevador_8	Tabla de variables e..	Bool	%M3.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
107	LED_VERDE	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
108	LED_AMBAR	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
109	LED_ROJO	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
110	Advertencia_Elevador_1	Tabla de variables e..	Bool	%M4.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
111	Advertencia_Elevador_2	Tabla de variables e..	Bool	%M4.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
112	Advertencia_Elevador_3	Tabla de variables e..	Bool	%M4.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
113	Advertencia_Elevador_4	Tabla de variables e..	Bool	%M4.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
114	Advertencia_Elevador_5	Tabla de variables e..	Bool	%M4.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Fuente. *Tabla de variables. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16. Copyright 2024 por Siemens AG.*

Figura 91.

Tabla de variables del PLC, parte 4

Variables PLC								
	Nombre	Tabla de variables	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
115	Advertencia_Elevador_6	Tabla de variables e..	Bool	%M4.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
116	Advertencia_Elevador_7	Tabla de variables e..	Bool	%M4.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
117	Advertencia_Elevador_8	Tabla de variables e..	Bool	%M4.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
118	Falla_Elevador_1	Tabla de variables e..	Bool	%M5.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
119	Falla_Elevador_2	Tabla de variables e..	Bool	%M5.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
120	Falla_Elevador_3	Tabla de variables e..	Bool	%M5.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
121	Falla_Elevador_4	Tabla de variables e..	Bool	%M5.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
122	Falla_Elevador_5	Tabla de variables e..	Bool	%M5.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
123	Falla_Elevador_6	Tabla de variables e..	Bool	%M5.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
124	Falla_Elevador_7	Tabla de variables e..	Bool	%M5.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
125	Falla_Elevador_8	Tabla de variables e..	Bool	%M5.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
126	SIRENA	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
127	Bloqueo_Mensaje_1	Tabla de variables e..	Bool	%M6.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
128	Bloqueo_Mensaje_2	Tabla de variables e..	Bool	%M6.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
129	Bloqueo_Mensaje_3	Tabla de variables e..	Bool	%M6.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
130	Bloqueo_Mensaje_4	Tabla de variables e..	Bool	%M6.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
131	Bloqueo_Mensaje_5	Tabla de variables e..	Bool	%M6.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
132	Bloqueo_Mensaje_6	Tabla de variables e..	Bool	%M6.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
133	Bloqueo_Mensaje_7	Tabla de variables e..	Bool	%M6.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
134	Bloqueo_Mensaje_8	Tabla de variables e..	Bool	%M6.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
135	K4_Elevador_1	Tabla de variables e..	Bool	%Q8.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
136	K5_PreLimpia	Tabla de variables e..	Bool	%Q8.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
137	K6_Elevador_2	Tabla de variables e..	Bool	%Q8.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
138	K7_Descascaradora	Tabla de variables e..	Bool	%Q8.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
139	K8_Elevador_3	Tabla de variables e..	Bool	%Q8.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
140	K9_Pulidora	Tabla de variables e..	Bool	%Q8.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
141	K10_RotaVaiven	Tabla de variables e..	Bool	%Q8.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
142	K11_Elevador_4	Tabla de variables e..	Bool	%Q8.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
143	K12_Clasificadora	Tabla de variables e..	Bool	%Q12.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
144	K13_Elevador_5	Tabla de variables e..	Bool	%Q12.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
145	K14_Elevador_6	Tabla de variables e..	Bool	%Q12.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
146	K15_Selectora_Electronica	Tabla de variables e..	Bool	%Q12.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
147	K16_Elevador_7	Tabla de variables e..	Bool	%Q12.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
148	K17_Elevador_8	Tabla de variables e..	Bool	%Q12.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
149	Mensaje_Advertencia_1_HMI	Tabla de variables e..	Bool	%M7.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
150	Mensaje_Advertencia_2_HMI	Tabla de variables e..	Bool	%M7.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
151	Mensaje_Advertencia_3_HMI	Tabla de variables e..	Bool	%M7.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
152	Mensaje_Advertencia_4_HMI	Tabla de variables e..	Bool	%M7.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Fuente. Tabla de variables. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16.
Copyright 2024 por Siemens AG.

Figura 92.

Tabla de variables del PLC, parte 5

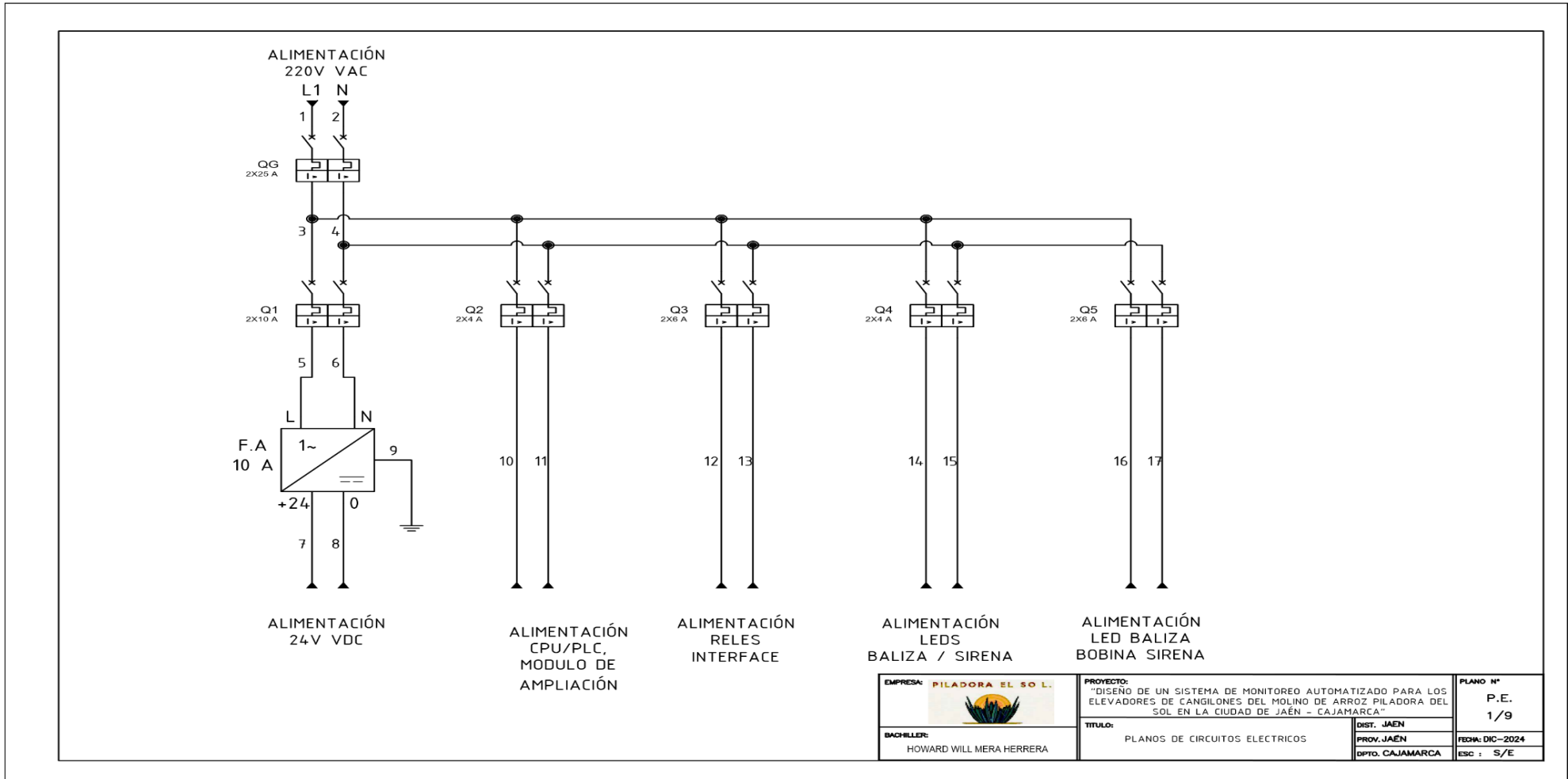
Variables PLC								
	Nombre	Tabla de variables	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
153	Mensaje_Advertencia_5_HMI	Tabla de variables e..	Bool	%M7.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
154	Mensaje_Advertencia_6_HMI	Tabla de variables e..	Bool	%M7.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
155	Mensaje_Advertencia_7_HMI	Tabla de variables e..	Bool	%M7.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
156	Mensaje_Advertencia_8_HMI	Tabla de variables e..	Bool	%M7.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
157	Mensaje_OFF_1_HMI	Tabla de variables e..	Bool	%M8.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
158	Mensaje_OFF_2_HMI	Tabla de variables e..	Bool	%M8.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
159	Mensaje_OFF_3_HMI	Tabla de variables e..	Bool	%M8.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
160	Mensaje_OFF_4_HMI	Tabla de variables e..	Bool	%M8.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
161	Mensaje_OFF_5_HMI	Tabla de variables e..	Bool	%M8.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
162	Mensaje_OFF_6_HMI	Tabla de variables e..	Bool	%M8.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
163	Mensaje_OFF_7_HMI	Tabla de variables e..	Bool	%M8.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
164	Mensaje_OFF_8_HMI	Tabla de variables e..	Bool	%M8.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
165	Reset_Fallo_1_HMI	Tabla de variables e..	Bool	%M9.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
166	Reset_Fallo_2_HMI	Tabla de variables e..	Bool	%M9.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
167	Reset_Fallo_3_HMI	Tabla de variables e..	Bool	%M9.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
168	Reset_Fallo_4_HMI	Tabla de variables e..	Bool	%M9.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
169	Reset_Fallo_5_HMI	Tabla de variables e..	Bool	%M9.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
170	Reset_Fallo_6_HMI	Tabla de variables e..	Bool	%M9.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
171	Reset_Fallo_7_HMI	Tabla de variables e..	Bool	%M9.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
172	Reset_Fallo_8_HMI	Tabla de variables e..	Bool	%M9.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Fuente. *Tabla de variables. Obtenida de Siemens AG, SIMATIC TIA PORTAL, V16.
Copyright 2024 por Siemens AG.*

Anexo I: PLANOS ELECTRICOS DEL SISTEMA DE MONITOREO AUTOMATIZADO.

Figura 93.

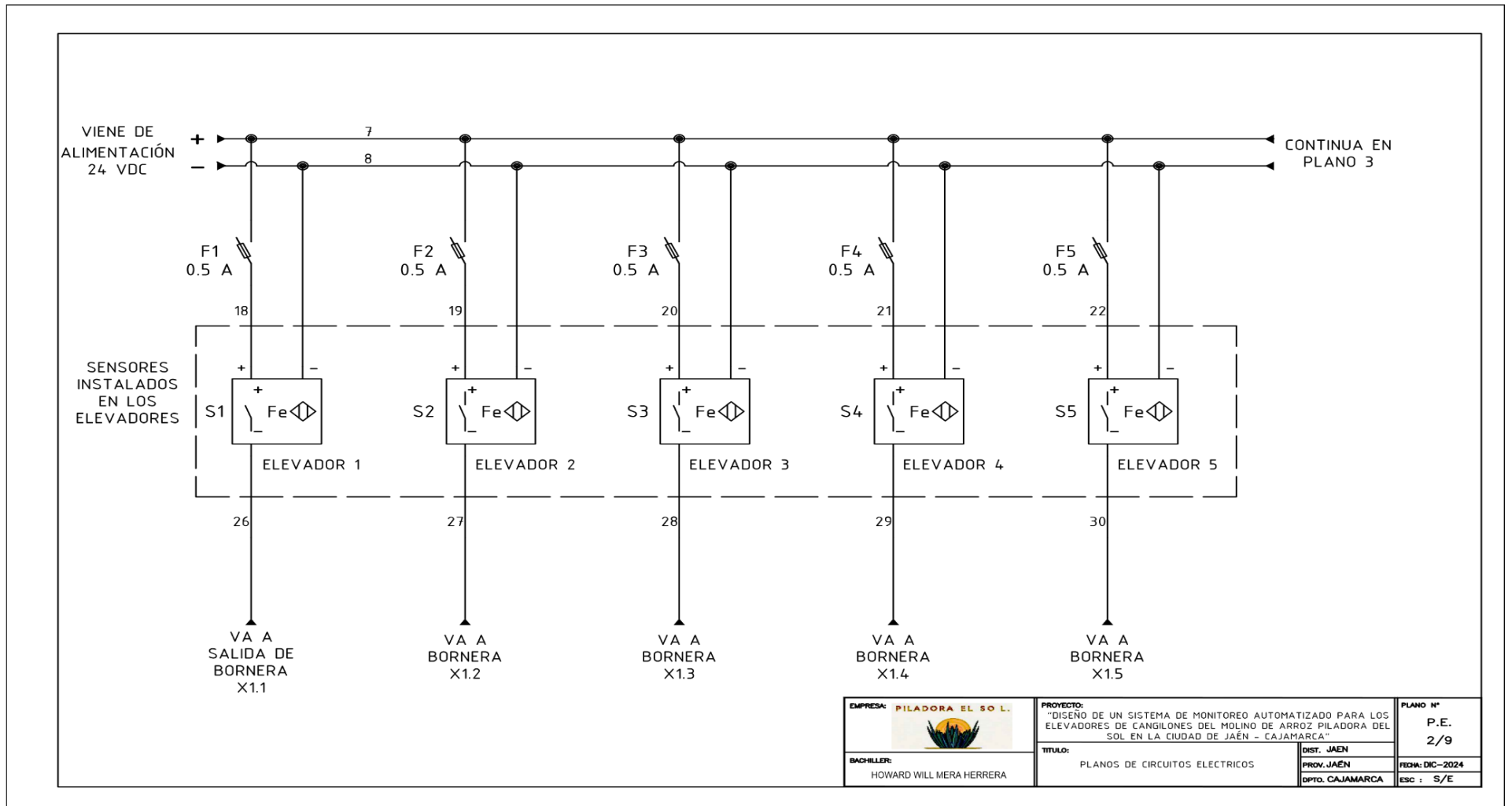
Plano eléctrico 1



Fuente: Elaboración propia (2024)

Figura 94.

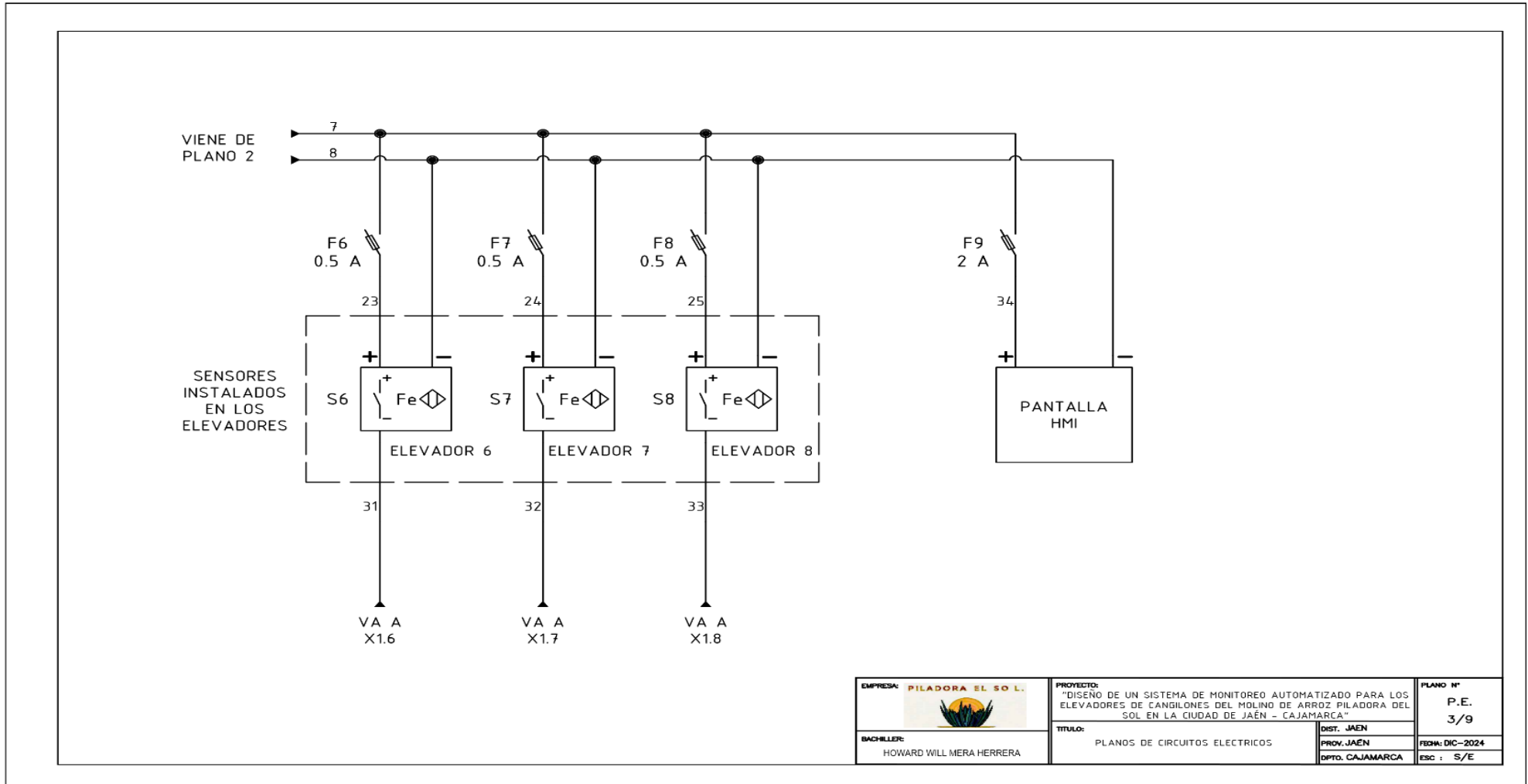
Plano eléctrico 2




Fuente: Elaboración propia (2024)

Figura 95.

Plano eléctrico 4

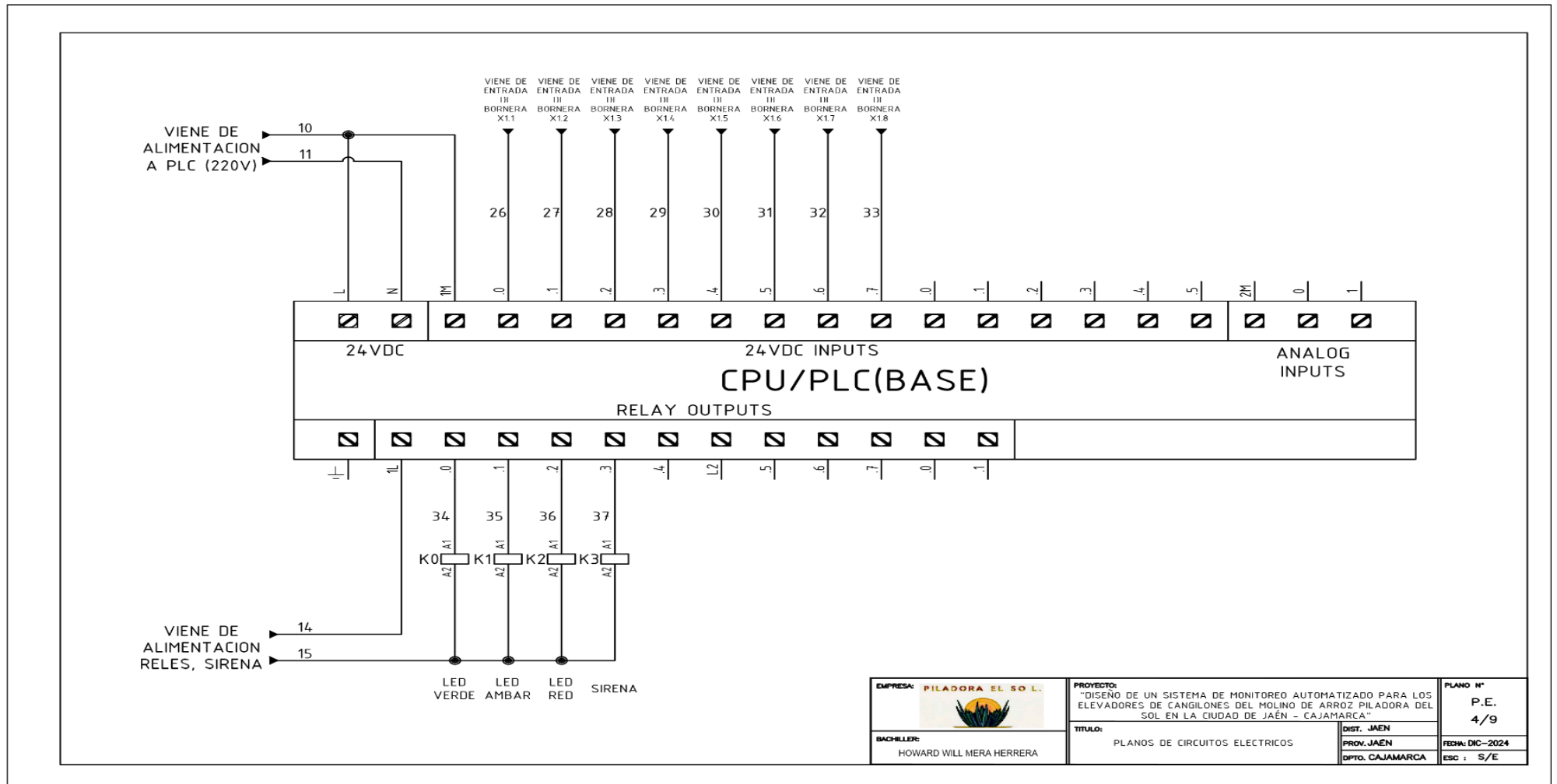


EMPRESA: PILADORA EL SOL L. 	PROYECTO: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO AUTOMATIZADO PARA LOS ELEVADORES DE CANGILONES DEL MOLINO DE ARROZ PILADORA DEL SOL EN LA CIUDAD DE JAÉN - CAJAMARCA"		PLANO N° P.E. 3/9
	BACHILLER: HOWARD WILL MERA HERRERA	TITULO: PLANOS DE CIRCUITOS ELECTRICOS	DIST. JAEN PROV. JAEN DPTO. CAJAMARCA

Fuente: Elaboración propia (2024)

Figura 96.

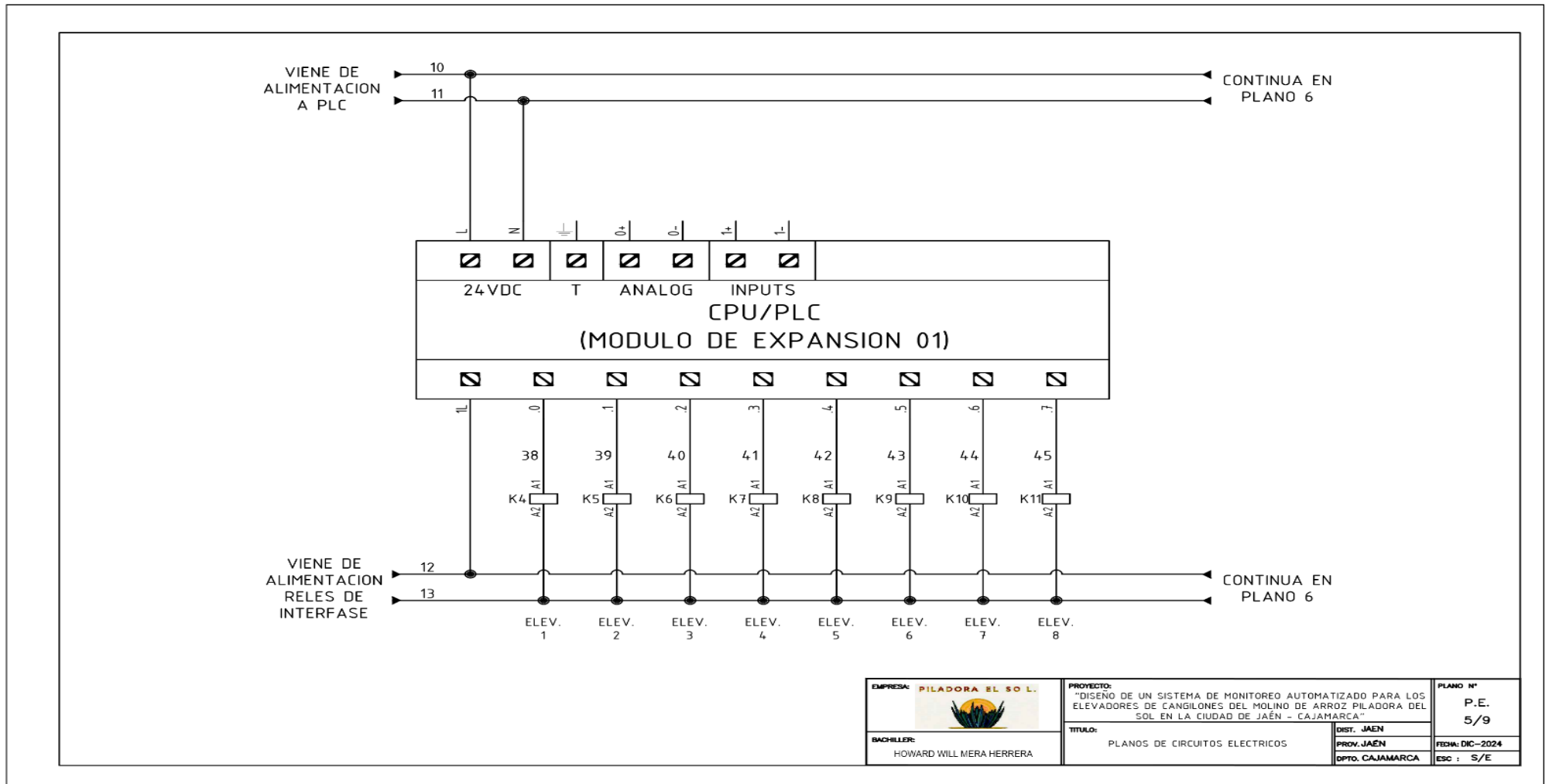
Plano eléctrico 4



Fuente: Elaboración propia (2024)

Figura 97.

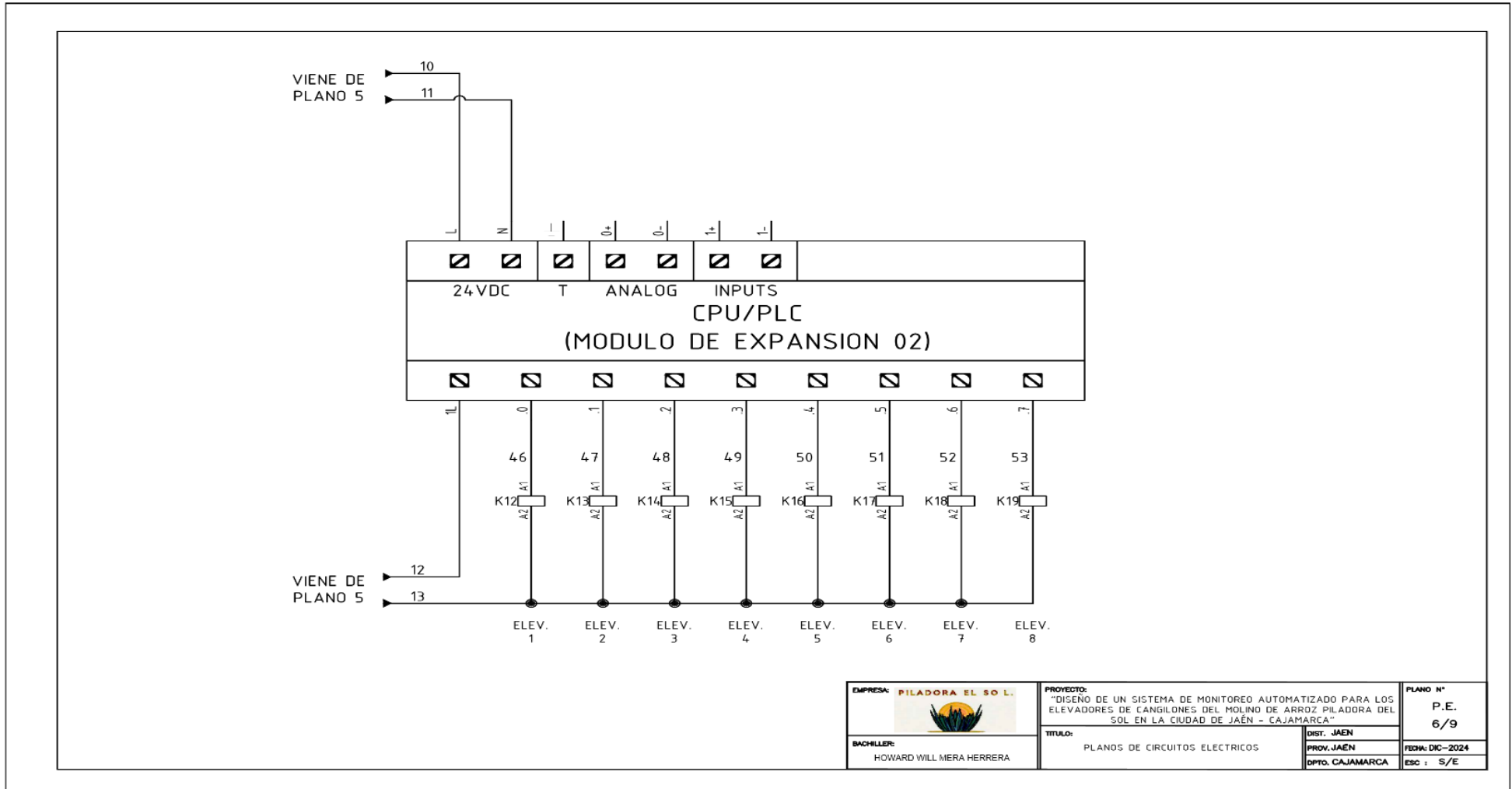
Plano eléctrico 5



Fuente: Elaboración propia (2024)

Figura 98.

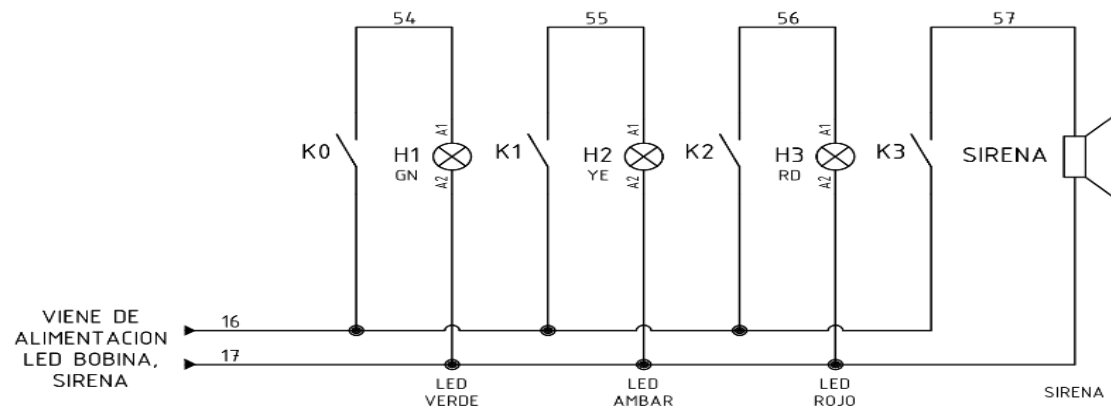
Plano eléctrico 6




Fuente: Elaboración propia (2024)

Figura 99.

Plano eléctrico 7

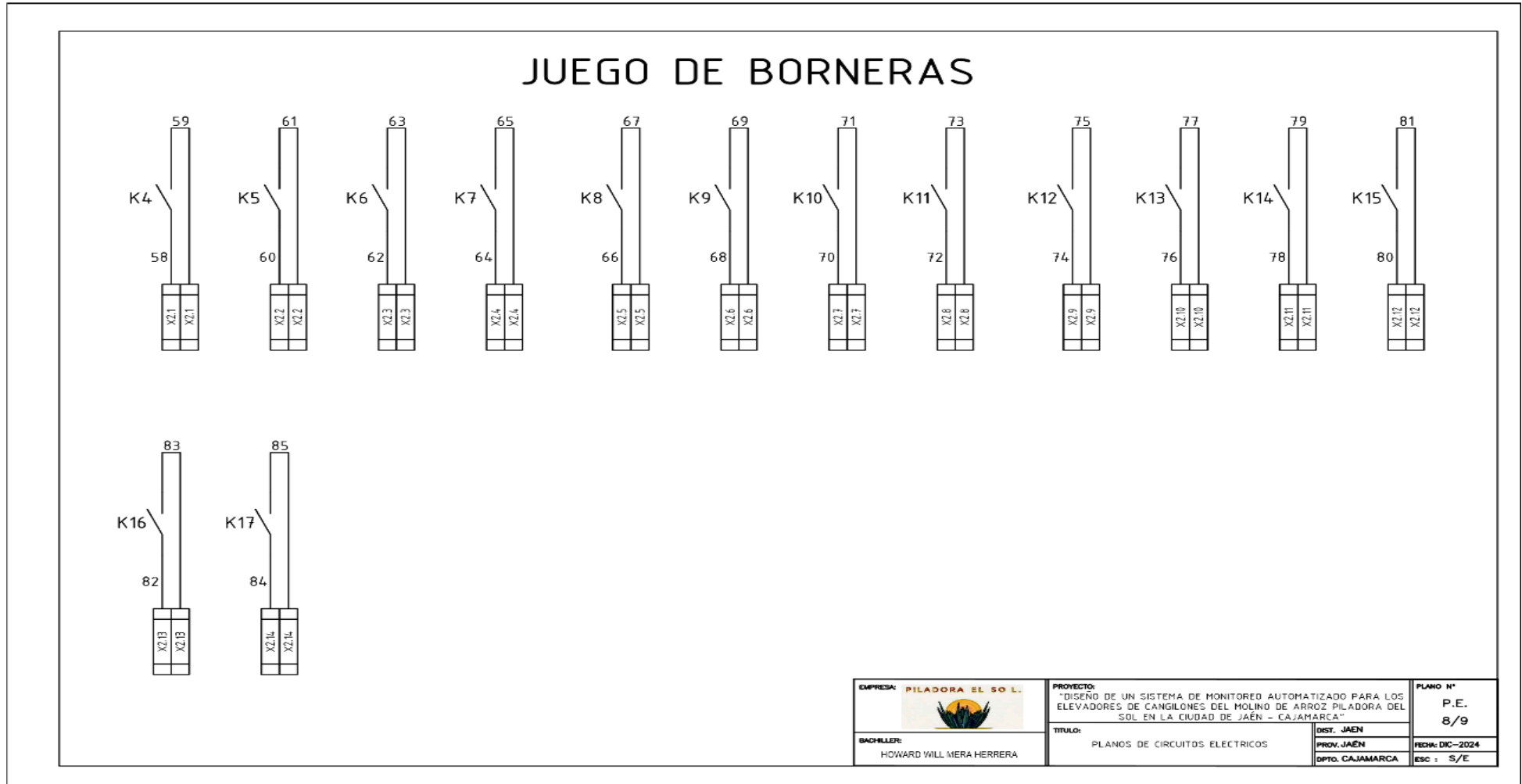


EMPRESA:  PILADORA EL SOL S.L.	PROYECTO: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITOREO AUTOMATIZADO PARA LOS ELEVADORES DE CANGILONES DEL MOLINO DE ARROZ PILADORA DEL SOL EN LA CIUDAD DE JAÉN - CAJAMARCA"	PLANO N° P.E. 7/9
BACHILLER: HOWARD WILL MERA HERRERA	TÍTULO: PLANOS DE CIRCUITOS ELECTRICOS	DIST. JAÉN PROV. JAÉN DPTO. CAJAMARCA
		FECHA: DIC-2024 ESC : S/E

Fuente: Elaboración propia (2024)

Figura 100.

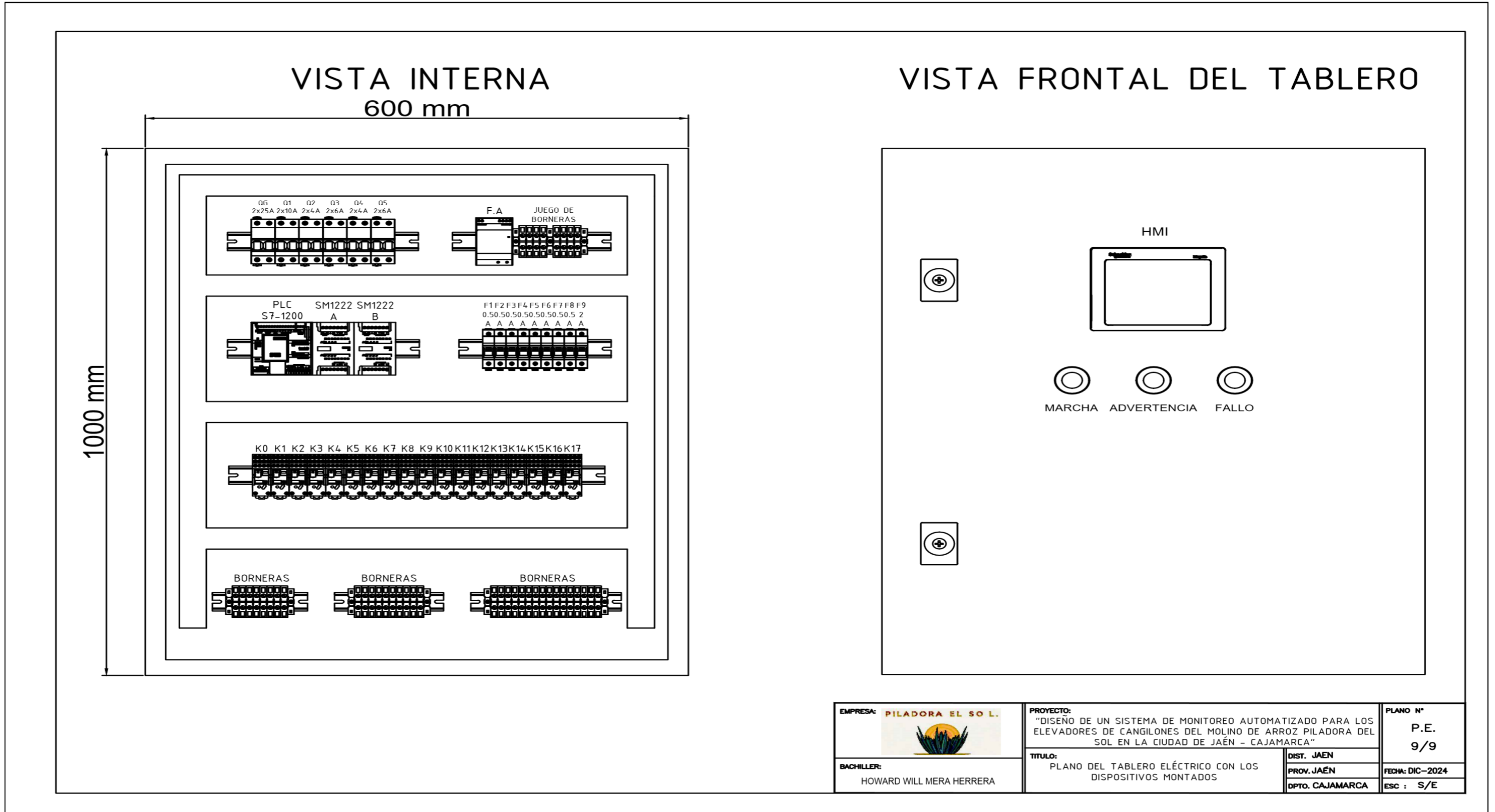
Plano eléctrico 8



Fuente: Elaboración propia (2024)

Figura 101.

Plano del tablero eléctrico con los dispositivos montados



Fuente: Elaboración propia (2024)

Anexo F: COTIZACIONES

Figura 102.

Cotización 1



ELECTRICIDAD INDUSTRIAL "MOASIR"

REBOBINADO DE MOTORES Y GENERADORES ELÉCTRICOS, DISEÑO ARMADO E
 INSTALACIÓN DE TABLEROS ELÉCTRICOS INDUSTRIALES, SERVICIOS DE
 ELECTRICIDAD INDUSTRIAL EN CAMPO Y TALLER, MANTENIMIENTO DE GRUPOS
 ELECTRÓGENOS, VENTA DE EQUIPOS Y MATERIAL ELÉCTRICO EN GENERAL

CALLE JUAN PORCEL CDRA. 02 - URB. SAN CAMILO
RUC: 10277513337 CEL. 976 995 844 / 914 192 882

COTIZACIÓN
 17-ago-2025
RUC
 10277513337

FECHA:		17 agosto 2025				
RUC:						
CLIENTE:		Howard Will Mera Herrera				
DIRECCIÓN:						
ATENCIÓN:						
REF:		Equipos de automatización y eléctricos				
MONEDA:		Dólares americanos				
CANTIDAD	UNIDAD	ITEM	DESCRIPCIÓN	P. UNITARIO	P. TOTAL	
1	Und	1	SITOP PSU6200 24V/5A Fuente de alimentación estabilizada. Marca SIEMENS	568,14	568,14	
1	Und	2	CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE SIMATIC S7-1200. CPU1214C AC/DC/RLY 14 DI/10 DO/2 AI, 0-10VDC. Alimentación: 85-264 VAC BEI 47-63 HZ, conexión Ethernet Industrial RJ45. Marca SIEMENS	956,00	956,00	
1	Und	3	Módulo de Entrada y Salidas Digitales SM 1222, 8 DI/8 DO, 8 DI DC 24V, Sink/Source, 8 DO, relé 2A. Marca SIEMENS	468,00	468,00	
1	Und	4	Módulo de Switch Compacto CSM 1277 para conectar SIMATIC S7-1200 y hasta 3 dispositivos más a Industrial Ethernet con 10/100 Mb/s; unmanaged switch, 4 puertos RJ45, alimentación externa 24VDC, diagnóstico led. Marca SIEMENS	210,00	210,00	
1	Und	5	PANEL BÁSICO HMI INDUSTRIAL ETHERNET. SIMATIC KTP700 Basic, mando por teclado táctil, pantalla TFT 7" 65536 colores. Marca SIEMENS	1.982,00	1.982,00	
2	Und	6	Interruptor Termomagnetica Bipolar 4A Tipo C. Marca SIEMENS	27,00	54,00	
2	Und	7	Interruptor Termomagnetica Bipolar 6A Tipo C. Marca SIEMENS	23,00	46,00	
1	Und	8	Interruptor Termomagnetica Bipolar 10A Tipo C. Marca SIEMENS	18,00	18,00	
1	Und	9	Interruptor Termomagnetica Bipolar 25A Tipo C. Marca SIEMENS	19,00	19,00	
				SUBTOTAL:	4.321,14	
				IGV:	777,81	
				TOTAL	5.098,95	
NOTA:						
N° DE CUENTA BANCO DE CRÉDITO DEL PERÚ (BCP) SOLES:				395 204 206 020 48		
N° DE CUENTA BANCO DE CRÉDITO DEL PERÚ (BCP) USD:				395 969 342 181 27		
E-MAIL:		moico01@hotmail.com jeferson.moasir.arevalo@gmail.com				

Figura 103.

Cotización 2



COTIZACIÓN

RUC 20613083791

C001-00000880

CENTRO INTEGRAL DE SOLUCIONES ELECTRICAS E.I.R.L.

DIRECCIÓN: PASAJE LAS CIDRAS 124

SUCURSAL: CALLE ORELLANA N°210

TELÉFONO: 976646029

EMAIL: CISE.SOLUCIONESELECTRICAS@GMAIL.COM

CLIENTE:

DNI 71076838

HOWARD WILL MERA HERRERA

FECHA EMISION: 20/08/2025

TIPO DE PAGO: EFECTIVO

MONEDA: S/

IGV: 18%

Nº	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	U.M.	P.LISTA	DSCTO	P.UNIT.	CANT.	IMPORTE
1	GPT14	CABLE INDECO GPT 14AWG AUTOMOTRIZ -	MTR	1.90	0.00	1.90	530.00	1,007.00
2	FKT9	FUSIBLE TIPO K 0.5 A --	NIU	10.00	0.00	10.00	9.00	90.00
3	XB2EA131	LAMPARA DE SEÑALIZACION VERDE -	NIU	10.00	0.00	10.00	1.00	10.00
4	ALEATORIO127	RIEL DIN SIMETRICO 35MMX 2MTROS --	NIU	1.00	-35.00	36.00	2.00	72.00
5	CR40X40	CANALETA RANURADA 40X40MM -	NIU	15.00	0.00	15.00	3.00	45.00
6	AD22-22DS-2	LAMPARA DE SEÑALIZACION ROJO 220V --	NIU	10.00	0.00	10.00	1.00	10.00
7	AD22-22DS-3	LAMPARA DE SEÑALIZACION AMARILLA 220V --	NIU	12.00	0.00	12.00	1.00	12.00
8	BI42	BORNERA UNIVERSAL - SCHNEIDER ELT- NIU	NIU	1.00	0.00	1.00	38.00	38.00
9	SI24-M12	SENSOR INDUCTIVO - OMRON - M12	NIU	590.00	0.00	590.00	8.00	4720.00
10	SI22-22OP	SIRENA INDUSTRIAL-OPALUX - 220V	NIU	90.00	0.00	90.00	1.00	90.00
11	SE-IP66	TABLERO ELECTRICO 1000x800x300	NIU	500.00	0.00	500.00	1.00	500.00
12	REI11	RELE IND. 11 PINES - 24VDC	NIU	90.00	0.00	90.00	19.00	1710.00
13	PF	PORTA FUSIBLE - BLANCO	NIU	8.00	0.00	8.00	9.00	72.00

TOTAL DE PRODUCTOS: 13

TOTAL DE CANTIDADES: 623

SON: OCHO MIL TRES CIENTOS SETENTA Y SIES CON 00/100 SOLES



Representación interna de
COTIZACIÓN

Autorizado mediante
Resolución de Intendencia
Nro. 034-005- 0012754

TUMIPOS

OP. GRAVADA	0.00
OP. INAFECTA	0.00
OP. EXONERADA	8376.00
ICBPER	0.00
IGV (18%)	0.00
DESCUENTO	-35.00
IMPORTE TOTAL	8376.00

Consulte su documento electrónico en:
<https://www.tumi-soft.com/consulta-ce>