

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y
ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA,
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

**PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO EN INGENIERÍA**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA DE MONITOREO PARA LOS TANQUES
DE PRODUCCIÓN Y MÁQUINAS ENVASADORAS
DE LA PLANTA INDUSTRIAL DE PINTURAS
CÓNDOR S.A.”**

**MARTÍN ANDRÉS GARCÍA VIRGÜEZ
FERNANDO RENÉ VERGARA VARELA**

SANGOLQUÍ – ECUADOR

2008

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente proyecto fue realizado por los señores MARTÍN ANDRÉS GARCÍA VIRGÜEZ y FERNANDO RENÉ VERGARA VARELA, como requisito previo para la obtención del título en INGENIERÍA ELECTRÓNICA.

Ing. Hugo Ortiz
DIRECTOR

Ing. Rodolfo Gordillo
CODIRECTOR

RESUMEN

En el presente proyecto se realiza el diseño y la implementación de un sistema de monitoreo para los tanques de producción y máquinas envasadoras de la Planta de Pinturas Cónдор. Primero se estudia los procesos de producción dentro de la planta de pinturas considerando dos partes, el proceso de preparación de la pintura que realizan los tanques de fabricación y el proceso de envasado que realizan las máquinas envasadoras de pintura.

Se trabaja con señales discretas en su totalidad, algunas de ellas activadas por los operarios de la planta, a través de switches instalados en tableros de control, ubicados en lugares accesibles para el personal; otras son las señales adquiridas mediante sensores detectores de obstrucción instalados junto a cada máquina envasadora.

Todas las señales son recibidas en un PLC modular y son enviadas a una computadora principal donde se encuentra la base de datos y la HMI del sistema.

La información almacenada consiste en las horas en las que comienza y finaliza un proceso, tanto de fabricación como de envasado y la cantidad de productos al día que envasan en cada máquina.

Toda la información la puede ver la gerencia mediante un sistema SCADA, y de los resultados obtenidos se planificará y mejorará todos los procesos en la Planta de Pinturas Cónдор S.A.

DEDICATORIA

Dedicamos el logro de esta meta a nuestros padres y madres, ya que han sido ellos los que con dedicación y constancia nos han inspirado el valor, las energías y las ganas de superarnos y lograr todos los objetivos que nos propongamos.

Para mi negrita por todo el cariño, el apoyo, la comprensión y la fuerza que me entregas. Por esto y mucho más...TE AMO

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios, nuestro Padre Celestial, quien nos ha dado la vida, la sabiduría, el amor de nuestras familias, todo lo que tenemos, y todo lo que somos.

A nuestros padres, quienes con mucho amor nos han guiado desde que llegamos al mundo y sin duda alguna estarán con nosotros siempre que los necesitemos.

A nuestros maestros, que no solo han sido las personas que nos guían por el camino del conocimiento sino que los hemos llegado a considerar unos verdaderos amigos.

A todo el personal de Pinturas Cóndor ya que nos han brindado su ayuda incondicional y nos han permitido colaborar con un granito de arena al desarrollo de nuestro país.

PRÓLOGO

Actualmente el sistema de producción en la industria es uno de los factores decisivos para responder de manera efectiva, al cúmulo creciente de necesidades, deseos y expectativas de los clientes, para lo cual es necesario diseñar, formular y poner en práctica estrategias de producción modernas y adecuadas. Así, la producción puede desempeñar diferentes roles estratégicos en la empresa, desde una total neutralidad interna hasta constituirse en su principal fuente generadora de ventajas competitivas distintivas, dependiendo de cómo sea percibida esta función por la alta gerencia.

Los niveles actuales de desarrollo en las empresas a nivel mundial han hecho que los distintos departamentos de la Industria de Pinturas Córdor, sientan la necesidad de mejorar sus estrategias y procesos en la Planta de Producción de Pinturas. Este proyecto permitirá disponer de un sistema de monitoreo, que servirá para proveer datos específicos acerca de la eficiencia de los tanques de fabricación, datos concretos sobre el tiempo de envasado de cada producto, así como también conocer en tiempo real que sucede con todos los procesos dentro de su planta, y con esta información poder hacer un análisis, que dará una visión real y cuantificada de la producción en un período determinado.

Con los datos obtenidos por el sistema de monitoreo, Pinturas Córdor podrá mejorar sus estrategias y modificar los procesos de producción, basándose en datos reales y cuantificados, lo que le permitirá seguir siendo una empresa líder en la producción de pinturas en nuestro país, he incluso llegar al mercado internacional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
PRÓLOGO	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO	V
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES	1
1.2. OBJETIVOS	3
1.2.1. General	3
1.2.2. Específicos	3
1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	4
CAPÍTULO II: PLANTA DE PRODUCCIÓN	7
2.1. GENERALIDADES	7
2.2. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA	7
2.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PINTURA	9
2.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ENVASADO	10
CAPÍTULO III: DISEÑO DEL SISTEMA	13
3.1. CONSIDERACIONES DE DISEÑO	13
3.1.1. Generalidades	13
3.1.2. Diagrama de tiempos	15
3.2. NORMAS	18
3.2.1. Norma de software de programación del PLC	18
3.2.2. Norma de instalación de equipos	18
3.2.3. Normas PLC WAGO	18
Condiciones ambientales	19
Resistencia mecánica	19
Aislamiento eléctrico seguro	19
Inmunidad a la interferencia	19
Emisión de interferencia	20
3.2.4. Clasificaciones que se encuentran en el NEC 500	20

Divisiones.....	20
Grupos de protección de explosión	21
Clasificación por temperatura	21
3.3. DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE MONITOREO DE TANQUES DE PRODUCCIÓN	22
3.3.1. Planta de producción.....	22
3.3.2. Señales de entrada y salida	23
3.3.3. Diseño del tablero de envasado (ENV).....	24
Tablero ENV (Parte exterior).....	24
Tablero ENV (Parte interior)	25
3.3.4. Diseño del tablero fabricación 1 (F-1).....	26
Tablero F-1 (Parte exterior)	26
Tablero F-1 (Parte interior)	26
3.3.5. Diseño del tablero fabricación 2 (F-2).....	27
Tablero F-2 (Parte exterior)	27
Tablero F-2 (Parte interior)	28
3.4. DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE MONITOREO DE MÁQUINAS ENVASADORAS DE PINTURA.....	28
3.4.1. Alarmas	28
3.4.2. Dispositivo de sensamiento.....	30
3.5. PLANOS, DIAGRAMAS Y ESPECIFICACIONES.....	31
CAPÍTULO IV: SELECCIÓN DE INSTRUMENTACIÓN.....	32
4.1. SELECCIÓN DEL PLC	32
4.1.1. Descripción del sistema WAGO I/O SYSTEM 750.....	35
4.1.2. Controlador	36
4.1.3. Módulos	37
4.1.4. Fin de módulo	37
4.1.5. Fuente de poder.....	37
4.1.6. Comunicación con InTouch.....	38
4.1.7. Software de programación	39
4.1.8. Selección de los módulos de entradas digitales	41
Descripción técnica	42
Datos técnicos	42
4.1.9. Selección de los módulos de salidas digitales.....	43

Descripción técnica	43
Datos técnicos	44
4.2. SELECCIÓN DE ELEMENTOS INDUSTRIALES.....	45
4.3. SELECCIÓN DE LOS SENSORES DETECTORES DE OBSTÁCULOS	45
4.3.1. Datos técnicos	46
4.4. SELECCIÓN DEL COMPUTADOR DE MONITOREO	47
4.4.1. Requisitos de hardware	48
4.4.2. Requisitos de software	49
CAPÍTULO V: DESARROLLO DEL SOFTWARE DE APLICACIÓN	51
5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL	51
5.2. CONSIDERACIONES PARA EL PROCESO DE MONITOREO DE LAS MÁQUINAS ENVASADORAS	51
5.3. DESARROLLO DEL PROGRAMA DE CONTROL	55
5.3.1. Consideraciones para el programa de control.....	55
5.3.2. Diagramas de flujo.....	57
5.3.3. Descripción del programa de control.....	57
5.4. DESARROLLO DE LA INTERFAZ HMI	60
5.4.1. Consideraciones para la interfaz HMI	60
5.4.2. Descripción de la interfaz HMI.....	63
5.4.3. Comunicación de InTouch con la base de datos.....	72
5.5. DESARROLLO DE LA BASE DE DATOS	74
5.6. DESARROLLO DE LA INTERFAZ DE REPORTE.....	77
CAPÍTULO VI: IMPLEMENTACIÓN.....	82
6.1. CONSTRUCCIÓN DE LOS TABLEROS DE CONTROL	82
6.1.1. Selección de tableros.....	82
Tablero ENV	82
Tablero F-1.....	83
Tablero F-2.....	83
6.1.2. Ubicación de tableros.....	83
6.2. CABLEADO.....	84
6.2.1. Generalidades.....	84
6.2.2. Selección de cable.....	85
Cable de control	85

Cable de fuerza.....	86
Canaleta.....	87
6.2.3. Conexiones.....	87
PLC y Borneras	87
6.3. INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA.....	89
6.3.1 Implementación.....	89
PLC	89
Fuentes de poder	90
Tablero ENV	90
Tablero F-1.....	94
Tablero F-2.....	97
Pruebas de conexión.....	99
Sensores de la envasadora TYELE	100
Sensores de la envasadora DEVREE	101
Sensor de la envasadora Brasileña 1	101
Sensor de la envasadora Brasileña 2	102
CAPÍTULO VII: PRUEBAS Y RESULTADOS	103
7.1. PRUEBA DEL SUBSISTEMA DE MONITOREO DE TANQUES DE PRODUCCIÓN	103
7.1.1. Operación de equipos para el sistema de monitoreo de tanques	103
7.1.2. Operación de los elementos montados en los tableros de control	103
7.1.3. Verificación del cableado de los elementos de control.....	104
7.1.4. Vínculo de comunicación de la red Modbus Ethernet.....	104
7.1.5. Funcionamiento del programa de control	104
7.1.6. Vínculo de comunicación con la base de datos	104
7.1.7. Funcionamiento de la HMI del sistema de monitoreo de tanques	105
7.1.8. Operación del sistema de monitoreo de tanques.....	105
7.2. PRUEBA DEL SUBSISTEMA DE MONITOREO DE ALARMAS Y MÁQUINAS ENVASADORAS DE PINTURA	105
7.2.1. Operación de equipos para el sistema de monitoreo de alarmas y máquinas envasadoras.....	106

7.2.2. Verificación del cableado de elementos de control	106
7.2.3. Funcionamiento del HMI del sistema de monitoreo de alarmas y máquinas envasadoras.....	106
7.2.4. Operación del sistema de monitoreo de alarmas y de máquinas envasadoras.....	107
7.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	108
7.3.1. Operación de equipos para el sistema de monitoreo de tanques	108
7.3.2. Operación de los elementos montados en los tableros de control	109
7.3.3. Verificación del cableado de los elementos de control.....	109
7.3.4. Vínculo de comunicación de la red Modbus Ethernet.....	110
7.3.5. Funcionamiento del programa de control	110
7.3.6. Vínculo de comunicación con la base de datos	110
7.3.7. Funcionamiento de la HMI del sistema de monitoreo de tanques	110
7.3.8. Operación del sistema de monitoreo de tanques.....	111
7.3.9. Operación de equipos para el sistema de monitoreo de alarmas y máquinas envasadoras.....	111
7.3.10. Verificación del cableado de elementos de control	111
7.3.11. Funcionamiento del HMI del sistema de monitoreo de alarmas y máquinas envasadoras	111
7.3.12. Operación del sistema de monitoreo de alarmas y de máquinas envasadoras.....	111
CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	113
8.1. CONCLUSIONES	113
8.2. RECOMENDACIONES.....	116
ANEXO I: PROGRAMA DEL PLC.....	117
ANEXO II: DIAGRAMAS DE FLUJO.....	148
ANEXO III: INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE SOFTWARE	175
ANEXO IV: LISTA DE MATERIALES	194
ANEXO V: PLANOS Y DIAGRAMAS	
ANEXO VI: MANUAL DE USUARIO	
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO II: PLANTA DE PRODUCCIÓN

Tabla 2.1. Familia de productos	8
---------------------------------------	---

CAPÍTULO III: DISEÑO DEL SISTEMA

Tabla 3.1. Tanques de producción.....	14
Tabla 3.2. Inmunidad a la interferencia.....	19
Tabla 3.3. Emisión de interferencia.....	20
Tabla 3.4. Divisiones – Áreas de peligro de explosión	20
Tabla 3.5. Clases – Grupos de protección de explosión.....	21
Tabla 3.6. Clasificación por temperatura.....	21
Tabla 3.7. Configuración de litro o galón.....	31

CAPÍTULO IV: SELECCIÓN DE INSTRUMENTACIÓN

Tabla 4.1. Características del PLC Twido de Telemecanique.....	33
Tabla 4.2. Características del PLC 750-842 de WAGO.....	34
Tabla 4.3. Direccionamiento de entradas y salidas	39
Tabla 4.4. Datos técnicos del módulo de entradas	43
Tabla 4.5. Datos técnicos del módulo de salidas digitales	45
Tabla 4.6. Datos técnicos del sensor Telemecanique XUK	46

CAPÍTULO V: DESARROLLO DEL SOFTWARE DE APLICACIÓN

Tabla 5.1. Estados de los Tanques.....	62
--	----

CAPÍTULO VI: IMPLEMENTACIÓN

Tabla 6.1. Distancias de conexión de tableros y sensores	84
Tabla 6.2. Cálculo de cable de control	85
Tabla 6.3. Cálculo de cable de fuerza.....	86

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

Figura 1.1. Disposición general del proyecto5

CAPÍTULO III: DISEÑO DEL SISTEMA

Figura 3.1. Tiempo de fabricación.....16

Figura 3.2. Tiempo de envasado.....16

Figura 3.3. Tiempo de producción16

Figura 3.4. Tiempo de reconocimiento de alarma17

Figura 3.5. Tiempo de solución del problema17

Figura 3.6. Tiempo total de alarma.....18

Figura 3.7. Ubicación de los tableros dentro de la planta de producción.....23

Figura 3.8. Señales del sistema de monitoreo de los tanques de producción24

Figura 3.9. Ubicación de los elementos en la parte frontal del tablero de envasado.....25

Figura 3.10. Ubicación de los elementos en la parte interna del tablero de envasado25

Figura 3.11. Ubicación de los elementos en la parte frontal del tablero F-126

Figura 3.12. Ubicación de los elementos en la parte interna del tablero F-127

Figura 3.13. Ubicación de los elementos en la parte frontal del tablero F-2.....27

Figura 3.14. Ubicación de los elementos en la parte interna del tablero F-228

Figura 3.15. Señales del sistema de monitoreo de las máquinas envasadoras29

Figura 3.16. Esquema del dispositivo de sensamiento31

CAPÍTULO IV: SELECCIÓN DE INSTRUMENTACIÓN

Figura 4.1. Descripción del PLC35

Figura 4.2. Controlador de Ethernet36

Figura 4.3. Conexión de la fuente de poder.....38

Figura 4.4. Módulo de entradas digitales41

Figura 4.5. Módulo de salidas digitales.....43

Figura 4.6. Sensor Telemecanique XUK.....45

Figura 4.7. Indicadores del sensor Telemecanique.....47

CAPÍTULO V: DESARROLLO DEL SOFTWARE DE APLICACIÓN

Figura 5.1. Tiempo muerto en el envasado55

Figura 5.2. Formato de la aplicación61

Figura 5.3. Estados de los tanques.....63

Figura 5.4. Ventana de contraseña.....	63
Figura 5.5. Ventana del menú principal	64
Figura 5.6. Ventana de la línea Latex	65
Figura 5.7. Ventana de la línea Laca Automotrices	65
Figura 5.8. Ventana de la línea de Lacas para Maderas	66
Figura 5.9. Ventana de la línea de Esmaltes.....	66
Figura 5.10. Ventana de la línea de Lacas Catalizadas y Mezclas	67
Figura 5.11. Ventana para el ingreso de Códigos de Producción.....	68
Figura 5.12. Ventana de Monitoreo de Envasadoras.....	69
Figura 5.13. Ventana de Opciones para Envasadoras	70
Figura 5.14. Ventana de Tiempos de Producción.....	71
Figura 5.15. Ventana de Alarmas de Envasadoras	71
Figura 5.16. Ventana para Salir del Programa.....	72
Figura 5.17. Creación de un Bind List	73
Figura 5.18. Tablas de la Base de Datos.....	74
Figura 5.19. Tabla de Información de Tanques.....	76
Figura 5.20. Tabla de Información de Producción	76
Figura 5.21. Tabla de Información de los Tiempos de Producción.....	77
Figura 5.22. Tabla de Información de Alarmas de Envasadoras.....	77
Figura 5.23. Envío de Datos desde SQL Server a Excel	78
Figura 5.24. Selección del Servidor y Contraseña.....	78
Figura 5.25. Selección de la Base de Datos.....	79
Figura 5.26. Visualización de los datos de Tanques.....	80
Figura 5.27. Visualización de los datos de Envasado.....	80
Figura 5.28. Visualización de los datos de Tiempos de Envasado.....	81
Figura 5.29. Visualización de los datos de Alarmas de Envasadoras.....	81
CAPÍTULO VI: IMPLEMENTACIÓN	
Figura 6.1. Señales de entrada y salida.....	85
Figura 6.2. Conexión de cables con el sistema CAGE CLAMP.....	87
Figura 6.3. Sistema CAGE CLAMP	88
Figura 6.4. Bornera con el Sistema CAGE CLAMP.....	88
Figura 6.5. Conexiones de los módulos del PLC WAGO 750-842.....	89
Figura 6.6. Instalación de las fuentes de poder de 24 VDC	90
Figura 6.7. Interior de tablero ENV.....	91

Figura 6.8. Interior de la compuerta del tablero ENV	91
Figura 6.9. Exterior de la compuerta del tablero ENV	92
Figura 6.10. Proceso de cableado en el tablero ENV	93
Figura 6.11. Puesta en marcha del tablero ENV.....	93
Figura 6.12. Interior de tablero F-1	94
Figura 6.13. Interior de la compuerta del tablero F-1.....	95
Figura 6.14. Exterior de la compuerta del tablero F-1	96
Figura 6.15. Puesta en marcha del tablero F-1	96
Figura 6.16. Interior de tablero F-2	97
Figura 6.17. Interior de la compuerta del tablero F-2.....	98
Figura 6.18. Exterior de la compuerta del tablero F-2	98
Figura 6.19. Puesta en marcha del tablero F-2	99
Figura 6.20. Pruebas de conexión entre tableros	100
Figura 6.21. Sensores instalados en la envasadora TYELE	100
Figura 6.22. Sensores instalados en la envasadora DEVREE	101
Figura 6.23. Sensor instalado en la envasadora BRASILEÑA 1	102
Figura 6.24. Sensor instalado en la envasadora BRASILEÑA 2	102

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

Actualmente el sistema de producción en la industria es uno de los factores decisivos para responder de manera efectiva y distintiva, al cúmulo creciente de necesidades, deseos y expectativas de los clientes, para lo cual es necesario diseñar, formular y poner en práctica estrategias de producción modernas y adecuadas. Así, la producción puede desempeñar diferentes roles estratégicos en la empresa, desde una total neutralidad interna hasta constituirse en su principal fuente generadora de ventajas competitivas distintivas, dependiendo de cómo sea percibida esta función por la alta gerencia.

Pinturas Cóndor es una empresa líder en el campo de producción de pinturas y afines, con más de 60 años de experiencia; la empresa ha tenido un acelerado crecimiento en el mercado nacional e internacional; sus instalaciones han evolucionado en forma modular, adaptándose a las necesidades, lo que ha hecho que Pinturas Cóndor sea una empresa generadora de empleo y progreso para el país.

Hoy en día la Fábrica de Producción de Pinturas Cóndor trabaja de acuerdo a orden de los pedidos. Cada producto parte de una fórmula que dimensiona adecuadamente la cantidad de materia prima que se usará para obtener el producto final, estos materiales son mezclados, tinturados y homogenizados en los tanques de producción hasta que el Departamento de Calidad dé el visto bueno. Después de finalizar el proceso de fabricación,

sigue el proceso de envasado del producto, que puede ser inmediato o después de un tiempo según la disponibilidad de las máquinas envasadoras automáticas.

El proceso de producción permite conocer la situación y el grado de desarrollo en que se encuentra una empresa, evidenciándose que puntos necesita potencializarse de manera tal que se incurriera, no sólo en la forma más apropiada de planear, organizar y ejecutar las estrategias de producción, sino también, en los modelos, metodologías y/o procedimientos.

Debido a la globalización y al aumento en la competitividad de los mercados, la exigencia de los diferentes departamentos de Pinturas Cóndor para satisfacer a sus clientes es muy ardua, por lo que, al paso de los años, al referirnos al Departamento de Producción, éste ha sufrido las mayores exigencias y tiene algunos problemas que necesitan ser resueltos para estar a la par con sus diferentes competidores.

Entre las ventajas de tener una estrategia en el sistema de producción se tiene:

- Se obtienen estándares de tiempos más consistentes.
- Se elimina la duplicación del trabajo en operaciones similares.
- Pueden establecerse estimaciones rápidas y exactas para costos de mano de obra, antes de empezar la producción.

Muchos fabricantes no parecen competir aún sobre una plataforma de excelencia y liderazgo en su función de Producción. En tal sentido, resta un gran trabajo por hacer para

alcanzar el nivel superior de desarrollo estratégico-competitivo en sus procesos industriales.

Todos estos antecedentes valederos exigen entrar de inmediato en la optimización de los sistemas de producción para permitir que la industria ecuatoriana pueda competir en ámbitos de producción internacional. Esta necesidad, ha permitido la elaboración de un trabajo de estudio e implementación de un sistema de monitoreo y ha conducido al planteamiento de este proyecto de grado.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. General

Diseñar e implementar un sistema para monitoreo de los tanques de producción y máquinas envasadoras automáticas en la planta industrial de Pinturas Cóndor S.A.

1.2.2. Específicos

- Conocer detalladamente el proceso de fabricación y envasado de productos en la Planta Pinturas Cóndor.
- Diseñar un sistema de monitoreo y registro de datos, que permita visualizar el código de producción de los tanques de pintura.
- Diseñar un sistema de monitoreo, registro de datos y alarmas para las máquinas envasadoras de pintura.

- Seleccionar los dispositivos de instrumentación más adecuados para el ambiente industrial y para su posterior implementación.
- Programar la lógica de adquisición, monitoreo y control para el PLC.
- Desarrollar las interfaces HMI utilizando el software InTouch.
- Implementar toda la parte física del diseño en la planta de producción de pinturas.
- Realizar las pruebas necesarias para comprobar el correcto funcionamiento del sistema.
- Documentar adecuadamente el proyecto.

1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El esquema general del proyecto se puede ver en la figura 1.1

Se diseñará e implementará un sistema que permita:

- Monitorear y almacenar los tiempos de fabricación y envasamiento de 32 tanques de la Planta de Pinturas Cóndor.

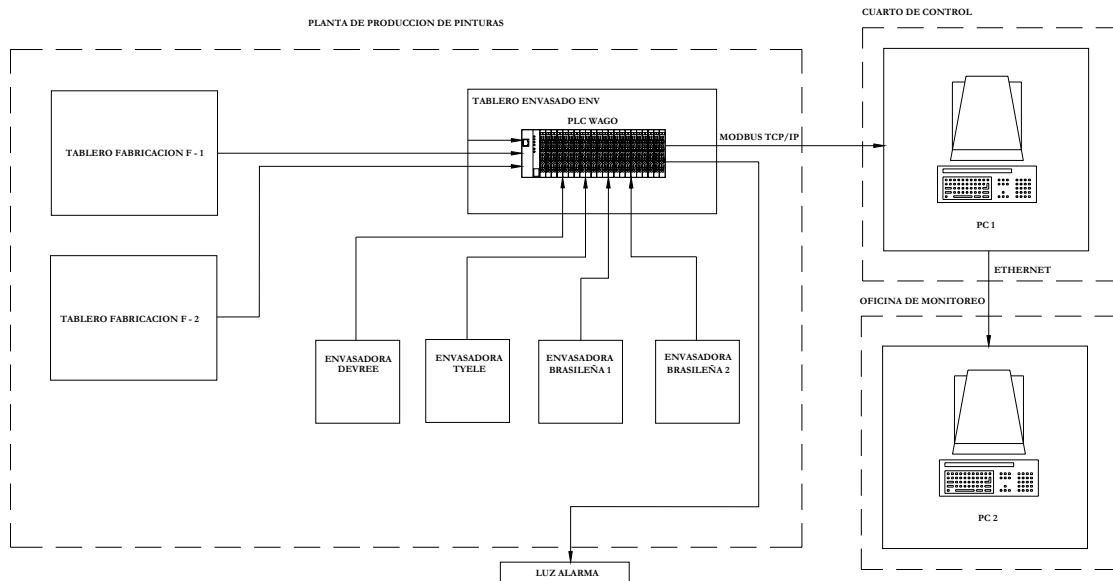


Figura. 1.1. Disposición general del proyecto

- Las señales para el inicio y fin del conteo del tiempo de fabricación serán dadas por dos paneles que tendrán un total de 32 switches y serán instalados en lugares estratégicos.
- Las señales para el inicio y fin del conteo del tiempo de envasamiento serán dadas por un panel con 32 switches que será instalado en la parte central de la planta de envasado.
- Medir y registrar el flujo en litros por minuto o galones por minuto, con el cual están trabajando cada una de las cuatro máquinas envasadoras automáticas que dispone la Planta de Pinturas Córdor.
- Informar visualmente al Departamento de Mantenimiento de la Planta de Pinturas Córdor cuando ocurra alguna falla en las máquinas envasadoras de pintura, además de monitorear y almacenar los tiempos de respuesta del Departamento de Mantenimiento ante una falla.

Para poder adquirir todas las señales necesarias se usará un PLC que será instalado y programado en la Planta de Pinturas Cóndor; la interfaz se realizará con el software InTouch y la información será almacenada en una base de datos.

Se realizará la integración entre los cuatro niveles de la red industrial de la Fábrica de Pinturas Cóndor ya que se deberá visualizar la información obtenida en el nivel de entradas y salidas hacia el nivel de gestión como es el Departamento de Operaciones o el Departamento de Planificación.

CAPÍTULO II

PLANTA DE PRODUCCIÓN

2.1. GENERALIDADES

La Planta de Producción está ubicada dentro del Complejo Industrial de Pinturas Córdor en el sector de Guajaló al sur de Quito. Es aquí donde se encargan de fabricar pinturas y productos complementarios para las líneas de arquitectónica, automotriz, metalmecánica, maderera e industrial.

El Complejo Industrial cuenta con todas las condiciones necesarias para satisfacer la demanda de productos dentro del Ecuador y tiene miras de proyectarse hacia el ámbito internacional.

La Planta de Producción se encarga de la fabricación de productos tales como látex, lacas automotrices, lacas para maderas, tintes para madera, y esmaltes, partiendo desde la mezcla de materias primas hasta tener el producto envasado y listo para la distribución.

2.2. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA

La Planta de Producción cuenta con 32 tanques para la fabricación y envasado de los productos y están conectados por un sistema de tuberías especialmente diseñado para transportar las materias primas hacia su interior.

Los 32 tanques están numerados y marcados de acuerdo al tipo de producto que se fabrica en ellos, con números entre el 10 y el 55 y su capacidad varía entre los 2000 y 14000 litros.

La tabla 2.1 indica las familias de productos que se fabrican en la Planta de Producción junto con el número de tanque y su capacidad en litros.

Tabla. 2. 1. Familia de productos

FAMILIA	No. TANQUE #	CAPACIDAD <i>Litros</i>
LATEX	24, 25, 26	3400
	27,28,29,30	2000
	52, 53, 54	11000
LACAS AUTOMOTRICES	47, 48, 49	2000
LACAS MADERAS TINTES MADERA	12, 31, 45, 46	2000
	39	3000
ESMALTES ALQUILICOS Y SINTETICOS	10	2000
	18,19	3400
	20	5000
	41,42	5500
	40	3000
	55	5000
	35, 36	9000
LACAS CATALIZADAS AL ACIDO	51	8000
	34	14000
MEZCLAS	16,17	3500

Un caso especial se tiene en los tanques #12 y #46 ya que se preparan productos con materias primas inflamables por lo que estos están ubicados en un lugar más ventilado que los demás tanques para prevenir cualquier accidente que pueda presentarse y mantener la seguridad dentro de la Planta de Producción.

Pinturas Cóndor cuenta con 4 máquinas envasadoras automáticas que se encuentran ubicadas en la planta de envase que es una división de la Planta de Producción.

El producto terminado se transporta hacia las envasadoras por un sistema de tuberías clasificadas de acuerdo al color, pudiendo ser claros u oscuros, que sirve para que no se degraden los colores mientras se realiza la trasportación.

El producto es impulsado desde los tanques de fabricación hasta la envasadora por medio de bombas neumáticas que son conectadas manualmente en el tanque con el producto a envasar mediante mangueras.

Para liberar el producto todos los tanques tienen válvulas que son activadas manualmente por el personal al momento de iniciar y terminar el envasado.

La cantidad de pintura en los tanques es determinada mediante la diferencia entre el peso de los tanques con producto y el peso de los tanques vacíos, esto gracias a sensores ubicados en la base de cada tanque. Toda esta información se registra en una computadora que está ubicada en el Departamento de Seguridad Industrial.

2.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PINTURA

El proceso de fabricación empieza con el pedido de trabajo en el cual consta el tipo de producto, cantidad y color que requiere el cliente.

El siguiente paso lo realiza el laboratorio químico determinando las materias primas que se necesitan para la fabricación, al finalizar el laboratorio químico su estudio entrega al Departamento de Producción una fórmula en la que constan detalladamente la cantidad y el tiempo que se deben mezclar las materias primas.

El Departamento de Producción sigue los pasos de la fórmula hasta que la pintura este lista para pasar al control de calidad.

Los pasos de la fórmula se detallan a continuación:

Las materias primas son colocadas en los tanques #16 y #17 en los que se prepara una mezcla base para todas las pinturas.

De acuerdo al producto final y al color que se necesite se trasladará la mezcla base por tuberías fijas activadas manualmente hacia los tanques de fabricación más adecuados dependiendo del volumen necesario.

Cuando un tanque tiene la cantidad adecuada de mezcla base empieza el proceso de tinturación, para esto se enciende el motor que agita la hélice mezcladora y se añaden los aditivos finales hasta que la pintura este homogénea.

Para finalizar el proceso de fabricación toda la pintura debe pasar el control de calidad para lo que se toman muestras y se llevan al laboratorio de calidad para los análisis respectivos y si el producto cumple todas las normas, finaliza el proceso de fabricación.

2.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ENVASADO DE PINTURA

Una vez que la pintura pasa el control de calidad esta lista para ser envasada. El envasado se realiza de acuerdo al pedido del cliente y puede ser en envases de litro, galón o caneca. Los envases de litro y galón pueden ser de plástico o metal a excepción de las canecas que necesariamente son de plástico.

El proceso de envasado se divide en tres grupos de acuerdo al tipo de envasado que se va a realizar, estos pueden ser: envasado automático, envasado semiautomático y envasado manual.

Para comenzar el proceso de envasado automático se conectan a los tanques las bombas neumáticas, que impulsan la pintura enviándola a las máquinas envasadoras, luego estas se encargan de envasar la cantidad justa del producto; después el operario coloca la tapa del envase que luego es sellada automáticamente y la banda transportadora traslada el producto hacia la máquina termo-empacadora.

En el caso del proceso de envasado semiautomático, la distribución de la pintura también se realiza mediante bombas neumáticas; el operario debe supervisar la existencia de envases en el punto de inyección de pintura, además de activar manualmente el bombeo hasta que se llene el envase, después de esto coloca la tapa, sella el envase y finalmente lo retira.

Por último el envasado manual se da normalmente para canecas ya que estos envases facilitan el trabajo debido al tamaño del orificio de entrada lo hace menos probable que el producto se desperdicie.

Para realizar este envasado se coloca un filtro el cual retiene cualquier impureza o natas que puedan formarse en el tanque principal con el producto a envasar, luego el operario abre la válvula de paso y llena las canecas una a la vez.

Las envasadoras TyeLe, DeVre y Brasileña 1 se encargan de envasar el producto en litros o galones. La envasadora Brasileña 2 envasa el producto solamente en canecas.

Todos los productos que han sido envasados son empacados y llevados a la bodega de almacenamiento temporal mediante una banda transportadora para luego ser distribuidos a los clientes.

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL SISTEMA

3.1. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

3.1.1. Generalidades

La no complejidad del sistema de monitoreo lo hace simple de manejar tanto para el gerente, supervisor u operario, este sistema trabajará con señales discretas y no va a contar con señales analógicas. Por el ambiente industrial en el que se va a trabajar se utilizará un controlador lógico programable (PLC) ya que es una óptima solución para la obtención de señales de control.

La distancia entre el PLC con la oficina del supervisor o cuarto de control es de menos de 50 metros por lo que la comunicación se puede hacer con un protocolo RS-485 o Ethernet TCP/IP¹.

El sistema se diseña únicamente con señales discretas adquiridas por un PLC con comunicación ETHERNET y protocolo MODBUS. Todas la señales discretas serán de 0 VDC para 0 lógico digital y 24 VDC para 1 lógico digital.

¹ Manual WAGO-I/O-SYSTEM 750, Modular I/O System, Wago Kontakttechnik GmbH, Version 2.0.0, Technical Data, 2001

Para el monitoreo de los 32 tanques de fabricación y envasado de pintura, se tomarán las señales que serán activadas por medio de switches de dos posiciones ON-OFF que se instalarán en tres tableros de control, estos a su vez, estarán ubicados en lugares estratégicos para su fácil acceso de los operarios y que no interrumpa con el trabajo normal de la planta (Ver sección 3.3).

Para el monitoreo de las máquinas envasadoras automáticas se tomarán señales discretas a partir de sensores instalados en la banda transportadora, estos sensorarán el paso de los tarros ya sea de litro, galón o caneca (Ver sección 3.4).

Se repartirá y ubicará los elementos en el espacio frontal del tablero de control en orden ascendente de los números de los tanques, (Tabla 3.1), para facilidad del operario de encontrar el tanque de fabricación o envasado, también cada switch tiene su propio número de acuerdo al tanque que le corresponda.

Tabla. 3.1. Tanques de producción

Ítem	Tanque			Tablero de Control	
	Numero	Familia	Capacidad (Ltrs)	Fabricación	Envasado
1	17	Mezclas	3500	F-1	ENV
2	24	Látex	3400	F-1	ENV
3	25	Látex	3400	F-1	ENV
4	26	Látex	3400	F-1	ENV
5	27	Látex	2000	F-1	ENV
6	28	Látex	2000	F-1	ENV
7	29	Látex	2000	F-1	ENV
8	30	Látex	2000	F-1	ENV
9	31	Lacas Maderas	2000	F-1	ENV
10	34	Lacas Catalizadas al Acido	14000	F-1	ENV
11	35	Esmaltes Alquílicos y Sintéticos	9000	F-1	ENV
12	36	Esmaltes Alquílicos y Sintéticos	9000	F-1	ENV
13	45	Lacas Maderas	2000	F-1	ENV
14	47	Lacas Automotrices	2000	F-1	ENV
15	48	Lacas Automotrices	2000	F-1	ENV
16	49	Lacas Automotrices	2000	F-1	ENV
17	52	Látex	11000	F-1	ENV

Tabla. 3.1. (Continuación)

	Tanque	Tablero de Control			
Ítem	Numero	Familia	Capacidad (Ltrs)	Fabricación	Envasado
18	53	Látex	11000	F-1	ENV
19	54	Látex	11000	F-1	ENV
20	10	Esmaltes Alquílicos y Sintéticos	2000	F-2	ENV
21	12	Lacas Maderas	2000	F-2	ENV
22	16	Mezclas	3500	F-1	ENV
23	18	Esmaltes Alquílicos y Sintéticos	3400	F-2	ENV
24	19	Esmaltes Alquílicos y Sintéticos	3400	F-2	ENV
25	20	Esmaltes Alquílicos y Sintéticos	5000	F-2	ENV
26	39	Tintes Maderas	3000	F-2	ENV
27	40	Esmaltes Alquílicos y Sintéticos	3000	F-2	ENV
28	41	Esmaltes Alquílicos y Sintéticos	5500	F-2	ENV
29	42	Esmaltes Alquílicos y Sintéticos	5500	F-2	ENV
30	46	Lacas Maderas	2000	F-2	ENV
31	51	Lacas Catalizadas al Acido	8000	F-2	ENV
32	55	Esmaltes Alquílicos y Sintéticos	5000	F-2	ENV

3.1.2. Diagrama de tiempos

El sistema de monitoreo se basa en la toma de tiempos tanto del proceso de producción como del tiempo de alarma de las máquinas envasadoras automáticas. El proceso de producción está conformado por el proceso de fabricación y envasado de pintura; estos tiempos son importantes para la empresa para la planificación de producción diaria, semanal, mensual o anual. Para el monitoreo de alarmas de las máquinas envasadoras, se medirá los tiempos de reacción del personal de mantenimiento y cuanto tiempo estarán estas máquinas fuera de servicio.

Los tiempos del proceso de producción se detallan a continuación:

El “Tiempo de Fabricación” de un producto será contabilizado entonces desde el ingreso de la mezcla base hasta que el departamento de control de calidad² dé el visto bueno del producto (Figura 3.1).

² La Gerencia aprobará o desaprobará si, “Control de calidad” es condición final para el tiempo de fabricación.

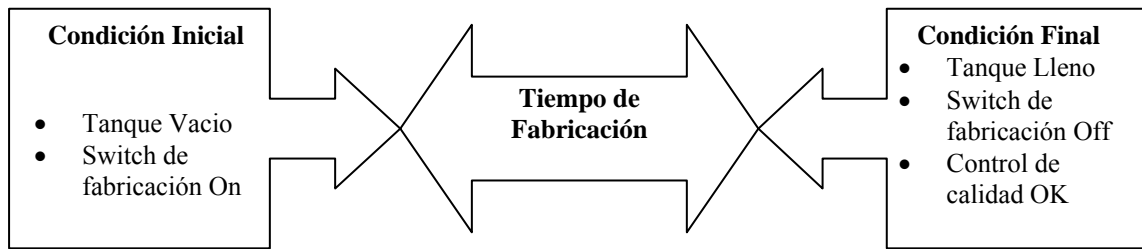


Figura. 3.1. Tiempo de fabricación

Para el “Tiempo de Envasado” se contabilizará desde la apertura de la válvula de dicho tanque donde se encuentre el producto a envasar hasta que el tanque se encuentre totalmente vacío (Figura 3.2).

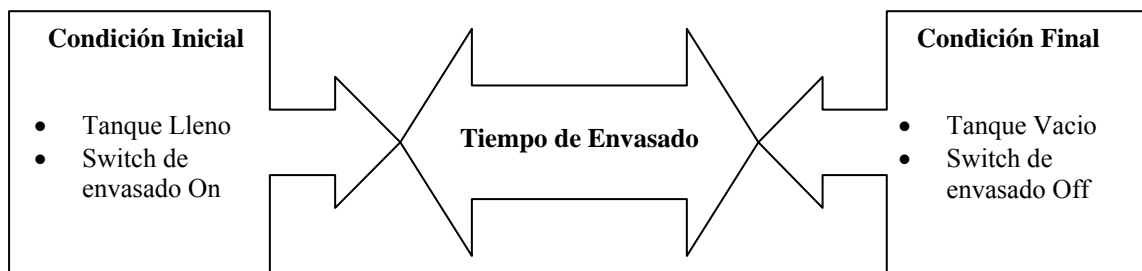


Figura. 3.2. Tiempo de envasado

La suma de estos dos tiempos es el tiempo total del proceso de producción (Figura 3.3)



Figura. 3.3. Tiempo de producción

El “Tiempo Muerto” no se contabiliza como Tiempo de Producción, este tiempo se da cuando se alistan materiales, lavado de tanque, colocación del filtro en la válvula de salida de pintura, puesta a punto de las máquinas envasadoras, etc.

Para la contabilización del tiempo de alarma de las máquinas envasadoras automáticas se dividirán en dos tiempos que se detallan de la siguiente manera:

El tiempo de “Reconocimiento de alarma” se contabiliza desde que el operario activa el switch de la máquina envasadora en problemas hasta que el personal de mantenimiento reconoce la alarma con el pulsador ACK (*acknowledge*³), (Figura 3.4).



Figura. 3.4. Tiempo de reconocimiento de alarma

Y el tiempo de “Solución del problema” es desde el reconocimiento de alarma hasta que la máquina envasadora este trabajando correctamente (Figura 3.5).

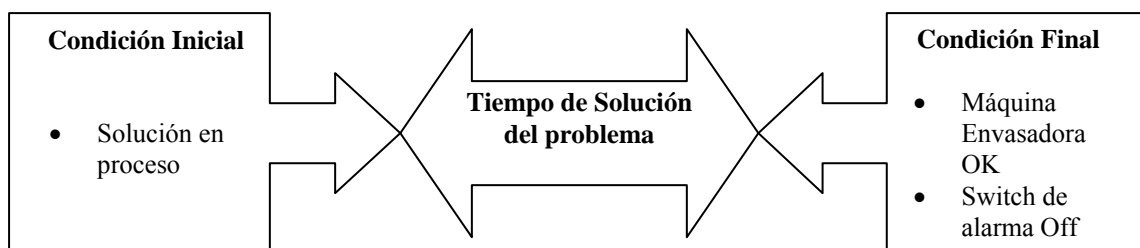


Figura. 3.5. Tiempo de solución del problema

³ Acknowledge - ingles, Reconocer - español

La suma de estos dos tiempos es el tiempo total de alarma (Figura 3.6).

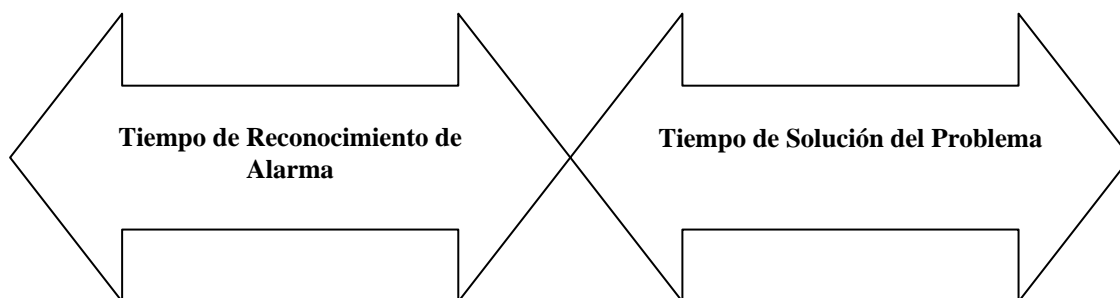


Figura. 3.6. Tiempo total de alarma

3.2. NORMAS⁴

3.2.1. Norma del software de programación del PLC

La programación de las aplicaciones hechas en WAGO-I/O-PRO es de acuerdo a IEC 61131-3, que cubren todos los 6 lenguajes de programación.

3.2.2. Norma de instalación de equipos

Todos los componentes del sistema pueden ser directamente instalados sobre el riel de acuerdo con el estándar Europeo EN 50022 (DIN 35⁵).

3.2.3. Normas PLC WAGO

1. Clase 1 División 2, Grupos A B C D, optemp code T4A (Ver sección 3.2.4).
2. UL_{US}, CE.

⁴ Manual WAGO-I/O-SYSTEM 750, Modular I/O System, Wago Kontakttechnik GmbH, Version 2.0.0, Technical Data, 2001

⁵ Riel de 35 mm

- **Condiciones ambientales**

1. Resistencia a sustancias dañinas de acuerdo a IEC 60068-2-42 y IEC 60068-2-43.

- **Resistencia mecánica**

1. Resistencia a la vibración de acuerdo a IEC 60068-2-6.
2. Resistencia a la descarga de acuerdo a IEC 60068-2-27.
3. Caída libre de acuerdo a IEC 60068-2-32 $\leq 1\text{m}$ (Empacado original).

- **Aislamiento eléctrico seguro**

1. De acuerdo a IEC 60646-1.

- **Inmunidad a la interferencia**

1. De acuerdo a EN 50082-2 (Tabla 3.2).

Tabla. 3.2. Inmunidad a la interferencia

Directiva	Valores de test	Clasificación de intensidad	Criterio de evaluación
EN 61000-4-2	4kV/8kV	(2/4)	B
EN 61000-4-3	10V/m 80% AM	(3)	A
EN 61000-4-4	2kV	(3/4)	B
EN 61000-4-6	10V/m 80% AM	(3)	A

- **Emisión de interferencia**

1. De acuerdo a EN 50081-2 (94) (Tabla 3.3).

Tabla. 3.3. Emisión de interferencia

Directiva	Valores de test	Distancia	Clase
EN 55011	30 dB μ V/m	(30m)	A
	37 dB μ V/m		

3.2.4. Clasificaciones que se encuentran en NEC 500⁶

Las clasificaciones siguientes según NEC 500 (Código Eléctrico Nacional) es válido para América del Norte.

- **Divisiones**

Las Divisiones describen el grado de probabilidad de cualquier tipo de situación peligrosa que esté ocurriendo. Se aplican las asignaciones de la Tabla 3.4.

Tabla. 3.4. Divisiones – Áreas en peligro de explosión

Áreas en peligro de explosión debido a gases combustibles, humos, llovizna y polvo:	
División 1	Abarca áreas en que atmósferas explosivas serán esperadas de vez en cuando (> 10 h \leq 1000 h / año) así como continuamente y a largo plazo (> 1000 h / año).
División 2	Abarca áreas en que raramente pueden esperarse atmósferas explosivas y a corto plazo (> 0 h \leq 10 h / año).

⁶ Manual WAGO-I/O-SYSTEM 750, Modular I/O System, Wago Kontakttechnik GmbH, Version 2.0.0, Classifications meeting the NEC 500, 2001

- **Grupos de protección de explosión**

Los componentes eléctricos para áreas de peligro de explosión se subdividen en tres categorías de peligro (Tabla 3.5).

Tabla. 3.5. Clases – Grupos de protección de explosión

Clase I (gases y humos)	Grupo A (Acetileno) Grupo B (Hidrogeno) Grupo C (Etileno) Grupo D (Metano)
Clase II (polvo)	Grupo E (Metal) Grupo F (Carbón) Grupo G (Harina, almidón y polvo cereal)
Clase III (fibra)	Sin grupos

- **Clasificación por temperatura**

Los componentes eléctricos para áreas explosivas son diferenciados de acuerdo a la clasificación por temperatura (Tabla 3.6).

Tabla. 3.6. Clasificación por temperatura

Clasificación por Temperatura	Máximo límite de temperatura	Temperatura de ignición de materiales combustibles
T1	450 °C	> 450 °C
T2	300 °C	> 300 °C - 450 °C
T2A	280 °C	> 280 °C - 300 °C
T2B	260 °C	> 260 °C - 280 °C
T2C	230 °C	> 230 °C - 260 °C
T2D	215 °C	> 215 °C - 230 °C
T3	200 °C	> 200 °C - 215 °C
T3A	180 °C	> 180 °C - 200 °C

Tabla. 3.6. (Continuación)

Clasificación por Temperatura	Máximo límite de temperatura	Temperatura de ignición de materiales combustibles
T3B	165 °C	> 165 °C - 180 °C
T3C	160 °C	> 160 °C - 165 °C
T4	135 °C	> 135 °C - 160 °C
T4A	120 °C	> 120 °C - 135 °C
T5	100 °C	> 100 °C - 120 °C
T6	85 °C	> 85 °C - 100 °C

3.3. DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE MONITOREO DE TANQUES DE PRODUCCIÓN

3.3.1. Planta de producción

La planta de producción de pinturas se divide en la planta de envasado en la parte inferior y la planta de fabricación en la parte superior (Figura 3.7)

- La planta de fabricación de pintura se dividirá en dos zonas por lo que se pondrá dos tableros de control llamados: Fabricación 1 (F-1) y Fabricación 2 (F-2), estos contienen los switches para el monitoreo del proceso de fabricación. Esta planta tiene en la parte interior 30 tanques de producción de pintura y 2 en la parte exterior de la planta.
- La planta de envasado de pintura tendrá un solo tablero de control identificado como ENV, el envasado puede ser manual o semi-automático, aquí se encuentran las 4 máquinas envasadoras automáticas identificadas como: DEVREE, TYELE, BRASILEÑA 1 y 2.

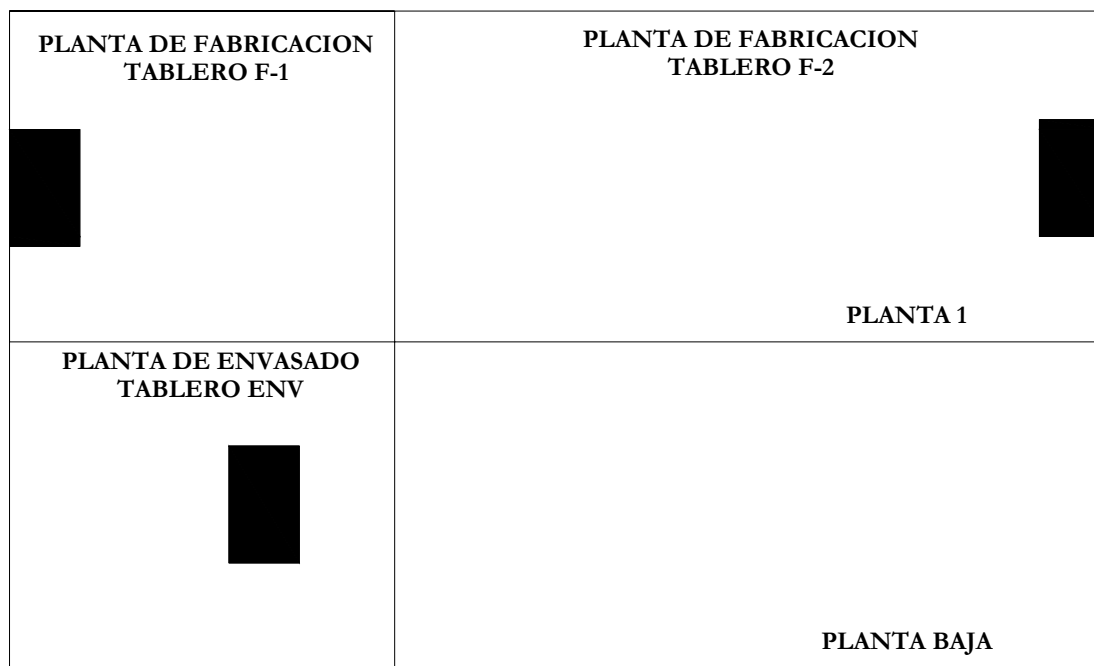


Figura. 3.7. Ubicación de los tableros dentro de la planta de producción

3.3.2. Señales de entrada y salida

Las señales se obtienen cuando el operador active el switch ubicado en los tableros de control, aquí comenzará el tiempo de monitoreo de acuerdo al proceso que se haga en ese momento; el tiempo terminará cuando el mismo operador desactive el switch correspondiente.

Uno de los tableros es el principal identificado como ENV, ubicado en la planta de envasado, aquí está instalado el PLC, 2 fuentes de poder de 24 VDC, 32 switches para el monitoreo del proceso de envasado, 4 switches de alarma y un pulsador ACK (Figura 3.9 y 3.10).

Otro tablero denominado F-1 ubicado en la zona 1 de la planta de fabricación, contiene 21 switches para el monitoreo de los tanques de esa zona (Figura 3.11 y 3.12).

El último tablero denominado F-2, ubicado en la zona 2 de la planta de fabricación, contiene los 11 switches restantes para un total de 32 switches para el monitoreo de los tanques de fabricación de pintura (Figura 3.13 y 3.14).

Todas las señales del sistema de monitoreo de tanques se pueden ver en la figura 3.8.

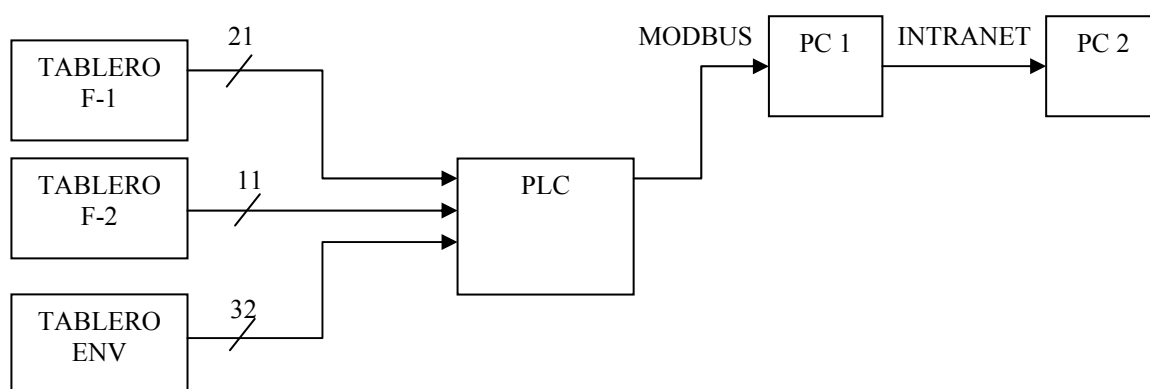


Figura. 3.8. Señales del sistema de monitoreo de los tanques de producción

3.3.3. Diseño del tablero de envasado (ENV)

- **Tablero ENV (Parte exterior)**

En la parte superior de la compuerta del tablero se encuentran 32 switches con sus respectivas luces piloto para el monitoreo de envasado de los tanques de producción (Figura 3.9). La numeración de los tanques de producción está ordenada en forma ascendente para una fácil ubicación del tanque.

Las alarmas se encuentran en la parte inferior del tablero, están señalizadas por las respectivas iniciales de cada máquina envasadora.

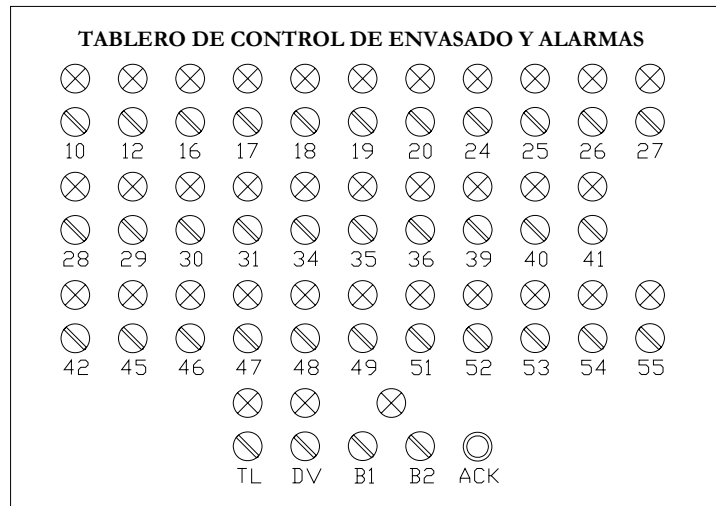


Figura. 3.9. Ubicación de los elementos en la parte frontal del tablero de envasado

- **Tablero ENV (Parte interior)**

El la Figura 3.10 se tiene la ubicación de los elementos en la parte interior del Tablero Principal o Envasado.

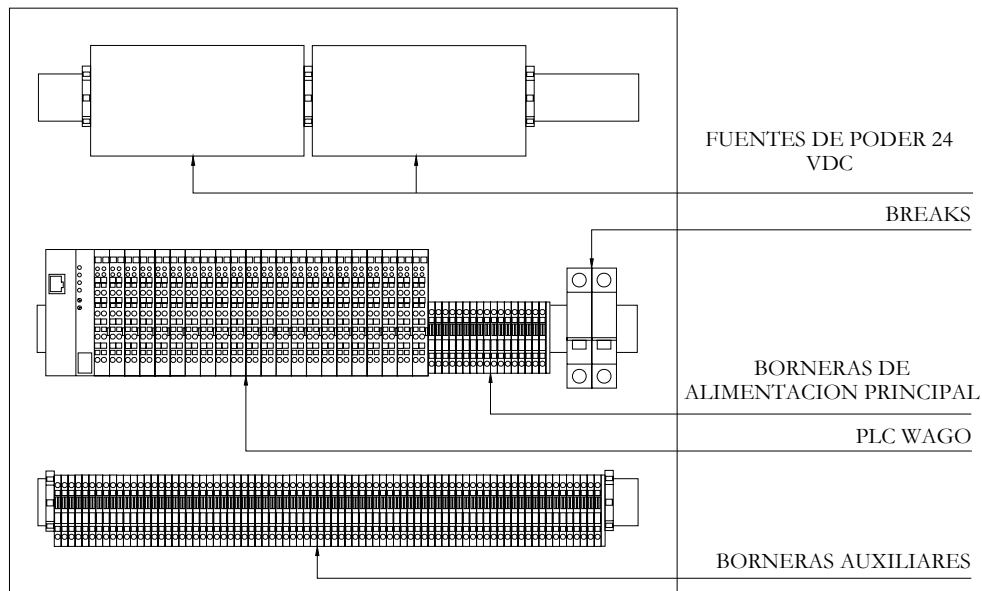


Figura. 3.10. Ubicación de los elementos en la parte interna del tablero de envasado

3.3.4. Diseño del tablero fabricación 1 (F-1)

- **Tablero F-1 (Parte exterior)**

El tablero de Fabricación F-1 tiene 21 switches con las respectivas luces piloto para el monitoreo de la primera zona de tanques de producción (Figura 3.11).

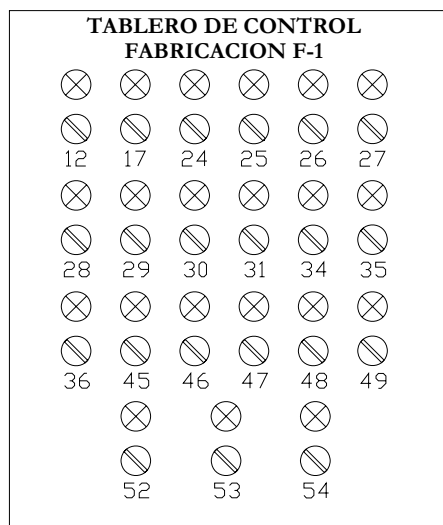


Figura. 3.11. Ubicación de los elementos en la parte frontal del tablero de fabricación 1

- **Tablero F-1 (Parte interior)**

En la Figura 3.12 muestra la ubicación de los elementos en la parte interior del tablero de fabricación 1.

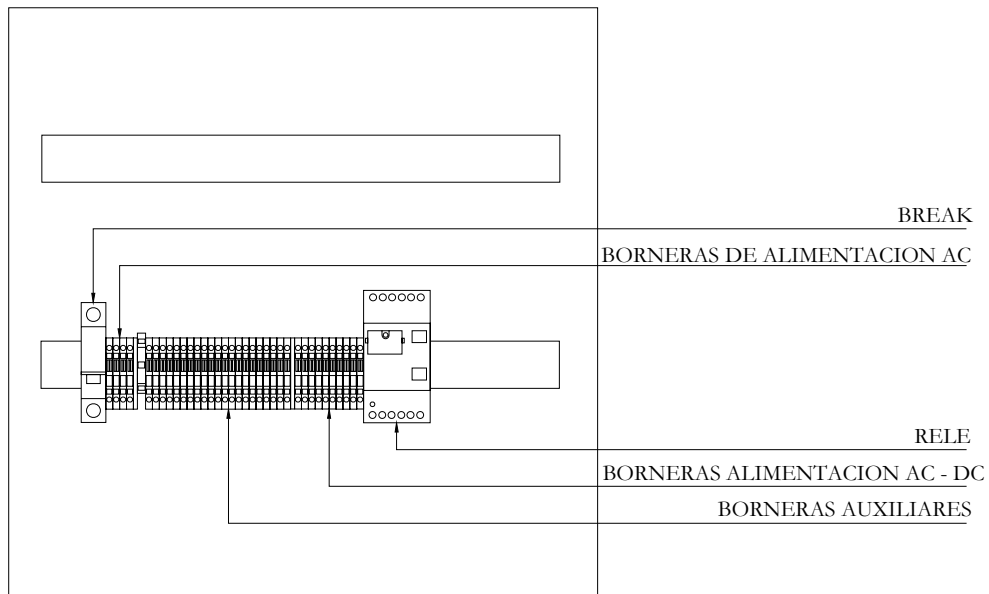


Figura. 3.12. Ubicación de los elementos en la parte interna del tablero de fabricación 1

3.3.5. Diseño del tablero fabricación 2 (F-2)

- **Tablero F-2 (Parte exterior)**

El tablero de Fabricación F-2 tiene los restantes 11 switch con las respectivas luces piloto para el monitoreo de la segunda zona de tanques de producción (Figura 3.13).

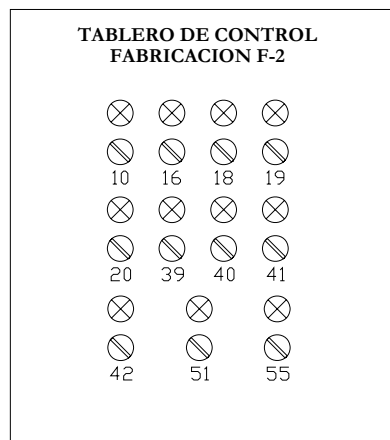


Figura. 3.13. Ubicación de los elementos en la parte frontal del tablero de fabricación 2

- **Tablero F-2 (Parte interior)**

La parte interior de tablero de fabricación 2 se muestra en la Figura 3.14.

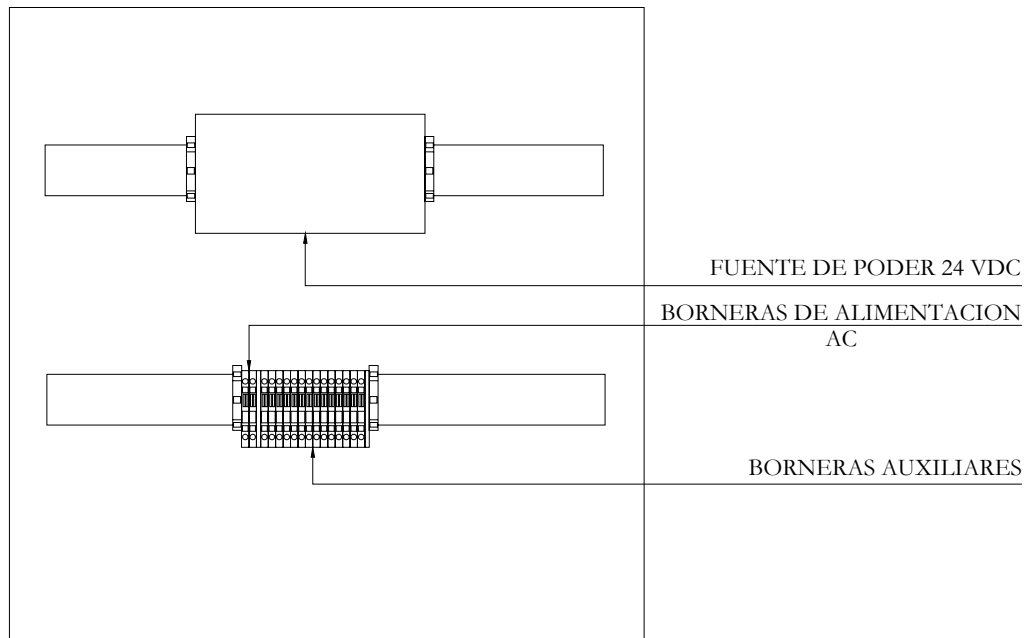


Figura. 3.14. Ubicación de los elementos en la parte interna del tablero de fabricación 2

3.4. DISEÑO DEL SUBSISTEMA DE MONITOREO DE MÁQUINAS ENVASADORAS DE PINTURA

3.4.1. Alarmas

En la parte inferior del tablero ENV están 4 switches de alarma con las respectivas luces piloto, uno por cada máquina envasadora automática, más un pulsador ACK (*acknowledge*), el cual se utiliza para reconocer la alarma (Figura 3.9).

Todas las señales del sistema de monitoreo de máquinas envasadoras se pueden ver en la figura 3.15.

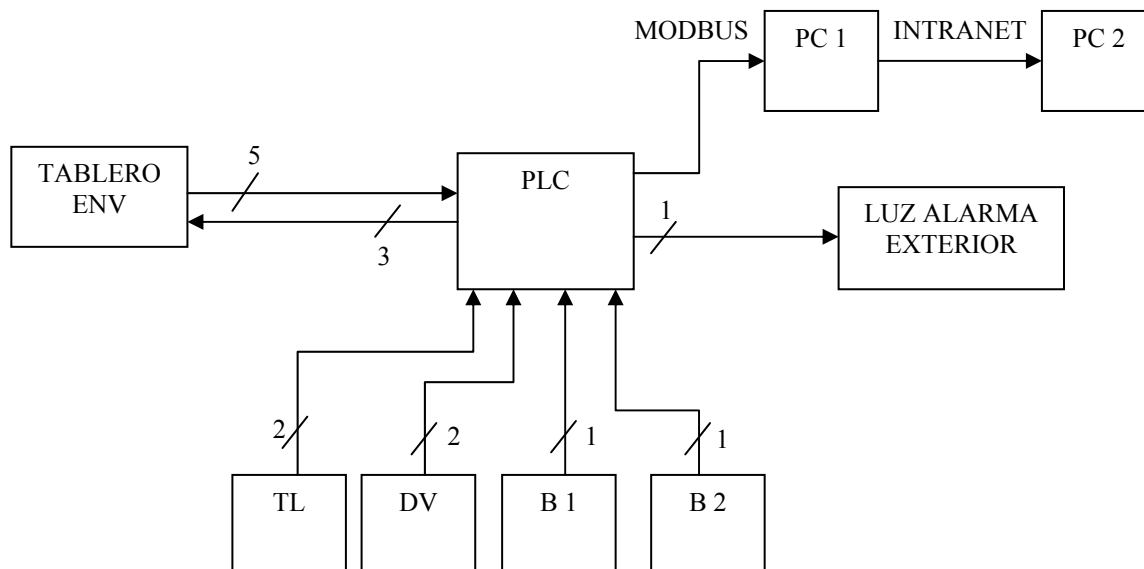


Figura. 3.15. Señales del sistema de monitoreo de las máquinas envasadoras

Cada máquina envasadora automática tiene su propio switch de alarma (en total 4, uno por cada máquina envasadora), estos son activados por un operario o supervisor dentro de la planta, aquí también se tiene un pulsador ACK para el reconocimiento de alarma.

La Luz Alarma está ubicada en la parte exterior de la pared de la planta de producción y envasado de pintura, esta luz se observará fácilmente desde el taller de Mantenimiento, alertando al personal de Mantenimiento del problema que se tuviere con las máquinas envasadoras automáticas.

La alarma funciona de la siguiente manera:

- Si llega a fallar cualquier de las máquinas envasadoras automáticas, el operario se dirigirá al tablero ENV y girará el switch de alarma de dicha máquina.
- La Luz alarma se prenderá con la activación de cualquiera de los switches de alarma.

- El personal de mantenimiento reconocerá la alarma oprimiendo el pulsador ACK que está en el tablero ENV.
- La Luz Alarma permanecerá encendida hasta que llegue el personal de mantenimiento y reconozca la alarma.
- Después de esto, el personal de mantenimiento girará el switch de alarma a su posición original OFF.

3.4.2. Dispositivo de sensamiento

Para medir la velocidad de envasado por minuto, la producción diaria o por turnos y el promedio de producción por minuto de cada máquina envasadora automática se tomarán los datos a partir de sensores que serán instalados al inicio de la banda transportadora.

En las máquinas envasadoras automáticas Tyele (TL) y Devree (DV), se envasa el producto solamente en galones y litros; en la Brasileña 1 (B1) envasa en galones y en la Brasileña 2 (B2) envasa en canecas.

Las máquinas que envasan galones y litros (TL y DV), se instalará en la banda transportadora dos sensores, los cuales detectarán el paso de litro o galón (Figura 3.16).

En este caso, los sensores estarán uno encima de otro, cada uno a la altura de la parte superior del tarro, así se activará el sensor inferior para litro o se activarán los dos sensores en el caso de que sea galón (Tabla 3.7).

Tabla. 3.7. Configuración de litro o galón

Resultado	Vacio	Litro	Falla	Galón
Sensor Superior	Desactivado	Desactivado	Activado	Activado
Sensor Inferior	Desactivado	Activado	Desactivado	Activado

Para las dos últimas máquinas envasadoras (B1 y B2), se instalará un solo sensor, el cual estará igualmente en la banda transportadora.

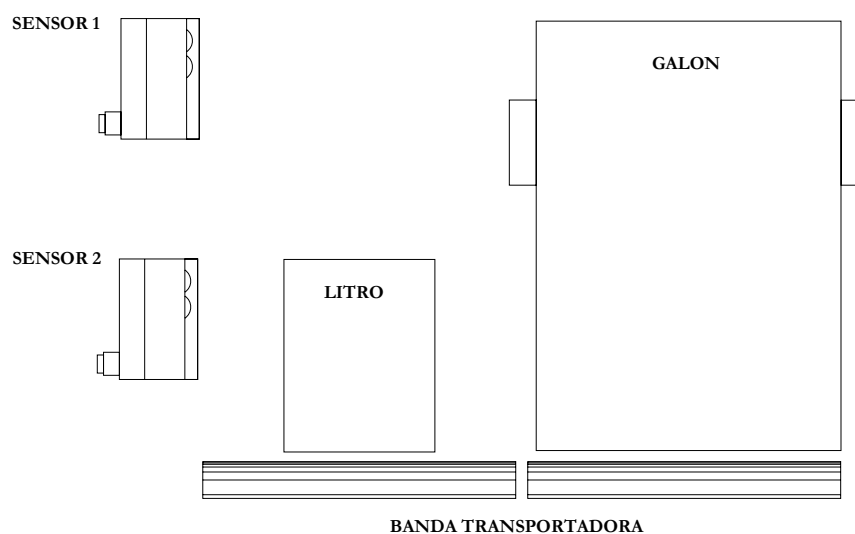


Figura. 3.16. Esquema del dispositivo de sensamiento

3.5. PLANOS, DIAGRAMAS Y ESPECIFICACIONES

VER ANEXO V

CAPÍTULO IV

SELECCIÓN DE INSTRUMENTACIÓN

4.1. SELECCIÓN DEL PLC

Los requerimientos que se presentan para la elaboración de este proyecto hacen necesario el uso de un dispositivo de adquisición de señales que sea lo suficientemente flexible, capaz de satisfacer las necesidades actuales y en un futuro no muy lejano realizar una expansión no solo en la cantidad de entradas y salidas sino también para el control de procesos que se implementarán en la Planta de Producción una vez que el monitoreo de los tiempos de producción arroje resultados suficientes para analizar las condiciones actuales de la planta.

La elección de un equipo de adquisición de datos resulta costosa y el hecho de que debe trabajar en un ambiente industrial puede no ser la mejor elección si se compara con un PLC con el que su desempeño en ambientes industriales y condiciones de trabajo duras no son problema, además de poseer la capacidad de ser modulares, costos accesibles, certificaciones internacionales, etc.

Se ha comparado entre dos PLC de distintos proveedores cuyas características son las que más se aproximan a las necesidades de este proyecto.

El primero es el PLC TWIDO LDMA 20 DRT de Telemecanique y el segundo es el PLC WAGO 750-842. Los dos son modulares, cumplen con los requerimientos técnicos y cumplen con las normas y estándares internacionales para trabajar dentro de una planta industrial.

Las características del PLC TWIDO¹ se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 4.1. Características del PLC Twido de Telemecanique

CARACTERÍSTICAS GENERALES PLC TWIDO	
Número de entradas a 24 VDC	12
Número y tipo de salidas	6 a relé 2 a transistor tipo source
Máximo número de Módulos de expansión I/O	7
Máximo número de I/O	132
Memoria de aplicación	3000 instrucciones
Tiempo de Ciclo	1ms para 1000 instrucciones lógicas
Memoria de datos	3000 palabras
Timers	128
Counters	128
Fuente de poder	24 VDC
Consumo	19 W con 7 módulos de I/O
Comunicación	RS 485, opcional RS 232

El PLC TWIDO tiene un tiempo de entrega que va de 8 a 10 semanas y su costo con 2 módulos de 32 entradas discretas se aproxima a los 1350 dólares.

Las características del PLC WAGO 750-842² se detallan en la siguiente tabla:

El PLC 750-842 de WAGO es de entrega inmediata y su costo con 19 módulos de 4 entradas y 1 módulo de 4 salidas se aproxima a los 1300 dólares.

¹ Catálogo Programmable Controller Twido, Telemecanique, Compact and modular base controllers, Noviembre 2004

² Manual WAGO-I/O-SYSTEM 750, Modular I/O System, Wago Kontakttechnik GmbH, Version 2.0.0, Technical Data, 2001

Tabla 4.2. Características del PLC 750-842 de WAGO

CARACTERÍSTICAS GENERALES PLC 750-842	
Máximo número de Módulos de expansión I/O	64
Configuración	automática
Memoria de programa	128 Kbytes
Memoria de datos	64 Kbytes
Memoria no volátil	8 Kbytes
Tiempo de Ciclo	< 3ms para 1000 instrucciones
Máxima corriente de entrada a 24 VDC	500 mA
Protocolos	Modbus/TCP, HTTP, bootp
Máximo número de conexiones	1 HTTP, 3 Modbus, 2 PFC, 2 Wago-IO-PRO
Comunicación	Ethernet 10 Mb

El costo de ambos controladores es aproximadamente el mismo pero el PLC 750-842 tiene la ventaja de que su comunicación es vía Ethernet originalmente a diferencia del Twido que es por RS 485 para la que sería necesario conseguir una tarjeta de interfaz para la comunicación con una PC y si se desea comunicar vía Ethernet es necesaria la adquisición de un módulo extra que tiene un costo adicional; el software de programación para el PLC 750-842 es libre por lo que no tiene costo ni restricciones.

Los dos controladores mencionados se adaptan a las necesidades de este proyecto pero considerando el mejor tiempo de entrega y la disminución de costos se optará por el PLC 750-842 de WAGO.

Este controlador entre sus ventajas posee:

- Ayudas al desarrollo de programas
- Fiabilidad del producto
- Servicios del suministrador

- Normalización en planta
- Compatibilidad con equipos de otras gamas
- Coste
- Previsión de repuestos

4.1.1. Descripción del sistema WAGO-I/O-SYSTEM 750

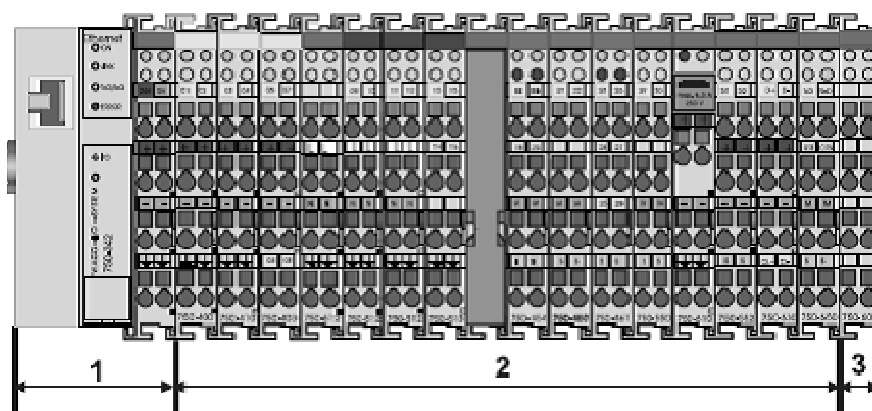


Figura 4.1. Descripción del PLC³

El sistema de WAGO-I/O consiste en un conjunto de varios componentes capaces de proveer un nodo de aplicación modular sobre un bus de campo.

³ Manual WAGO-I/O-SYSTEM 750, Modular I/O System, Wago Kontakttechnik GmbH, Version 2.0.0, System Description, 2001

En primer lugar se tiene el nodo, que está formado por la parte inicial de un controlador de bus de campo.

En segundo lugar se encuentran varios módulos de entrada o salida y por último el fin del módulo.

4.1.2. Controlador

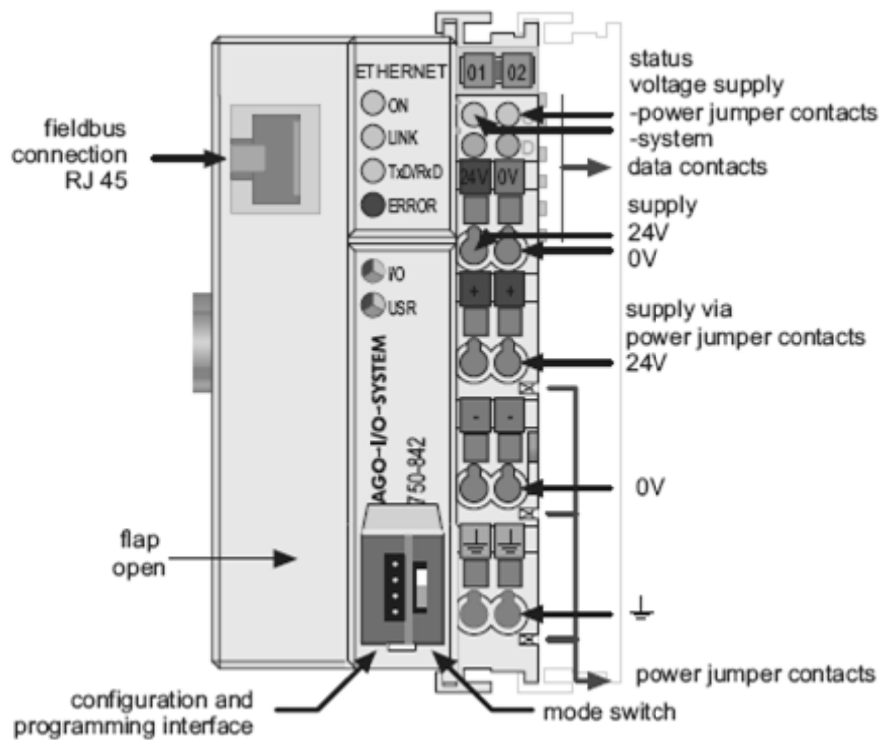


Figura 4. 2. Controlador de Ethernet

El controlador es el nexo que comunica al bus de campo con los dispositivos de campo y otros elementos de entrada y salida.

El controlador 750-842 combina las ventajas del ETHERNET TCP/IP con las ventajas de un Controlador Lógico Programable (PLC).

La programación se realiza con la aplicación WAGO-I/O-PRO de acuerdo con las normas IEC61131-3, que permite programar en 6 distintos lenguajes.

4.1.3. Módulos

Los módulos de I/O son los encargados de convertir los diferentes datos de entrada que se puedan presentar, adaptándose a los más variados requerimientos de señales de entrada o salida tanto análogas como digitales, además existen módulos especiales dedicados a una gran variedad de funciones como son contadores, bloques terminales para codificadores y módulos de comunicación.

4.1.4. Fin de módulo

El fin de módulo es necesario para una adecuada operación del nodo. Siempre va colocado en el último lugar de los módulos de I/O y le indica al controlador hasta donde existen módulos.

El fin de módulo no tiene ninguna función de entrada o salida.

4.1.5. Fuente de poder

La fuente de poder para alimentar tanto al sistema como al campo debe ser de 24VDC.

En caso de usar una fuente regulada se debe colocar un capacitor de 200 μF por cada amperio de carga de corriente, esto mantendrá al ruido y a los picos de voltaje dentro de los límites permitidos.

La fuente de poder del lado de campo está aislada eléctricamente de la fuente del sistema. De esta manera los sensores y actuadores pueden estar alimentados y protegidos independientemente del sistema.

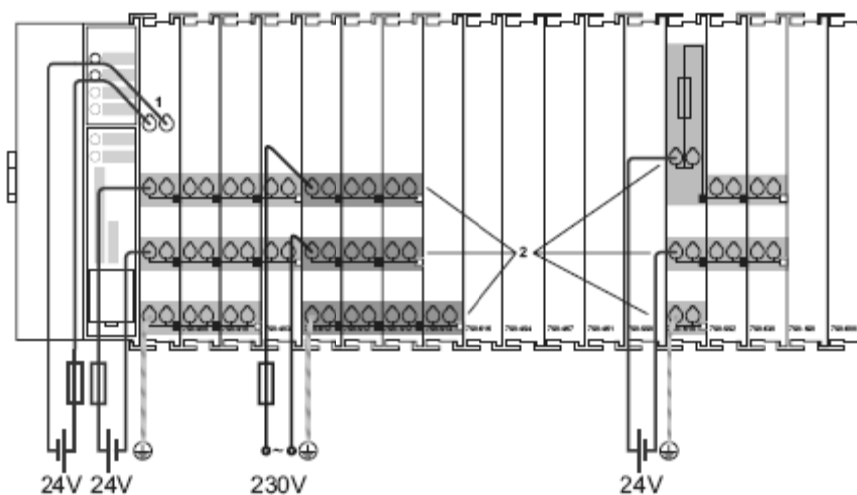


Figura 4. 3. Conexión de la fuente de poder⁴

4.1.6. Comunicación con InTouch

Una de las ventajas del uso del controlador de Ethernet 750-842 es su fácil comunicación con una HMI basada en el software InTouch de Wonderware, además de las ayudas y manuales existentes.

⁴Manual WAGO-I/O-SYSTEM 750,Modular I/O System, Wago Kontakttechnik GmbH, Version 2.0.0, Power Supply, 2001

Para realizar dicha comunicación se necesita el controlador de Ethernet 750-842, el software de Wonderware con una versión de InTouch superior a la 7.1.

Para iniciar la comunicación con el Controlador de Ethernet es necesario programar la dirección IP que tendrá el PLC usando el programa BootP Server además de la dirección MAC del Controlador de Ethernet.

El direccionamiento de los registros se realiza de la siguiente manera:

Tabla 4.3. Direccionamiento de entradas y salidas⁵

Entradas Digitales	10001, 10002,... ó 40001, 40002,..... cada palabra contiene 16 señales digitales
Entradas Análogas	30001, 30002, 30003,... ó 40001, 40002, 40003,...
Salidas Digitales	513, 514, 515,...
Salidas Análogas	40513, 40514, 40515,...
Variables PFC	IW%256 40769
	IW%257 40770
	...
	QW%256 30257
	QW%257 30258

4.1.7. Software de Programación

El software distribuido por WAGO para la programación de sus PLC es el programa CoDeSys que es un completo ambiente de desarrollo para PLC (CoDeSys significa Controlled Development System).

⁵Application Note WAGO-I/O-SYSTEM 750, Connecting a WAGO Ethernet controller 750-842 with InTouch V7.1 of Wonderware, Wago Kontakttechnik GmbH, Version 1.0.0, InTouch address allocation, 2002

CoDeSys es una poderosa aplicación que se basa en las normas IEC, además usa editores y funciones de depuración basadas en lenguajes de programación avanzados como el Visual C++.

Posee entre todas las ventajas que dan las normas IEC, la posibilidad de trabajar en con 6 lenguajes de programación que son:

1. Lista de Instrucciones (IL).
2. Texto Estructurado (ST).
3. Gráficos Funcionales Secuenciales (SFC).
4. Diagrama de Boques Funcionales (FBD).
5. Editor Gráfico de Funciones Continuas (CFC)
6. Diagrama de Escalera (LD).

Otras de las ventajas del programa CoDeSys son la funciones y los operadores con los que permite trabajar como son:

- Operadores Aritméticos.

- Operadores Logicos.
- Operadores de Comparación.
- Operadores Numéricos.
- Conversión de Tipos.

Es importante destacar la facilidad de simular sin necesidad de estar conectado al PLC, además de poder crear visualizaciones animadas que sirven tanto en el trabajo en línea como fuera de línea.

CoDeSys es un programa libre por lo que no se necesita invertir en licencias ni existen las molestas limitaciones de expiración del programa ni limitaciones de uso.

4.1.8. Selección de los módulos de entradas digitales

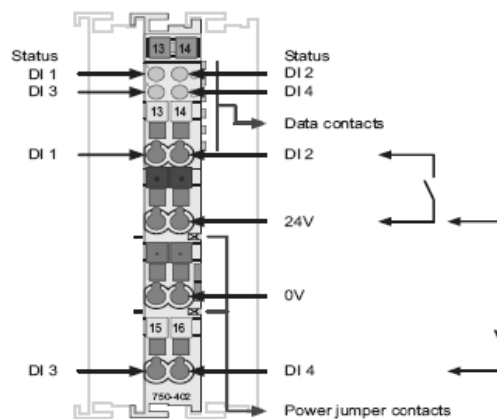


Figura 4.4. Módulo de entradas digitales

- **Descripción Técnica**

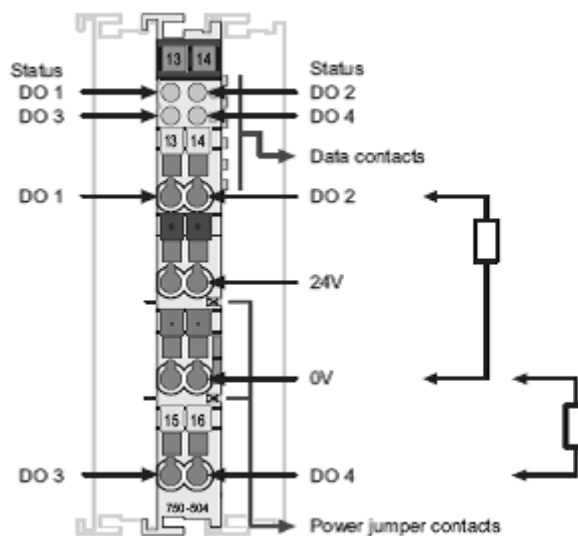
1. Código del módulo 750-402.
2. La fuente de poder se debe conectar en los contactos indicados para su correcto funcionamiento.
3. La alimentación entre los módulos es automática y se realiza a través de las uniones entre los módulos cuando estos están colocados en el riel DIN.
4. El módulo posee 4 canales de entradas digitales adecuados para la conexión de dos sensores de 3 entradas (V+, 0V, señal).
5. Poseen filtros RC en serie colocados para rechazar el ruido por el cambio de estado y tienen constantes de tiempo de 3ms.
6. La ubicación de un módulo en el nodo la puede escoger el usuario y no es necesario una configuración tipo bloque.

- **Datos Técnicos**

Tabla 4. 4. Datos técnicos del módulo de entradas

Número de Entradas	4
Filtro de Entrada	3ms
Voltaje de Poder	24VDC (-15%/+20%)
Señal de Voltaje(0)	DC -3V...+5V
Señal de Voltaje(1)	DC +15V...+30V
Corriente de entrada interna	5 mA máx..
Corriente de entrada del campo	5 mA tip.
Aislación	500 V Sistema de la fuente de poder
Temperatura de funcionamiento	0°C...+55°C
Cable de conexión	AWG 28-14

4.1.9. Selección de los módulos de salidas digitales

Figura 4.5. Módulo de salidas digitales⁶

- **Descripción Técnica**

1. Código del módulo 750-504.

⁶ Manual WAGO-I/O-SYSTEM 750, Modular I/O System, Wago Kontakttechnik GmbH, Version 2.0.0, I/O Modules, 2001

2. La fuente de poder se debe conectar en los contactos indicados para su correcto funcionamiento.
3. La alimentación entre los módulos es automática y se realiza a través de las uniones entre los módulos cuando estos están colocados en el riel DIN.
4. El módulo de 4 canales no tiene conexión a tierra.
5. Los valores que se dan a la salida son durante el 100% del ciclo de trabajo.
6. La ubicación de un módulo en el nodo la puede escoger el usuario y no es necesario una configuración tipo bloque.

- **Datos Técnicos**

Tabla 4. 5. Datos técnicos del módulo de salidas digitales⁷

Número de Salidas	4
Tipo de Carga	Resistiva, inductiva, lámparas
Voltaje via contactos poder	24VDC (-15%/+20%)
Corriente de salida (DC) por canal	0,5A protegido contra corto circuitos
Corriente de salida del campo	30 mA tip. + carga
Aislación	500 V Sistema de la fuente de poder
Temperatura de funcionamiento	0°C...+55°C
Cable de conexión	AWG 28-14

⁷ Manual WAGO-I/O-SYSTEM 750, Modular I/O System, Wago Kontakttechnik GmbH, Version 2.0.0, I/O Modules, 2001

4.2. SELECCIÓN DE ELEMENTOS INDUSTRIALES

Todos los elementos necesarios para la elaboración de este proyecto se detallan en la lista de materiales.

VER ANEXO IV

4.3. SELECCIÓN DE LOS SENSORES DETECTORES DE OBSTÁCULOS

Los requerimientos del sistema exigen detectar objetos que van a ser tanto de plástico como de metal, envueltos en ocasiones casi en su totalidad por papel de distintos colores, también es importante notar que por la misma zona de detección pueden pasar tarros pequeños utilizados para envasar litros de pintura o también tarros medianos utilizados para envasar galones de pintura, y nuestro sistema debe poder distinguir el tamaño del producto que se envasa.

En vista de todos estos requerimientos se ha elegido sensores fotoeléctricos Osiris XUK de marca Telemecanique ya que estos son muy versátiles y tienen un gran desempeño.



Figura 4.6. Sensor Telemecanique XUK⁸

⁸ Guía Telemecanique Global Detection an essential Quick Selector Guide to Sensor Selection, Schneider Electric, Photoelectric Sensors – Application Specific: Packaging, Febrero 2003

4.3.1 Datos Técnicos

Tabla 4. 6. Datos técnicos del sensor Telemecanique XUK⁹

Máximo alcance	1.5 m
Envoltura	plástico
Ajuste de sensibilidad	mediante botón de autoaprendizaje
Rango de temperatura	-25 a 55°C
Dimensiones	50x18x50 mm
Frecuencia de conmutación	1500 Hz

Otras características de este tipo de sensores son:

- Auto aprendizaje automático del entorno.
- Es capaz de funcionar en los sistemas estándar de detección fotoeléctrica:
 - Sin accesorio: proximidad y proximidad con borrado de plano posterior.
 - Con accesorio (reflector o emisor): Réflex polarizado y barrera.
- Posee un botón de reset multifuncional.
- Opción de invertir la salida de NA a NC.

⁹ Manual WAGO-I/O-SYSTEM 750, Modular I/O System, Wago Kontakttechnik GmbH, Version 2.0.0, I/O Modules, 2001

- Visualización del sistema de detección.
- Opción de mejora de precisión en la detección de presencia del objeto.

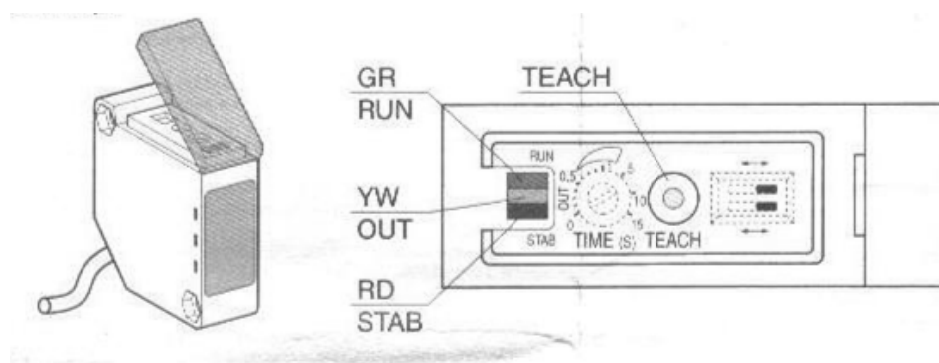


Figura 4.7. Indicadores del sensor Telemecanique¹⁰

4.4. SELECCIÓN DEL COMPUTADOR DE MONITOREO

El software necesario para el desarrollo de este proyecto es:

- Wonderware InTouch 9.5.
- FactorySuite 2000 I/O Servers.
- SQL Server 2005.

¹⁰ Manual Osiris XUK, Detectores Fotoeléctricos Osiconcept, Telemecanique, I/O Modules, 2003

- Software WAGO-IO-PRO 32 (CoDeSys).
- Windows Installer 3.1 o superior.

Para un correcto funcionamiento de todos estos programas es necesario cumplir con los siguientes requisitos de software y hardware.

4.4.1. Requisitos de Hardware

- Monitor con resolución VGA o superior con resolución mínima de 1,024x768 pixeles.
- Mouse.
- Teclado.
- Tarjeta de red 10/100.
- CD o DVD drive.
- Procesador Pentium III compatible o superior.
- Velocidad 600 MHz, recomendado 1 GHz o superior.

- RAM mínimo 512 MB, recomendado 1 GB o superior.
- Puertos USB.

4.4.2. Requisitos de Software

- Windows XP Professional con Service Pack 2.
- Microsoft .NET Framework 1.1.

El computador designado por Pinturas Cóndor para este proyecto posee las siguientes características.

- Computador marca IBM.
- Procesador Intel Pentium IV.
- Velocidad 3.00 GHz.
- Memoria RAM 512 MB.
- Tarjeta de red Intel pro/100 VE.

- Mouse.

- Teclado.

CAPÍTULO V

DESARROLLO DEL SOFTWARE DE APLICACIÓN

5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Para el monitoreo de los procesos de fabricación y envasado de los 32 tanques en la planta de pinturas y las alarmas de las 4 máquinas envasadoras, se recibirán señales discretas activadas por los operarios, dichas señales serán ingresadas a través de un PLC con comunicación Ethernet y enviadas hacia una computadora principal cuya interfaz está desarrollada en InTouch de Wonderware de donde se mandará a almacenar toda la información a una base de datos desarrollada en SQL Server 2005.

Para el proceso de monitoreo de la velocidad de producción en las máquinas envasadoras, se utilizarán sensores de obstrucción los cuales enviarán señales directamente al PLC en donde se realizará la detección del tipo de producto que se esté envasando y se activarán todos los contadores necesarios para una correcta medición de las velocidades de producción, luego de esto los datos serán enviados a la misma computadora principal en donde se registrará toda la información en la base de datos.

5.2. CONSIDERACIONES PARA EL PROCESO DE MONITOREO DE LAS MÁQUINAS ENVASADORAS

Este proceso es un poco más complejo que los demás ya que solo con las señales dadas por los sensores de obstrucción se debe calcular la velocidad por minuto a la que está

trabajando una máquina envasadora, además de llevar el conteo de la producción que lleva dicha máquina durante todo el día, que se ha considerado como un periodo de trabajo y por otro lado el conteo de la producción que lleva la máquina, solo mientras envasa un lote de producción, que se ha considerado como un proceso de lote.

Para poder realizar todos los cálculos que son similares para las 4 envasadoras se ha hecho que el PLC sea el que lleve todas las cuentas ya que es el elemento más confiable para hacerlo por lo que no tiene problemas de comunicación por la velocidad de la red.

La lógica con la que trabaja el PLC para el conteo de las variables durante un periodo de trabajo es la siguiente:

- Durante cada minuto del periodo el PLC almacenará en una variable el número de veces que hubo una obstrucción en los sensores y se reiniciará la variable, esto es lo que se denomina velocidad de envasado.
- En una variable se almacenará el número de veces que los sensores detecten una obstrucción durante todo el periodo de trabajo, a esto lo que se denomina la producción total.
- Se almacena en una variable el conteo de los minutos en los que la velocidad de envasado es distinta de cero, a esto se denomina los minutos del periodo.
- Para el cálculo de la velocidad promedio del periodo de trabajo se divide la producción total para los minutos del periodo.

- Una vez que el periodo de trabajo termine se reinician las variables de producción total y los minutos del periodo.

Se puede resumir este proceso en las siguientes fórmulas:

$$VELOCIDAD \quad ENVASADO = \sum CONTEO_{min}$$

$$PRODUCCION \quad TOTAL = \sum CONTEO_{PERIODO}$$

$$VELOCIDAD \quad PROMEDIO = \frac{\sum CONTEO_{PERIODO}}{MIN_{PERIODO}}$$

$$MIN_{PERIODO} = \sum MIN_{CONTEO \neq 0}$$

La lógica con la que trabaja el PLC para el conteo de las variables durante el envasado de un lote de producción es la siguiente:

En una variable se almacenará el número de veces que los sensores detecten una obstrucción durante todo el proceso del lote, a esto se denomina la producción del lote.

Se almacena en una variable el conteo de los minutos en los que la velocidad de envasado es distinta de cero, a esto se denomina los minutos del lote.

Una vez que el proceso del lote termine se reinician las variables de producción del lote y los minutos del lote.

Se puede resumir este proceso a las siguientes fórmulas:

$$PRODUCCION \quad LOTE = \sum CONTEO_{LOTE}$$

$$MIN_{LOTE} = \sum MIN_{CONTEO \neq 0}$$

Gracias a esta lógica de conteo se puede detectar los minutos en que la envasadora estuvo trabajando efectivamente, ya que se ha detectado que existen varios motivos por los cuales se tiene tiempo de uso muerto de la envasadora y estos pueden ser:

- En ocasiones esporádicas las envasadoras pueden presentar leves fallas como la falta de cartón o el trabado del plástico que envuelve al producto final los cuales se pueden solucionar en pocos minutos y sin necesidad de llamar a mantenimiento pero son minutos en los que la envasadora no trabaja efectivamente.
- Además de este tipo de fallas también se da el caso de que el operario dentro del proceso de un lote tenga que salir al almuerzo por lo que el personal deja la maquina encendida para que no se enfrié y regresa aproximadamente después de 30 minutos, lo que también debe ser estimado entre el tiempo muerto de la máquina.
- Otro de los inconvenientes que pueden presentarse para que el tiempo de trabajo no sea efectivo es que la envasadora tenga una falla grave por la que se debe llamar a mantenimiento y el proceso de reparación puede durar desde pocos minutos hasta incluso quedar la máquina detenida por varios días.

La siguiente figura muestra gráficamente el conteo de tarros de pintura en una envasadora y también las posibles fuentes de tiempo muerto en el proceso de envasado.

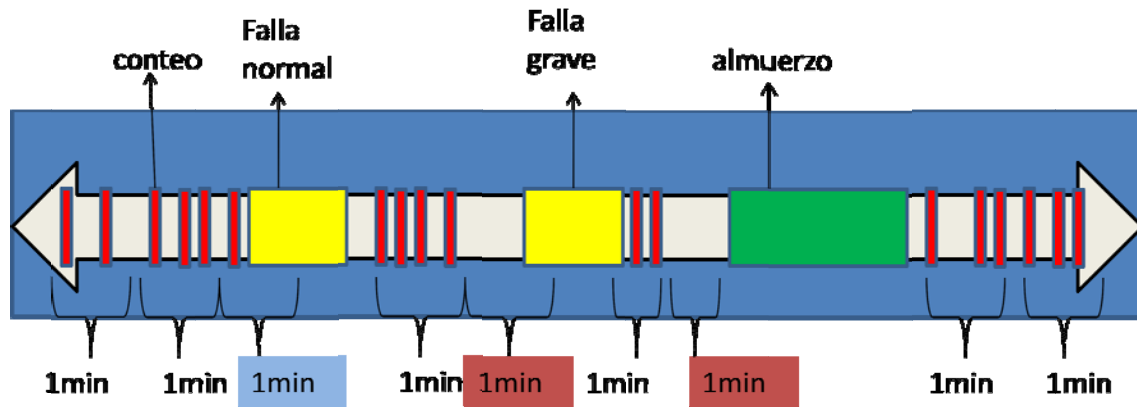


Figura 5. 1 Tiempo Muerto en el Envasado

5.3. DESARROLLO DEL PROGRAMA DE CONTROL

5.3.1. Consideraciones para el programa de control

El software de CoDeSys permite utilizar 6 tipos de lenguajes de programación para controladores y combinarlos haciendo aun más fácil la programación.

Para comenzar la programación es necesario crear un POU (Program Organization Unit) con el nombre PLC_PRG el cual contendrá la parte principal de nuestro programa. También se debe escoger el lenguaje que se va a utilizar para el POU que en este caso será ladder ya que nuestro proyecto es únicamente de monitoreo y la programación no es muy complicada.

Los campos de programación son similares al lenguaje C++ ya que se tiene ámbitos dentro de los cuales podrán usarse las variables que sean creadas, de manera que para utilizar una variable en funciones distintas estas se deben declarar en la sección de variables globales.

Para la declaración de variables se debe utilizar el siguiente formato:

(nombre) AT (dirección): (tipo de variable): = (valor inicial);

La dirección es opcional ya que solo es necesario en el caso de variables de entrada o salida.

El valor inicial también es opcional ya que se puede leer desde los módulos de entradas.

El formato que se debe dar para direccionar un dato es el siguiente:

%(tipo de dato)(dato)(dirección)

La letra “I” indica que es una variable de entrada, la letra “X” indica que solo se ocupara un bit y el siguiente número indica la posición de la memoria que se utilizará, por ejemplo %IX0.1.

Para las salidas físicas del PLC se debe hacer una declaración similar a las entradas pero se utilizará la letra “Q” para indicar que es una salida.

También se pueden declarar las variables en el transcurso de la programación y cuando el programa detecta que se está usando una variable nueva, automáticamente aparece un cuadro de dialogo para declarar variables en donde se puede escoger todas las opciones importantes.

La programación más compleja será realizada en funciones en texto estructurado ya que es posible añadirlas al programa principal de ladder como un bloque que llama a la función.

5.3.2. Diagramas de flujo

El diseño del programa de control se realizó siguiendo la secuencia de los diagramas de flujo que se encuentran en el **ANEXO II**.

5.3.3. Descripción del programa de Control

En el programa PLC_PRG consta en la parte superior la declaración de todas las variables utilizadas dentro de este ámbito, además la declaración de las funciones y bloques especiales como contadores y temporizadores.

Luego en una segunda sección es donde consta la programación misma en lenguaje ladder la cual se distribuye de la siguiente manera:

- Desde la línea 1 a la 32 es el llamado a todas las variables de entrada que están colocadas en el tablero de envasado, cada variable de envasado comienza con las letras “TQ” y a continuación el número del tanque a la que está direccionada.
- Cada una estas variables está conectada a una salida auxiliar llamada “aux1” debido a que el compilador indica una advertencia cuando no se conecta una salida al terminar una línea de programación en ladder.

- Todas las variables de envasado y fabricación tienen como única función comunicarse con el programa de InTouch para que este almacene la hora a la que se produjo un cambio de estado.
- En las líneas 33 y 34 se tiene dos temporizadores necesarios para crear una variable que encienda y se apague cada 1500 ms; esta variable es utilizada para indicar el estado de las alarmas en las envasadoras.
- Desde las líneas 35 a la 39 se tiene la programación de las alarmas para las envasadoras, para esto se utiliza 4 entradas digitales que se encuentran en el tablero de envasado conjuntamente con una entrada de reconocimiento y para indicar el estado de la alarma de cada envasadora se utiliza tres de las cuatro salidas digitales que se dispone. La última salida digital llamada “AL4” es la que se encarga de activar la luz que alerta al departamento de mantenimiento.
- Desde la línea 40 a la 71 se tiene el llamado a todas las variables de fabricación, estas variables comienzan con la letra “F” y a continuación el número del tanque la que esta direccionada.
- Desde la línea 72 a la 74 consta la programación para la envasadora TL para el conteo de litros, tanto el conteo por minuto como el conteo del periodo y el conteo de un solo proceso.
- Desde la línea 75 a la 77 consta la programación para la envasadora TL para el conteo de galones.

- Desde la línea 78 a la 80 consta la programación para la envasadora DV para el conteo de litros.
- Desde la línea 81 a la 83 consta la programación para la envasadora DV para el conteo de galones.
- Desde la línea 84 a la 86 consta la programación para la envasadora B1, esta se encarga de envasar únicamente galones.
- Desde la línea 87 a la 89 consta la programación para la envasadora B2, esta se encarga de envasar únicamente canecas.
- En las líneas 90 y 91 se tiene dos temporizadores que encargan de dar una señal cada minuto para reiniciar los contadores de las envasadoras.
- En la línea 92 está el llamado a la función “minutos”, que se encarga de realizar la actualización de las variables cuando transcurre un minuto.
- En la línea 93 está el llamado a la función “variables” que se encarga de realizar una conversión de datos enviados desde el InTouch hacia el PLC.
- En la línea 94 está el llamado a la función “dete” que realiza la detección en los sensores para determinar si las envasadoras TL y DV están trabajando con litros o galones.

El detalle del programa del PLC se encuentra en el **ANEXO I**.

5.4. DESARROLLO DE LA INTERFAZ HMI

5.4.1. Consideraciones para la Interfaz HMI

La interfaz realizada en InTouch tiene como único objetivo el monitoreo del estado de los tanques y de las máquinas envasadoras que se encuentran dentro de la Planta de Pinturas, además el almacenamiento de toda la información obtenida en una base de datos.

El diseño de este programa se ha realizado siguiendo los requisitos y normas dados por Pinturas Cóndor para el desarrollo interfaces HMI.

Uno de estos requisitos es que los usuarios entren al programa ingresando una contraseña para asegurarse que solo el personal indicado tenga acceso a esta información y de esta manera tener distintos niveles de acceso para la aplicación.

Se utilizarán dos niveles de acceso al programa ya que los usuarios están divididos dos grupos, el uno son las personas que ingresan parámetros para almacenar en la base de datos y el segundo son las personas que supervisan el funcionamiento de la planta.

De estos dos grupos, al uno se ha llamado “supervisor” cuyo nivel de acceso le permite ingresar los códigos de los productos que se van a fabricar, así como la cantidad de productos que se van a envasar. Su ubicación es únicamente en el laboratorio de producción ya que es aquí en donde se encuentra la computadora con la base de datos y esta es la única que puede almacenar datos y leerlos desde el PLC.

El segundo grupo es llamado “gerente” ya que no tiene que ingresar información en el programa a excepción de cierta información de configuración para la base de datos.

Toda la información que recibe es leída desde la computadora del supervisor a través del servicio DDE.

Una vez que se ingresa a la aplicación esta tiene el siguiente formato:

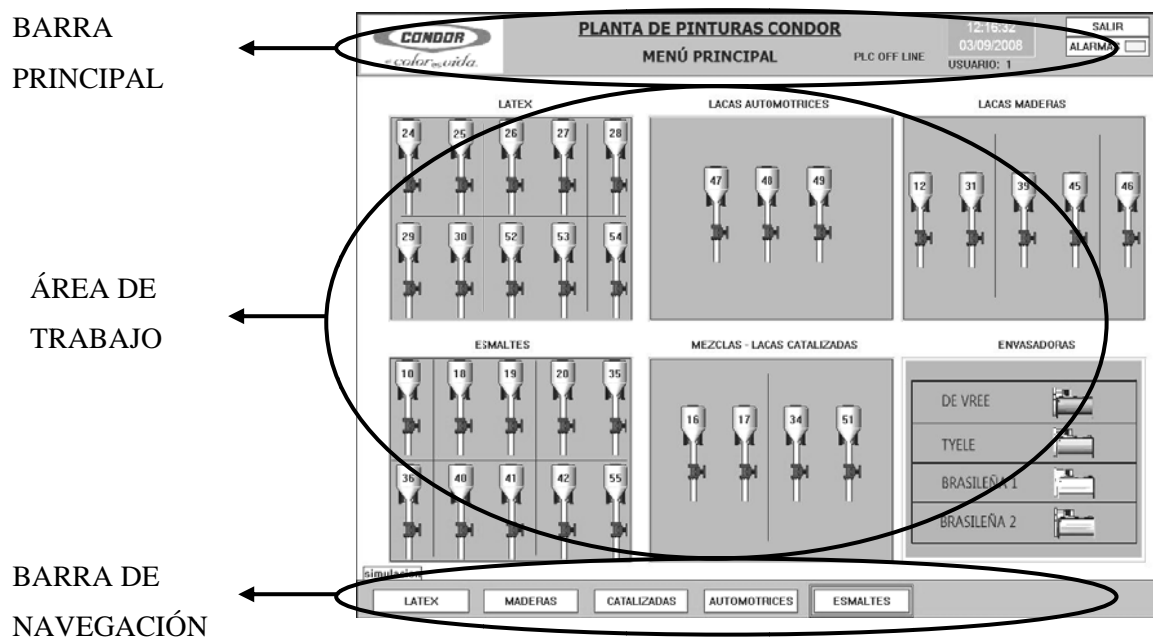


Figura 5.2. Formato de la Aplicación

En la barra principal se tiene el logotipo de Cónдор en el lado izquierdo, seguido por el título “PLANTA DE PINTURAS CÓNĐOR” y debajo de este se tiene el título de la pantalla presente.

Al lado derecho de los títulos se tiene el cuadro de mensajes en donde se puede ver todo el tiempo si el PLC se encuentra en línea, además en el caso de existir algún error de comunicación con la base de datos aparecerá un mensaje indicando cuando exista el problema.

Más a la derecha se tiene un cuadro donde se puede ver la hora, la fecha y debajo de este un mensaje que indica el nombre del usuario que está trabajando.

Por último en esta barra se tiene al lado derecho botones de navegación para ir a otras ventanas y también la opción de salir que solo se encuentra en la ventana del Menú Principal.

En el área de trabajo dependiendo de la ventana en que se encuentre se puede realizar distintas funciones como la visualización de tanques y envasadoras o el ingreso de códigos de granel y fabricación.

La barra de navegación es un acceso rápido a otras ventanas lo que hace más fácil el trabajo y ahorrará tiempo el momento de navegar dentro de la aplicación.

En las ventanas de cada familia cada tanque posee a su lado izquierdo un número el cual indica a que tanque hace referencia, además el estado se indica mediante un texto escrito sobre el tanque y también mediante colores como indica la tabla 5.1 y la figura 5.3.

Tabla 5.1. Estados de los Tanques

ESTADO	COLOR
VACIO	PLOMO
FABRICANDO	AMARILLO
LLENO	AZUL
ENVASANDO	AZUL+ ANIMACIÓN



Figura 5.3. Estados de los Tanques

5.4.2. Descripción de la Interfaz HMI

Al correr el programa de monitoreo aparece una ventana donde se debe ingresar el nombre de usuario y contraseña para poder seguir a la siguiente pantalla. De no conocer el usuario y contraseña correctos la única opción posible es cancelar el ingreso y con esto se cerrará el programa automáticamente.



Figura 5.4. Ventana de Contraseña

La pantalla más importante de la aplicación es el Menú Principal ya que aquí se tiene una vista general de los 32 tanques, clasificados por familias. Además dando clic en cualquiera de los grupos se accede a la pantalla original de la familia donde se tiene gráficas más detalladas de cada tanque y además se tiene los códigos de fabricación y granel de cada producto.

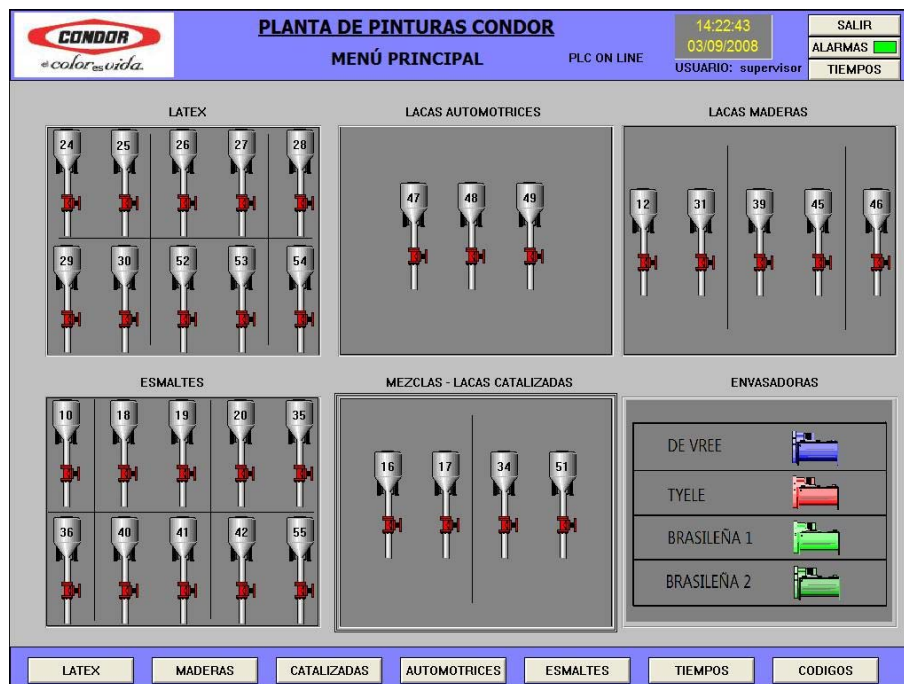


Figura 5.5. Ventana del Menú Principal

A continuación se tiene las pantallas correspondientes a las 5 líneas de pinturas en que se dividen los 30 tanques, conjuntamente con los dos tanques en que se realizan las mezclas base para todos los productos.



Figura 5.6. Ventana de la Línea de Látex

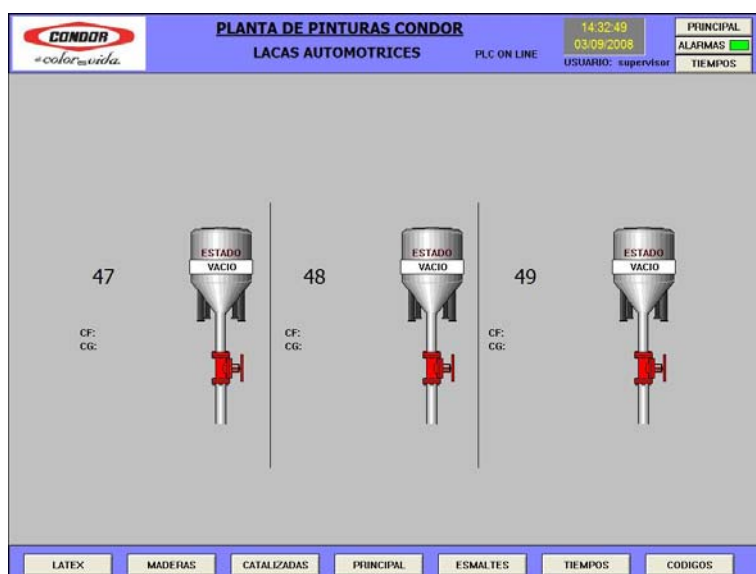


Figura 5.7. Ventana de la Línea de Lacas Automotrices



Figura 5.8. Ventana de la Línea de Lacas para Maderas



Figura 5.9. Ventana de la Línea de Esmaltes



Figura 5.10. Ventana de la Línea de Lacas Catalizadas y Mezclas

Una ventana a la cual solo tiene acceso un supervisor es la ventana de Códigos de Producción en la que se tiene una tabla con los 32 tanques y dos columnas para cada tanque en la que se debe ingresar el código de fabricación, el cual consta de 8 números y el código de granel cuyo tamaño es variable.

En casos muy especiales se ha visto que puede haber un solo código cuyo parámetro sea diferente a lo usual pero la clase de dato que se ingresa en esta tabla es un arreglo tipo char de manera que no hay ningún problema al ingresar números, letras o un código mixto de hasta 30 caracteres.

TANQUE	ORDEN DE FABRICACIÓN	REFERENCIA	TANQUE	ORDEN DE FABRICACIÓN	REFERENCIA
10			35		
12			36		
16			39		
17			40		
18			41		
19			42		
20			45		
24			46		
25			47		
26			48		
27			49		
28			51		
29			52		
30			53		
31			54		
34			55		

COMUNICACIÓN: 0No errors occurred

LATEX MADERAS CATALIZADAS AUTOMOTRICES ESMALTES TIEMPOS PRINCIPAL

Figura 5.11. Ventana para el Ingreso de Códigos de Producción

Existe también en el Menú Principal el grupo llamado envasadoras la cual lleva a una ventana donde se tiene datos únicamente de las envasadoras TL, DV, B1 y B2.

Estos datos son:

- El código de fabricación y granel del producto que se esté envasando en cada envasadora.
- La velocidad del último minuto a la que trabajó cada envasadora.
- La producción del día, en el que muestra el número de litros o galones que los sensores han detectado durante un periodo que puede ser modificado por un *gerente* y que puede ser configurado para reiniciarse una, dos o tres veces al

día, momento en el que también se almacenará la información en la base de datos.

- Y por último el promedio de producción para cada envasadora en el que se puede ver la velocidad a la que se ha envasado durante el periodo.

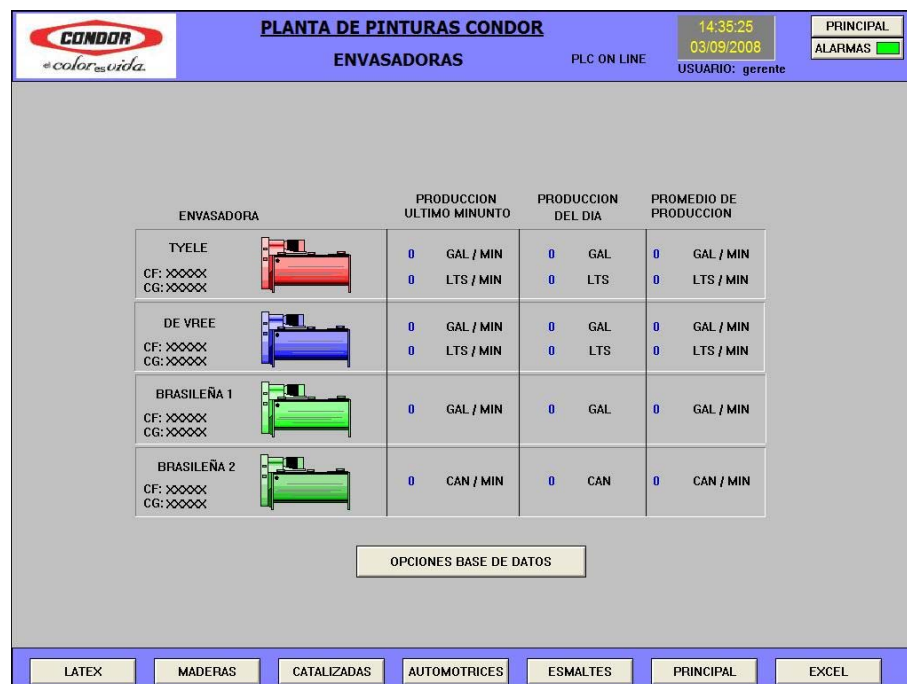


Figura 5.12. Ventana de Monitoreo de Envasadoras

Una ventana a la cual solo tiene acceso el grupo *gerente* es la ventana de opciones de la base de datos, es aquí donde se puede configurar la hora a la que se debe almacenar los datos de las envasadoras. Esta hora es la que indica cuando termina un periodo de envasado y puede ser de una a tres veces al día que se almacenen estos datos.

Esto se ha hecho con el propósito de almacenar la información de las envasadoras al final de cada turno en el caso de que se trabajen tres turnos en un solo día, ya que lo normal es que se trabaje hasta un máximo de dos turnos.

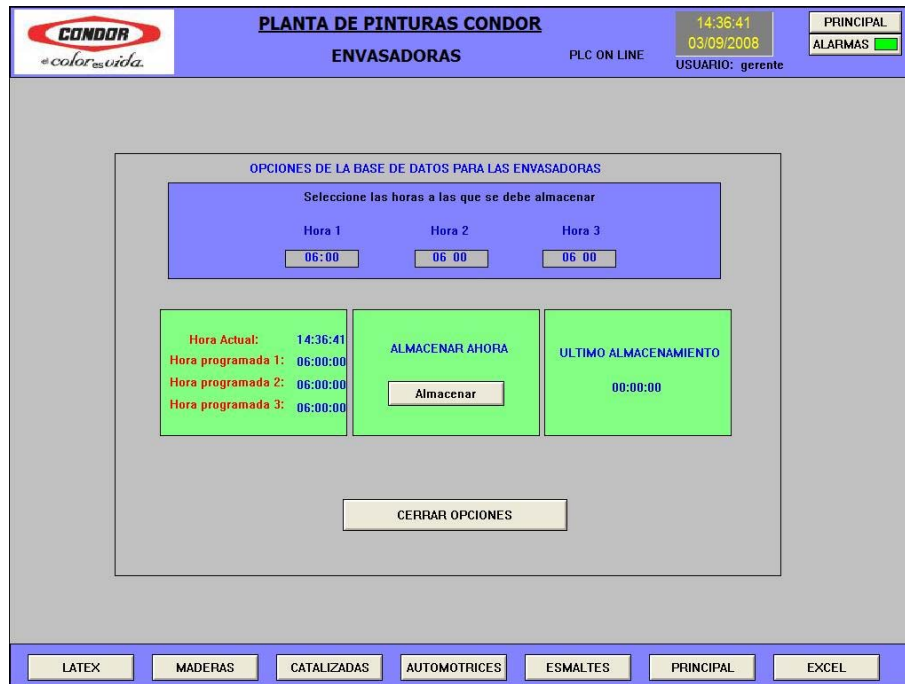


Figura 5.13. Ventana de Opciones para Envasadoras

La ventana de tiempos de producción es solo accesible para el grupo *supervisor* ya que es aquí donde se debe ingresar datos para el envasado de cada lote y que al final del proceso son enviados a la base de datos.

Algunos de estos datos que ingresa el supervisor también son sensados por el PLC por lo que se tiene dos datos como la cantidad ingresada a la cual se llamará cantidad teórica y la cantidad sensada la que se llamará cantidad real.



Figura 5.14. Ventana de Tiempos de Producción

Cuando existe una falla en las envasadoras se puede ir a la ventana de alarmas en la cual se podrá ver la hora a la que se produjo y la hora a la que fue reconocida la falla, además esta información también se almacena en la base de datos.



Figura 5.15. Ventana de Alarmas de Envasadoras

Para salir de la aplicación de monitoreo se ha colocado un solo botón que se encuentra en la ventana del menú principal, en la esquina superior derecha, el cual llama a un cuadro de dialogo en el que se tiene que confirmar si se desea salir, caso contrario regresará a la ventana anterior.

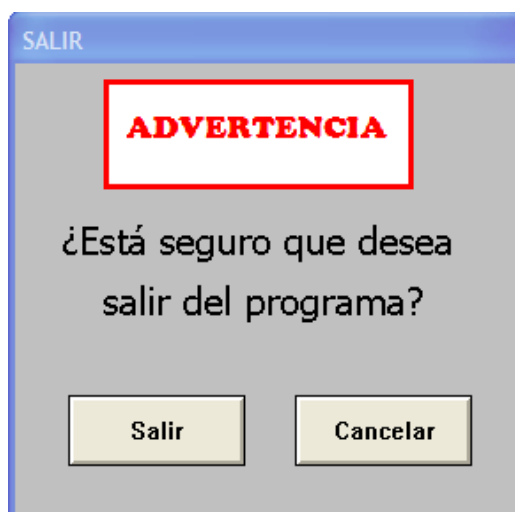


Figura 5.16. Ventana para Salir del Programa

5.4.3. Comunicación de InTouch con la base de datos

El nexa entre el programa de InTouch y el SQL Server es el objeto llamado Bind List, en el cual consta que variables de InTouch se comunican con las respectivas variables del SQL, como se puede ver en la figura 5.17.

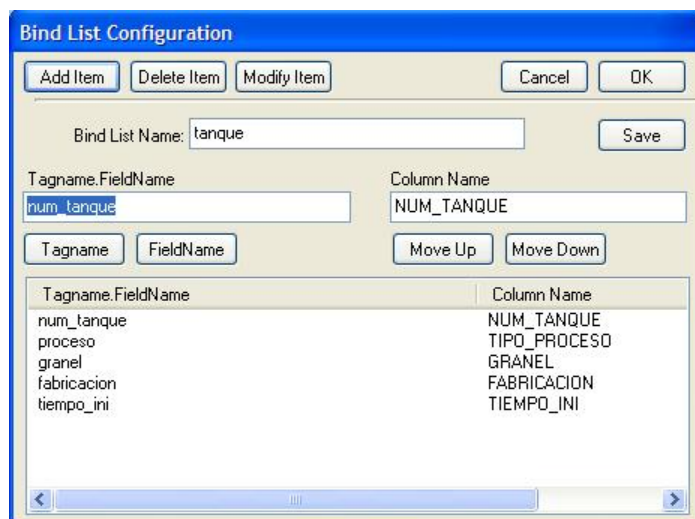


Figura 5.17. Creación de un Bind List

Para esto primero se debe dar un nombre al Bind List y en el campo del lado izquierdo van todas las variables de InTouch que se necesita que se almacenen en la base de datos.

En la columna de la derecha se tiene el nombre de la variable en la base de datos creada que va a recibir la información desde el InTouch.

Para que la comunicación pueda comenzar se debe ejecutar desde el Intouch el comando `SQLConnect(ConnectionID,"ConnectionString");` el cual abre la comunicación con el SQL Server.

Cuando se deseen insertar datos en la base se debe ejecutar el comando `SQLInsert(ConnectionID,TableName, BindList);`

Y una vez que se termine de insertar los datos se debe cerrar la comunicación usando el comando `SQLDisconnect(ConnectionID);`

Estos comandos retornan un número entero con el que se puede saber si existe algún error en la comunicación con la base de datos y de esta manera identificarlo para solucionar el problema.

5.5. DESARROLLO DE LA BASE DE DATOS

El servidor de base de datos más aconsejable es el SQL Server 2005, ya que se encuentra completamente integrado con el paquete FactorySuite y no se tiene problemas de compatibilidad.

Para una mejor organización de la información, se creó una base de datos llamada “monitoreo”, dentro de la cual están varias tablas creadas por InTouch pero se ocupará tablas nuevas que son creadas exclusivamente para nuestra aplicación.

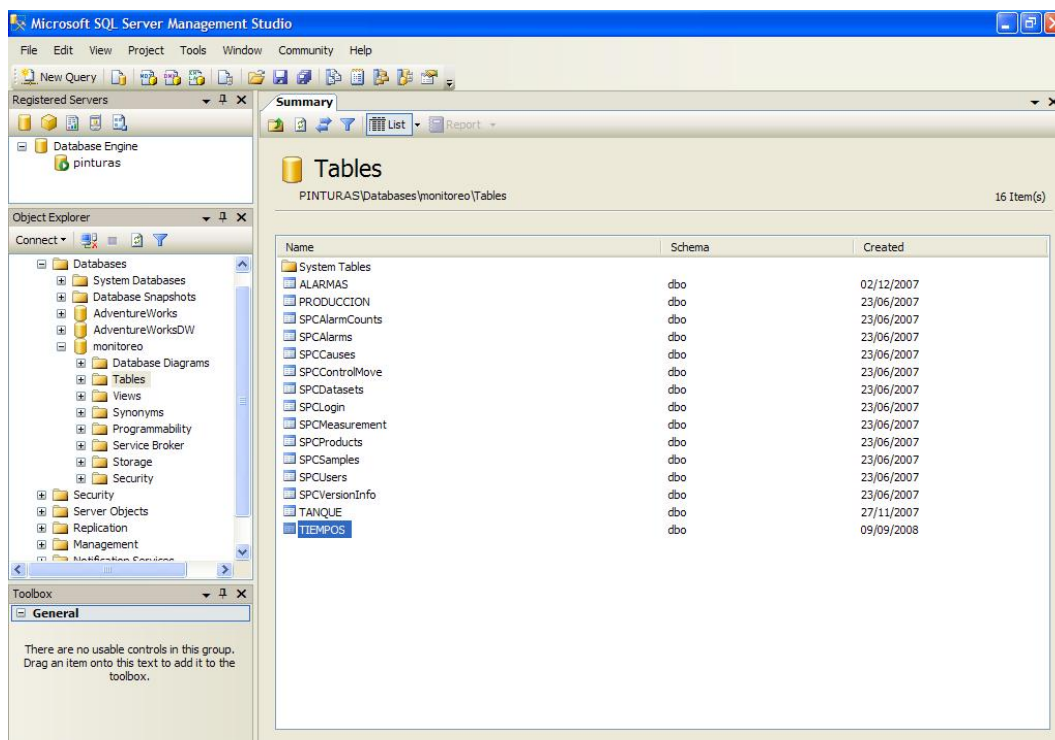


Figura 5.18. Tablas de la Base de Datos

Se creará las siguientes tablas:

- **TANQUE:** Registrará la información de fabricación y envasado de los 32 tanques.
- **PRODUCCIÓN:** Registrará la información de la producción de todos los periodos de trabajo de las 4 envasadoras automáticas.
- **TIEMPOS:** Registrará la información de los procesos de lotes de las 4 envasadoras automáticas.
- **ALARMAS:** Registrará la información de las fallas existentes de las 4 envasadoras automáticas.

En cada una de estas tablas se creará un identificador el cual facilitará la búsqueda y organización de la información al momento de visualizarla. Este identificador se incrementará automáticamente cada vez que se inserte un dato en la tabla.

Las horas que se almacenan en la base de datos para cada uno de los distintos procesos que se monitorea tendrán el formato “*datetime*” ya que este formato facilitará la clasificación y búsqueda de información cuando se tenga grandes volúmenes de datos, al hacer esto, se permite el uso de filtros que clasificarán la información de una manera muy versátil.

Los datos almacenados serán lo más cortos posibles, como por ejemplo, el proceso que se realiza solo llevará una letra para identificarlo que será la “F” de fabricación o la “E” de envasado, esto ayudará a ahorrar memoria física y optimizar recursos.

A continuación se muestra el nombre de las variables y el tipo de dato que contendrán cada una de las tablas usadas:

Table - dbo.TANQUE		Summary
Column Name	Data Type	Allow Nulls
ID	numeric(18, 0)	<input type="checkbox"/>
NUM_TANQUE	int	<input type="checkbox"/>
TIPO_PROCESO	char(1)	<input type="checkbox"/>
GRANEL	varchar(30)	<input checked="" type="checkbox"/>
FABRICACION	varchar(30)	<input checked="" type="checkbox"/>
TIEMPO_INI	datetime	<input type="checkbox"/>
TIEMPO_FIN	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Figura 5.19. Tabla de Información de Tanques

Table - dbo.PRODUCCION		Summary
Column Name	Data Type	Allow Nulls
ID	numeric(18, 0)	<input type="checkbox"/>
ENVASADORA	int	<input type="checkbox"/>
PRODUCTO	char(1)	<input type="checkbox"/>
PRODUCCIÓN	numeric(18, 0)	<input type="checkbox"/>
PROMEDIO	numeric(18, 0)	<input type="checkbox"/>
FECHA	datetime	<input type="checkbox"/>
		<input type="checkbox"/>

Figura 5.20. Tabla de Información de Producción

Table - dbo.TIEMPOS		Summary
Column Name	Data Type	Allow Nulls
ID	numeric(18, 0)	<input type="checkbox"/>
ENVASADORA	int	<input type="checkbox"/>
FABRICACION	varchar(30)	<input checked="" type="checkbox"/>
ARTICULO	varchar(30)	<input checked="" type="checkbox"/>
CANTIDAD	int	<input type="checkbox"/>
PRODUCTO	char(1)	<input type="checkbox"/>
INICIO	datetime	<input type="checkbox"/>
FIN	datetime	<input type="checkbox"/>
SENSADO	int	<input type="checkbox"/>
TIEMPO	nchar(10)	<input type="checkbox"/>

Figura 5.21. Tabla de Información de los Tiempos de Producción

Table - dbo.ALARMAS		Summary
Column Name	Data Type	Allow Nulls
ID	numeric(18, 0)	<input type="checkbox"/>
ENVASADORA	int	<input type="checkbox"/>
ALARMA	datetime	<input type="checkbox"/>
RECONOCIMIENTO	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
DESACTIVACION	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 5.22. Tabla de Información de Alarmas de Envasadoras

5.6. DESARROLLO DE LA INTERFAZ DE REPORTE

La visualización de grandes cantidades de información es fácil manejarla desde EXCEL ya que una vez insertados los datos se puede utilizar todas las ventajas que brinda este programa tales como ordenamiento automático, filtros, uso de gráficas, realizar estadísticas, utilizar fórmulas con los datos insertados, etc.

Para insertar la información en EXCEL se debe acceder a la opción obtener datos externos y luego se elige la fuente desde SQL Server como se observa en la figura 5.23.

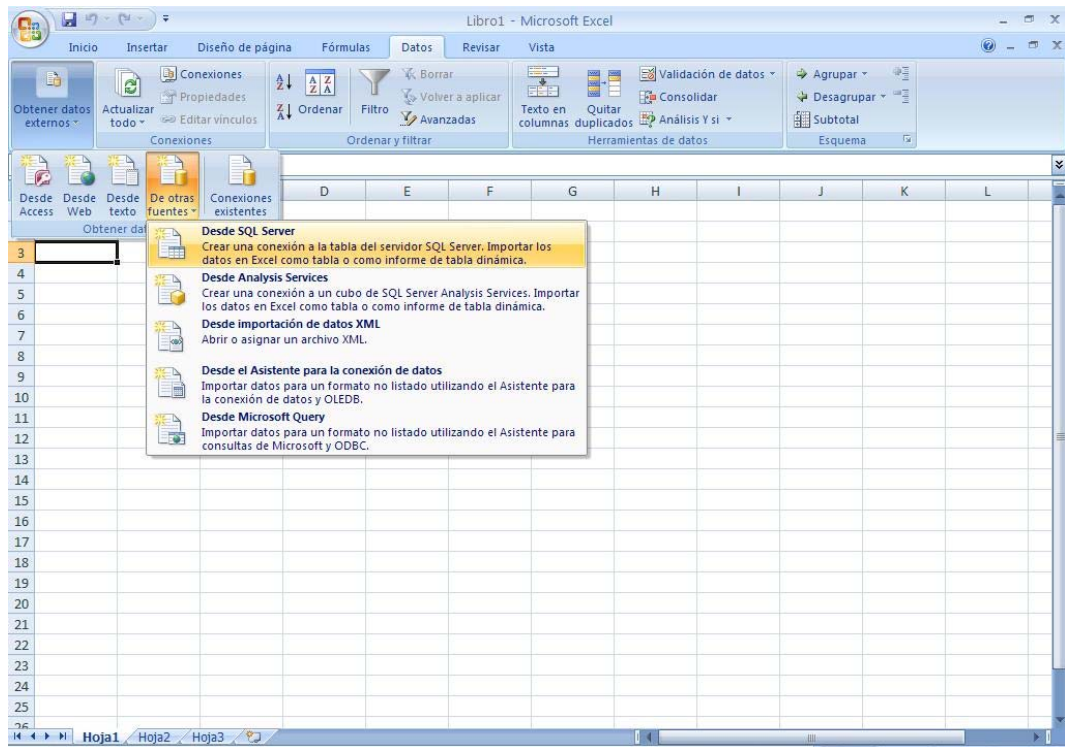


Figura 5.23. Envío de Datos desde SQL Server a Excel

A continuación se tiene que ingresar el nombre del servidor desde el que se desea leer los datos, más el nombre de usuario y contraseña para poder acceder a ellos (Figura 5.24).

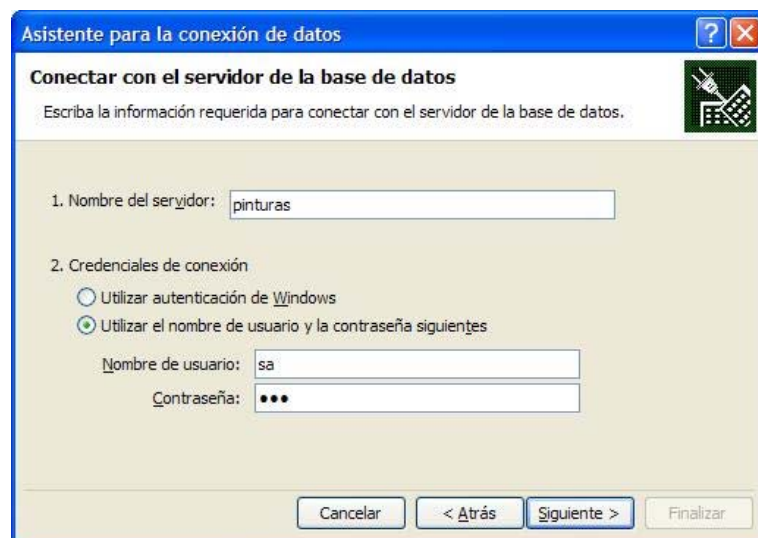


Figura 5.24. Selección del Servidor y Contraseña

Si los datos ingresados son correctos se abrirá una ventana en la que se puede elegir el nombre de la base de datos y el nombre de la tabla que se quiere insertar (Figura 5.25).

Por último se elige la celda en la que se debe insertar la información.

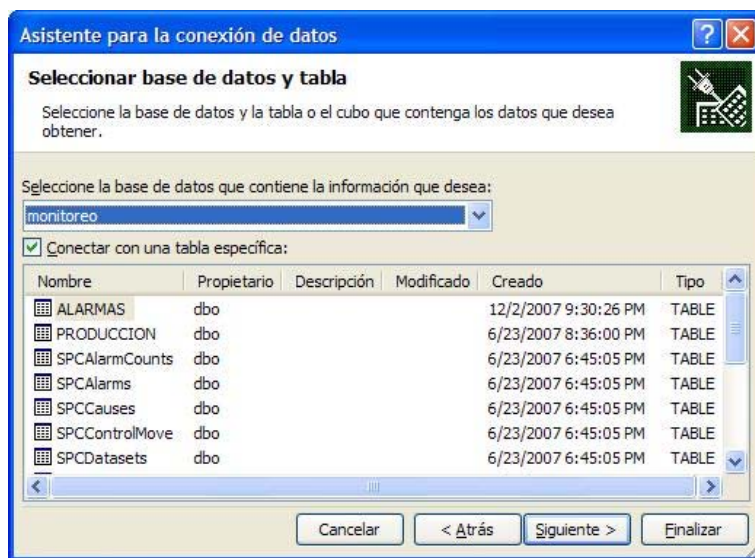


Figura 5.25. Selección de la Base de Datos

Cada tabla ha sido insertada en el mismo archivo Excel y configurada para mostrar los datos de la mejor manera, he incluso se ha calculado intervalos de tiempo para los procesos que lo requieren.

En las figuras 5.26 hasta la figura 5.29, se puede ver la información de la base de datos en hojas de Excel.

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
2	ID	NUM. TANQUE	TIPO PROCESO	GRANEL	FABRICACION	TIEMPO INI	TIEMPO FIN	INTERVALO			
3	292	29	E	542tra	039097739	21/08/2008 8:43	21/08/2008 8:45	0:02:05			
5	290	24	E	7833	039036624	21/08/2008 8:43	21/08/2008 8:45	0:02:05			
6	289	29	F	542tra	039097739	21/08/2008 8:41	21/08/2008 8:41	0:00:31			
7	288	24	F	7833	039036624	21/08/2008 8:41	21/08/2008 8:41	0:00:32			
41	245	28	E	1833	39037760	19/08/2008 8:59	19/08/2008 8:59	0:00:12			
42	244	27	E	500L	39037178	19/08/2008 8:59	19/08/2008 8:59	0:00:16			
43	243	28	F	1833	39037760	19/08/2008 8:58	19/08/2008 8:58	0:00:27			
44	242	27	F	500L	39037178	19/08/2008 8:58	19/08/2008 8:58	0:00:32			
45	185	28	F	1833	39037760	18/08/2008 12:00	18/08/2008 12:00	0:00:06			
46	157	25	F	2106	039000	18/08/2008 9:05	18/08/2008 9:06	0:00:46			
47	143	17	F	6100	39037827	15/08/2008 11:03	18/08/2008 10:32	23:29:00			
48	142	45	E	7080	39037848	15/08/2008 11:02	18/08/2008 12:00	0:57:47			
49											
50							TOTAL=	0:34:19			
51											

Figura 5.26. Visualización de los datos de Tanques

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
2	ENVASADORA	PRODUCTO	PRODUCCIÓN	PROMEDIO	FECHA					
2	55	1 L	464	10	19/08/2008 13:47					
3	56	1 G	1664	11	19/08/2008 13:47					
4	57	2 L	2360	22	19/08/2008 13:47					
5	58	2 G	1424	10	19/08/2008 13:47					
6	59	3 G	17	17	19/08/2008 13:47					
7	60	4 C	92	2	19/08/2008 13:47					
8	61	1 L	464	10	19/08/2008 13:51					
9	62	1 G	1664	11	19/08/2008 13:51					
10	63	2 L	2360	22	19/08/2008 13:51					
11	64	2 G	1424	10	19/08/2008 13:51					
12	65	3 G	17	17	19/08/2008 13:51					
13	66	4 C	92	2	19/08/2008 13:51					
20	73	1 L	8	4	20/08/2008 12:21					
21	74	1 G	3109	11	20/08/2008 12:21					
22	75	2 L	1816	20	20/08/2008 12:21					
23	76	2 G	1208	11	20/08/2008 12:21					
26			PROMEDIO=	12						
27										
28										
29										
30										

L	
G	galón
C	caneca
1	tl
2	dv
3	b1
4	b2

Figura 5.27. Visualización de los datos de Envasado

ID	ENVASADORA	CANTIDAD	PRODUCTO	FABRICACION	ARTICULO	INICIO	FIN	TIEMPO TOTAL	SENSADO	TIEMPO	TIEMPO MUERTO
								00/0:00	00/0:00	0:00	0:00
								00/0:00	00/0:00	0:00	0:00

Figura 5.28. Visualización de los datos de Tiempos de Envasado

ID	ENVASADORA	ALARMA	RECONOCIMIENTO	DESACTIVACION	INTERVALO
68	3	19/08/2008 9:00	19/08/2008 9:00	19/08/2008 9:00	0:00:28
67	1	19/08/2008 9:00	19/08/2008 9:00	19/08/2008 9:00	0:00:41
TOTAL=					0:01:09

Figura 5.29. Visualización de los datos de Alarmas de Envasadoras

CAPÍTULO VI

IMPLEMENTACIÓN

6.1. CONSTRUCCIÓN DE LOS TABLEROS DE CONTROL

Los tableros tienen la función de proteger los elementos que estén instalados dentro de él. En la parte exterior de tablero se pondrá los elementos de control como switches, luces piloto, pulsadores, etc.; en la parte interior serán instalados el PLC, borneras, breakers, diferente cableado de control y fuerza, canaleta, relés, etc.

El tablero está recubierto de pintura antiestática, esto para no tener problemas de cortocircuitos, fuga de energía o varios imprevistos.

6.1.1. Selección de tableros

- **Tablero ENV**

Este tablero monitorea el envasado de los 32 tanques de producción de pintura, es el más grande de los tableros con las siguientes dimensiones: 60x60x20 cm, en la parte frontal de tablero están instalados un total de 36 switch (32 switch para tanques, 4 switch para alarmas), 35 luces piloto (32 para tanques y 3 para alarmas) y 1 pulsador ACK.

En el interior del tablero están instaladas 2 Fuentes de Poder de 24 VDC, 1 PLC WAGO (1 CPU Ethernet, 19 módulos de entrada, 1 módulo de salida, 1 módulo final), 2 Breakers y 96 Borneras.

- **Tablero F-1**

En la primera zona de la planta de fabricación de pintura, se encuentra el primer tablero de control para el monitoreo de 21 tanques (19 tanques en el interior de la planta y 2 en el exterior) del proceso de fabricación, este tiene las siguientes dimensiones: 60x40x20 cm; están instalados 21 swichs con sus respectivas luces piloto. En el interior se tiene 1 Breaker, 35 Borneras y 1 Relé.

- **Tablero F-2**

Los restantes 11 tanques se encuentran en la segunda zona de la planta de fabricación, aquí se encuentra el segundo tablero de dimensiones: 60x40x20 cm; están instalados 11 switch con sus respectivas luces piloto. En el interior está instalado 1 Fuente de 24 VDC y 16 borneras.

6.1.2. Ubicación de tableros

Los tableros se encuentran dentro de la planta de producción de pintura (ver **ANEXO V**); el tablero principal o ENV está instalado en la parte central de la planta de envasado (Planta Baja), cerca de la máquina envasadora TYELE; éste se encuentra en un lugar visible y de cómodo uso para los operarios.

Los tableros F-1 y F-2 se encuentran en la planta de fabricación, el primer tablero está cerca de los tanques 52, 53, 54; tanto que el tablero F-2 está instalado en una parte

relativamente lejana (Planta 1), esto porque los productos que se fabrican en dichos tanques son altamente explosivos, por lo cual el tablero se instaló en un lugar ventilado y alejado de estos tanques.

6.2. CABLEADO

6.2.1. Generalidades

Todas las señales, tanto del tablero F1, F2 y sensores (Figura 6.1), llegan al PLC en el tablero ENV; la distancia aproximada del cableado se puede ver en la tabla 6.1.

Tabla. 6.1. Distancias de conexión de tableros y sensores

Desde / Hasta	Distancia Aproximada (metros)
F-1 / ENV	20
F-2 / ENV	60
TL / ENV	10
DV / ENV	30
B1 / ENV	30
B2 / ENV	30

La alimentación de 110 VAC y 24 VDC, es repartida desde el tablero de ENV hacia los otros tableros, así como también hacia los sensores.

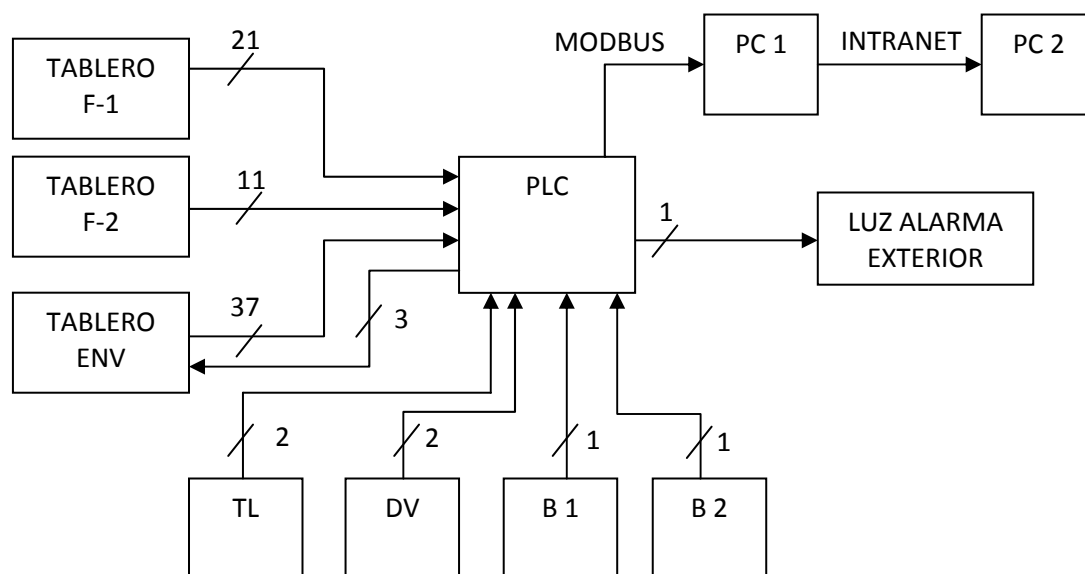


Figura. 6.1. Señales de entrada y salida

6.2.2. Selección de cable

- **Cable de control**

Para el cable de control se ha seleccionado el Cable Sucre 4x16 AWG como una buena opción para instalaciones industriales.

Para el cálculo de la cantidad aproximada de cable se obtiene en la tabla 6.2:

Tabla. 6.2. Cálculo de cable de control

Tablero	# de Cables Simples				# Cables Sucre	Longitud metros	Total metros
	Control	24 VDC	0 VDC	Total			
F-1 a ENV	22	1	1	24	6	20	120
F-2 a ENV	11	0	1	12	3	60	180
Total =							300

Sensores	# de Cables Simples				# Cables Sucre	Longitud metros	Total metros
	<i>Control</i>	<i>24 VDC</i>	<i>0 VDC</i>	<i>Total</i>			
TL a ENV	2	1	1	4	1	20	20
DV a ENV	2	1	1	4	1	30	30
B1 a ENV	1	1	1	3	1	30	30
B2 a ENV	1	1	1	3	1	30	30
						Total =	110

El total es de aproximadamente 410 metros de cable sucre 4x16AWG (Tabla 6.2), para conexión de tableros y sensores.

- **Cable de fuerza**

Para alimentar a todos los tableros se ha seleccionado el Cable Sucre 3x14 AWG, ocupa 2 cables para la alimentación de AC y 1 cable para Tierra.

Tabla. 6.3. Cálculo de cable de fuerza

Alimentación	# de Cables Simples				# Cables Sucre	Longitud metros	Total metros
	<i>Línea</i>	<i>Neutro</i>	<i>Tierra</i>	<i>Total</i>			
F-1 a ENV	1	1	1	3	1	20	20
F-2 a ENV	1	1	1	3	1	60	60
T_Alim¹ a F-1	1	1	1	3	1	10	10
						Total =	90

Aproximadamente 90 metros de cable sucre 3x14AWG (Tabla 6.3).

¹ Tablero de Alimentación, aquí se obtiene los 110 VAC y la línea de tierra; se encuentra cerca del Tablero de Fabricación F-1

- **Canaleta**

En algunos tramos se instaló nueva canaleta de hojalata de 15x10 cm, se calculó un total aproximado de 55 metros de canaleta. También se utilizó las canaletas ya instaladas dentro de la planta de producción.

6.2.3. Conexiones

- **PLC y Borneras**

Los cables con una sección de 0.08 a 2.5 mm² (AWG 28-12) pueden ser conectados en el sistema CAGE CLAMP^{®2} (Figura 6.2 y Figura 6.4), conexión que resiste la vibración, además es fácil y rápida. Para que actúe el sistema CAGE CLAMP[®], se ingresa una herramienta de operación en la abertura encima de la conexión. Enseguida, se ingresa el cable por la correspondiente abertura. El cable es sujetado firmemente al retirar la herramienta (Figura 6.3).

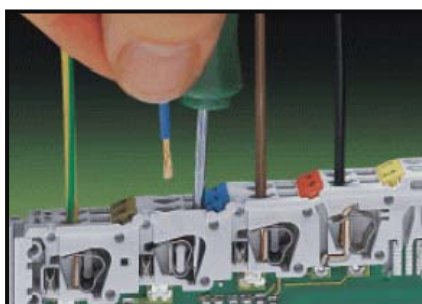


Figura. 6.2. Conexión de cables con el sistema CAGE CLAMP[®]

²Manual WAGO-I/O-SYSTEM 750, Modular I/O System, Wago Kontakttechnik GmbH, Version 2.0.0, Electrical Installation, 2001

La fuerza del sujetador es ajustada automáticamente según la sección del cable. Toda la presión de la sección del sistema CAGE CLAMP® es aplicada contra el conductor sin dañarlo.

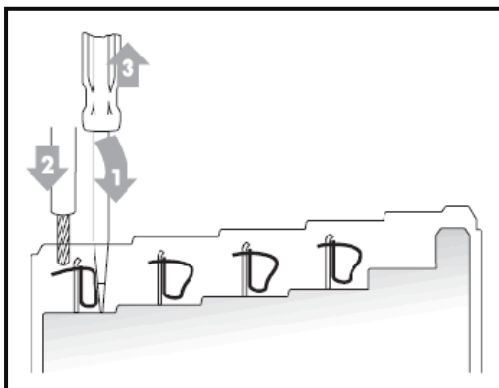


Figura. 6.3. Sistema CAGE CLAMP®

La conexión puede ser hecha rápidamente y es también de libre mantenimiento, ahorrando costos de chequeos periódicos de las terminales de conexión.

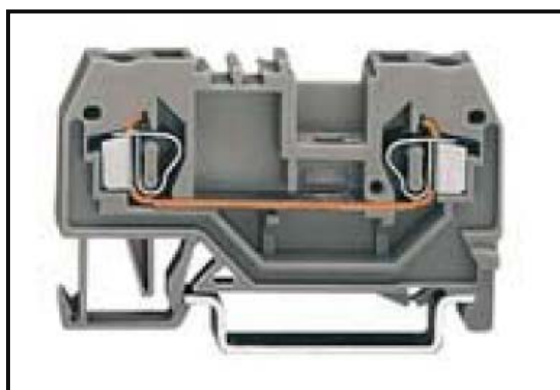


Figura. 6.4. Bornera con el Sistema CAGE CLAMP®

6.3. INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

6.3.1. Implementación

- PLC

El PLC está instalado en la parte central interior del tablero ENV, se encuentran instalados de izquierda a derecha, el CPU, 19 módulos de entrada, 1 módulo de salida y el módulo final (Figura 6.5). Las conexiones son hechas con el sistema *CAGE CLAMP* visto en la sección 6.2.3. El Controlador del PLC está conectado a Ethernet por medio del punto de datos 74³.

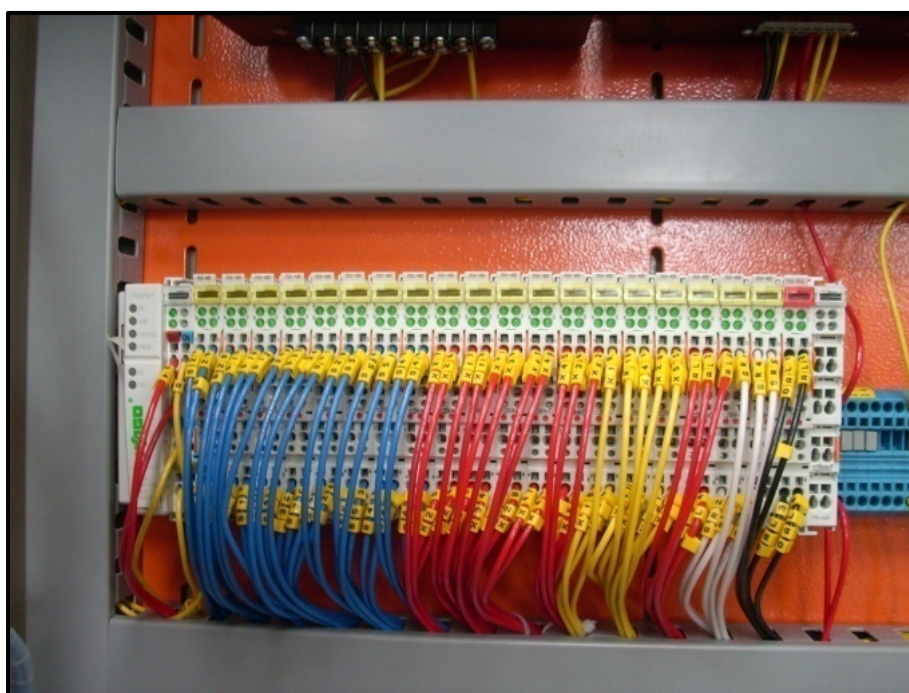


Figura. 6.5. Conexiones de los módulos del PLC WAGO 750-842

³ Punto de datos facilitado de la intranet de Pinturas Cóndor

- **Fuentes de Poder**

La alimentación se la hace a partir de 3 fuentes de poder de 24 VDC, 2 fuentes están instaladas en el tablero ENV (Figura 6.6), la primera fuente alimenta a las luces piloto del tablero ENV, la segunda fuente alimenta a las luces piloto del tablero F-1, al PLC y los sensores; la tercera fuente está instalada en el tablero F-2 y alimenta a los elementos instalados en este.



Figura. 6.6. Instalación de las fuentes de poder de 24 VDC

- **Tablero ENV**

En la figura 6.7 se encuentra la ubicación de los elementos instalados en el interior del tablero ENV, las fuentes de poder se encuentran en la parte superior, PLC y borneras de alimentación principal en la parte central, abajo están las borneras auxiliares de conexión.



Figura. 6.7. Interior del tablero ENV

Las conexiones en la compuerta interior del tablero se hicieron de acuerdo a los colores de cables, esto es, amarillo para neutro o 0 VDC, rojo para 24 VDC y azul para las señales del PLC (Figura 6.8).

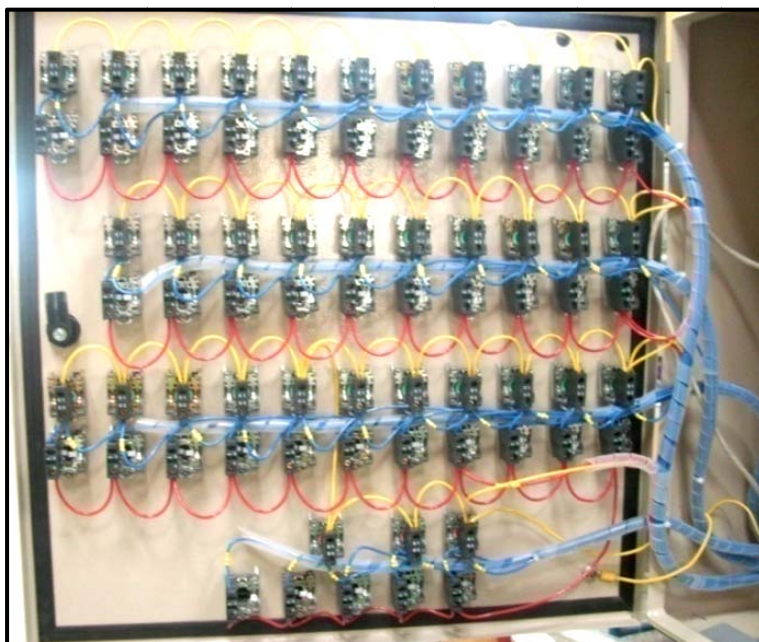


Figura. 6.8. Interior de la compuerta del tablero ENV

La ubicación de los elementos instalados en el exterior del tablero ENV se puede ver en la figura 6.9; para el proceso de envasado se utilizaron luces piloto verdes mientras que para las alarmas se utilizó luces piloto rojas, todos los switches son de dos posiciones (*On – Off*).



Figura. 6.9. Exterior de la compuerta del tablero ENV

Los diagramas de conexión del tablero ENV se puede ver en el **ANEXO V**; cada breaker permite el encendido de cada una de las fuentes de poder, toda la alimentación del sistema se hace a partir de las borneras de alimentación, tanto para luces, sensores, switches, PLC, etc; éstas borneras están divididas y señalizadas para 24 VDC, 0 VDC, Tierra, como también la alimentación 110 VAC. Las señales de los tableros ENV, F-1 y F-2 llegan a las borneras auxiliares de conexión que están en la parte inferior de la figura 6.10.

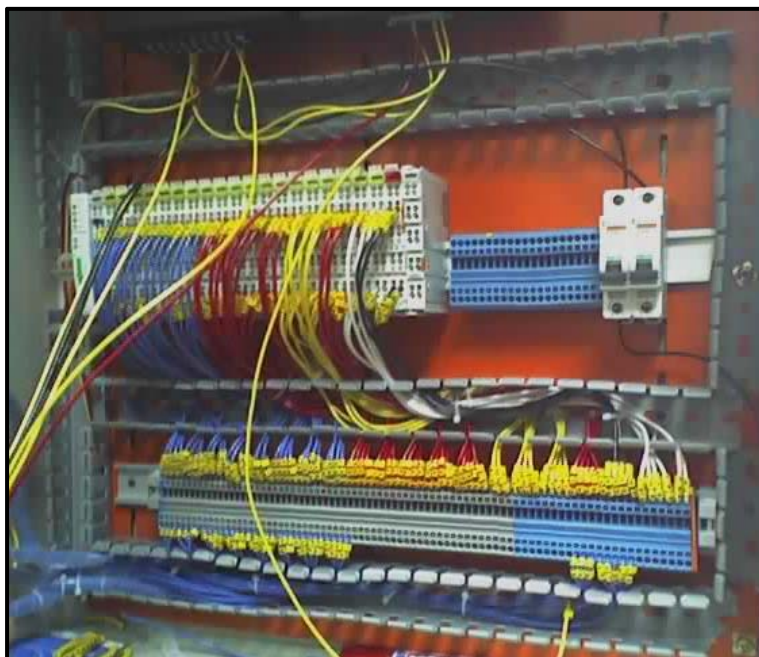


Figura. 6.10. Proceso de cableado en el tablero ENV

Finalización del proceso de cableado y puesta en marcha del tablero ENV (Figura 6.11).

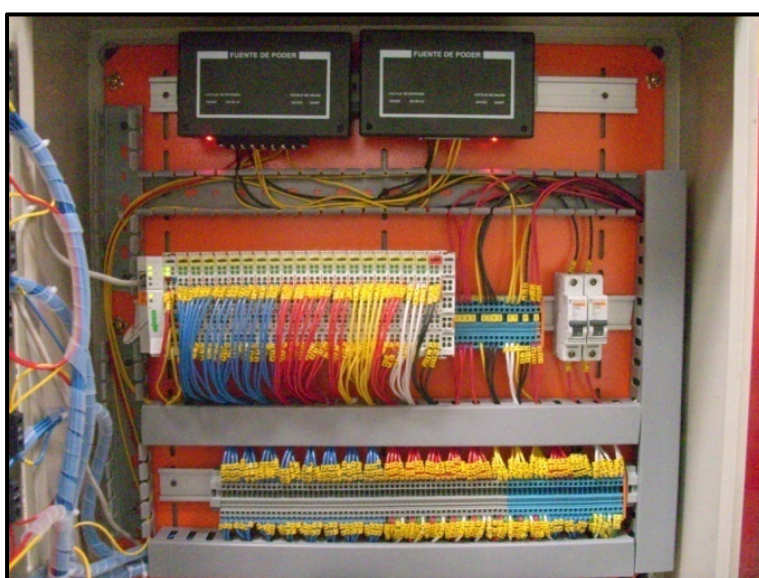


Figura. 6.11. Puesta en marcha del tablero ENV

- **Tablero F-1**

En la figura 6.12 se puede ver la ubicación de los elementos instalados en el interior del tablero F-1; aquí se encuentra el breaker principal para la alimentación del sistema, las borneras de alimentación 110 VAC, borneras auxiliares de conexión para las señales del tablero, borneras de alimentación 24 VDC, 0 VDC y Tierra, borneras de conexión para el relé, y el relé. Los diagramas de conexión del tablero F-1 se pueden ver en el **ANEXO V** de este documento.



Figura. 6.12. Interior del tablero F-1

Igualmente que el tablero ENV las conexiones para la compuerta fueron a partir del color del cable, amarillo para 0 VDC, rojo para 24 VDC y azul para las señales del tablero hacia el PLC (Figura 6.13).

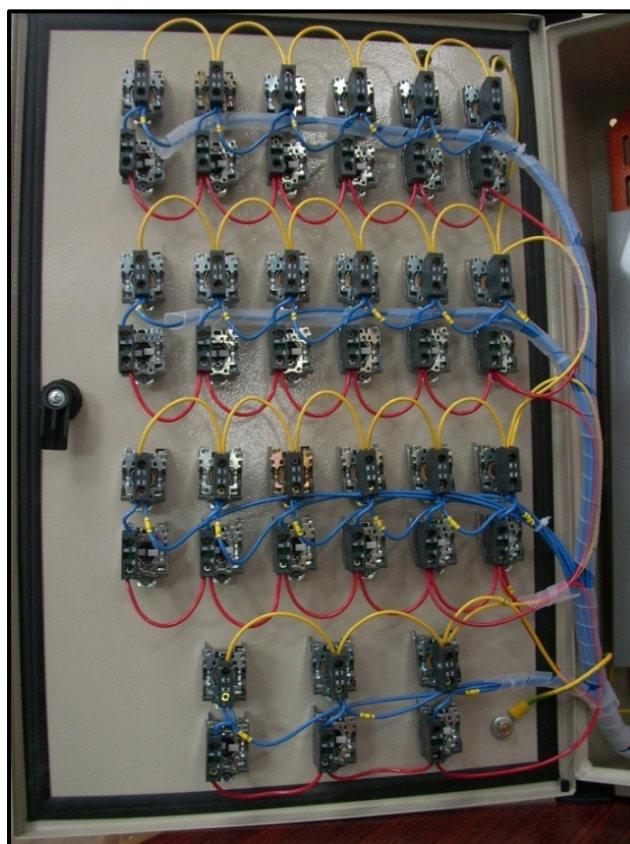


Figura. 6.13. Interior de la compuerta del tablero F-1

En la figura 6.14 se puede ver la ubicación de los elementos instalados en el exterior del tablero F-1; para el proceso de fabricación de pintura, se utilizó luces piloto color amarillo y switches de dos posiciones.



Figura. 6.14. Exterior de la compuerta del tablero F-1

Finalización del proceso de cableado y puesta en marcha del tablero F-1 (Figura 6.15).

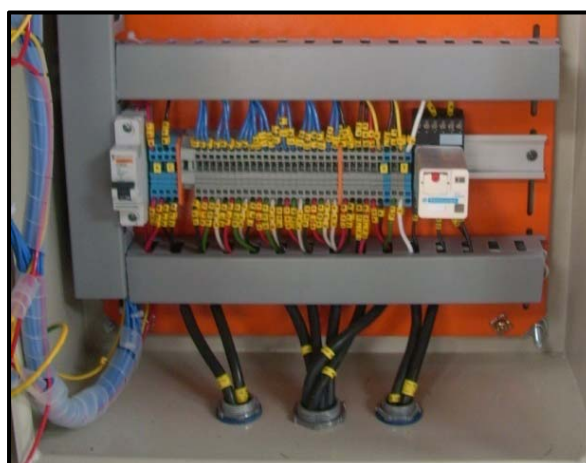


Figura. 6.15. Puesta en marcha del tablero F-1

- **Tablero F-2**

En la figura 6.16 se puede ver la ubicación de los elementos instalados en el interior del tablero F-2; este tablero es el más alejado del sistema en general, por lo que tiene una fuente de poder para su alimentación. Esta fuente se encuentra instalada en la parte central del tablero, en la parte de abajo se encuentran las borneras de alimentación 110 VAC, borneras de conexión auxiliar para las señales del tablero hacia el PLC y las borneras de alimentación de 24 VDC, 0 VDC y Tierra. Los diagramas de conexión se pueden ver en el **ANEXO V**.



Figura. 6.16. Interior del tablero F-2

Al igual que los tableros ENV y F-1, las conexiones en la compuerta fueron diferenciadas por los colores de los cables, amarillo para 0 VDC, rojo para 24 VDC y azul para las señales del tablero hacia el PLC (Figura 6.17).

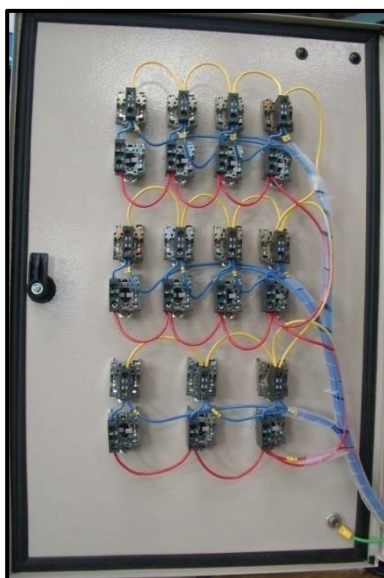


Figura. 6.17. Interior de la compuerta del tablero F-2

La ubicación de los elementos instalados en el exterior del tablero se puede ver en la figura 6.18; igual que el tablero F-1, se utilizó luces piloto amarillas para el proceso de fabricación y switches de dos posiciones.



Figura. 6.18. Exterior de la compuerta del tablero F-2

Finalización del proceso de cableado y puesta en marcha del tablero F-2 (Figura 6.19).



Figura. 6.19. Puesta en marcha del tablero F-2

- **Pruebas de conexión**

Las pruebas de conexión fueron hechas antes de instalar los tableros en sus posiciones designadas, se conectaron los tres tableros para hacer una serie de pruebas y los resultados fueron positivos (Figura 6.20).

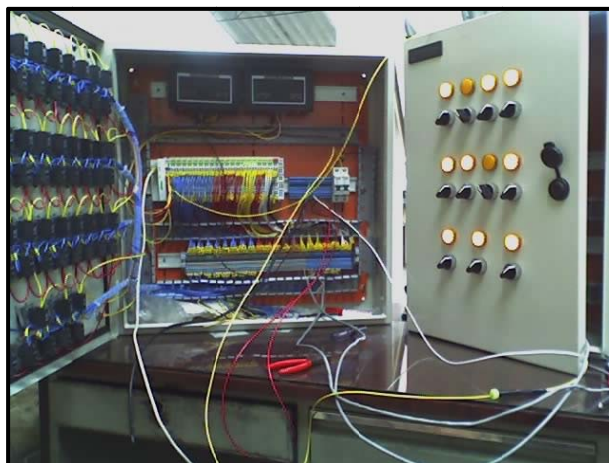


Figura. 6.20. Pruebas de conexión entre tableros

- **Sensores de la envasadora TYELE**

En la máquina envasadora automática TYELE, se envasa galones o litros, el sensor inferior detecta los litros o ambos (sensor inferior y superior) si son galones. Estos sensores están instalados en la banda transportadora de la máquina (Figura 6.21).

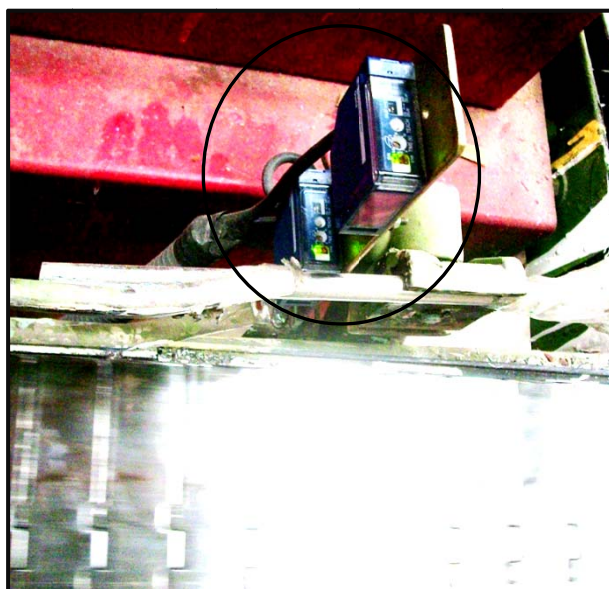


Figura. 6.21. Sensores instalados en la envasadora TYELE

- **Sensores de la envasadora DEVREE**

Igualmente, la máquina envasadora automática DEVREE, envasa galones o litros, los sensores se activan si son litros o galones. Estos sensores están instalados en la banda transportadora de la máquina (Figura 6.22).



Figura. 6.22. Sensores instalados en la envasadora DEVREE

- **Sensor de la envasadora BRASILEÑA 1**

En esta envasadora solamente se envasa galones, un sensor está instalado en la banda transportadora de la máquina (Figura 6.23).



Figura. 6.23. Sensor instalado en la envasadora BRASILEÑA 1

- **Sensor de la envasadora BRASILEÑA 2**

Esta envasadora solo envasa canecas, el sensor está instalado al final de la banda transportadora de la máquina (Figura 6.24).



Figura. 6.24. Sensor instalado en la envasadora BRASILEÑA 2

CAPÍTULO VII

PRUEBAS Y RESULTADOS

7.1. PRUEBA DEL SUBSISTEMA DE MONITOREO DE TANQUES DE PRODUCCIÓN

El procedimiento de pruebas del nuevo sistema de monitoreo de tanques se realizó en el siguiente orden:

7.1.1. Operación de equipos para el sistema de monitoreo de tanques

Los equipos (PLC, fuentes de voltaje) fueron probados previamente a la instalación, con el fin de evitar contratiempos de un mal funcionamiento. Con las pruebas se familiarizó con el funcionamiento y configuración de cada uno de los equipos.

7.1.2. Operación de los elementos montados en los tableros de control

Antes de instalar los tableros, se probó en el departamento de mantenimiento, el funcionamiento correcto de cada uno de los elementos.

7.1.3. Verificación del cableado de los elementos de control

Se revisó el cableado de cada tablero, tanto la parte de alimentación como la de control. Se comprobó que las señales de voltaje sean las correctas y que estas no sean variables.

7.1.4. Vínculo de comunicación de la red Modbus Ethernet

Se comprobó el vínculo de comunicación con un computador personal y el PLC WAGO, se utilizó el software IO-Server MBENET, estas pruebas fueron hechas en el departamento de mantenimiento.

7.1.5. Funcionamiento del programa de control

Estas pruebas fueron realizadas con el software WAGO-IO-PRO 32 que viene incluida con el PLC WAGO en la que se puede crear una ventana con todos los objetos físicos que se controlan, además de los sensores y elementos de entrada, también se permite visualizar una animación tal como sucede en la realidad, otra ventaja de esta herramienta es la simulación del programa sin estar conectado con el PLC; se realizó y simuló la lógica de control tanto en línea como fuera de línea con el PLC.

7.1.6. Vínculo de comunicación con la base de datos

Las pruebas de comunicación se realizaron desde varios computadores, algunos pertenecientes a la empresa cuya comunicación es por cable UTP y otras pruebas desde computadores portátiles conectados vía wireless.

7.1.7. Funcionamiento de la HMI del sistema de monitoreo de tanques

Se realizaron pruebas antes y después de la instalación y se comprobó el correcto funcionamiento del sistema de monitoreo de tanques, a más de las animaciones creadas para cada tanque.

7.1.8. Operación del sistema de monitoreo de tanques

Para la realización de esta prueba se capacitó sobre el funcionamiento del sistema a los operarios del primer turno de la semana, para que de esta manera se pueda comprobar el funcionamiento total de los tanques dentro de la Planta.

Se detectó que algunos de los procesos monitoreados duran varios días por lo que fue necesario que la computadora principal permanezca encendida las 24 horas de los 7 días de la semana para que se registren los procesos por completo.

Para esto fue necesaria la instalación de un tomacorriente independiente solo para la computadora de la base de datos, ya que los tomacorrientes existentes en la planta tienen un sistema de seguridad, que los desconecta todos los días cuando se termina el horario de trabajo.

7.2. PRUEBA DEL SUBSISTEMA DE MONITOREO DE ALARMAS Y MÁQUINAS ENVASADORAS DE PINTURA

El procedimiento de pruebas del nuevo sistema de monitoreo de alarmas y máquinas envasadoras se realizó en el siguiente orden:

7.2.1. Operación de equipos para el sistema de monitoreo de alarmas y máquinas envasadoras

Se instalaron y configuraron los sensores de la mejor manera de acuerdo a la ubicación y velocidad de las máquinas envasadoras, estas pruebas fueron realizadas en sus lugares de trabajo, tratando de obtener una señal óptima. También, se verificó el correcto funcionamiento de la luz alarma.

7.2.2. Verificación del cableado de los elementos de control

Se comprobó el cableado del sistema, lo que es alimentación tanto de sensores como para la luz alarma, así como también, la obtención de las señales enviadas por los sensores.

7.2.3. Funcionamiento del HMI del sistema de monitoreo de alarmas y máquinas envasadoras

Se hicieron pruebas de la HMI de alarmas antes de la instalación, y con el sistema ya instalado para las máquinas envasadoras. Se realizaron alarmas falsas con sus respectivos reconocimientos y para las máquinas envasadoras se hicieron conteos falsos en cada una de ellas.

Se detectó que el conteo en las envasadoras tenía ciertas fallas debido a la velocidad de comunicación, pero además como el conteo de los tarros se estaba realizando a través del programa de InTouch el error era demasiado grande por lo que se cambió la programación para que sea el PLC el que realiza el conteo de los tarros en todas las envasadoras.

7.2.4. Operación del sistema de monitoreo de alarmas y de máquinas envasadoras

Se realizaron pruebas de falsas alarmas de daños de envasadoras y se capacitó al departamento de mantenimiento para que utilicen el sistema de monitoreo de alarmas.

También se comparó el conteo manual y sensado de la producción del envasado de varios lotes de pintura, esto para ver errores en el sensado o detectar fallas en la configuración del sensor.

Se detectó que en ocasiones el conteo de los tarros de pintura no coincide con los valores reales de producción, y después de hacer varias pruebas en tiempo real y verificar el funcionamiento se llegó a determinar que existían las siguientes fallas:

- El problema se dio por los tarros de galón metálicos, ya que estos tienen orejas metálicas que no son cubiertas por las etiquetas, las cuales reflejan al sensor demasiada luz, por lo que este da un doble pulso solo en el caso de que las orejas de los tarros metálicos pasan justo por delante del sensor, produciendo dobles conteos en varias ocasiones.
- Otro de los motivos por el que los conteos no coincidían fue debido a que se tienen varias maneras de envasar y empacar los productos, una de ellas es cuando se envasa el producto en la máquina envasadora y antes de que entre a la emplastadora los operarios desvían los productos manualmente y los introducen en cajas de cartón, al hacer esto interfieren con el proceso normal de envasado y emplastado por lo que incluso provocan que los sensores tengan falsas activaciones y de esta manera se altera significativamente la cuenta detectada por el PLC.

- Por último también se detectó que cuando las máquinas emplastificadoras fallan por algún motivo el producto tiene que volver a ser emplastificado, por lo que el operador desarma el paquete que está con falla y coloca los tarros nuevamente en la banda transportadora para que estos entren al proceso de emplastificado por segunda ocasión, al hacer esto los tarros vuelven a pasar por los sensores y el PLC aumenta la producción innecesariamente provocando un error en el conteo.

7.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una vez efectuadas las pruebas en los dos subsistemas de monitoreo se obtuvieron los resultados siguientes:

7.3.1. Operación de equipos para el sistema de monitoreo de tanques

Los equipos como las fuentes de poder tuvieron un correcto desempeño, y las señales se transmitieron correctamente.

Al probar la comunicación con el PLC se detectó que existían fallas, lo que obligaba al controlador a cerrar la comunicación y entrar en modo de falla, impidiendo la entrada y salida de datos por el puerto de Ethernet.

Gracias a la autodetección de errores del PLC, se comprobó que la falla correspondía a un problema en la inicialización de la comunicación, cuyo código se indica a continuación:

“*Fault code 6: Fieldbus specific errors. 4: TCP/IP initialization error*”¹

Para solucionar este problema se tuvo que contactar con los distribuidores del PLC y a través de un cable de conexión serial que ellos disponen se configuró el tiempo del *watchdog timer* del PLC en 3 segundos.

Esto fue necesario ya que debido a problemas de la red se cierra el canal de comunicación Ethernet del PLC, por lo que se abre otro canal de los 3 disponibles, pero si en algún momento se intenta abrir un cuarto canal la comunicación se cuelga y la única solución es volver a grabar la dirección IP fija del PLC conectándolo con un cable cruzado directamente a una PC (**VER ANEXO III**).

Una vez que se configuró el *watchdog timer* del PLC se solucionó el problema definitivamente aunque la red sigue trabajando a la misma velocidad.

7.3.2. Operación de los elementos montados en los tableros de control

Los elementos fueron probados uno por uno, se tuvo un solo error de un switch instalado en el tablero principal que se lo reemplazó en ese momento; en tanto que, todas las luces piloto funcionaron bien.

7.3.3. Verificación del cableado de los elementos de control

Se ajustó todas las conexiones y se alivió un poco de tensión de algunos cables dentro de los tableros. Se señaló todo el cableado correctamente con marcadores adhesivos o de cable.

¹ WAGO I/O SYSTEM 750 MODULAR I/O SYSTEM ETHERNET TCP/IP 750-342, 750-842, WAGO Kontakttechnik GmbH, VERSION 2.0.0, Fault message via blink code from the I/O-LED, 2001

7.3.4. Vínculo de comunicación de la red Modbus Ethernet

En un inicio, se tuvo un problema con la intranet de Pinturas Cóndor, el problema fue que el punto de datos para el sistema estaba conectado a un Hub, este estaba sobresaturado lo que produjo que en ocasiones se pierda la comunicación por algunos segundos; para solucionar este problema, se cambió el punto de datos del Hub a un Switch, el cual estaba menos congestionado y tiene mejor tecnología.

Con este cambio se mejoró la comunicación del PLC con la intranet de Pinturas Cóndor.

7.3.5. Funcionamiento del programa de control

La lógica del programa se fue mejorando mientras se iba desarrollando el proyecto, la simulación ayuda con una proyección real de lo que sucede con el sistema. Al finalizar las modificaciones, el programa cumplió con los requerimientos.

7.3.6. Vínculo de comunicación con la base de datos

La base de datos trabaja correctamente, esta tiene un muy buen enlace de comunicación, tanto con InTouch como con Excel.

7.3.7. Funcionamiento de la HMI del sistema de monitoreo de tanques

Igual que la lógica de control, las modificaciones del HMI del sistema de monitoreo de tanques se realizaban con el desarrollo del proyecto. El HMI fue desarrollada completamente y funcionó de la mejor manera.

7.3.8. Operación del sistema de monitoreo de tanques

Los resultados de esta prueba fueron satisfactorios, los operadores se familiarizaron con el sistema. Todo el proyecto de monitoreo de tanques trabaja perfectamente. Al finalizar, se acabó de capacitar a los dos turnos de la planta de producción de pintura y comenzaron a trabajar conjuntamente con el sistema.

7.3.9. Operación de equipos para el sistema de monitoreo de alarmas y máquinas envasadoras

Se tuvo varios problemas para obtener las señales correctas de los sensores, se configuraron los sensores de varias formas hasta conseguir una señal más segura. Se solucionó el problema configurando al sensor en modo “*ONE SHOT²off delay*”.

7.3.10. Verificación del cableado de los elementos de control

Se ajustaron conexiones y se señaló todo el cableado con marcadores adhesivos o de cable.

7.3.11. Funcionamiento del HMI del sistema de monitoreo de alarmas y máquinas envasadoras

La HMI se fue modificando mientras se desarrollaba la lógica de control hasta que se completó y funcionó correctamente.

² ONE SHOT, configuración manual del sensor fotoeléctrico.

7.3.12. Operación del sistemas de monitoreo de alarmas y máquinas envasadoras

Las pruebas arrojaron resultados positivos, los dos turnos capacitados comenzaron a trabajar con el proyecto de monitoreo de alarmas. Así como también, el sistema de monitoreo de máquinas envasadoras trabajó de la mejor manera.

CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

- Se diseñó e implementó un sistema para monitoreo de los tanques de producción y máquinas envasadoras automáticas en la planta industrial de Pinturas Cóndor, este sistema cumple con todas las normas y condiciones exigidas.
- Se estudió detalladamente el proceso de fabricación y envasado de productos en la planta de Pinturas Cóndor, lo que conllevó a realizar un diseño óptimo del sistema de monitoreo.
- Se diseñó un sistema de monitoreo, que permite visualizar desde una PC en tiempo real el funcionamiento de los tanques de producción y además llevar un registro de datos con los códigos de producción de cada tanque.
- Se diseñó un sistema de monitoreo y alarmas para las máquinas envasadoras de pintura que permite visualizar desde una PC el proceso de envasado dentro de la Planta de Pinturas Cóndor y además llevar un registro de datos con los niveles de producción de cada una de las envasadoras.

- Se seleccionaron los dispositivos de instrumentación más adecuados para el ambiente industrial que permiten garantizar el correcto funcionamiento del sistema, además de mejorar la seguridad del trabajo dentro la planta.
- Se programó la lógica de adquisición, monitoreo y control para el PLC, asegurándose de que cumpla con todos los requisitos necesarios pero también que su lógica sea la más sencilla.
- Se desarrollaron las interfaces HMI utilizando el software InTouch procurando que sean amigables, muestren toda la información necesaria y cumpla con las normas de interfaces HMI.
- Se implementó toda la parte física del diseño en la planta de producción de pinturas procurando que brinde a los usuarios las mayores facilidades de uso y de esta manera sea más fácil la adaptación al nuevo sistema.
- Se realizó las pruebas necesarias para comprobar el correcto funcionamiento del sistema y de esta manera garantizar a Pinturas Cóndor que el monitoreo se realiza en óptimas condiciones.
- Se documentó detalladamente todo el proceso de realización de este proyecto lo que facilitará en un futuro el mejoramiento y adecuación de nuevos sistemas en la planta de Pinturas Cóndor.
- Se detectó rechazo por parte del personal, respecto al uso del nuevo sistema de monitoreo, debido a que se creía que el control era para los operarios, por lo que

incluso utilizaban mal el sistema y producía errores en los datos que se almacenaban.

- La detección de los tarros de pintura produjo muchos contratiempos debido a la gran variedad de tarros, colores, tamaños y también debido a la variedad de procesos que se tiene para envasar, por lo que no fue fácil la ubicación y calibración de los sensores.
- Se utilizó los mejores materiales disponibles en el mercado con la finalidad de mejorar al proyecto, que este cumpla con los requerimientos industriales y la seguridad para todo el personal ya existen zonas de mucho riesgo de explosión.
- El PLC WAGO solo presentó un problema el que se solucionó al activar el *watchdog timer* que por defecto viene desactivado.
- Algunos procesos que se monitorean suelen demorar varios días debido a varios motivos, esto hace indispensable que la computadora principal esté encendida las 24 horas del día los 7 días de la semana.
- La red Ethernet de Pinturas Cóndor no es industrial por lo que presenta muchos problemas a la hora de comunicar equipos industriales como lo es el PLC.

- El conteo de los tarros de pintura puede tener diferencias mínimas con la producción real debido a la gran variedad de procesos de envasado y también debido a fallas externas a este sistema.

8.2. RECOMENDACIONES

- El desempeño del sistema depende casi en su totalidad de los operarios y de los supervisores, debido a que los procesos en Pinturas Cóndor son muy variados y no se dispone de los sensores necesarios para hacer que todos los datos sean recibidos automáticamente, por lo que es de gran importancia que todo el personal haga un buen uso del sistema y de esta manera los datos que se registren puedan ser confiables, tanto los operarios al activar y desactivar los switches en su debido tiempo y de los supervisores para registrar los códigos de fabricación y envasado antes de que comiencen los procesos.
- La intranet de la planta de Pinturas Cóndor debe ser mejorada en un futuro no muy lejano, ya que los resultados que se obtendrán de este proyecto servirán para realizar muchas mejoras y automatizar varios procesos, por lo que, seguramente se deberán instalar nuevos equipos como PLC's u otros instrumentos cuyo desempeño se verá reducido si no se mejoran las condiciones actuales.
- El computador principal debe estar encendido las 24 horas del día los 7 días de la semana conjuntamente con el programa de InTouch ya que si esta apagado no se almacena la información en la base de datos, además, si es reiniciado durante la realización de un proceso, se pierden los códigos de fabricación y granel que no han sido almacenados previamente.

ANEXO I













PROGRAMA DEL PLC

DECLARACIÓN DE VARIABLES DEL PROGRAMA PRINCIPAL DEL PLC











0001	PROGRAM PLC_PRG
0002	VAR
0003	aux1: BOOL;
0004	contadorb1: CTU;
0005	timer1m: TP;
0006	contadorb2: CTU;
0007	contador_tl_litros: CTU;
0008	contador_tl_galones: CTU;
0009	contador_dv_litros: CTUD;
0010	contador_dv_galones: CTU;
0011	timer30s: TP;
0012	aux2: BOOL;
0013	cero_litros_tl: BOOL;
0014	com1: comparacion;
0015	cuenta_tl_ensadoras: CTU;
0016	cuenta_tl_tiempos: CTU;
0017	cuenta_tl_ensadoras_galon: CTU;
0018	com2: comparacion;
0019	cero_galones_tl: BOOL;
0020	cuenta_tl_tiempos_galones: CTU;
0021	com3: comparacion;
0022	cero_litros_dv: BOOL;
0023	cuenta_dv_ensadoras: CTU;
0024	cuenta_dv_tiempos: CTU;
0025	com4: comparacion;
0026	cero_galones_dv: BOOL;
0027	cuenta_dv_ensadoras_galon: CTU;
0028	cuenta_dv_tiempos_galones: CTU;
0029	com5: comparacion;
0030	cero_b1: BOOL;
0031	cuenta_b1_ensadoras: CTU;
0032	cuenta_b1_tiempos_ventana: CTU;
0033	com6: comparacion;
0034	cero_b2: BOOL;
0035	cuenta_b2_ensadoras: CTU;
0036	cuenta_b2_tiempos_ventana: CTU;
0037	DOS_SEG: BOOL;
0038	oscilador: BOOL;
0039	tres_s: TP;
0040	tres_medios: TP;
0041	tiempo :BOOL;
0042	END_VAR
0043	VAR_INPUT
0044	TQ27 AT %IX0.0 : BOOL;
0045	TQ26 AT %IX0.1 : BOOL;
0046	TQ25 AT %IX0.2 : BOOL;
0047	TQ24 AT %IX0.3 : BOOL;
0048	TQ20 AT %IX0.4 : BOOL;
0049	TQ19 AT %IX0.5 : BOOL;
0050	TQ18 AT %IX0.6 : BOOL;
0051	TQ17 AT %IX0.7 : BOOL;
0052	TQ16 AT %IX0.8 : BOOL;
0053	TQ12 AT %IX0.9 : BOOL;
0054	TQ10 AT %IX0.10 : BOOL;
0055	TQ41 AT %IX0.11 : BOOL;
0056	TQ40 AT %IX0.12 : BOOL;
0057	TQ39 AT %IX0.13 : BOOL;
0058	TQ36 AT %IX0.14 : BOOL;
0059	TQ35 AT %IX0.15 : BOOL;
0060	TQ34 AT %IX1.0 : BOOL;
0061	TQ31 AT %IX1.1 : BOOL;
0062	TQ30 AT %IX1.2 : BOOL;
0063	TQ29 AT %IX1.3 : BOOL;
0064	TQ28 AT %IX1.4 : BOOL;
0065	TQ55 AT %IX1.5 : BOOL;
0066	TQ54 AT %IX1.6 : BOOL;
0067	TQ53 AT %IX1.7 : BOOL;
0068	TQ52 AT %IX1.8 : BOOL;

0069	TQ51 AT %IX1.9 : BOOL;
0070	TQ49 AT %IX1.10 : BOOL;
0071	TQ48 AT %IX1.11 : BOOL;
0072	TQ47 AT %IX1.12 : BOOL;
0073	TQ46 AT %IX1.13 : BOOL;
0074	TQ45 AT %IX1.14 : BOOL;
0075	TQ42 AT %IX1.15 : BOOL;
0076	ACK AT %IX4.0 : BOOL;
0077	B2 AT %IX4.1 : BOOL;
0078	B1 AT %IX4.2 : BOOL;
0079	DV AT %IX4.3 : BOOL;
0080	TL AT %IX4.4 : BOOL;
0081	F12 AT %IX2.5 : BOOL;
0082	F17 AT %IX2.4 : BOOL;
0083	F24 AT %IX2.3 : BOOL;
0084	F25 AT %IX2.2 : BOOL;
0085	F26 AT %IX2.1 : BOOL;
0086	F27 AT %IX2.0 : BOOL;
0087	F28 AT %IX2.11 : BOOL;
0088	F29 AT %IX2.10 : BOOL;
0089	F30 AT %IX2.9 : BOOL;
0090	F31 AT %IX2.8 : BOOL;
0091	F34 AT %IX2.7 : BOOL;
0092	F35 AT %IX2.6 : BOOL;
0093	F36 AT %IX3.1 : BOOL;
0094	F45 AT %IX3.0 : BOOL;
0095	F46 AT %IX2.15 : BOOL;
0096	F47 AT %IX2.14 : BOOL;
0097	F48 AT %IX2.13 : BOOL;
0098	F49 AT %IX2.12 : BOOL;
0099	F52 AT %IX3.4 : BOOL;
0100	F53 AT %IX3.3 : BOOL;
0101	F54 AT %IX3.2 : BOOL;
0102	F19 AT %IX3.5 : BOOL;
0103	F18 AT %IX3.6 : BOOL;
0104	F16 AT %IX3.7 : BOOL;
0105	F10 AT %IX3.8 : BOOL;
0106	F41 AT %IX3.9 : BOOL;
0107	F40 AT %IX3.10 : BOOL;
0108	F39 AT %IX3.11 : BOOL;
0109	F20 AT %IX3.12 : BOOL;
0110	F55 AT %IX3.13 : BOOL;
0111	F51 AT %IX3.14 : BOOL;
0112	F42 AT %IX3.15 : BOOL;
0113	
0114	
0115	END_VAR
0116	VAR_OUTPUT
0117	AL1 AT %QX0.0 : BOOL;
0118	AL2 AT %QX0.1 : BOOL;
0119	AL3 AT %QX0.2 : BOOL;
0120	AL4 AT %QX0.3 : BOOL;
0121	
0122	END_VAR
0123	
0124	
0125	
0126	
0127	
0128	
0129	
0130	
0131	
0132	
0133	
0134	
0135	
0136	

PROGRAMA PRINCIPAL DEL PLC

0001	TQ27 	aux1 ()
0002	TQ26 	aux1 ()
0003	TQ25 	aux1 ()
0004	TQ24 	aux1 ()
0005	TQ20 	aux1 ()
0006	TQ19 	aux1 ()
0007	TQ18 	aux1 ()
0008	TQ17 	aux1 ()
0009	TQ16 	aux1 ()
0010	TQ12 	aux1 ()
0011	TQ10 	aux1 ()
0012	TQ41 	aux1 ()

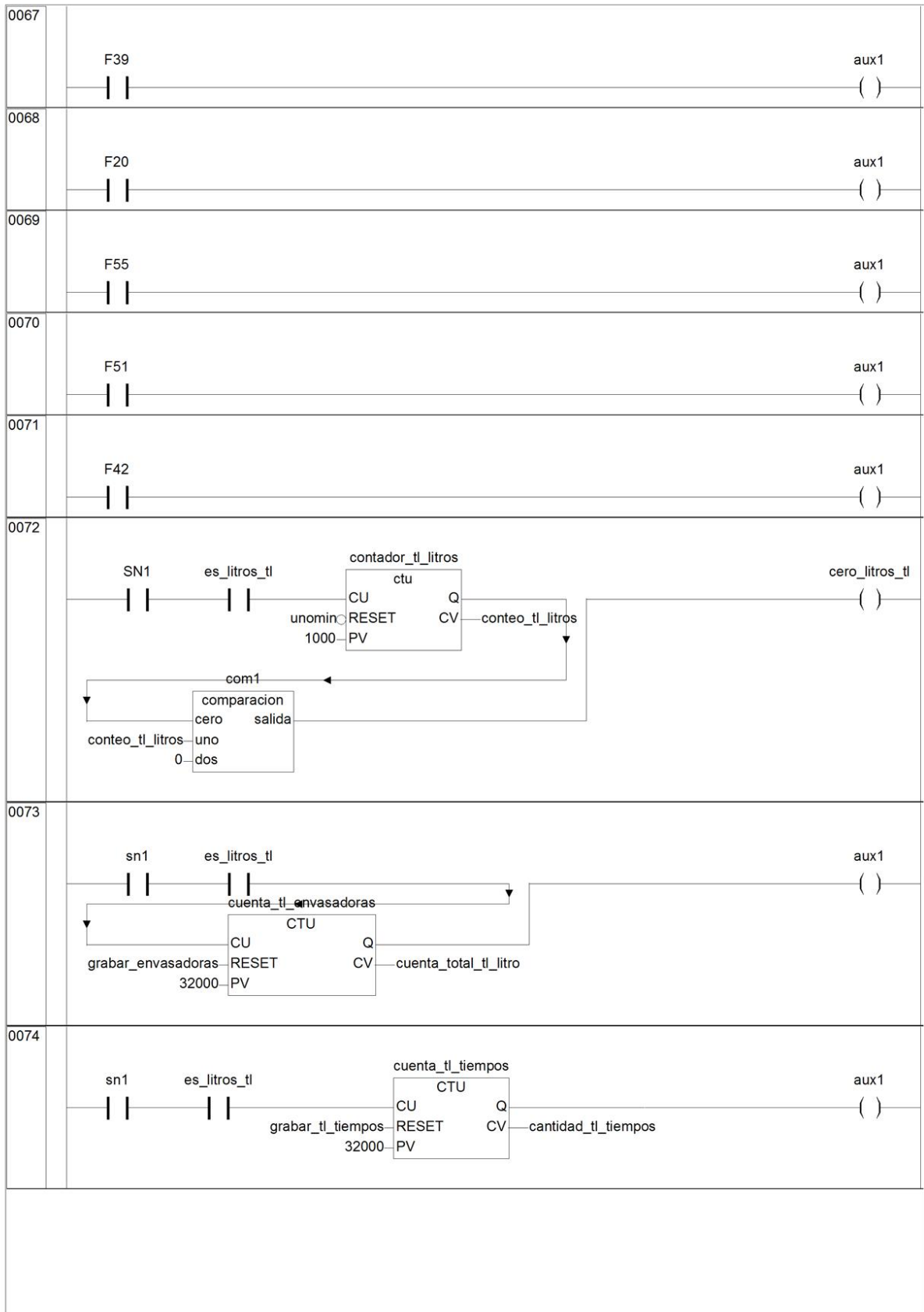
0013	TQ40 	aux1 ()
0014	TQ39 	aux1 ()
0015	TQ36 	aux1 ()
0016	TQ35 	aux1 ()
0017	TQ34 	aux1 ()
0018	TQ31 	aux1 ()
0019	TQ30 	aux1 ()
0020	TQ29 	aux1 ()
0021	TQ28 	aux1 ()
0022	TQ55 	aux1 ()
0023	TQ54 	aux1 ()
0024	TQ53 	aux1 ()

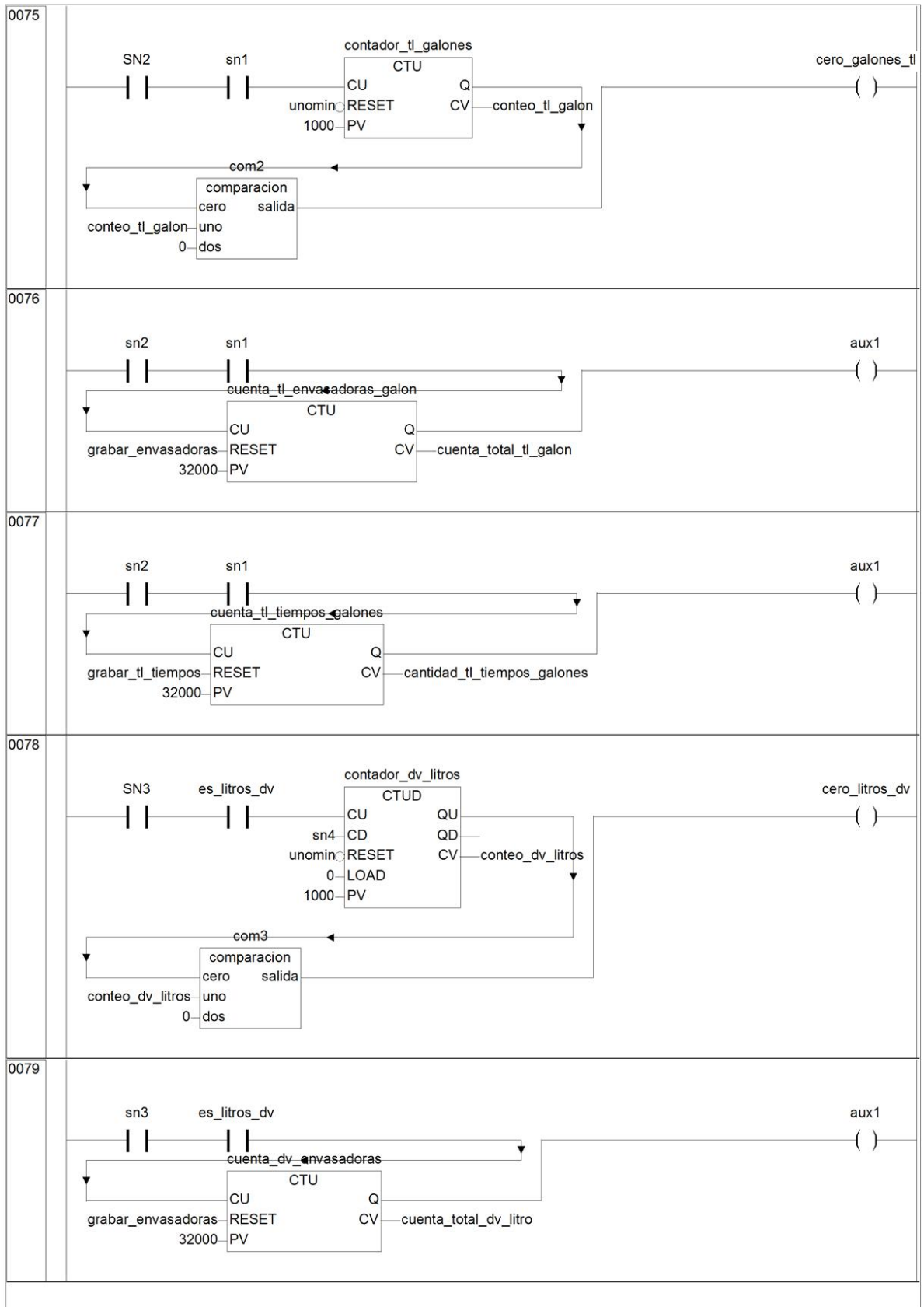
0025		aux1 ()
0026		aux1 ()
0027		aux1 ()
0028		aux1 ()
0029		aux1 ()
0030		aux1 ()
0031		aux1 ()
0032		aux1 ()
0033		DOS_sEG ()
0034		oscilador ()

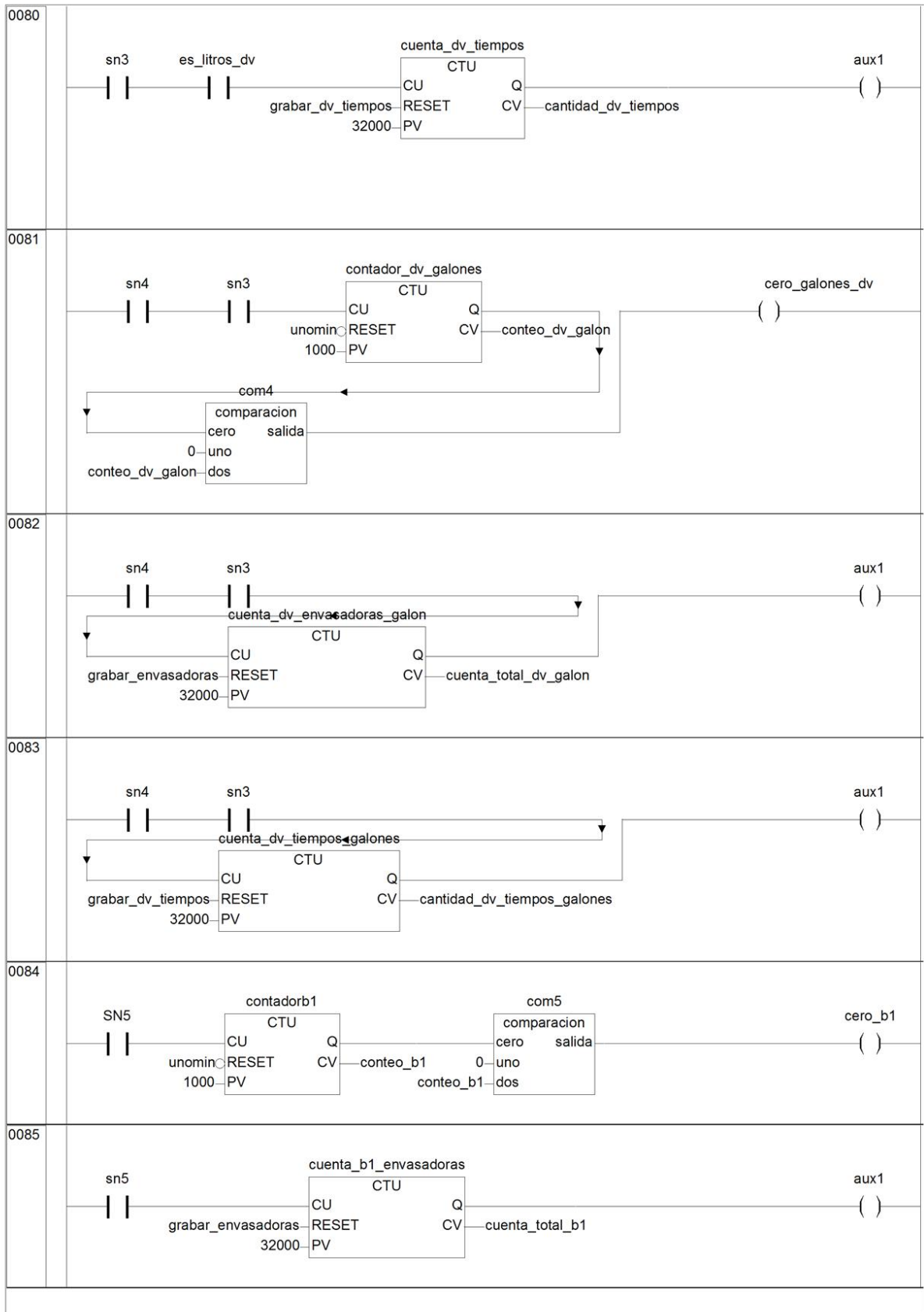
0035		reconocer ()
0036		AL4 ()
0037		AL1 ()
0038		AL2 ()
0039		AL3 ()
0040		aux1 ()
0041		aux1 ()
0042		aux1 ()

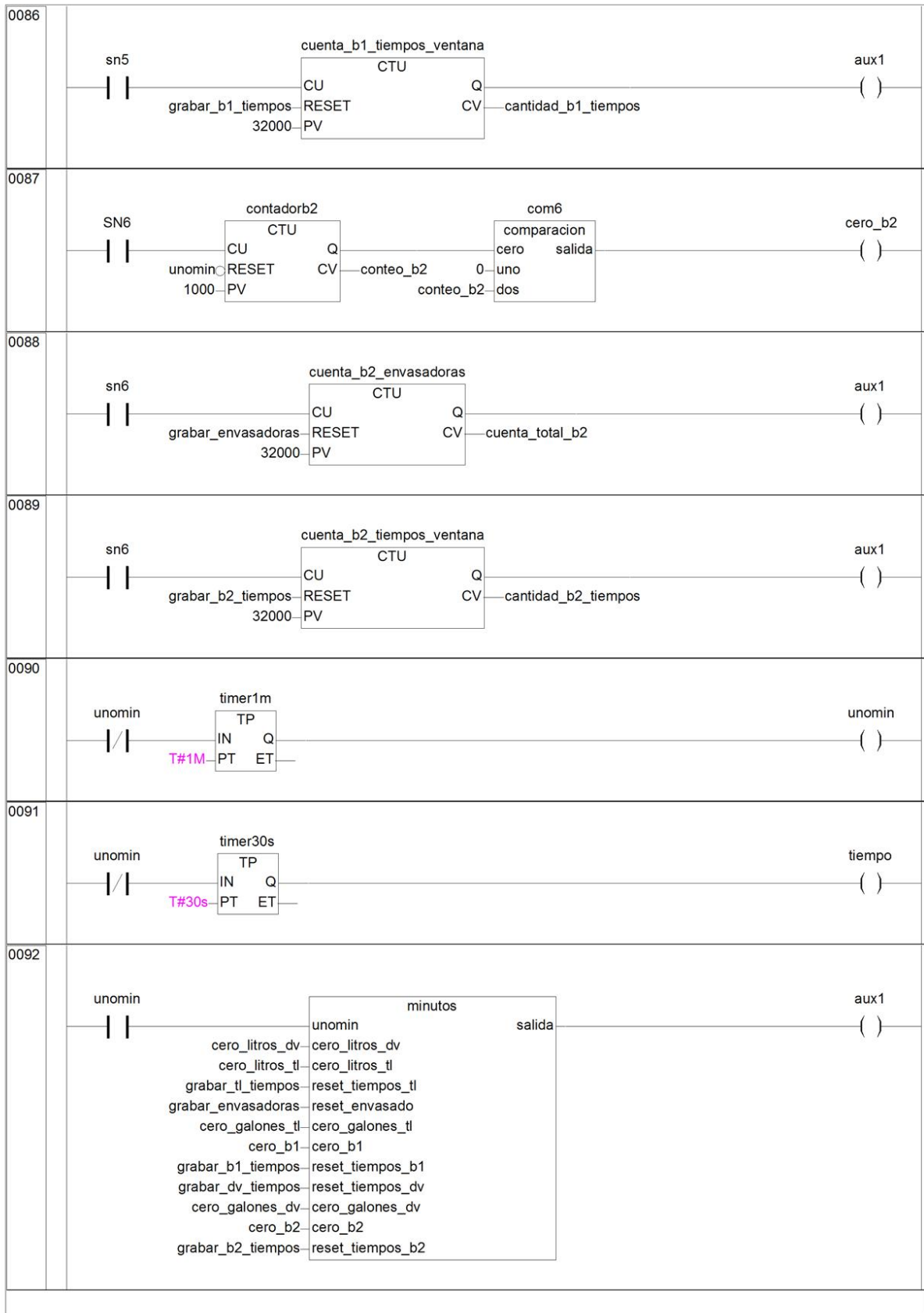
0043	F25 	aux1 ()
0044	F26 	aux1 ()
0045	F27 	aux1 ()
0046	F28 	aux1 ()
0047	F29 	aux1 ()
0048	F30 	aux1 ()
0049	F31 	aux1 ()
0050	F34 	aux1 ()
0051	F35 	aux1 ()
0052	F36 	aux1 ()
0053	F45 	aux1 ()
0054	F46 	aux1 ()

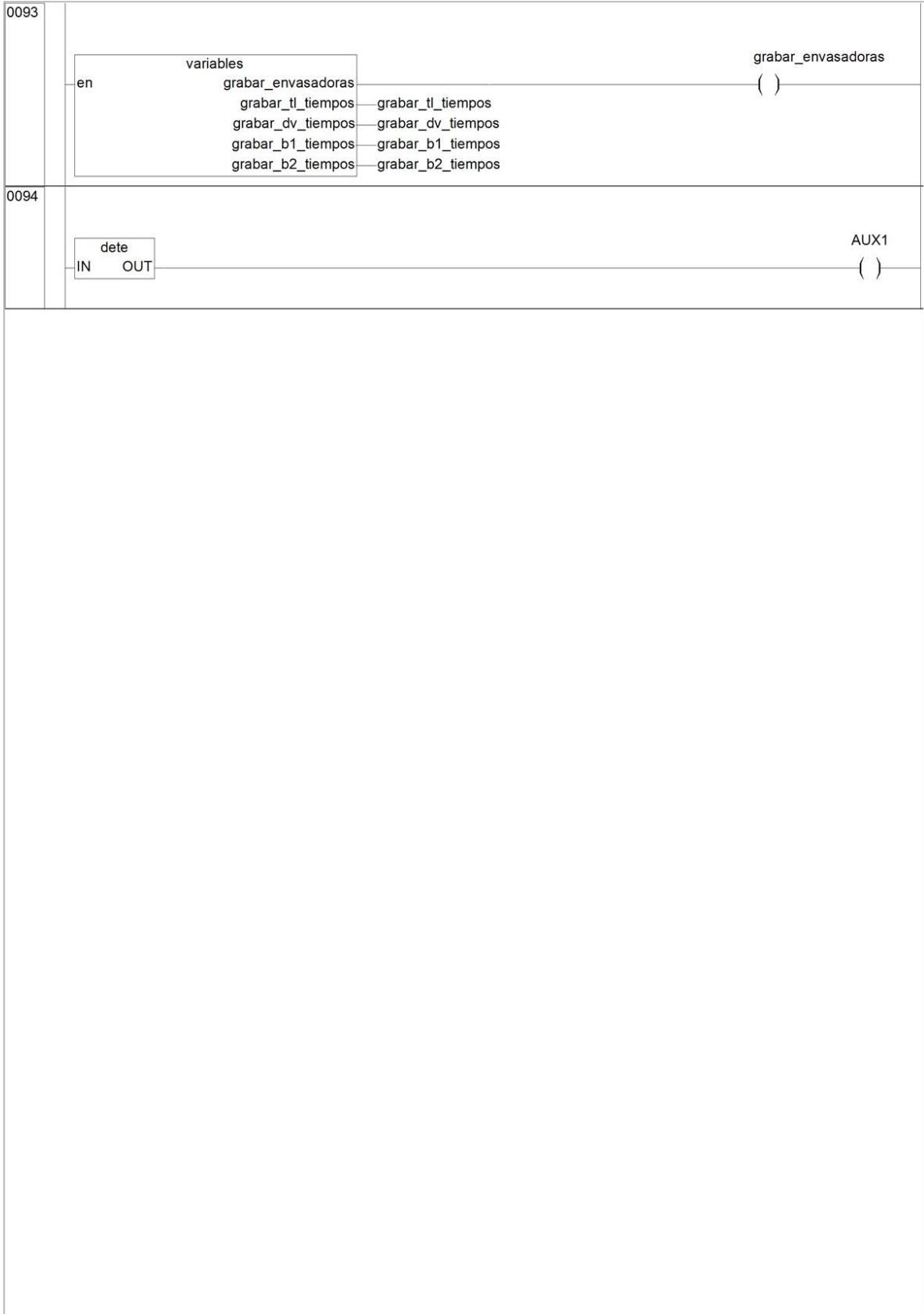
0055	F47 	aux1 ()
0056	F48 	aux1 ()
0057	F49 	aux1 ()
0058	F52 	aux1 ()
0059	F53 	aux1 ()
0060	F54 	aux1 ()
0061	F19 	aux1 ()
0062	F18 	aux1 ()
0063	F16 	aux1 ()
0064	F10 	aux1 ()
0065	F41 	aux1 ()
0066	F40 	aux1 ()











FUNCIÓN MINUTOS

0001	PROGRAM minutos
0002	VAR
0003	
0004	
0005	
0006	END_VAR
0007	VAR_INPUT
0008	
0009	unomin: BOOL;
0010	cero_litros_dv: BOOL;
0011	cero_litros_tl: BOOL;
0012	reset_tiempos_tl: BOOL;
0013	reset_ensvasado:BOOL;
0014	cero_galones_tl: BOOL;
0015	cero_b1: BOOL;
0016	reset_tiempos_b1: BOOL;
0017	reset_tiempos_dv: BOOL;
0018	cero_galones_dv: BOOL;
0019	cero_b2: BOOL;
0020	reset_tiempos_b2: BOOL;
0021	END_VAR
0022	
0023	
0024	VAR_OUTPUT
0025	salida: BOOL;
0026	END_VAR
0001	(*funciones para la envasadora tl*)
0002	IF unomin=0 AND cero_litros_tl=0
0003	THEN
0004	tiempo_tl_litro:=tiempo_tl_litro+1;
0005	produccion_tl_litro:=conteo_tl_litros;
0006	promedio_tl_litro:=cuenta_total_tl_litro/tiempo_tl_litro;
0007	salida:=1;
0008	cuenta_tl_litro_tiempos:=cuenta_tl_litro_tiempos+1; (*tiempo acumulado del periodo*)
0009	END_IF;
0010	IF unomin=0 AND cero_litros_tl<>0
0011	THEN
0012	produccion_tl_litro:=0;
0013	END_IF;
0014	IF reset_tiempos_tl=1 THEN
0015	cuenta_tl_litro_tiempos:=0;
0016	cuenta_tl_galon_tiempos:=0;
0017	END_IF;
0018	IF reset_ensvasado=1 THEN
0019	tiempo_tl_litro:=0;
0020	produccion_tl_litro:=0;
0021	promedio_tl_litro:=0;
0022	END_IF;
0023	
0024	IF unomin=0 AND cero_galones_tl=0
0025	THEN
0026	tiempo_tl_galon:=tiempo_tl_galon+1;
0027	produccion_tl_galon:=conteo_tl_galon;
0028	promedio_tl_galon:=cuenta_total_tl_galon/tiempo_tl_galon;
0029	cuenta_tl_galon_tiempos:=cuenta_tl_galon_tiempos+1; (*tiempo acumulado del periodo*)
0030	END_IF;
0031	IF unomin=0 AND cero_galones_tl<>0
0032	THEN
0033	produccion_tl_galon:=0;
0034	END_IF;
0035	IF reset_ensvasado=1 THEN
0036	tiempo_tl_galon:=0;
0037	produccion_tl_galon:=0;
0038	promedio_tl_galon:=0;
0039	END_IF;
0040	
0041	(*funciones para la envasadora dv*)
0042	

```

0043 IF unomin=0 AND cero_litros_dv=0
0044 THEN
0045 tiempo_dv_litro:=tiempo_dv_litro+1;
0046 produccion_dv_litro:=conteo_dv_litros;
0047 promedio_dv_litro:=cuenta_total_dv_litro/tiempo_dv_litro;
0048 cuenta_dv_litro_tiempos:=cuenta_dv_litro_tiempos+1; (*tiempo acumulado del periodo*)
0049 END_IF;
0050 IF unomin=0 AND cero_litros_dv<>0
0051 THEN
0052 produccion_dv_litro:=0;
0053 END_IF;
0054 IF reset_tiempos_dv=1 THEN
0055 cuenta_dv_litro_tiempos:=0;
0056 cuenta_dv_galon_tiempos:=0;
0057 END_IF;
0058 IF reset_ensvasado=1 THEN
0059 tiempo_dv_litro:=0;
0060 produccion_dv_litro:=0;
0061 promedio_dv_litro:=0;
0062 END_IF;
0063
0064 IF unomin=0 AND cero_galones_dv=0
0065 THEN
0066 tiempo_dv_galon:=tiempo_dv_galon+1;
0067 produccion_dv_galon:=conteo_dv_galon;
0068 promedio_dv_galon:=cuenta_total_dv_galon/tiempo_dv_galon;
0069 cuenta_dv_galon_tiempos:=cuenta_dv_galon_tiempos+1; (*tiempo acumulado del periodo*)
0070 END_IF;
0071 IF unomin=0 AND cero_galones_dv<>0
0072 THEN
0073 produccion_dv_galon:=0;
0074 END_IF;
0075 IF reset_ensvasado=1 THEN
0076 tiempo_dv_galon:=0;
0077 produccion_dv_galon:=0;
0078 promedio_dv_galon:=0;
0079 END_IF;
0080
0081 (*fuciones para la envasadora b1*)
0082 IF unomin=0 AND cero_b1=0
0083 THEN
0084 tiempo_b1:=tiempo_b1+1;
0085 produccion_b1:=conteo_b1;
0086 promedio_b1:=cuenta_total_b1/tiempo_b1;
0087 cuenta_b1_tiempos:=cuenta_b1_tiempos+1; (*tiempo acumulado del periodo*)
0088 END_IF;
0089 IF unomin=0 AND cero_b1<>0
0090 THEN
0091 produccion_b1:=0;
0092 END_IF;
0093 IF reset_tiempos_b1=1 THEN
0094 cuenta_b1_tiempos:=0;
0095 END_IF;
0096 IF reset_ensvasado=1 THEN
0097 tiempo_b1:=0;
0098 produccion_b1:=0;
0099 promedio_b1:=0;
0100 END_IF;
0101
0102
0103 (*fuciones para la envasadora b2*)
0104 IF unomin=0 AND cero_b2=0
0105 THEN
0106 tiempo_b2:=tiempo_b2+1;
0107 produccion_b2:=conteo_b2;
0108 promedio_b2:=cuenta_total_b2/tiempo_b2;
0109 cuenta_b2_tiempos:=cuenta_b2_tiempos+1; (*tiempo acumulado del periodo*)
0110 END_IF;

```

```
0111 IF unomin=0 AND cero_b2<>0
0112 THEN
0113 produccion_b2:=0;
0114 END_IF;
0115 IF reset_tiempos_b2=1 THEN
0116 cuenta_b2_tiempos:=0;
0117 END_IF;
0118 IF reset_envasado=1 THEN
0119 tiempo_b2:=0;
0120 produccion_b2:=0;
0121 promedio_b2:=0;
0122 END_IF;
```


FUNCIÓN COMPARACIÓN

```
0001 FUNCTION_BLOCK comparacion
0002 VAR_INPUT
0003     cero:BOOL;
0004     uno: WORD ;
0005     dos: WORD ;
0006 END_VAR
0007 VAR_OUTPUT
0008     salida:BOOL;
0009 END_VAR
0010 VAR
0011 END_VAR
0001 IF uno=dos
0002 THEN salida:=1;
0003 ELSE salida:=0;
0004 END_IF;
```

FUNCIÓN DETE

```
0001 PROGRAM dete
0002 VAR
0003     aux1: BOOL;
0004     con_litro_tl: INT;
0005     aux2: BOOL;
0006     con_galon_tl: INT;
0007     aux3: BOOL;
0008     con_litro_dv: INT;
0009     aux4: BOOL := FALSE;
0010     con_galon_dv: INT := 0;
0011 END_VAR
0012 VAR_INPUT
0013     IN: BOOL;
0014 END_VAR
0015 VAR_OUTPUT
0016     OUT: BOOL;
0017 END_VAR
0001 (*detección de litros o galones para envasadoras TL y DV*)
0002 (*envasadora TL*)
0003 IF sn1=1 AND aux1=0
0004 THEN
0005     con_litro_tl:=con_litro_tl+1;
0006     aux1:=1;
0007 END_IF;
0008 IF sn1=0 THEN
0009     aux1:=0;
0010 END_IF;
0011
0012
0013 IF sn2=1 AND aux2=0
0014 THEN
0015     con_galon_tl:=con_galon_tl+1;
0016     aux2:=1;
0017 END_IF;
0018 IF sn2=0 THEN
0019     aux2:=0;
0020 END_IF;
0021
0022 IF con_litro_tl>5 AND con_litro_tl>= con_galon_tl+5 THEN
0023     es_litros_tl :=1;
0024 END_IF;
0025 IF con_galon_tl>5 AND con_litro_tl=con_galon_tl THEN
0026     es_litros_tl:=0;
0027 END_IF;
0028
0029
0030
0031 IF unomin=0 THEN
0032     con_litro_tl:=0;
0033     con_galon_tl:=0;
0034 END_IF;
0035 (*envasadora dv*)
0036 IF sn3=1 AND aux3=0
0037 THEN
0038     con_litro_dv:=con_litro_dv+1;
0039     aux3:=1;
0040 END_IF;
0041 IF sn3=0 THEN
0042     aux3:=0;
0043 END_IF;
0044
0045
0046 IF sn4=1 AND aux4=0
0047 THEN
0048     con_galon_dv:=con_galon_dv+1;
0049     aux4:=1;
0050 END_IF;
0051 IF sn4=0 THEN
```

```
0052 aux4:=0;
0053 END_IF;
0054
0055
0056 IF con_litro_dv>5 AND con_litro_dv>= con_galon_dv+5 THEN
0057     es_litros_dv :=1;
0058 END_IF;
0059 IF con_galon_dv>5 AND con_litro_dv=con_galon_dv THEN
0060     es_litros_dv:=0;
0061 END_IF;
0062
0063
0064
0065 IF unomin=0 THEN
0066 con_litro_dv:=0;
0067 con_galon_dv:=0;
0068 END_IF;
```

FUNCIÓN VARIABLES

```
0001 PROGRAM variables
0002 VAR
0003 END_VAR
0004 VAR_OUTPUT
0005
0006     grabar_envasadoras: BOOL;
0007     grabar_tl_tiempos: BOOL;
0008
0009     grabar_dv_tiempos: BOOL;
0010     grabar_b1_tiempos: BOOL;
0011     grabar_b2_tiempos: BOOL;
0012 END_VAR
0013 VAR_INPUT
0014     en: BOOL;
0015 END_VAR
0001
0002 IF grabar_envasadoras_w=0
0003 THEN grabar_envasadoras:=FALSE;
0004 ELSE grabar_envasadoras:=TRUE;
0005 END_IF;
0006
0007 IF grabar_tl_tiempos_w=0
0008 THEN grabar_tl_tiempos:=FALSE;
0009 ELSE grabar_tl_tiempos:=TRUE;
0010 END_IF;
0011
0012 IF grabar_dv_tiempos_w=0
0013 THEN grabar_dv_tiempos:=FALSE;
0014 ELSE grabar_dv_tiempos:=TRUE;
0015 END_IF;
0016
0017 IF grabar_b1_tiempos_w=0
0018 THEN grabar_b1_tiempos:=FALSE;
0019 ELSE grabar_b1_tiempos:=TRUE;
0020 END_IF;
0021
0022
0023 IF grabar_b2_tiempos_w=0
0024 THEN grabar_b2_tiempos:=FALSE;
0025 ELSE grabar_b2_tiempos:=TRUE;
0026 END_IF;
```

DECLARACIÓN DE VARIABLES GLOBALES

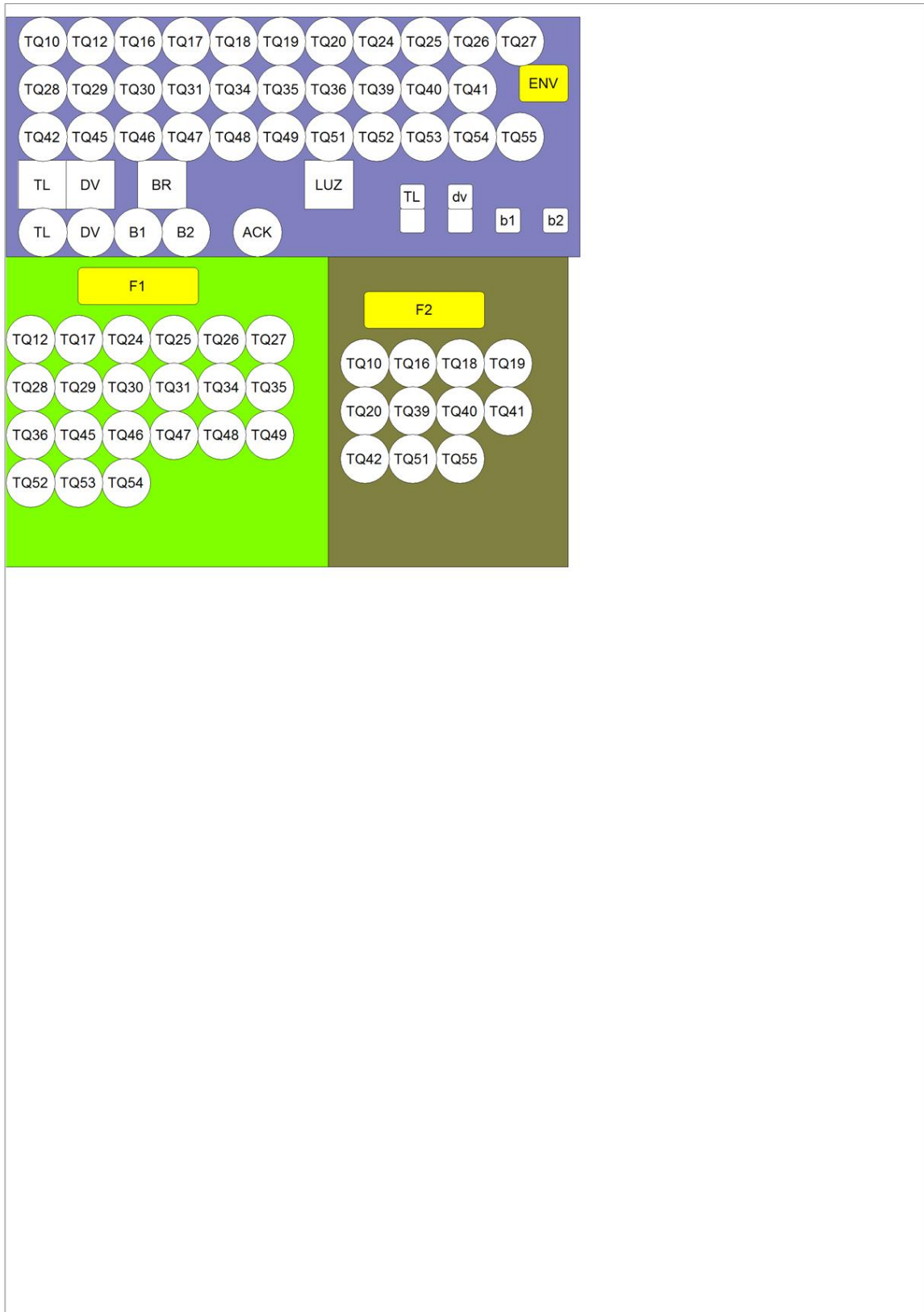
```

0001 VAR_GLOBAL
0002   unomin: BOOL;
0003 (*variables para envasadora TYELE*)
0004   tiempo_tl_litro AT %QW262 : WORD := 0;
0005   conteo_tl_litros AT %QW256 : WORD := 0;
0006   produccion_tl_litro AT %QW263 : WORD := 0;
0007   promedio_tl_litro AT %QW264 : WORD := 0;
0008   cuenta_total_tl_litro AT %QW265 : WORD := 0;
0009   grabar_envasadoras: BOOL;
0010   grabar_tl_tiempos : BOOL;
0011   cantidad_tl_tiempos AT %QW266 : WORD :=0;
0012   cuenta_tl_litro_tiempos AT %QW267 : WORD:=0;
0013   es_litros_tl : BOOL;
0014 (* es_litros_tl_w AT %IW256 : WORD:=1;*)
0015   grabar_envasadoras_w AT %IW257 : WORD;
0016   grabar_tl_tiempos_w AT %IW258 : WORD;
0017
0018   cuenta_total_tl_galon AT %QW268 : WORD := 0;
0019   tiempo_tl_galon AT %QW269 : WORD := 0;
0020   produccion_tl_galon AT %QW270 : WORD := 0;
0021   conteo_tl_galon AT %QW271 : WORD := 0;
0022   promedio_tl_galon AT %QW272 : WORD := 0;
0023   cuenta_tl_galon_tiempos AT %QW273 : WORD:=0;
0024   cantidad_tl_tiempos_galones AT %QW274 : WORD :=0;
0025 (*variables para la envasadora DEVREE*)
0026
0027   tiempo_dv_litro AT %QW275 : WORD := 0;
0028   conteo_dv_litros AT %QW276 : WORD := 0;
0029   produccion_dv_litro AT %QW277 : WORD := 0;
0030   promedio_dv_litro AT %QW278 : WORD := 0;
0031   cuenta_total_dv_litro AT %QW279 : WORD := 0;
0032   grabar_dv_tiempos : BOOL;
0033   cantidad_dv_tiempos AT %QW280 : WORD :=0;
0034   cuenta_dv_litro_tiempos AT %QW281 : WORD:=0;
0035   es_litros_dv : BOOL;
0036 (* es_litros_dv_w AT %IW259 : WORD:=1;*)
0037   grabar_dv_tiempos_w AT %IW260 : WORD;
0038
0039   cuenta_total_dv_galon AT %QW284 : WORD := 0;
0040   tiempo_dv_galon AT %QW285 : WORD := 0;
0041   produccion_dv_galon AT %QW286 : WORD := 0;
0042   conteo_dv_galon AT %QW287 : WORD := 0;
0043   promedio_dv_galon AT %QW288 : WORD := 0;
0044   cuenta_dv_galon_tiempos AT %QW289 : WORD:=0;
0045   cantidad_dv_tiempos_galones AT %QW290 : WORD :=0;
0046 (*variables para envasadora brasileña 1*)
0047   tiempo_b1 AT %QW291 : WORD := 0;
0048   conteo_b1 AT %QW292 : WORD := 0;
0049   produccion_b1 AT %QW293 : WORD := 0;
0050   promedio_b1 AT %QW294 : WORD := 0;
0051   cuenta_total_b1 AT %QW295 : WORD := 0;
0052   grabar_b1_tiempos : BOOL;
0053   cantidad_b1_tiempos AT %QW296 : WORD :=0;
0054   cuenta_b1_tiempos AT %QW297 : WORD:=0;
0055   grabar_b1_tiempos_w AT %IW261 : WORD;
0056 (*variables para envasadora brasileña 2*)
0057   tiempo_b2 AT %QW299 : WORD := 0;
0058   conteo_b2 AT %QW300 : WORD := 0;
0059   produccion_b2 AT %QW301 : WORD := 0;
0060   promedio_b2 AT %QW302 : WORD := 0;
0061   cuenta_total_b2 AT %QW303 : WORD := 0;
0062   grabar_b2_tiempos : BOOL;
0063   cantidad_b2_tiempos AT %QW304 : WORD :=0;
0064   cuenta_b2_tiempos AT %QW305 : WORD:=0;
0065   grabar_b2_tiempos_w AT %IW262 : WORD;
0066   h_1 AT %IW263: WORD;
0067   m_1 AT %IW264: WORD;
0068   h_2 AT %IW265: WORD;

```

0069	m_2 AT %IW266: WORD;
0070	h_3 AT %IW267: WORD;
0071	m_3 AT %IW268: WORD;
0072	SN3 AT %IX4.5 : BOOL;
0073	SN4 AT %IX4.6 : BOOL;
0074	SN1 AT %IX4.7 : BOOL;
0075	SN2 AT %IX4.8 : BOOL;
0076	SN5 AT %IX4.9 : BOOL;
0077	SN6 AT %IX4.10 : BOOL;
0078	(*alarmas*)
0079	reconocer AT %QX0.5 : BOOL;
0080	
0081	END_VAR

PANTALLA DE SIMULACIÓN GRÁFICA



VENTANA DE OBSERVACIÓN DE LAS VARIABLES DE LAS ENVASADORAS BRASILEÑAS

b1_b2		
0001	.conteo_b1	
0002	.produccion_b1	
0003	.cuenta_total_b1	
0004	.promedio_b1	
0005	.tiempo_b1	
0006	.cantidad_b1_tiempos	(*#litros del periodo*)
0007	.cuenta_b1_tiempos	
0008		
0009	.grabar_b1_tiempos_w	
0010	(*b2*)	
0011	.conteo_b2	
0012	.produccion_b2	
0013	.cuenta_total_b2	
0014	.promedio_b2	
0015	.tiempo_b2	
0016	.cantidad_b2_tiempos	(*#litros del periodo*)
0017	.cuenta_b2_tiempos	
0018	.grabar_envasadoras_w	
0019		
0020	.grabar_b2_tiempos_w	

VENTANA DE OBSERVACIÓN DE LAS VARIABLES DE LA ENVASADORA DEVREE

devree	
0001	.conteo_dv_litros
0002	.produccion_dv_litro
0003	.cuenta_total_dv_litro
0004	.promedio_dv_litro
0005	.tiempo_dv_litro
0006	.cantidad_dv_tiempos (*#litros del periodo*)
0007	.cuenta_dv_litro_tiempos
0008	
0009	.conteo_dv_galon
0010	.produccion_dv_galon
0011	.cuenta_total_dv_galon
0012	.promedio_dv_galon
0013	.tiempo_dv_galon
0014	.cantidad_dv_tiempos_galones
0015	.cuenta_dv_galon_tiempos
0016	
0017	.grabar_envasadoras_w
0018	.grabar_dv_tiempos_w
0019	.es_litros_dv_w

VENTANA DE OBSERVACIÓN DE LAS VARIABLES DE LA ENVASADORA TYELE

tyele		
0001	.conteo_tl_litros	
0002	.produccion_tl_litro	
0003	.cuenta_total_tl_litro	
0004	.promedio_tl_litro	
0005	.tiempo_tl_litro	
0006	.cantidad_tl_tiempos	(*#litros del periodo*)
0007	.cuenta_tl_litro_tiempos	
0008		
0009	.conteo_tl_galon	
0010	.produccion_tl_galon	
0011	.cuenta_total_tl_galon	
0012	.promedio_tl_galon	
0013	.tiempo_tl_galon	
0014	.cantidad_tl_tiempos_galones	
0015	.cuenta_tl_galon_tiempos	
0016		
0017	.grabar_envasadoras_w	
0018	.grabar_tl_tiempos_w	
0019	.es_litros_tl_w	
0020	.h_1	
0021	.m_1	
0022	.h_2	
0023	.m_2	
0024	.h_3	
0025	.m_3	

VARIABLES I/O DE INTOUCH

TAGNAME	ITEM	TIPO
can_b1_ti	30297	I/O MESSAGE
can_b2_ti	30305	I/O MESSAGE
can_dv_li_ti	30281	I/O MESSAGE
can_dv_ti_ga	30291	I/O MESSAGE
can_tl_li_ti	30267	I/O MESSAGE
can_tl_ti_ga	30275	I/O INTEGER
cuen_b1_ti	30298	I/O MESSAGE
cuen_b2_ti	30306	I/O MESSAGE
cuen_dv_ga_ti	30290	I/O MESSAGE
cuen_dv_li_ti	30282	I/O MESSAGE
cuen_tl_ga_ti	30274	I/O INTEGER
cuen_tl_ti	30268	I/O MESSAGE
cuen_to_b1	30296	I/O INTEGER
cuen_to_b2	30304	I/O INTEGER
cuen_to_dv_ga	30285	I/O INTEGER
cuen_to_dv_li	30280	I/O INTEGER
cuen_to_tl_ga	30269	I/O MESSAGE
cuen_to_tl_li	30266	I/O MESSAGE
estado	status	I/O DISCRETE
grabando	40770	I/O INTEGER
grabar_b1_ti	40774	I/O INTEGER
grabar_b2_ti	40775	I/O INTEGER
grabar_dv_ti	40773	I/O INTEGER
grabar_tl_ti	40771	I/O INTEGER
h_1	40776	I/O INTEGER
h_2	40778	I/O INTEGER
h_3	40780	I/O INTEGER
in_alarm_b1	10067	I/O DISCRETE
in_alarm_b2	10066	I/O DISCRETE
in_alarm_dv	10068	I/O DISCRETE
in_alarm_tl	10069	I/O DISCRETE
in_sn_1	10070	I/O DISCRETE
in_sn_2	10071	I/O DISCRETE
in_sn_3	10072	I/O DISCRETE
in_sn_4	10073	I/O DISCRETE
in_sn_5	10074	I/O DISCRETE
in_sn_6	10075	I/O DISCRETE
m_1	40777	I/O INTEGER
m_2	40779	I/O INTEGER
m_3	40781	I/O INTEGER

TAGNAME	ITEM	TIPO
out_alarm_br	513	I/O DISCRETE
out_alarm_dv	514	I/O DISCRETE
out_alarm_tl	515	I/O DISCRETE
out_luz	516	I/O DISCRETE
prod_b1	30294	I/O INTEGER
prod_b2	30302	I/O INTEGER
prod_dv_ga	30287	I/O INTEGER
prod_dv_li	30278	I/O INTEGER
prod_tl_ga	30271	I/O MESSAGE
prod_tl_li	30264	I/O MESSAGE
prom_b1	30295	I/O INTEGER
prom_b2	30303	I/O INTEGER
prom_dv_ga	30289	I/O INTEGER
prom_dv_li	30279	I/O INTEGER
prom_tl_ga	30273	I/O MESSAGE
prom_tl_li	30265	I/O MESSAGE
sw_e_10	10011	I/O DISCRETE
sw_e_12	10010	I/O DISCRETE
sw_e_16	10009	I/O DISCRETE
sw_e_17	10008	I/O DISCRETE
sw_e_18	10007	I/O DISCRETE
sw_e_19	10006	I/O DISCRETE
sw_e_20	10005	I/O DISCRETE
sw_e_24	10004	I/O DISCRETE
sw_e_25	10003	I/O DISCRETE
sw_e_26	10002	I/O DISCRETE
sw_e_27	10001	I/O DISCRETE
sw_e_28	10021	I/O DISCRETE
sw_e_29	10020	I/O DISCRETE
sw_e_30	10019	I/O DISCRETE
sw_e_31	10018	I/O DISCRETE
sw_e_34	10017	I/O DISCRETE
sw_e_35	10016	I/O DISCRETE
sw_e_36	10015	I/O DISCRETE
sw_e_39	10014	I/O DISCRETE
sw_e_40	10013	I/O DISCRETE
sw_e_41	10012	I/O DISCRETE
sw_e_42	10032	I/O DISCRETE
sw_e_45	10031	I/O DISCRETE
sw_e_46	10030	I/O DISCRETE

TAGNAME	ITEM	TIPO
sw_e_47	10029	I/O DISCRETE
sw_e_48	10028	I/O DISCRETE
sw_e_49	10027	I/O DISCRETE
sw_e_51	10026	I/O DISCRETE
sw_e_52	10025	I/O DISCRETE
sw_e_53	10024	I/O DISCRETE
sw_e_54	10023	I/O DISCRETE
sw_e_55	10022	I/O DISCRETE
sw_f_10	10057	I/O DISCRETE
sw_f_12	10038	I/O DISCRETE
sw_f_16	10056	I/O DISCRETE
sw_f_17	10037	I/O DISCRETE
sw_f_18	10055	I/O DISCRETE
sw_f_19	10054	I/O DISCRETE
sw_f_20	10061	I/O DISCRETE
sw_f_24	10036	I/O DISCRETE
sw_f_25	10035	I/O DISCRETE
sw_f_26	10034	I/O DISCRETE
sw_f_27	10033	I/O DISCRETE
sw_f_28	10044	I/O DISCRETE
sw_f_29	10043	I/O DISCRETE
sw_f_30	10042	I/O DISCRETE
sw_f_31	10041	I/O DISCRETE
sw_f_34	10040	I/O DISCRETE
sw_f_35	10039	I/O DISCRETE
sw_f_36	10050	I/O DISCRETE
sw_f_39	10060	I/O DISCRETE
sw_f_40	10059	I/O DISCRETE
sw_f_41	10058	I/O DISCRETE
sw_f_42	10064	I/O DISCRETE
sw_f_45	10049	I/O DISCRETE
sw_f_46	10048	I/O DISCRETE
sw_f_47	10047	I/O DISCRETE
sw_f_48	10046	I/O DISCRETE
sw_f_49	10045	I/O DISCRETE
sw_f_51	10063	I/O DISCRETE
sw_f_52	10053	I/O DISCRETE
sw_f_53	10052	I/O DISCRETE
sw_f_54	10051	I/O DISCRETE
sw_f_55	10062	I/O DISCRETE

VARIABLES DEL PLC

PLC							
Ítem	Nombre Entrada	Dirección	Slot	Descripción	Tablero de Control	Switch	Luz Piloto
FABRICACION							
1	IN_FAB_12	IX2.5	10	Señal de Fabricación Tanque 12	F1	SW_F_12	H_F_12
2	IN_FAB_17	IX2.4	10	Señal de Fabricación Tanque 17	F1	SW_F_17	H_F_17
3	IN_FAB_24	IX2.3	9	Señal de Fabricación Tanque 24	F1	SW_F_24	H_F_24
4	IN_FAB_25	IX2.2	9	Señal de Fabricación Tanque 25	F1	SW_F_25	H_F_25
5	IN_FAB_26	IX2.1	9	Señal de Fabricación Tanque 26	F1	SW_F_26	H_F_26
6	IN_FAB_27	IX2.0	9	Señal de Fabricación Tanque 27	F1	SW_F_27	H_F_27
7	IN_FAB_28	IX2.11	11	Señal de Fabricación Tanque 28	F1	SW_F_28	H_F_28
8	IN_FAB_29	IX2.10	11	Señal de Fabricación Tanque 29	F1	SW_F_29	H_F_29
9	IN_FAB_30	IX2.9	11	Señal de Fabricación Tanque 30	F1	SW_F_30	H_F_30
10	IN_FAB_31	IX2.8	11	Señal de Fabricación Tanque 31	F1	SW_F_31	H_F_31
11	IN_FAB_34	IX2.7	10	Señal de Fabricación Tanque 34	F1	SW_F_34	H_F_34
12	IN_FAB_35	IX2.6	10	Señal de Fabricación Tanque 35	F1	SW_F_35	H_F_35
13	IN_FAB_36	IX3.1	13	Señal de Fabricación Tanque 36	F1	SW_F_36	H_F_36
14	IN_FAB_45	IX3.0	13	Señal de Fabricación Tanque 45	F1	SW_F_45	H_F_45
15	IN_FAB_46	IX2.15	12	Señal de Fabricación Tanque 46	F1	SW_F_46	H_F_46
16	IN_FAB_47	IX2.14	12	Señal de Fabricación Tanque 47	F1	SW_F_47	H_F_47
17	IN_FAB_48	IX2.13	12	Señal de Fabricación Tanque 48	F1	SW_F_48	H_F_48
18	IN_FAB_49	IX2.12	12	Señal de Fabricación Tanque 49	F1	SW_F_49	H_F_49
19	IN_FAB_52	IX3.4	14	Señal de Fabricación Tanque 52	F1	SW_F_52	H_F_52
20	IN_FAB_53	IX3.3	13	Señal de Fabricación Tanque 53	F1	SW_F_53	H_F_53
21	IN_FAB_54	IX3.2	13	Señal de Fabricación Tanque 54	F1	SW_F_54	H_F_54
22	IN_FAB_10	IX3.8	15	Señal de Fabricación Tanque 10	F2	SW_F_10	H_F_10
23	IN_FAB_16	IX3.7	14	Señal de Fabricación Tanque 16	F2	SW_F_16	H_F_16
24	IN_FAB_18	IX3.6	14	Señal de Fabricación Tanque 18	F2	SW_F_18	H_F_18
25	IN_FAB_19	IX3.5	14	Señal de Fabricación Tanque 19	F2	SW_F_19	H_F_19
26	IN_FAB_20	IX3.12	16	Señal de Fabricación Tanque 20	F2	SW_F_20	H_F_20
27	IN_FAB_39	IX3.11	15	Señal de Fabricación Tanque 39	F2	SW_F_39	H_F_39
28	IN_FAB_40	IX3.10	15	Señal de Fabricación Tanque 40	F2	SW_F_40	H_F_40
29	IN_FAB_41	IX3.9	15	Señal de Fabricación Tanque 41	F2	SW_F_41	H_F_41
30	IN_FAB_42	IX3.15	16	Señal de Fabricación Tanque 42	F2	SW_F_42	H_F_42
31	IN_FAB_51	IX3.14	16	Señal de Fabricación Tanque 51	F2	SW_F_51	H_F_51
32	IN_FAB_55	IX3.13	16	Señal de Fabricación Tanque 55	F2	SW_F_55	H_F_55

PLC				Descripción	Tablero de Control	Switch	Luz Piloto
Item	Nombre Entrada	Dirección	Slot				
ENVASADO							
33	IN_ENV_10	IX0.10	3	Señal de Envasado Tanque 10	ENV	SW_E_10	H_E_10
34	IN_ENV_12	IX0.9	3	Señal de Envasado Tanque 12	ENV	SW_E_12	H_E_12
35	IN_ENV_16	IX0.8	3	Señal de Envasado Tanque 16	ENV	SW_E_16	H_E_16
36	IN_ENV_17	IX0.7	2	Señal de Envasado Tanque 17	ENV	SW_E_17	H_E_17
37	IN_ENV_18	IX0.6	2	Señal de Envasado Tanque 18	ENV	SW_E_18	H_E_18
38	IN_ENV_19	IX0.5	2	Señal de Envasado Tanque 19	ENV	SW_E_19	H_E_19
39	IN_ENV_20	IX0.4	2	Señal de Envasado Tanque 20	ENV	SW_E_20	H_E_20
40	IN_ENV_24	IX0.3	1	Señal de Envasado Tanque 24	ENV	SW_E_24	H_E_24
41	IN_ENV_25	IX0.2	1	Señal de Envasado Tanque 25	ENV	SW_E_25	H_E_25
42	IN_ENV_26	IX0.1	1	Señal de Envasado Tanque 26	ENV	SW_E_26	H_E_26
43	IN_ENV_27	IX0.0	1	Señal de Envasado Tanque 27	ENV	SW_E_27	H_E_27
44	IN_ENV_28	IX1.4	6	Señal de Envasado Tanque 28	ENV	SW_E_28	H_E_28
45	IN_ENV_29	IX1.3	5	Señal de Envasado Tanque 29	ENV	SW_E_29	H_E_29
46	IN_ENV_30	IX1.2	5	Señal de Envasado Tanque 30	ENV	SW_E_30	H_E_30
47	IN_ENV_31	IX1.1	5	Señal de Envasado Tanque 31	ENV	SW_E_31	H_E_31
48	IN_ENV_34	IX1.0	5	Señal de Envasado Tanque 34	ENV	SW_E_34	H_E_34
49	IN_ENV_35	IX0.15	4	Señal de Envasado Tanque 35	ENV	SW_E_35	H_E_35
50	IN_ENV_36	IX0.14	4	Señal de Envasado Tanque 36	ENV	SW_E_36	H_E_36
51	IN_ENV_39	IX0.13	4	Señal de Envasado Tanque 39	ENV	SW_E_39	H_E_39
52	IN_ENV_40	IX0.12	4	Señal de Envasado Tanque 40	ENV	SW_E_40	H_E_40
53	IN_ENV_41	IX0.11	3	Señal de Envasado Tanque 41	ENV	SW_E_41	H_E_41
54	IN_ENV_42	IX1.15	8	Señal de Envasado Tanque 42	ENV	SW_E_42	H_E_42
55	IN_ENV_45	IX1.14	8	Señal de Envasado Tanque 45	ENV	SW_E_45	H_E_45
56	IN_ENV_46	IX1.13	8	Señal de Envasado Tanque 46	ENV	SW_E_46	H_E_46
57	IN_ENV_47	IX1.12	8	Señal de Envasado Tanque 47	ENV	SW_E_47	H_E_47
58	IN_ENV_48	IX1.11	7	Señal de Envasado Tanque 48	ENV	SW_E_48	H_E_48
59	IN_ENV_49	IX1.10	7	Señal de Envasado Tanque 49	ENV	SW_E_49	H_E_49
60	IN_ENV_51	IX1.9	7	Señal de Envasado Tanque 51	ENV	SW_E_51	H_E_51
61	IN_ENV_52	IX1.8	7	Señal de Envasado Tanque 52	ENV	SW_E_52	H_E_52
62	IN_ENV_53	IX1.7	6	Señal de Envasado Tanque 53	ENV	SW_E_53	H_E_53
63	IN_ENV_54	IX1.6	6	Señal de Envasado Tanque 54	ENV	SW_E_54	H_E_54
64	IN_ENV_55	IX1.5	6	Señal de Envasado Tanque 55	ENV	SW_E_55	H_E_55

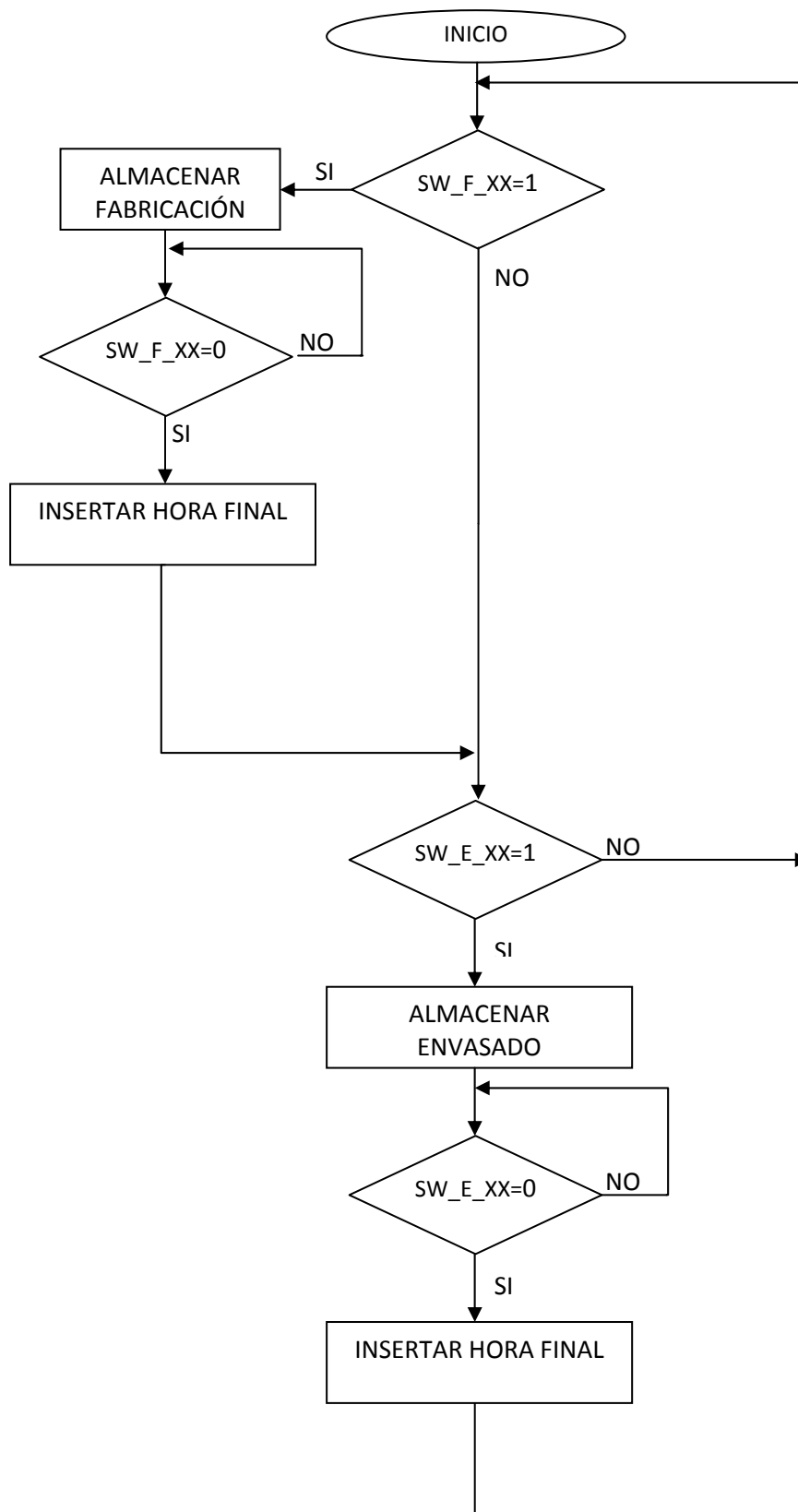
PLC				Descripción	Tablero de Control	Switch	Luz Piloto
Item	Nombre Entrada	Dirección	Slot				
ALARMAS							
65	IN_ALARM_TL	IX4.4	18	Señal de Alarma de la Envasadora Tyele	ENV	SW_A_TL	H_A_TL
66	IN_ALARM_DV	IX4.3	17	Señal de Alarma de la Envasadora DeVree	ENV	SW_A_DV	H_A_DV
67	IN_ALARM_B1	IX4.2	17	Señal de Alarma de la Envasadora Brasileña 1	ENV	SW_A_B1	H_A_B1B2
68	IN_ALARM_B2	IX4.1	17	Señal de Alarma de la Envasadora Brasileña 2	ENV	SW_A_B2	H_A_B1B2
69	IN_ALARM_AKW	IX4.0	17	Señal de Reconocimiento de Alarmas	ENV	PUL_ACK	
SENSORES							
70	IN_SEN_TL_1	IX4.8	19	Señal del Sensor 1 de Gal/Lit de la Envasadora Tyele	ENV		
71	IN_SEN_TL_2	IX4.7	18	Señal del Sensor 2 de Gal/Lit de la Envasadora Tyele	ENV		
72	IN_SEN_DV_1	IX4.5	18	Señal del Sensor 1 de Gal/Lit de la Envasadora DeVree	ENV		
73	IN_SEN_DV_2	IX4.6	18	Señal del Sensor 2 de Gal/Lit de la Envasadora DeVree	ENV		
74	IN_SEN_BR_1	IX4.9	19	Señal del Sensor de Galones de la Envasadora Brasileña	ENV		
75	IN_SEN_BR_2	IX4.10	19	Señal del Sensor de Canecas de la Envasadora Brasileña	ENV		

Item	Nombre Salida	Dirección	Slot	Descripción	Tablero de Control
SALIDAS					
1	OUT_ALARM_LUZ	QX0.3	20	Señal de salida para encender la Luz de alarma	ENV
2	OUT_ALARM_DV	QX0.1	20	Señal de salida para encender la Luz de alarma DeVree	ENV
3	OUT_ALARM_TL	QX0.2	20	Señal de salida para encender la Luz de alarma Tyele	ENV
4	OUT_ALARM_BR12	QX0.0	20	Señal de salida para encender la Luz de alarma Brasileña	ENV

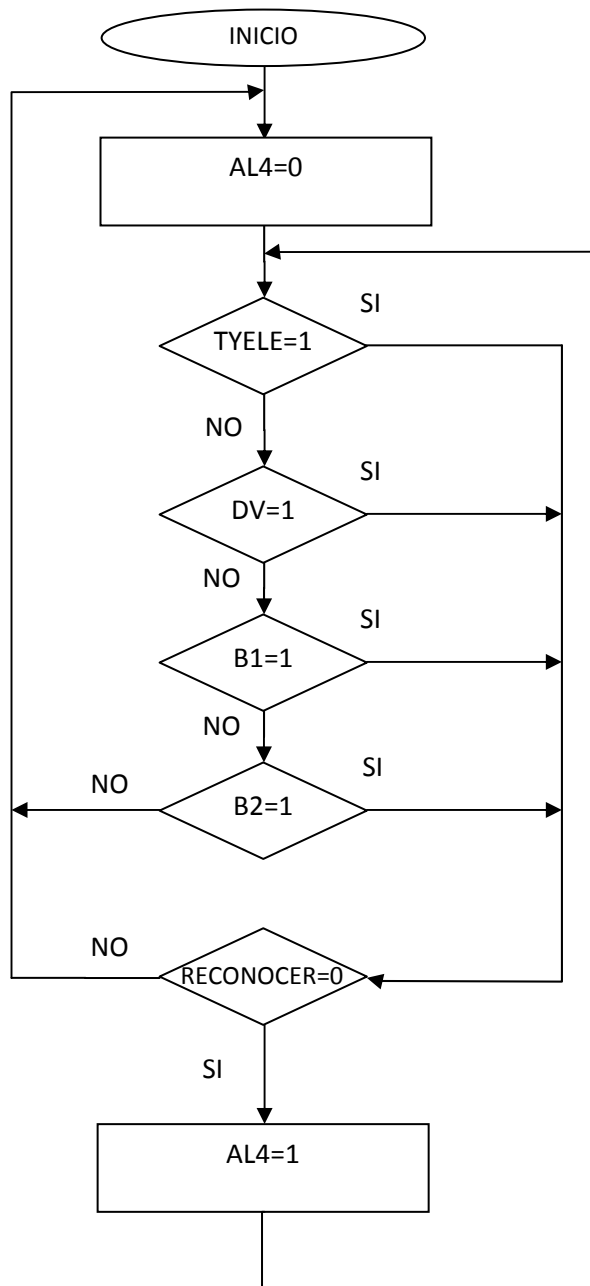
ANEXO II

DIAGRAMAS DE FLUJO

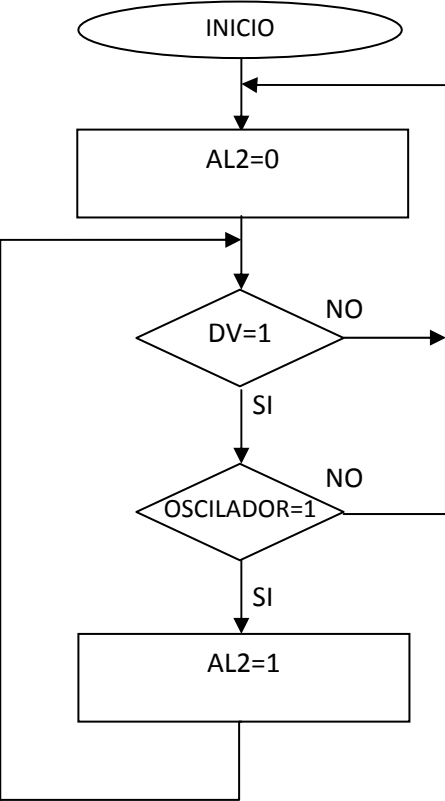
PROCESO DE FABRICACIÓN Y ENVASADO DE TANQUES



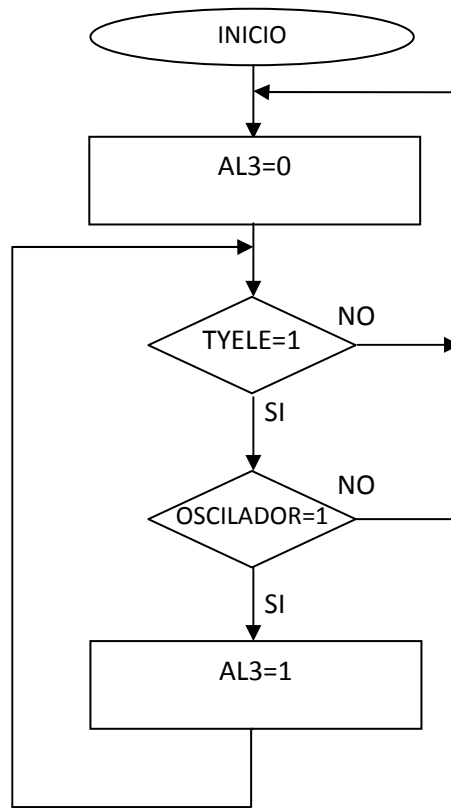
ACTIVACIÓN DE LA LUZ DE ALARMA



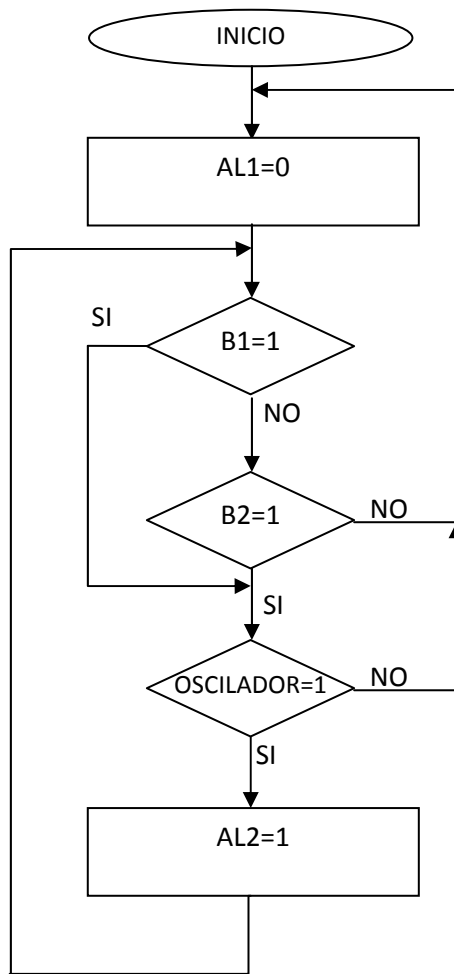
ALARMA DE LA ENVASADORA DEVREE



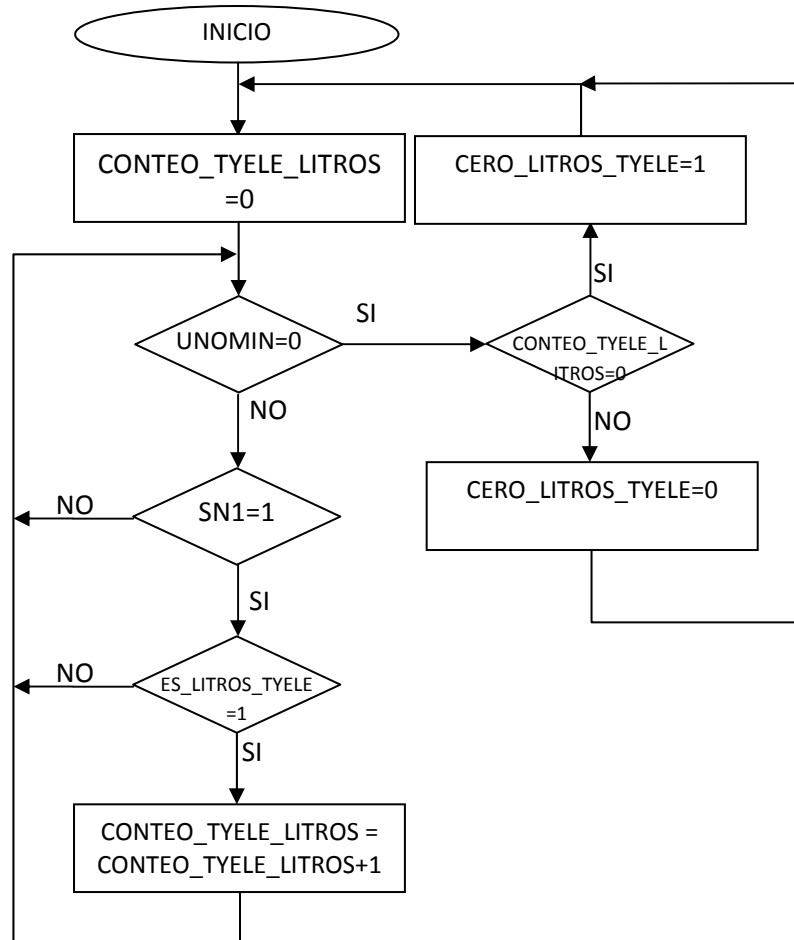
ALARMA DE LA ENVASADORA TYELE



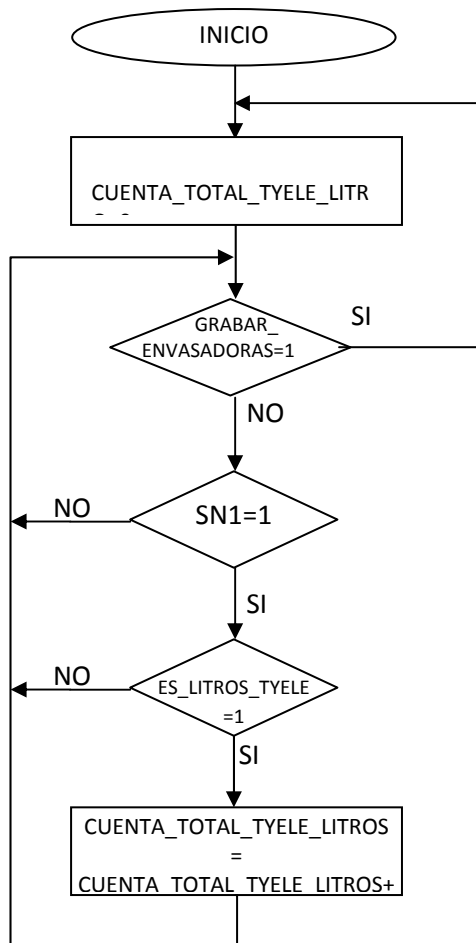
ALARMAS DE LAS ENVASADORAS BRASILEÑAS



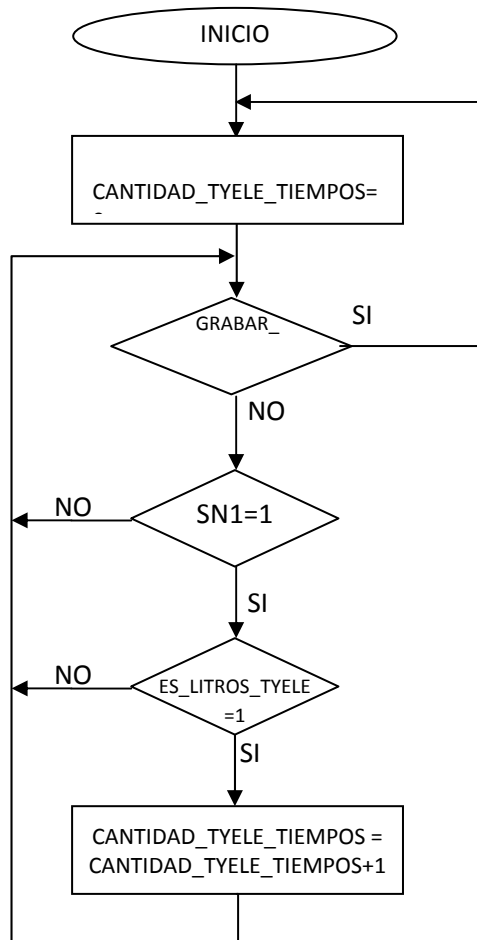
CONTEO DE LITROS POR MINUTO DE LA ENVASADORA TYELE



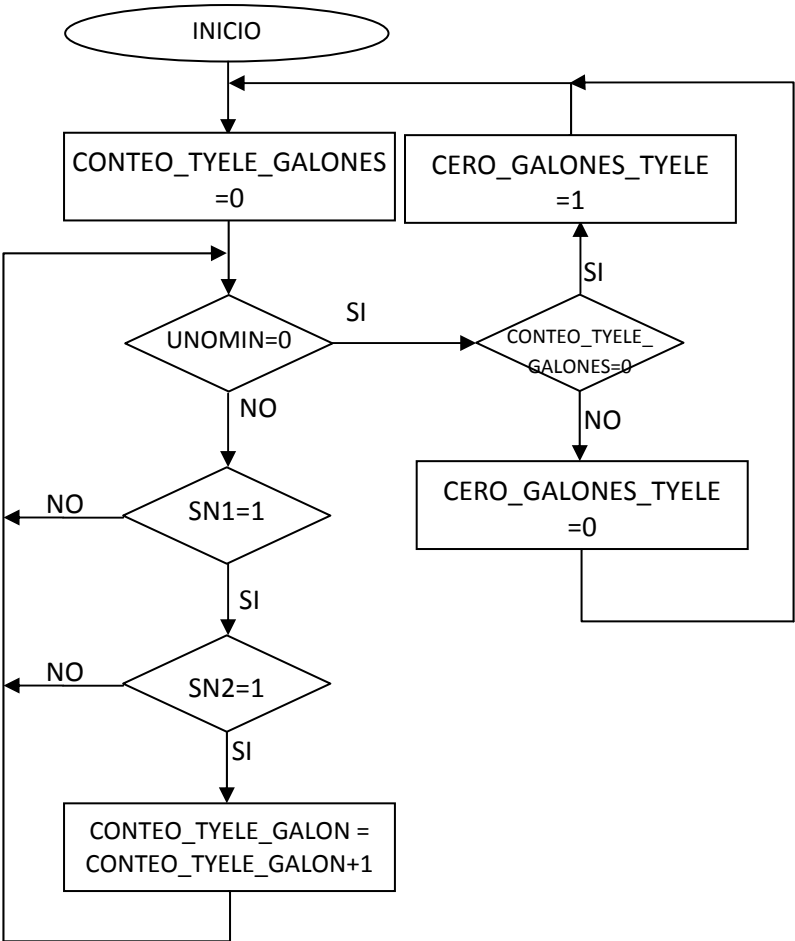
CONTEO TOTAL DE LITROS DE LA ENVASADORA TYELE



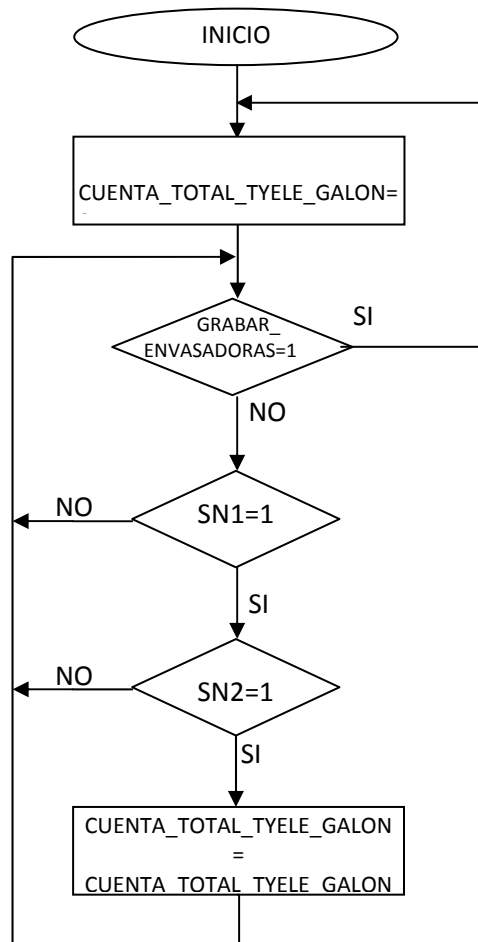
CONTEO DE LITROS EN EL PROCESO DE LOTES DE LA ENVASADORA TYELE



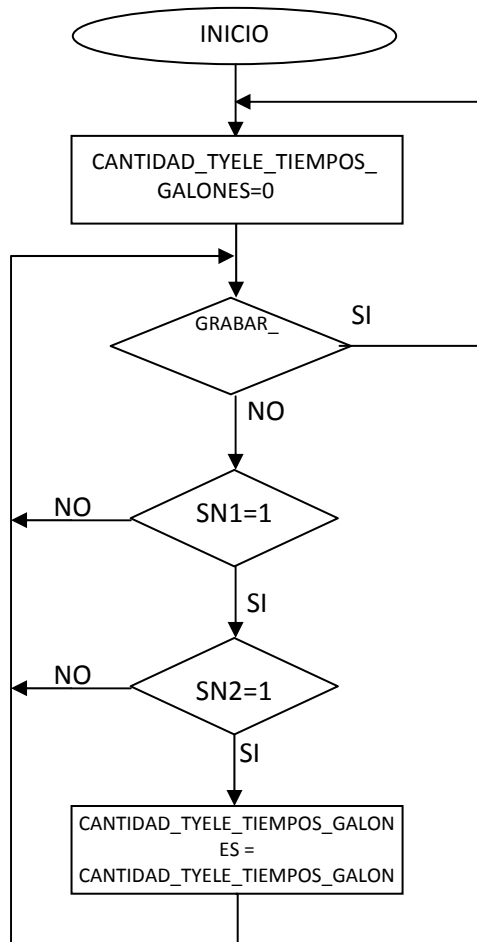
CONTEO DE GALONES POR MINUTO DE LA ENVASADORA TYELE



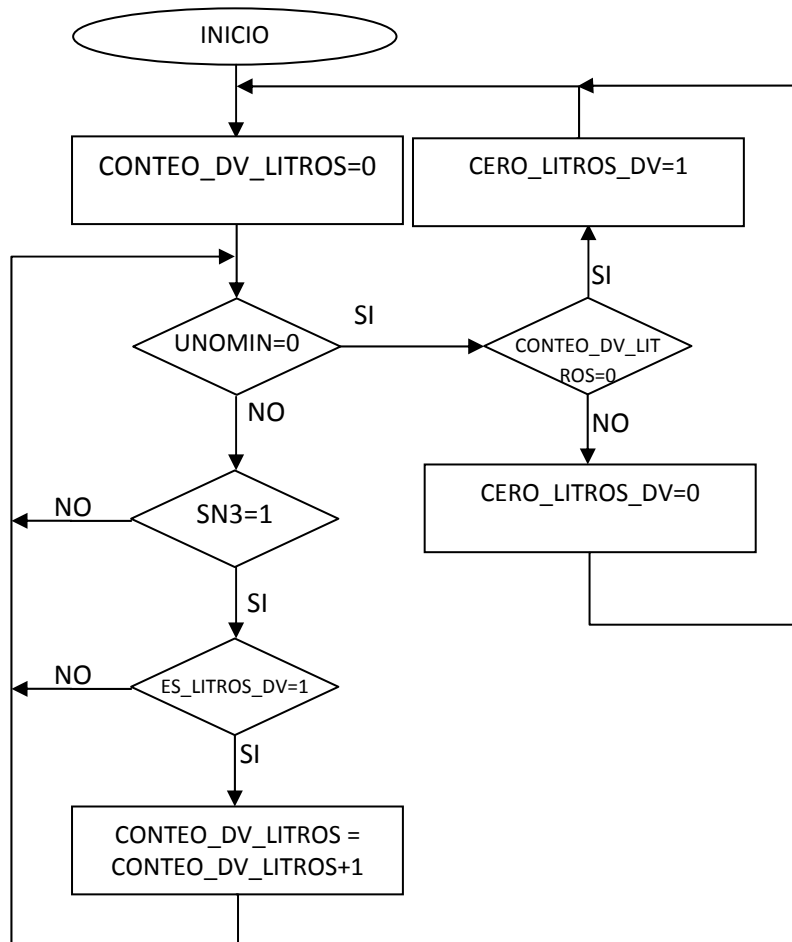
CONTEO TOTAL DE GALONES DE LA ENVASADORA TYELE



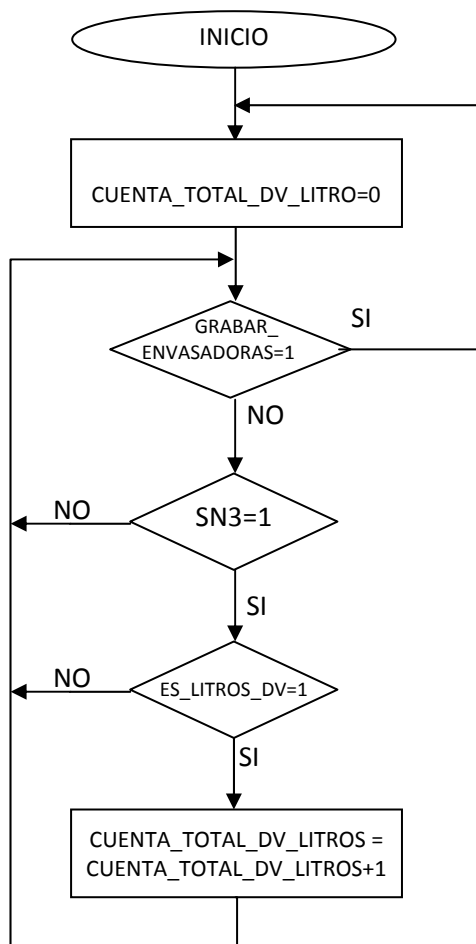
CONTEO DE GALONES EN EL PROCESO DE LOTES DE LA ENVASADORA TYELE



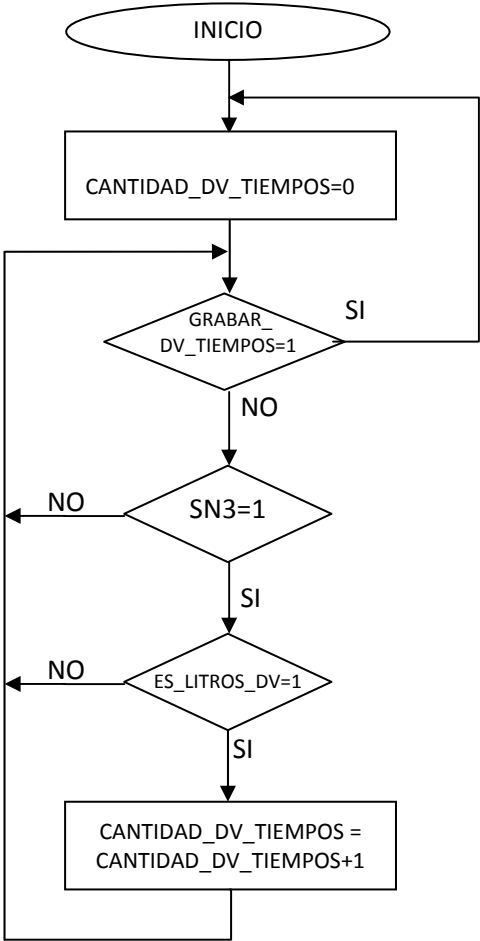
CONTEO DE LITROS POR MINUTO DE LA ENVASADORA DEVREE



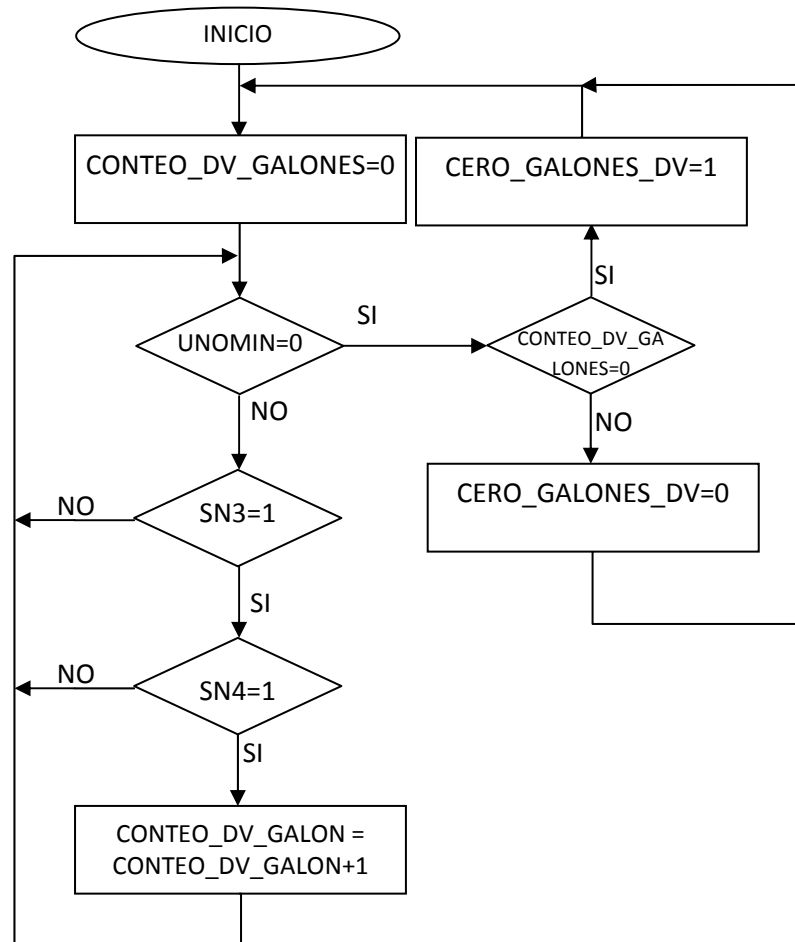
CONTEO TOTAL DE LITROS DE LA ENVASADORA DEVREE



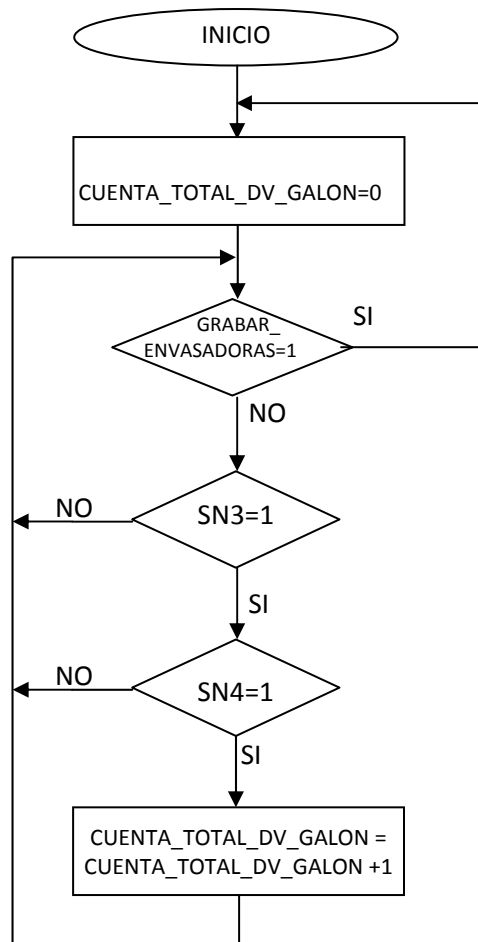
**CONTEO DE LITROS EN EL PROCESO DE LOTES EN LA ENVASADORA
DEVREE**



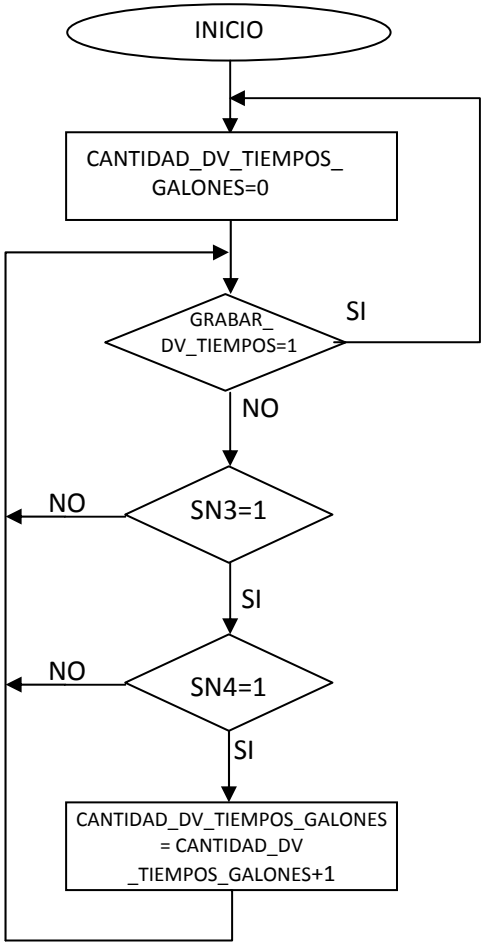
CONTEO DE GALONES POR MINUTO DE LA ENVASADORA DEVREE



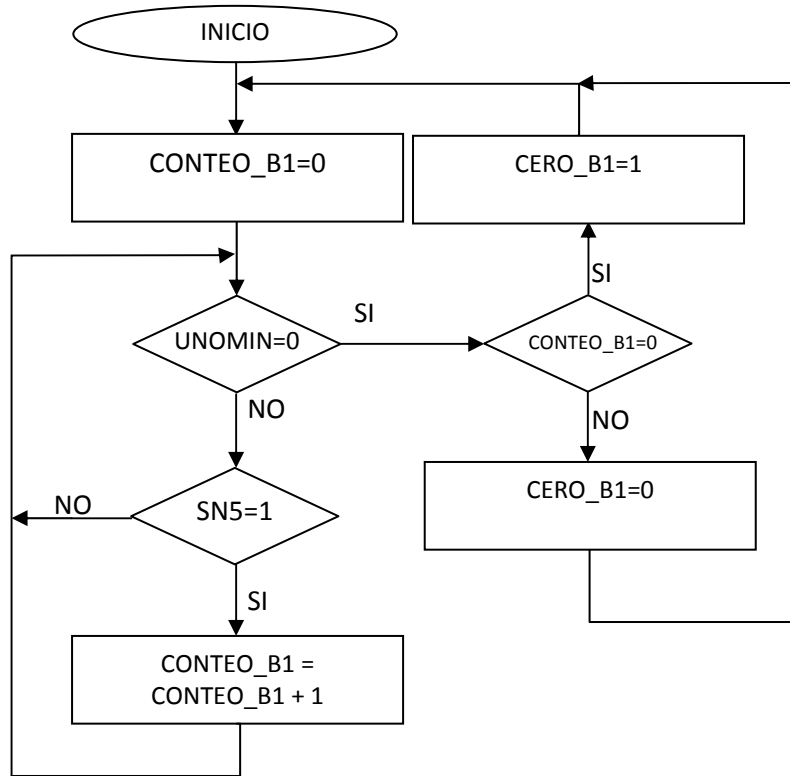
CONTEO TOTAL DE GALONES DE LA ENVASADORA DEVREE



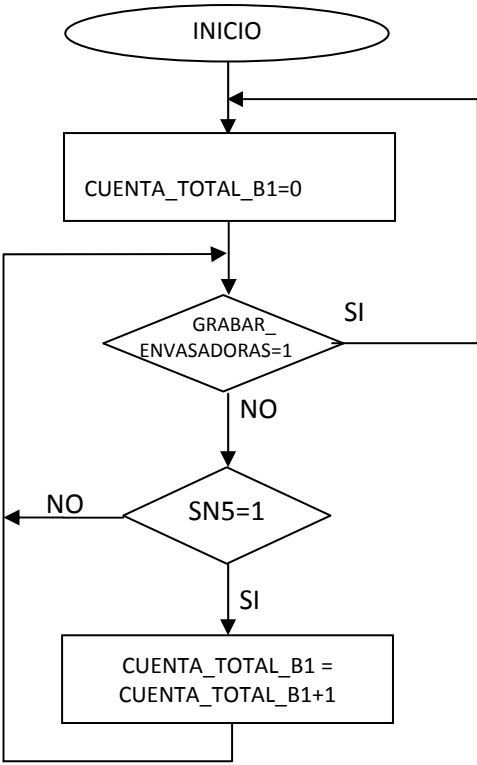
**CONTEO DE GALONES EN EL PROCESO DE LOTES DE LA ENVASADORA
DEVREE**



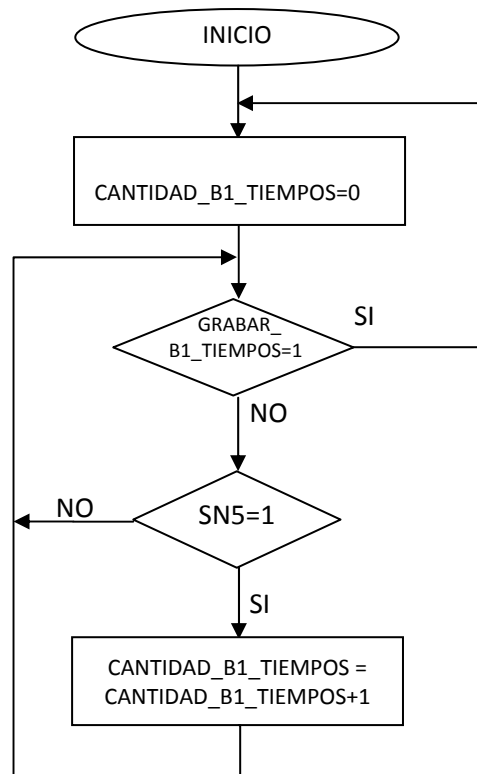
CONTEO POR MINUTO DE LA ENVASADORA BRASILEÑA 1



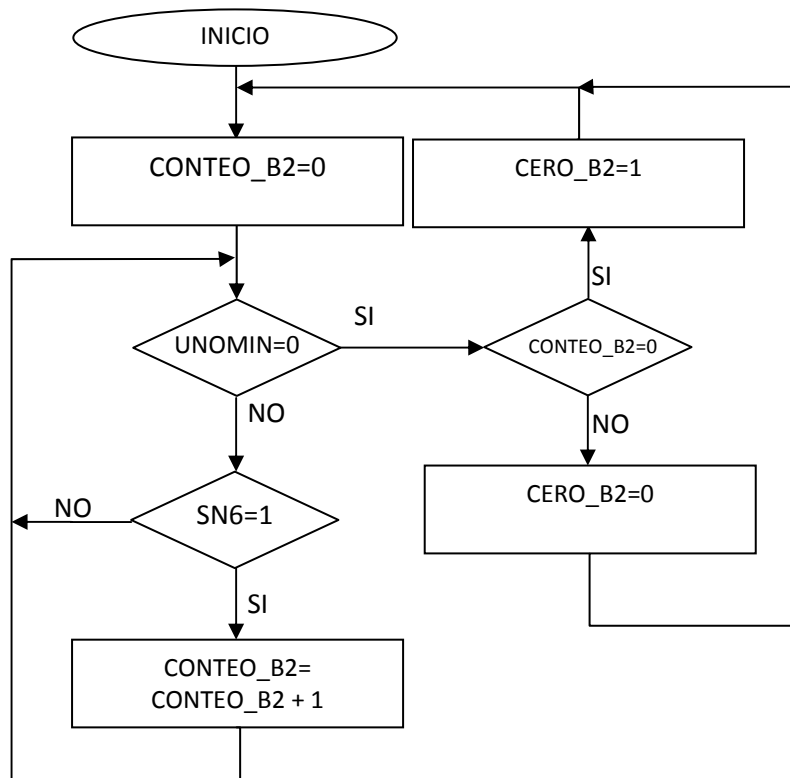
CONTEO TOTAL DE LA ENVASADORA BRASILEÑA 1



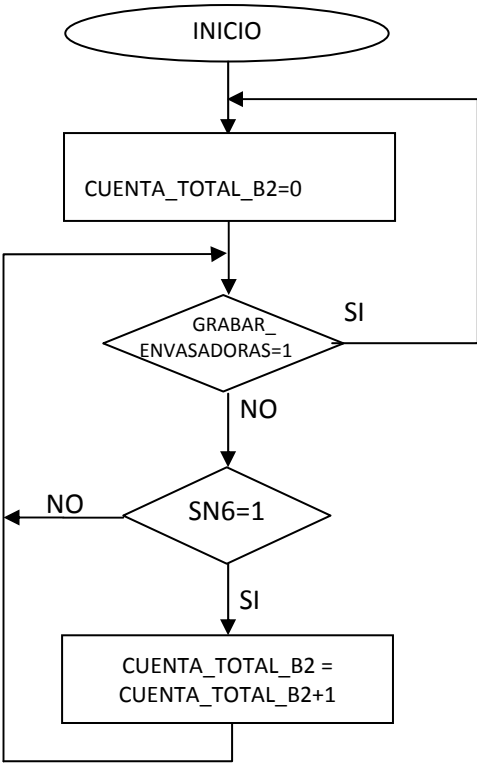
CONTEO DEL PROCESO DE LOTES DE LA ENVASADORA BRASILEÑA 1



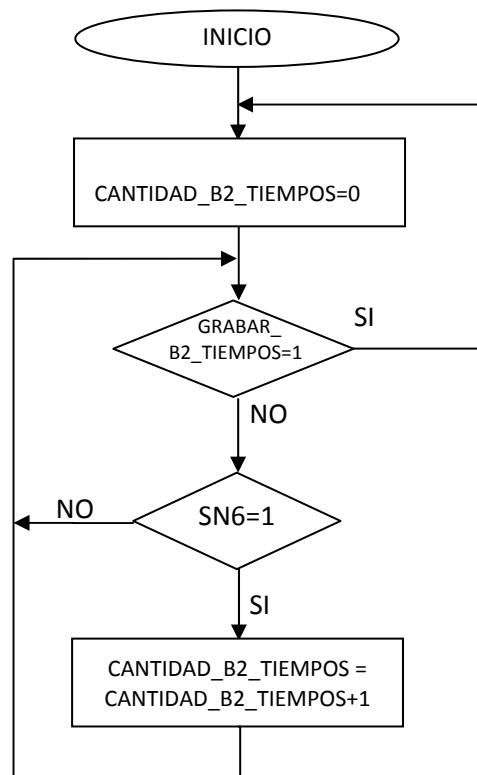
CONTEO POR MINUTO DE LA ENVASADORA BRASILEÑA 2



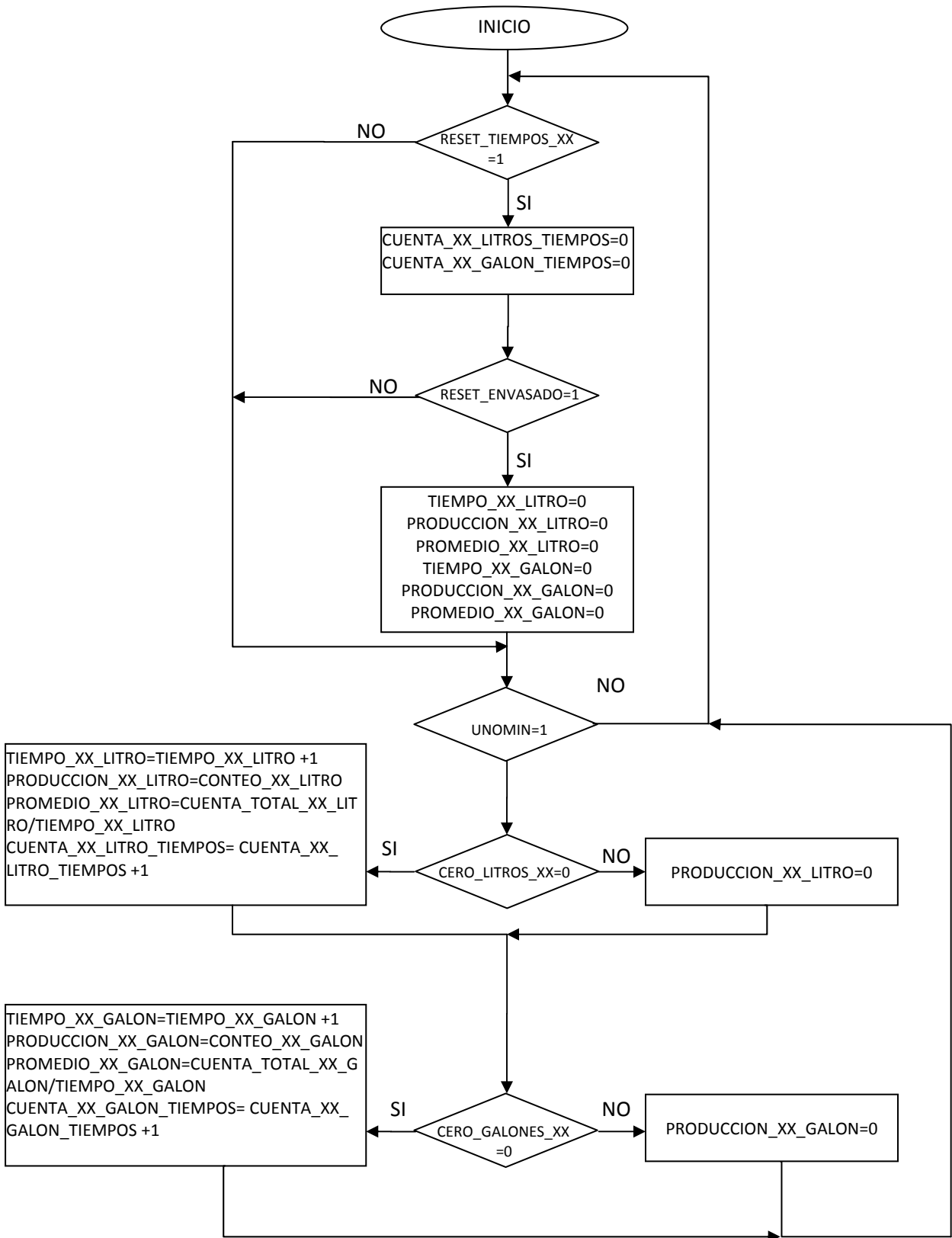
CONTEO TOTAL DE LA ENVASADORA BRASILEÑA 2



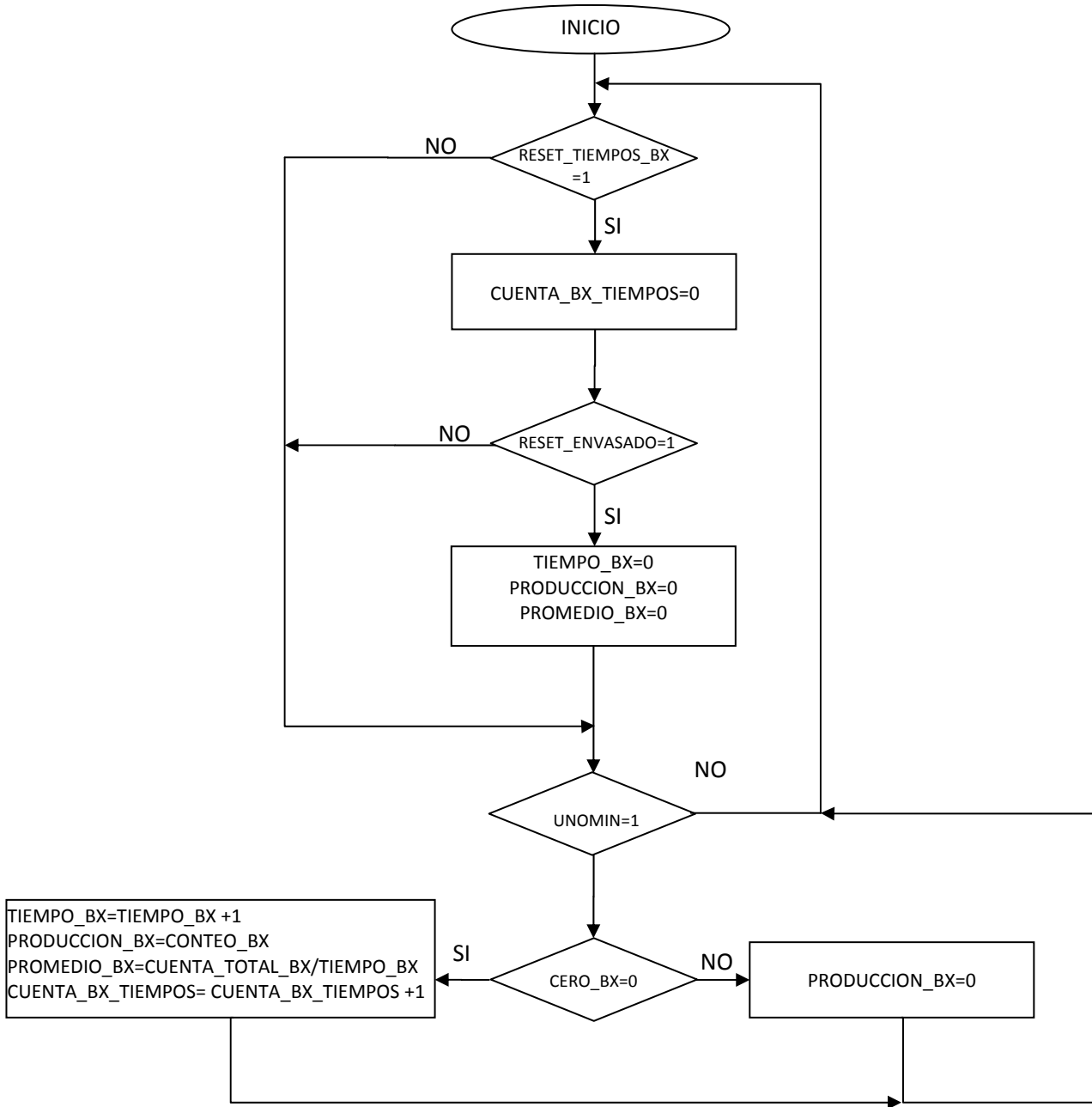
CONTEO DEL PROCESO DE LOTES DE LA ENVASADORA BRASILEÑA 2



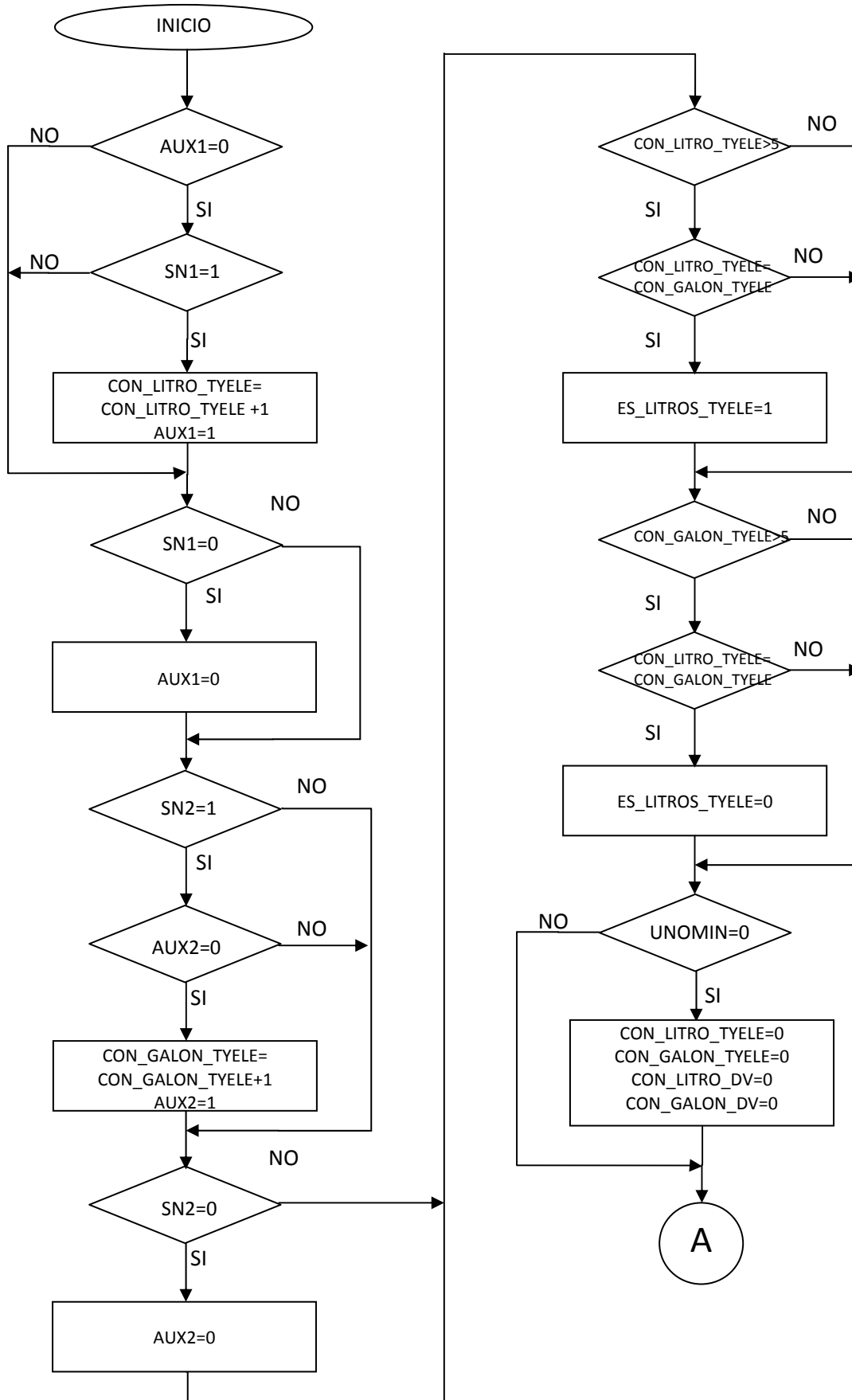
FUNCIÓN MINUTOS PARA LAS ENVASADORAS DEVREE Y TYELE

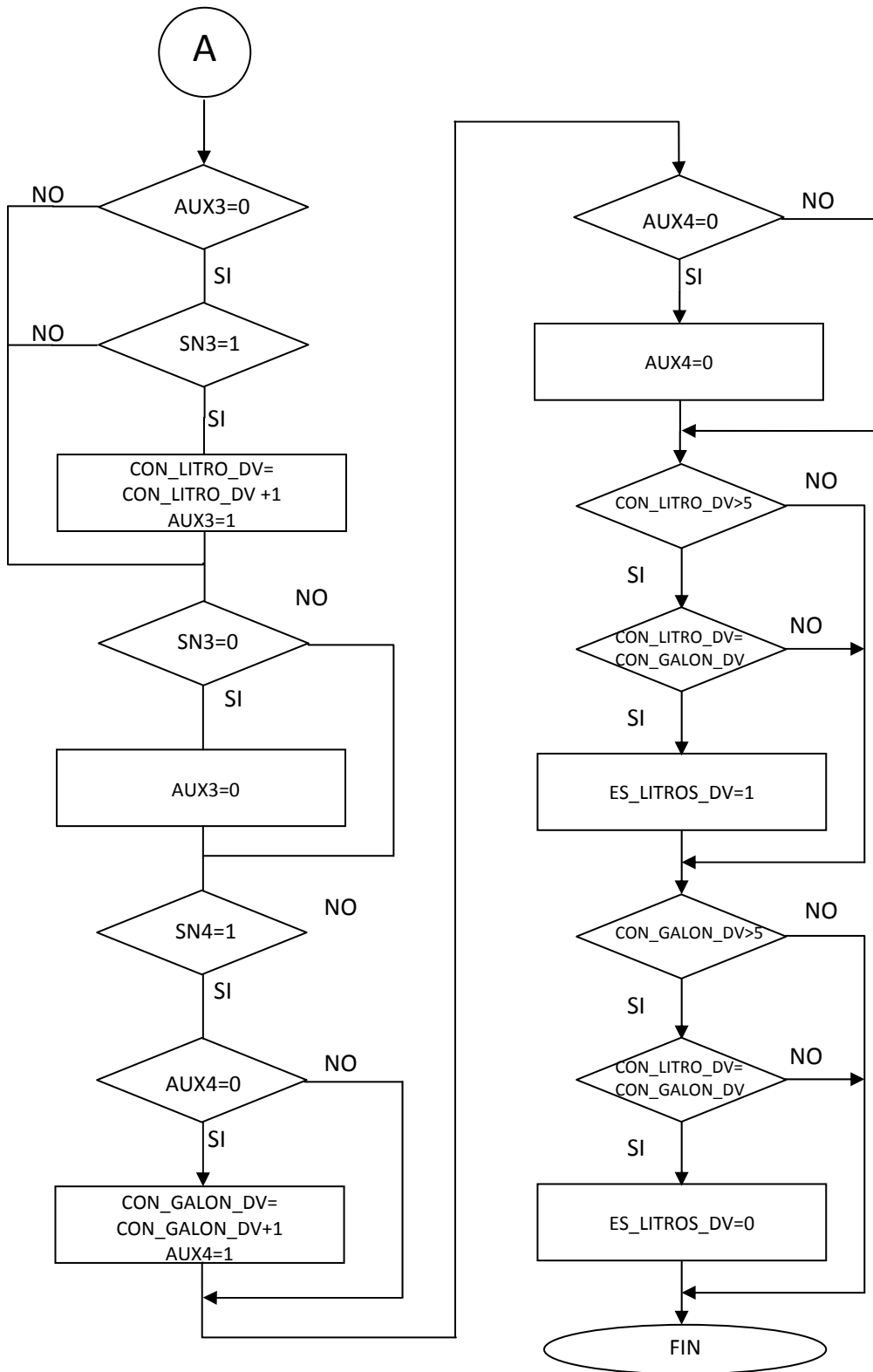


FUNCIÓN MINUTOS PARA LAS ENVASADORAS BRASILEÑA 1 Y BRASILEÑA 2



FUNCIÓN DETECCIÓN DE LITROS O GALONES PARA LAS ENVASADORAS TYELE Y DEVREE





ANEXO III

INSTALACIÓN Y

CONFIGURACIÓN DE

SOFTWARE

CONFIGURACIÓN DE LA DIRECCIÓN IP DEL PLC

Para esta configuración tiene que estar conectado el computador con el PLC.

- **Instalación del BootP**

Para la configuración de la dirección IP del PLC WAGO, se debe instalar el programa *BootPSer* (Figura A3.1).



Figura. A3.1. Pantalla de instalación del programa BootPSer

- **Direccionamiento de la IP Fija**

Después de instalar el programa *BootPSer*, se ingresa al siguiente archivo: "*C:\Program Files\WAGO Software\WAGO BootP Server\bootptab.txt*", aquí se configura la dirección IP fija del PLC WAGO.

```

bootptab - Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
# bootptab.txt: database for bootp server
#
# Blank lines and lines beginning with '#' are ignored.
#
# Legend:
#   First field -- hostname (not indented)
#   bf -- bootfile
#   bs -- bootfile size in 512-octet blocks
#   cs -- cookie servers
#   df -- dump file name
#   dn -- domain name
#   ds -- domain name servers
#   ef -- extension file
#   gw -- gateways
#   ha -- hardware address
#   hd -- home directory for bootfiles
#   hn -- host name set for client
#   ht -- hardware type
#   im -- impress servers
#   ip -- host IP address
#   lg -- log servers
#   lp -- LPR servers
#   ns -- IEN-116 name servers
#   ra -- reply address
#   rl -- resource location protocol servers
#   rp -- root path
#   sa -- boot server address
#   sm -- subnet mask
#   sw -- swap server
#   tc -- template host (points to similar host entry)
#   td -- TFTP directory
#   to -- time offset (seconds)
#   ts -- time servers
#   vm -- vendor magic number
#   Tn -- generic option tag n
#
# Be careful about including backslashes where they're needed. weird (bad)
# things can happen when a backslash is omitted where one is intended.
# Also, note that generic option data must be either a string or a
# sequence of bytes where each byte is a two-digit hex value.
#
# Example of entry with no gateway
# Example of entry with gateway
# The gateway address must be inserted in hexadecimal
# after the T3 parameter
# hamburg:ht=1:ha=0030DE000003:ip=10.1.254.203:T3=0A.01.FE.01:

```

Figura. A3.2. Pantalla del archivo bootptab.txt

Para configurar la línea marcada de la figura A3.2, se guiará en la tabla A3.3.

Tabla. A3.3. Configuración de la dirección IP del PLC

Declaración	Significado
nodo1	Puede ser cualquier nombre para el nodo, en este caso nodo1
ht = 1	Se especifica el tipo de hardware de la red; el tipo de hardware para ETHERNET es 1
ha=0030DE01CBA6	Se especifica la dirección de hardware o el MAC-ID del PLC
ip = 189.0.0.139	Se ingresa la dirección IP fija del PLC

Se termina la configuración y se graba el archivo; a continuación se abre el archivo: "*C:\Program Files\WAGO Software\WAGO BootP Server\BootpServer.exe*"(Figura A3.4) y se hace click en “*start*”, si todo esta correcto saldrá la siguiente pantalla.

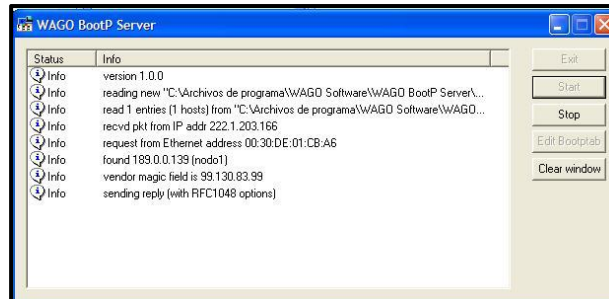


Figura. A3.4. Pantalla de configuración correcta de la dirección IP

INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LA BASE DE DATOS SQL SERVER 2005

Para instalar el programa SQL Server 2005, se hace a partir del CD de instalación; aparecerá la primera pantalla del asistente de instalación (Figura A3.5), se marca la casilla “*I accept the licensing terms and conditions*” y se hace click en “*Next*”.

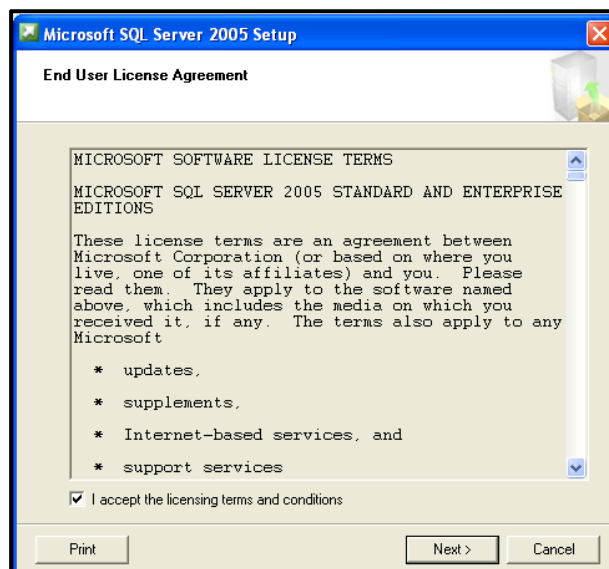


Figura. A3.5. Pantalla de instalación y configuración de SQL Server – 1

Previamente, SQL instalará unos prerequisites necesarios (*Microsoft SQL Native Client* y *Microsoft SQL Sever 2005 Setup Support Files*), se hace click en “Install” (Figura A3.6), después de esto se hace click en “Next” (Figura A3.7).

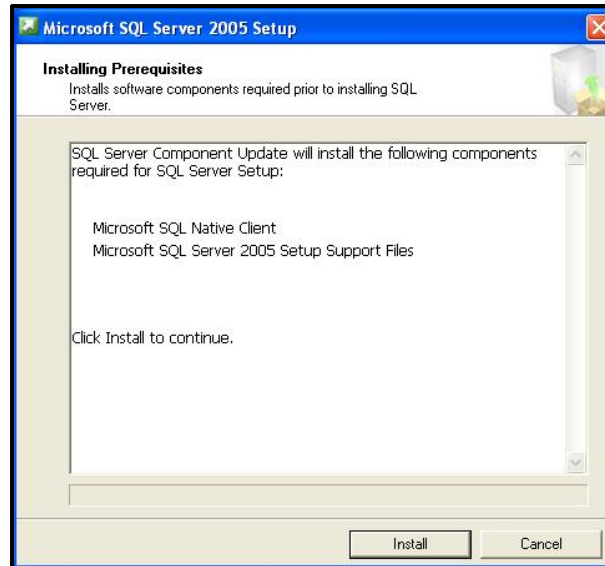


Figura. A3.6. Pantalla de instalación y configuración de SQL Server – 2

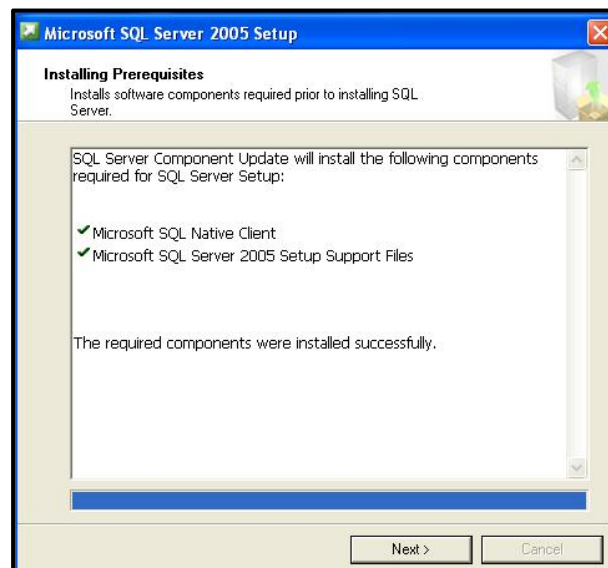


Figura. A3.7. Pantalla de instalación y configuración de SQL Server – 3

A continuación se iniciará el asistente de Instalación de SQL Server y se hace click en “*Next*” (Figura A3.8); el asistente hará un chequeo previo de los posibles problemas con algún componente de la instalación, si no hay problemas pondrá “*Success*” en “*Status*” y se pulsa “*Next*” (Figura A3.9). En el caso del computador de monitoreo, va a emitir un mensaje de precaución en “*Action / Minimun Hardware Requirement*”, por lo que el computador tiene una memoria de 512 MB y lo requerido es de 1 GB.



Figura. A3.8. Pantalla de instalación y configuración de SQL Server – 4

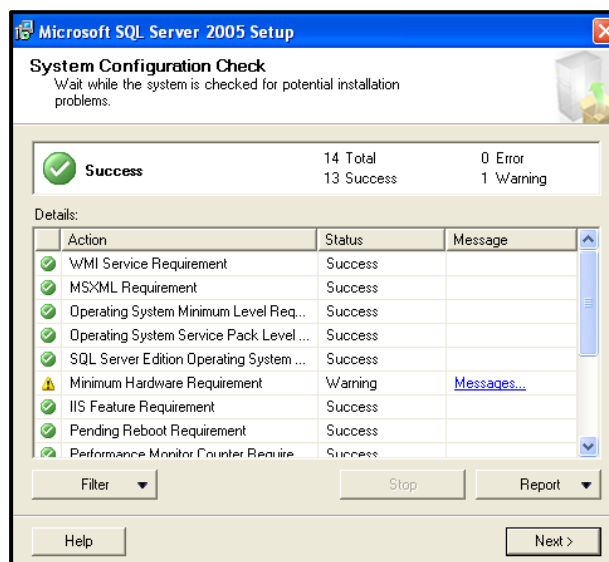


Figura. A3.9. Pantalla de instalación y configuración de SQL Server – 5

Ahora, se pedirá el número de serie, al utilizar el disco que provee la firma *Wonderware*, este número ya viene prefijado; se hace click en “*Next*” (Figura A3.10). Después se selecciona todos los componentes a instalar (Figura A3.11), y se pulsa “*Next*”

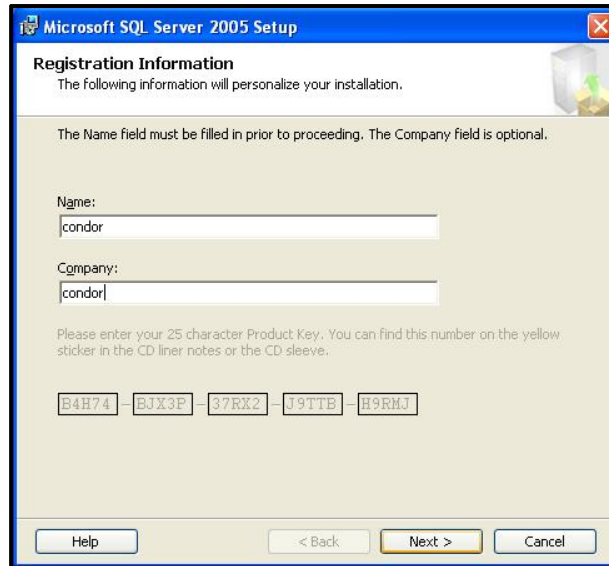


Figura. A3.10. Pantalla de instalación y configuración de SQL Server - 6

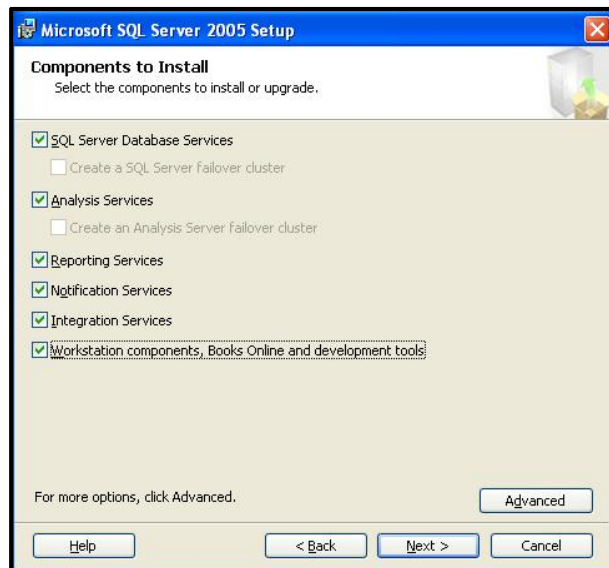


Figura. A3.11. Pantalla de instalación y configuración de SQL Server - 7

Se selecciona “*Default instance*” para instalar la instancia por defecto o “*Named instance*” para especificar un nombre de instancia personalizado (Figura A3.12). Si se quiere iniciar todos los servicios de SQL Server con el mismo usuario, se desmarcará “*Customize for each service account*”, también, si el usuario con que se inicien los servicios es local del equipo donde se esté instalando SQL Server, se escoge “*Local system*” (Figura A3.13), conviene que sea administrador del equipo.

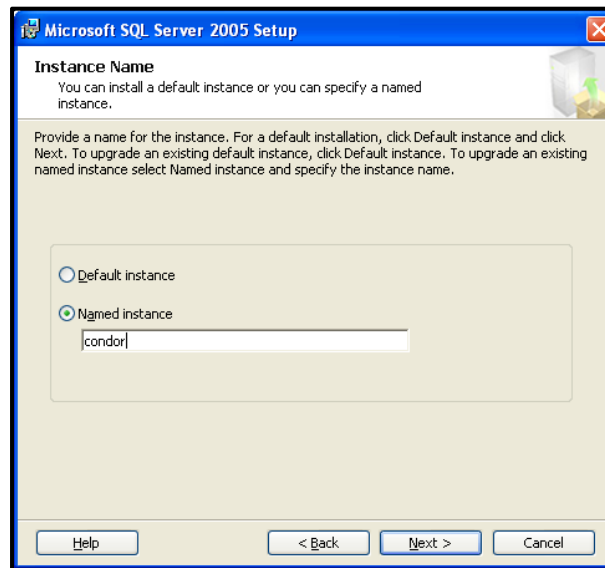


Figura. A3.12. Pantalla de instalación y configuración de SQL Server - 8

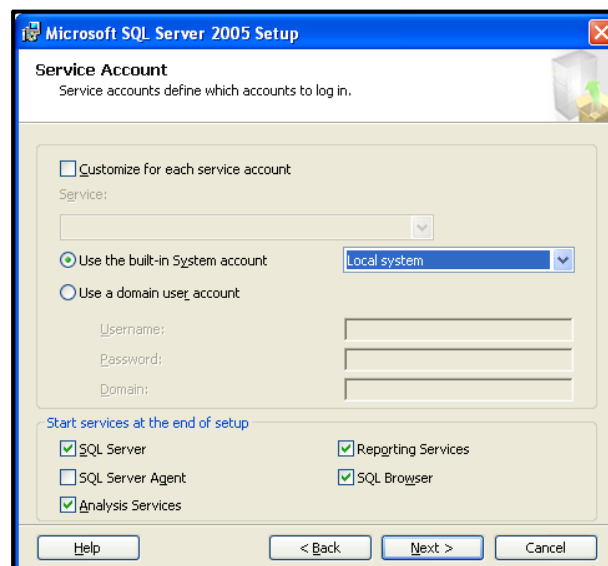


Figura. A3.13. Pantalla de instalación y configuración de SQL Server - 9

Se escoge el modo de autenticación “*Mixed Mode*” (usuarios del sistema operativo y usuarios del SQL Server). Se introduce la contraseña para acceder a la administración de SQL Server, cuyo usuario es *sa*¹, y se pulsa “*Next*” (Figura A3.14). Se indica las opciones del idioma con “*Modern_Spanish*” y las demás opciones se dejarán por defecto (Figura A3.15). Se hace click en “*Next*”.

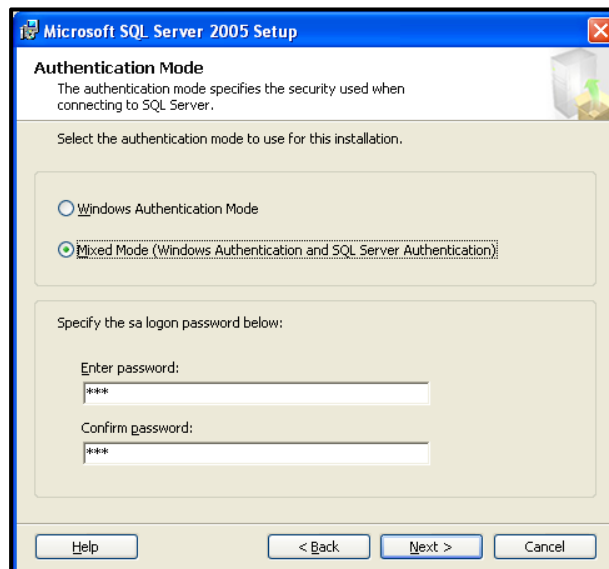


Figura. A3.14. Pantalla de instalación y configuración de SQL Server - 10

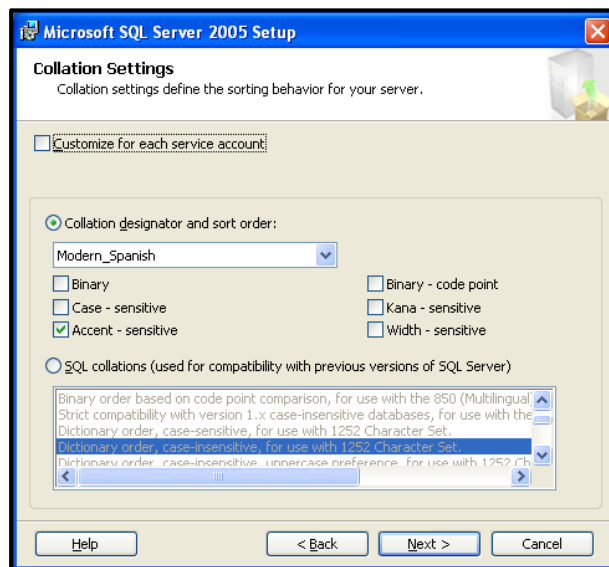


Figura. A3.15. Pantalla de instalación y configuración de SQL Server - 11

¹ *sa*, súper administrador

Finalmente aparecerá una ventana con el resumen de los componentes y opciones seleccionadas en el asistente de instalación. Si todo es correcto se pulsa “*Install*” para iniciar la instalación de SQL Server (Figura A3.16). Al instalarse todo correctamente, en “*Status*” aparecerá “*Setup finished*” y se pulsa “*Next*” (Figura A3.17), el programa de instalación ha concluido.

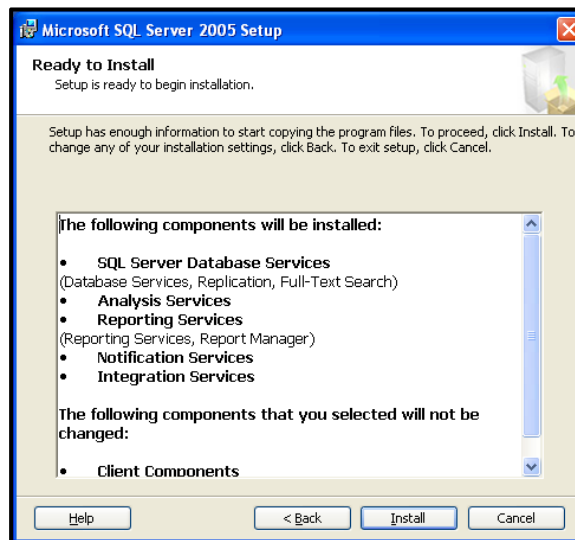


Figura. A3.16. Pantalla de instalación y configuración de SQL Server - 12

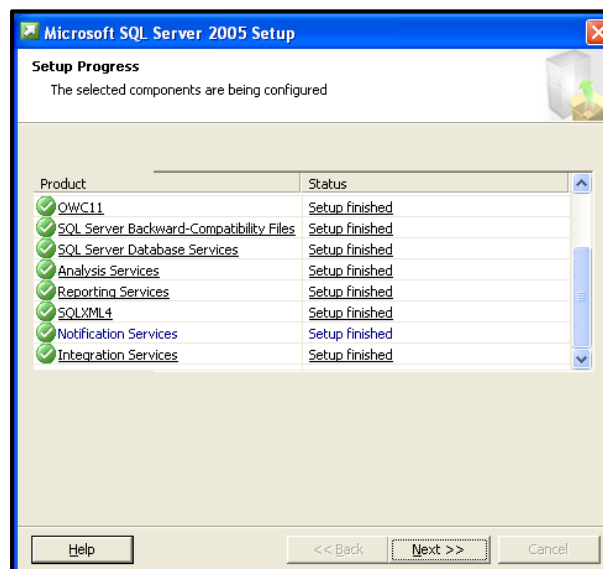


Figura. A3.17. Pantalla de instalación y configuración de SQL Server - 13

VERIFICACIÓN DE INSTALACIÓN CORRECTA DE SQL SERVER

Se crea al driver ODBC desde *Inicio\Configuración\Panel de control\Herramientas administrativas\Orígenes de datos ODBC*, aparecerá la ventana del Administrador de orígenes de datos ODBC y se pulsa “Agregar” (Figura A3.18). Después, se selecciona “SQL Server” y se pulsa en “Finalizar” (Figura A3.19).

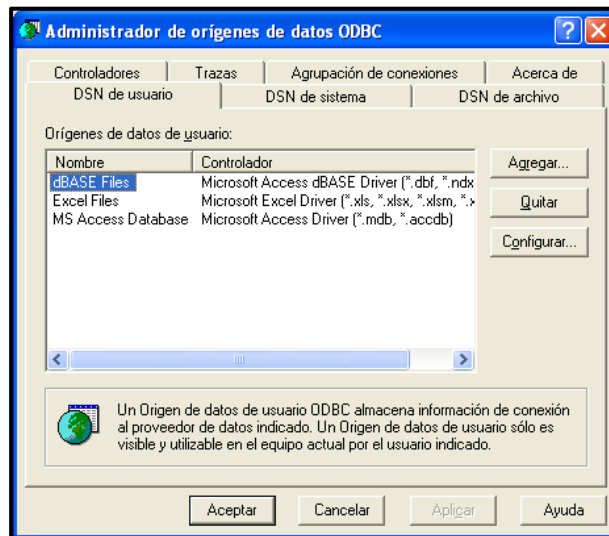


Figura. A3.18. Verificación de la instalación - 1

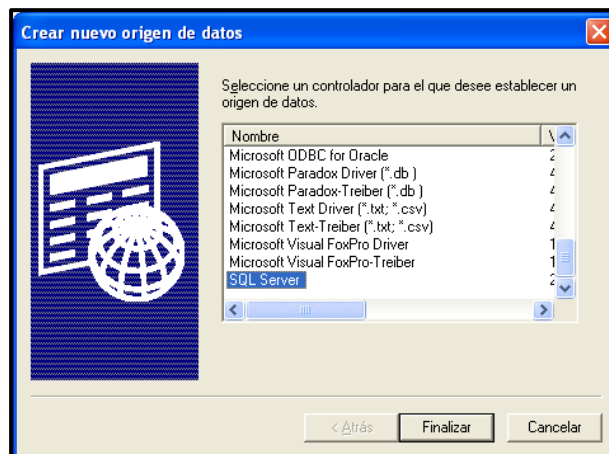


Figura. A3.19. Verificación de la instalación - 2

Se indica el nombre del driver ODBC, una descripción y el servidor al que se va a conectar, y se hace click en “*Siguiente*” (Figura A3.20). Se selecciona “*Con la Autenticación de SQL Server...*”, se ingresa “*sa*” y la contraseña antes creada, se pulsa “*Siguiente*” (Figura A3.21).

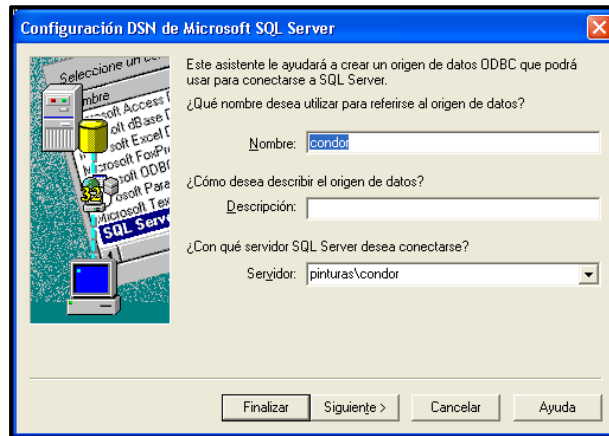


Figura. A3.20. Verificación de la instalación - 3

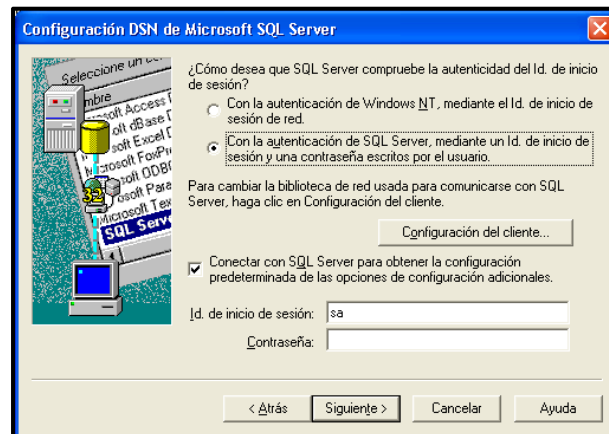


Figura. A3.21. Verificación de la instalación - 4

Se establece una base de datos como determinada, en este caso se selecciona “*monitoreo*”, y los demás valores por defecto (Figura A3.22). Se indica el idioma para los mensajes y las opciones de auditoría, se hace click en “*Finalizar*” (Figura A3.23).

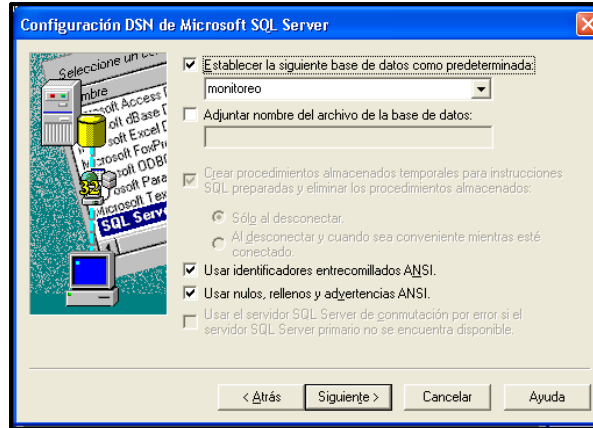


Figura. A3.22. Verificación de la instalación - 5

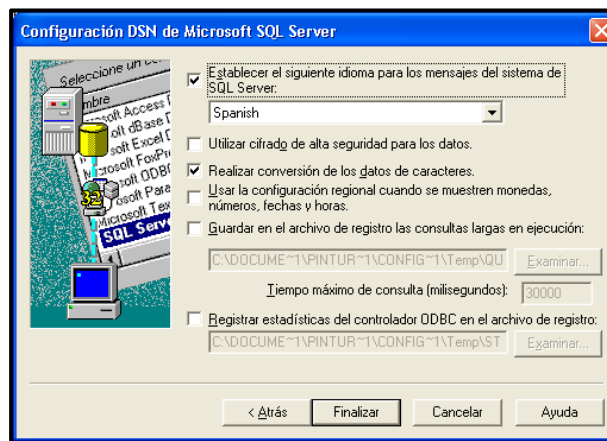


Figura. A3.23. Verificación de la instalación - 6

A continuación aparecerá una ventana con la información del ODBC, se pulsa “Aceptar” para finalizar la creación del driver ODBC. Para comprobar que el driver funciona correctamente se pulsa en “Probar origen de datos...” (Figura A3.24 y A3.25).

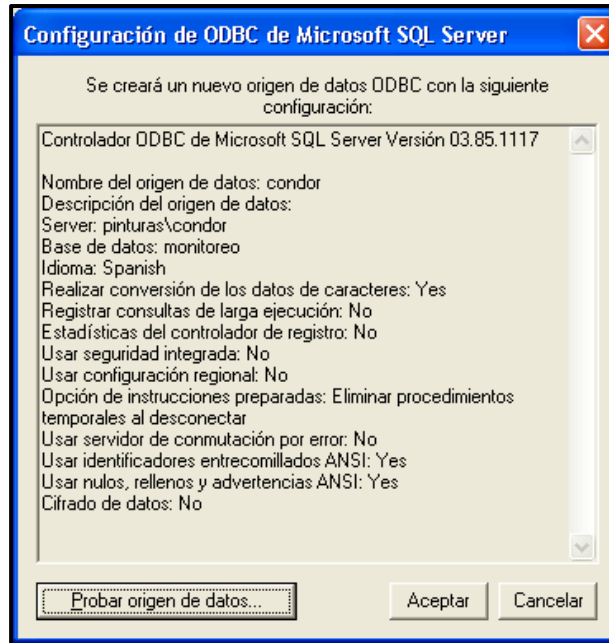


Figura. A3.24. Verificación de la instalación - 7

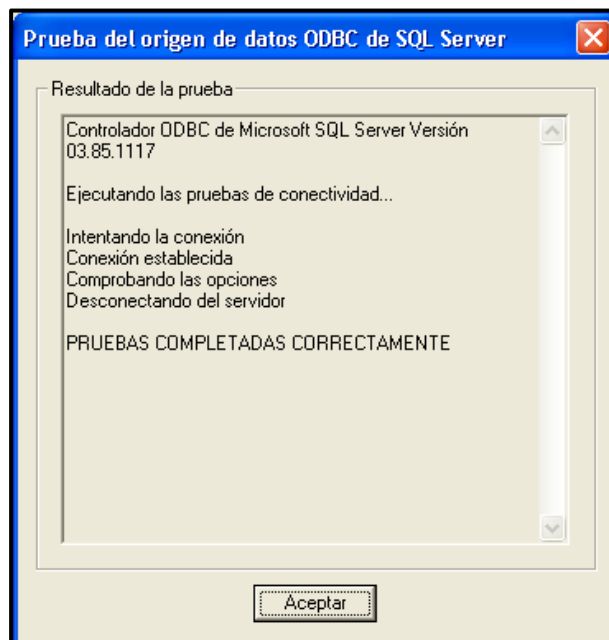


Figura. A3.25. Verificación de la instalación – 8

INSTALACIÓN IO-SERVERS

Para instalar los IO-Servers, se hace con el CD “*FactorySuite 2000*” de la firma *Wonderware*, el asistente de instalación mostrará la pantalla de bienvenida (Figura A3.26) y se pulsa “*Next*”; en la siguiente pantalla están los términos de la licencia, se hace click en “*Yes*” (Figura A3.27).



Figura. A3.26. Instalación de IO-Servers - 1

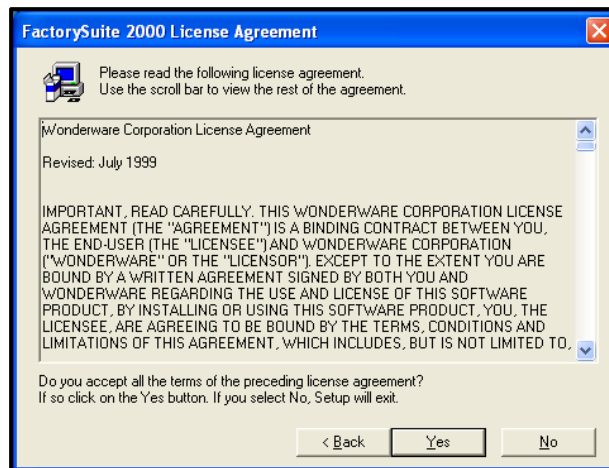


Figura. A3.27. Instalación de IO-Servers - 2

Se ingresa a la pantalla de “Install” (Figura A3.28), esta contiene los diferentes productos de “FactorySuite 2000”; se pulsa en “I/O Servers”, y a continuación se tiene una pantalla con un listado de los diferentes IO-Servers; aquí, se selecciona “Modicon Ethernet” el cual ayudará con el enlace de comunicación vía Ethernet (Figura A3.29), se pulsa “Next”.



Figura. A3.28. Instalación de IO-Servers - 3

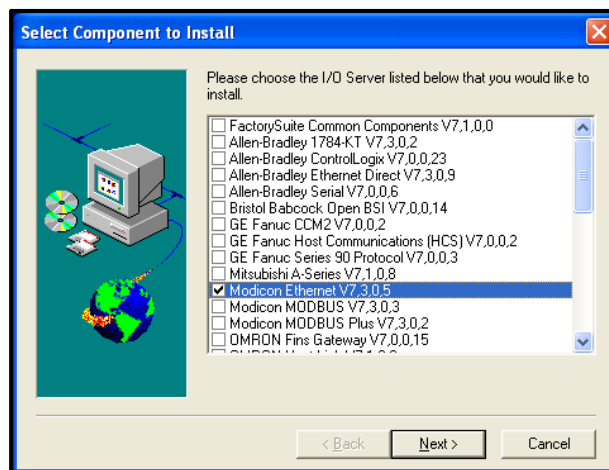


Figura. A3.29. Instalación de IO-Servers - 4

La siguiente pantalla indica lo que se va a instalar y se pulsa “Next” (Figura A3.30); después se tiene el asistente para la instalación de MODBUS Ethernet y se pulsa nuevamente “Next” (Figura A3.31).

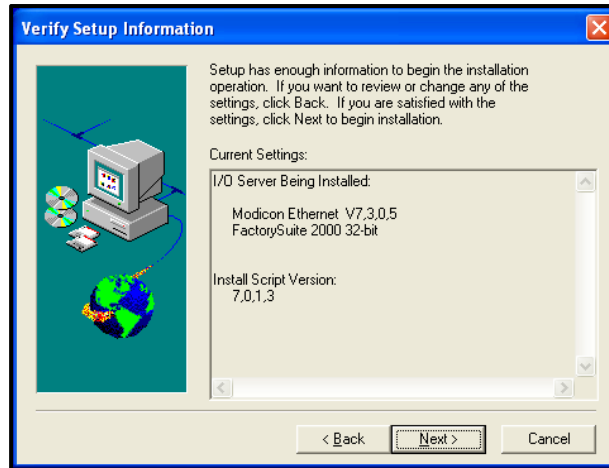


Figura. A3.30. Instalación de IO-Servers - 5

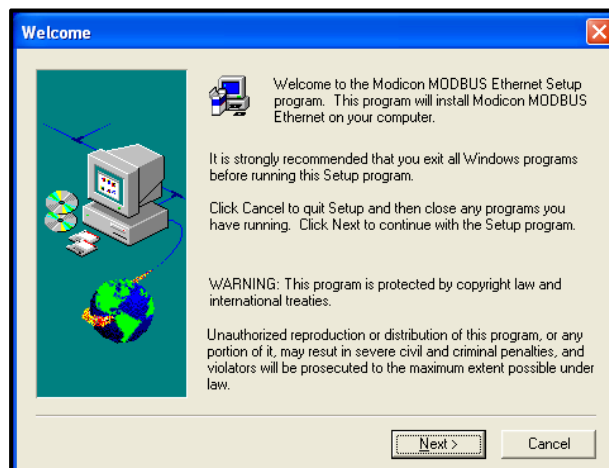


Figura. A3.31. Instalación de IO-Servers - 6

Los términos de la licencia se muestran en la pantalla y se pulsa “Yes” (Figura A3.32); ahora, se debe ingresar la información de nombre y compañía, después de esto, se hace click en “Next” (Figura A3.33).

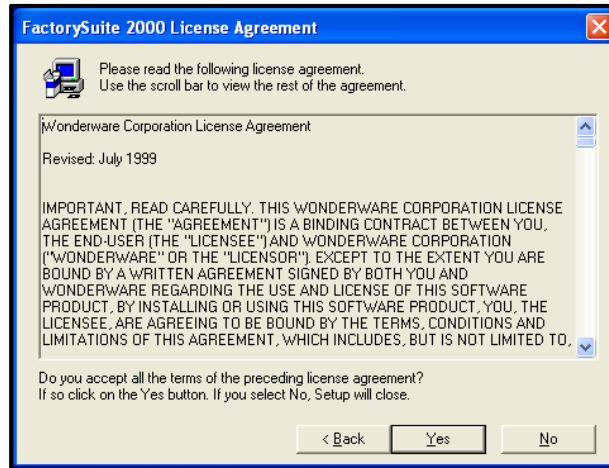


Figura. A3.32. Instalación de IO-Servers - 7

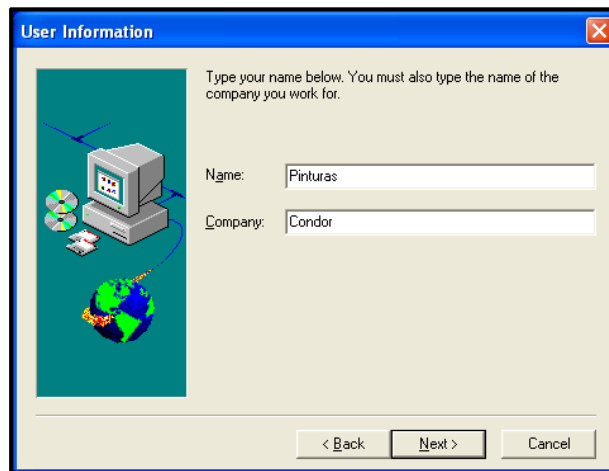


Figura. A3.33. Instalación de IO-Servers - 8

Se confirma que los datos son correctos y se pulsa “Yes” (Figura A3.34); después, se selecciona la dirección donde se instalará el programa y se hace click en “Next” (Figura A3.35).

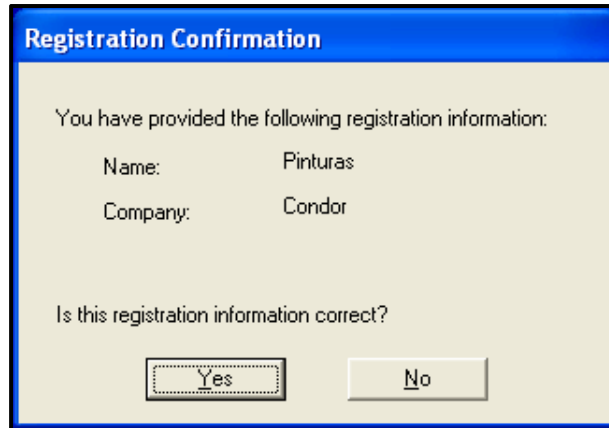


Figura. A3.34. Instalación de IO-Servers - 9

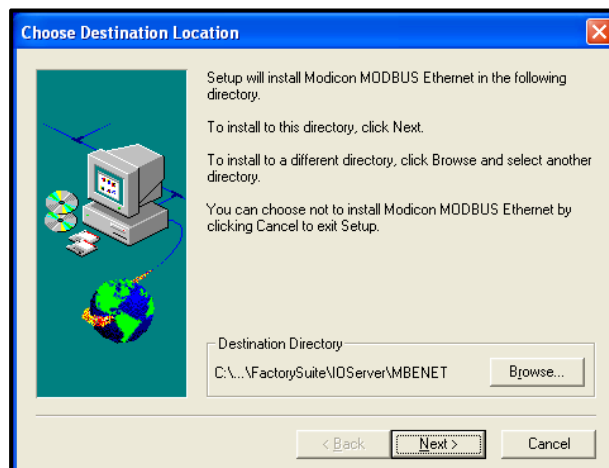


Figura. A3.35. Instalación de IO-Servers - 10

Se selecciona lo que se quiere instalar y se pulsa “Next” (Figura A3.36); para finalizar la instalación, se verifica lo que se va instalar, y si todo esta correcto, se hace click en “Next” (Figura A3.37).

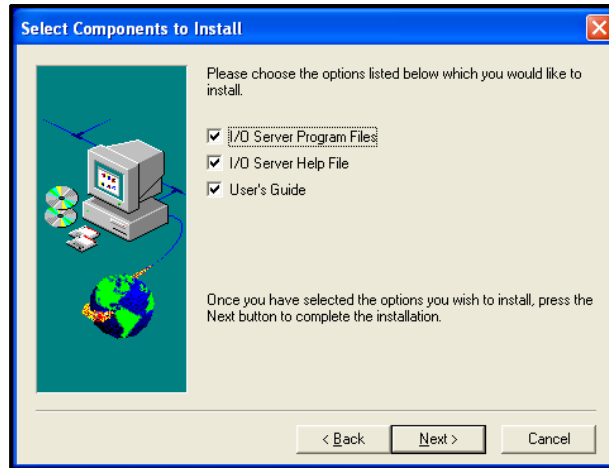


Figura. A3.36. Instalación de IO-Servers - 11

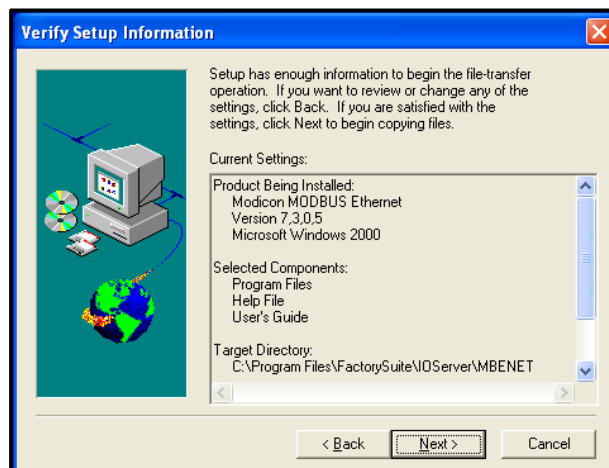


Figura. A3.37. Instalación de IO-Servers - 12

ANEXO IV














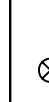


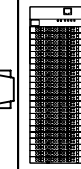
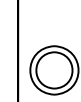


LISTA DE MATERIALES

LISTA DE MATERIALES

CANTIDAD	ELEMENTO	DESCRIPCION
73	Switch selector	22m, 2 posiciones, 1NA
4	Break para riel	3 de 1 Amperio y 1 de 4 Amperios
73	Luz piloto verde, amarillo roja	34 verdes, 34 amarillas, 5 rojas
1	Pulsador	22m,color verde, 1NA
7	Sensor Osiris XUK	detector fotoeléctrico
3	Caja metálica	1 de 60x60x20 cm, 2 de 60x40x20
1	Luz para alarma	color verde, VAC 110V
4	Riel DIN	35mm, aluminio, unidad de 2 m.
1	Cable flexible	#16 AWG, rollo de 300 m.
5	Cable sucre	4x16 AWG, rollo de 100m.
100	Amarras	plástico, 10cm
100	Pernos	1/8 x1"
100	Tuercas	para pernos 1/8"
50	Tornillos	colepatos 10 x 1 1/2"
50	Tacos Fisher	# 8
10	Marcadores AR1	números del 0-9
5	Marcadores AR1	letras A,I,O,S;L
2	Cinta espiral	12mm , rollo de 10 m.
80	Focos	24 VDC, 2 Vatios
1	Relé	24 VDC/110V
3	Tubo Condulet	diámetro 1 1/2"
20	Manguera anillada con PVC	diámetro 1 1/2", unidades en m.
20	Manguera anillada con PVC	diámetro 1", unidades en m.
4	Unión para tubo condulet	diámetro 1 1/2"
2	Codos para tubo condulet	LB x 1 1/2"
2	Codos para tubo condulet	LR x 1 1/2"
2	Codos para tubo condulet	LL x 1 1/2"
10	Conector de manguera anillada	diámetro 1/2"
10	Conector de manguera anillada	diámetro 1 1/2"
3	Fuente de poder	24 VDC alimentación 110V 3 A
150	Bornas de paso	28-14 AWG, color gris
5	Placa final intermedia	2,5mm de espesor
10	Tope final	10 mm de ancho para riel din 35
4	Canaleta ranurada	40X40 mm, unidad de 2 m.
55	Canaleta metálica	15x 10 x 100 cm, con tapa

ANEXO V

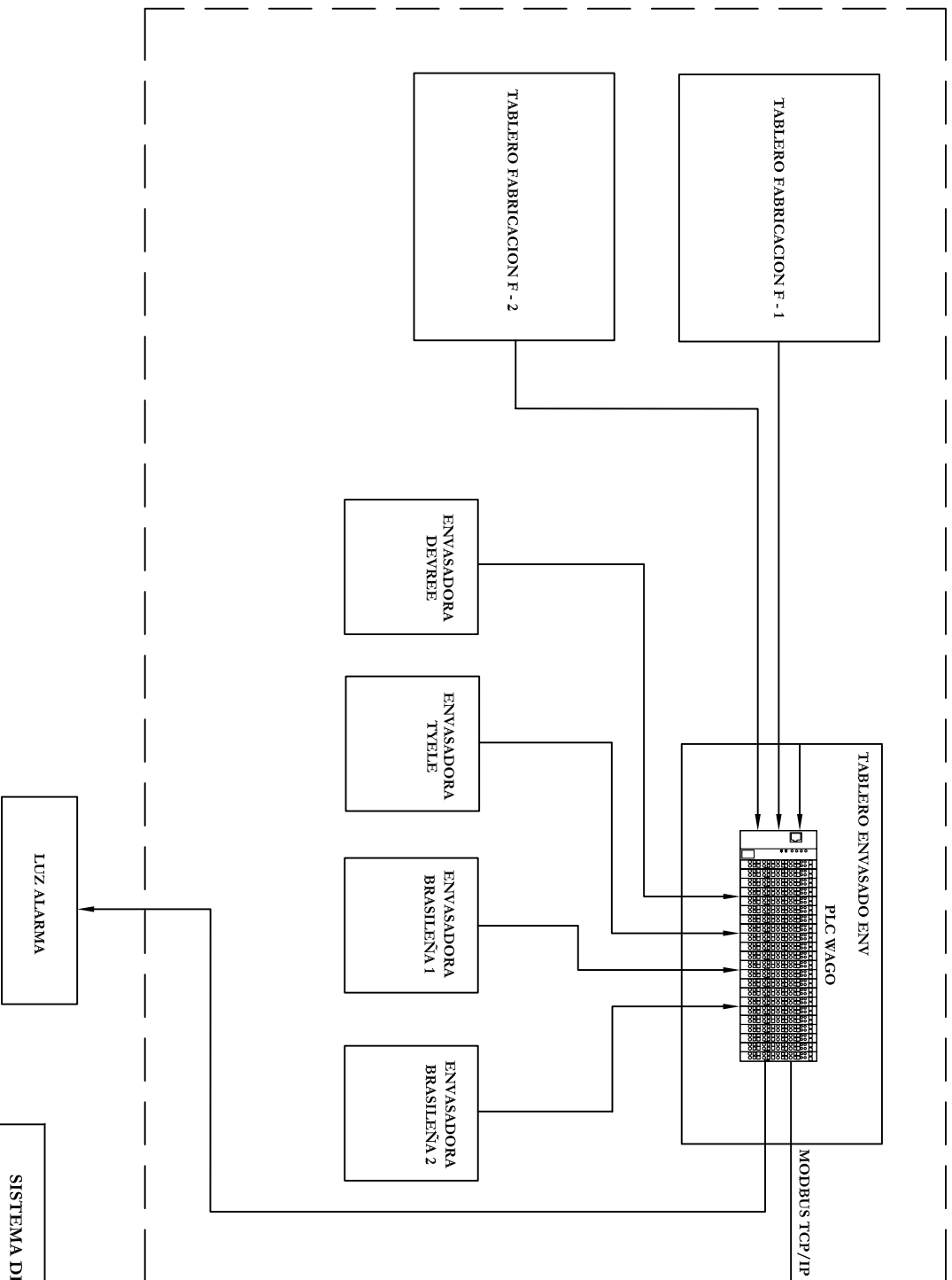
PLANOS Y DIAGRAMAS

	DESIGNACION	BREAK		SALIDA PLC
	DESIGNACION	TIERRA		ENTRADA PLC
	DESIGNACION	SWITCH ON - OFF		ALIMENTACION 24 VDC
	DESIGNACION	LUZ PILOTO		ALIMENTACION 0 VDC
	DESIGNACION	PUISADOR		TABLERO DE CONTROL
	DESIGNACION	FUENTE 24 VDC		TANQUE DE PRODUCCION
	DESIGNACION	CONTACTOR AUXILIAR		LUZ ALARMA
	DESIGNACION	RELE		SWITCH DOS POSICIONES
	DESIGNACION	PLC WAGO		PUISADOR
	DESIGNACION	COMPUTADOR		
	DESIGNACION	SENSOR		

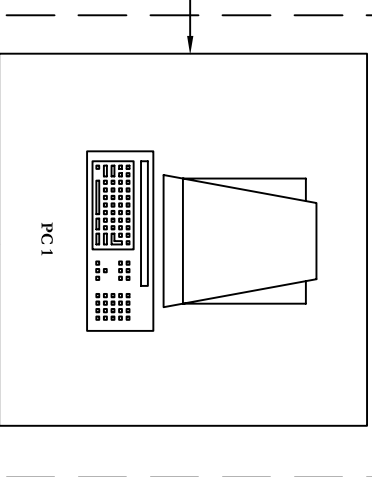
**SISTEMA DE MONITOREO - TANQUES DE PRODUCCION Y MAQUINAS
ENVASADORAS - PINTURA CONDOR S.A**

REVISADO: ING. HUGO ORTIZ	CONTIENE: SIMBOLOGIA DEL PROYECTO	CODIGO: SMB_PROY	PLANO: 01 / 20
DIBUJADO: MAGY - ERVV		HOJA: 1 de 1	
FECHA: SEPTIEMBRE 2008			

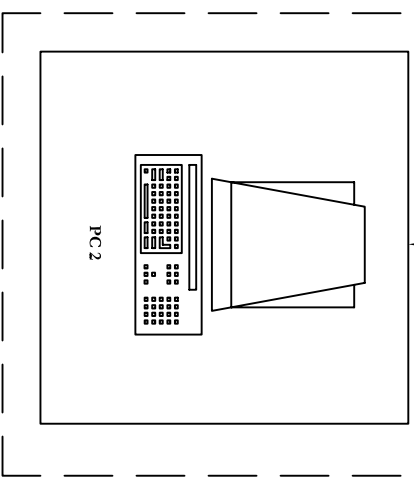
PLANTA DE PRODUCCION DE PINTURAS



CUARTO DE CONTROL

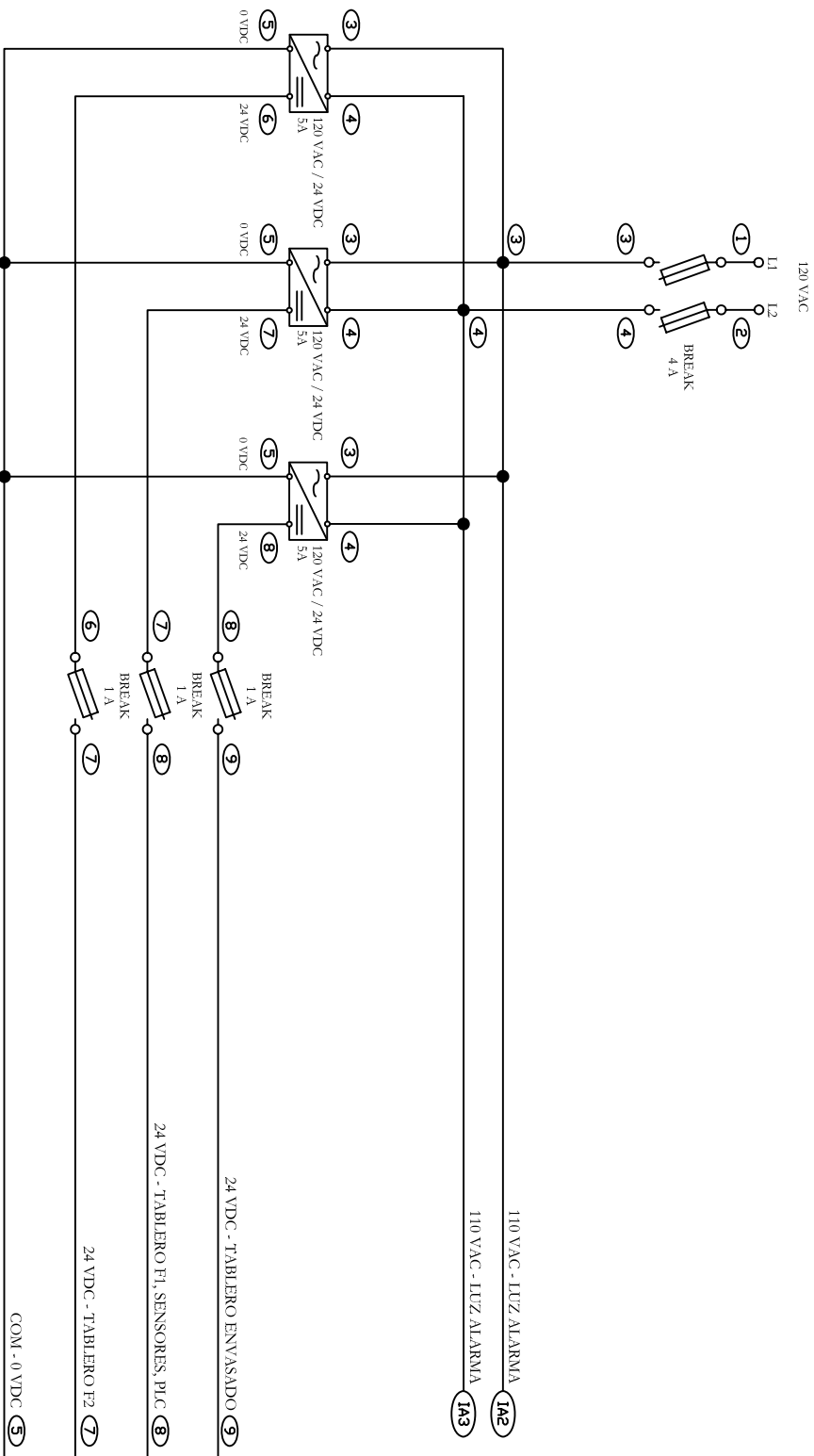


OFICINA DE MONITOREO



SISTEMA DE MONITOREO - TANQUES DE PRODUCCION Y MAQUINAS ENVASADORAS - PINTURA CONDOR S.A

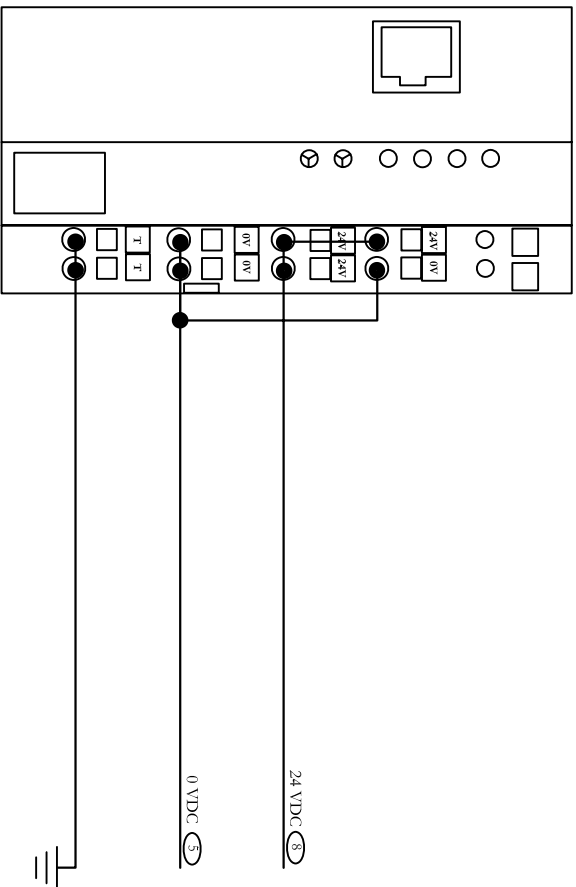
REVISADO:	ING. HUGO ORTIZ	CONTIENE:	DISPOSICION GENERAL	CODIGO:	DISP. GEN	PLANO:
DIBUJADO:	MAGV - ERVV			Hoja:	1 de 1	02 / 20
FECHA:	SEPTIEMBRE 2008					



SISTEMA DE MONITOREO - TANQUES DE PRODUCCION Y MAQUINAS ENVASADORAS - PINTURA CONDOR S.A

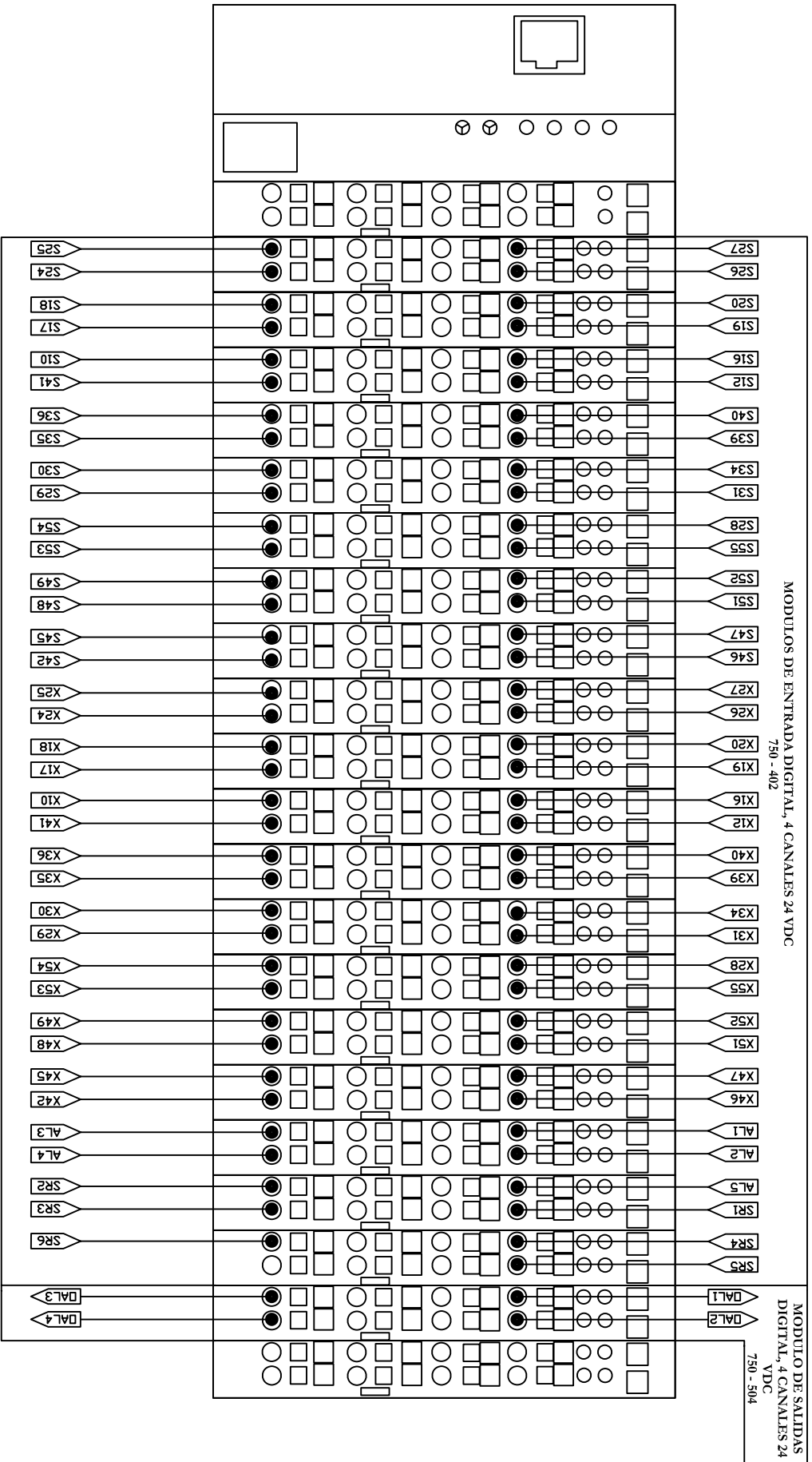
REVISADO:	ING. HUGO ORTIZ	CONTIENE:	DIAGRAMA ALIMENTACION 110VAC / 24 VDC	CODIGO:	110VAC / 24VDC	PLANO:	03 / 20
DIBUJADO:	MAGV - ERVV				Hoja:		
FECHA:	SEPTIEMBRE 2008						

CONTROLADOR DE BUS DE
CAMPO PROGRAMABLE
ETHERNET TCP/IP 10 MBIT/S
750-842



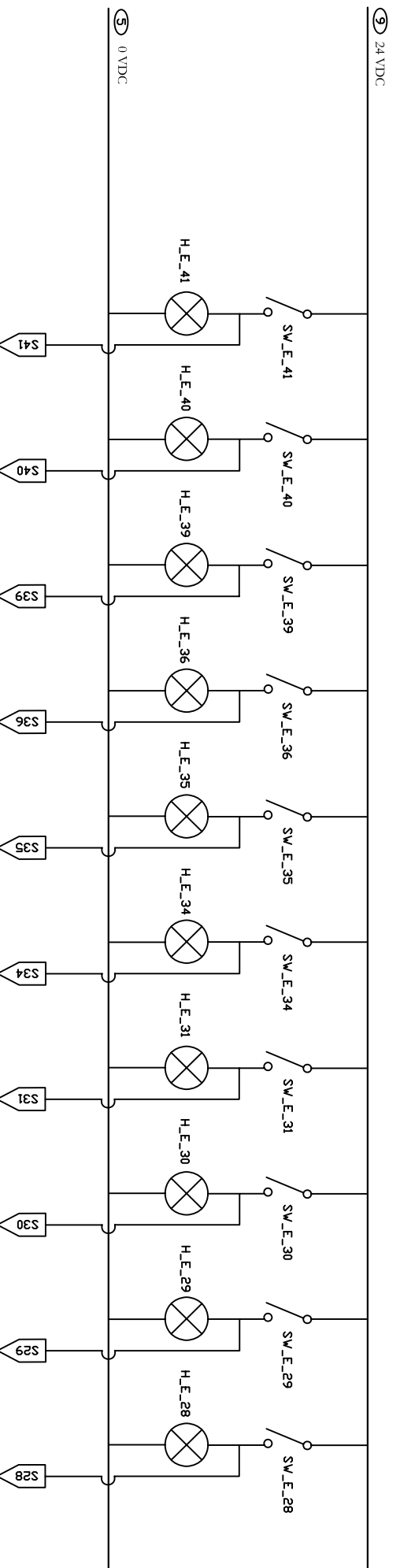
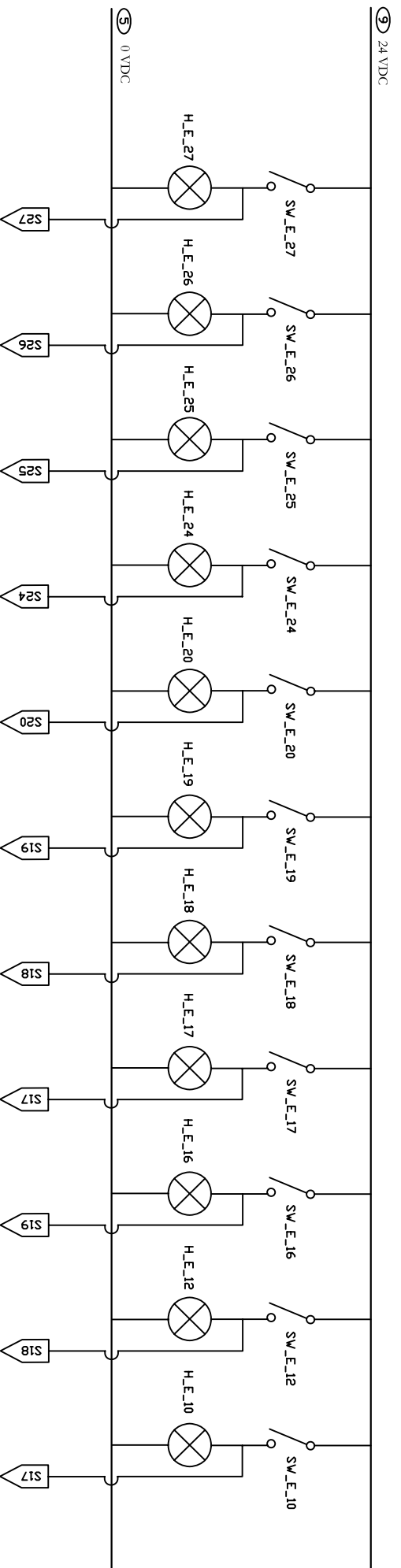
**SISTEMA DE MONITOREO - TANQUES DE PRODUCCION Y MAQUINAS
ENVASADORAS - PINTURA CONDOR S.A**

<i>REVISADO:</i> ING. HUGO ORTIZ	<i>CONTIENE:</i> DIAGRAMA - ALIMENTACION PLC	<i>CODIGO:</i> PLC.ALIM	<i>PLANO:</i> 04 / 20
<i>DIBUJADO:</i> MAGY - ERVY		<i>Hoja:</i> 1 de 1	
<i>FECHA:</i> SEPTIEMBRE 2008			



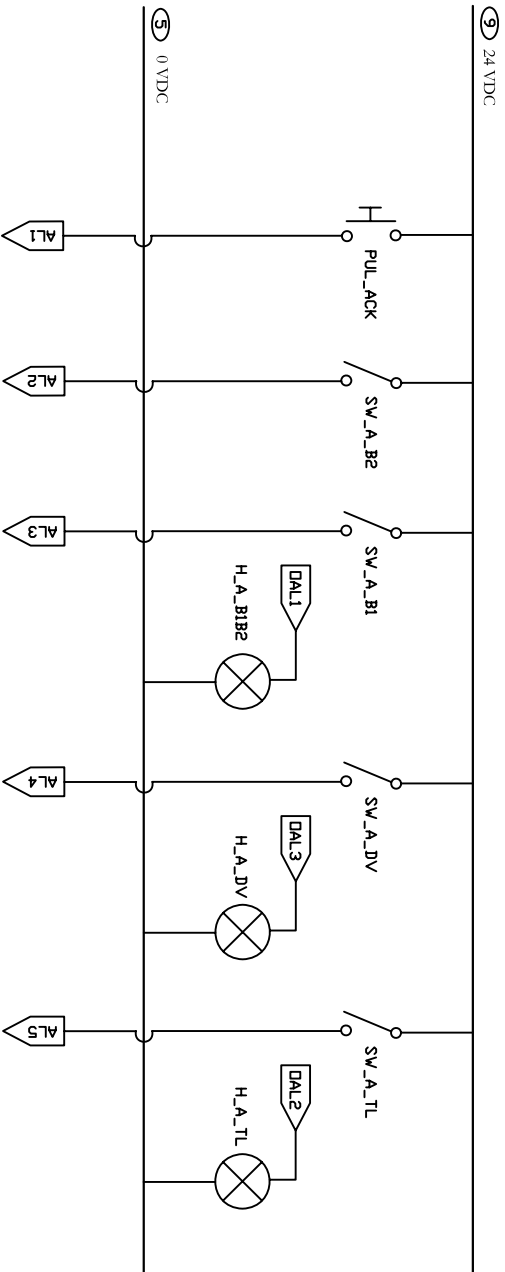
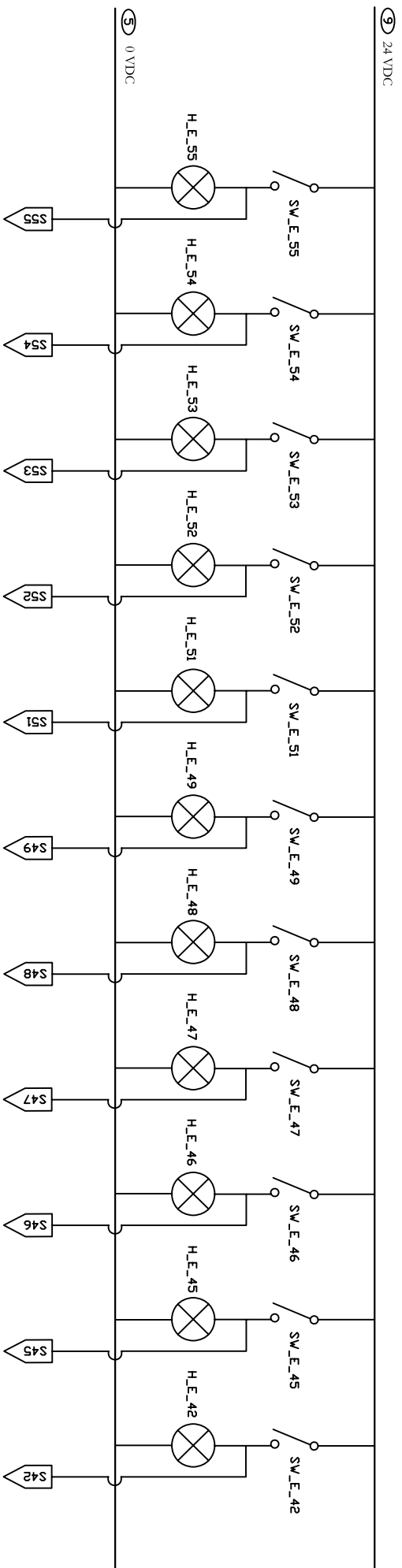
SISTEMA DE MONITOREO - TANQUES DE PRODUCCION Y MAQUINAS ENVASADORAS - PINTURA CONDOR S.A

REVISADO: ING. HUGO ORTIZ	CONTIENE: MODULOS DE ENTRADA Y SALIDA DEL PLC
DIBUJADO: MAGY - RRVY	CODIGO: PLC_MOD_IN_OUT
TECNIA: SEPTIEMBRE 2008	HOJA: 1 de 1
PLANO: 05 / 20	



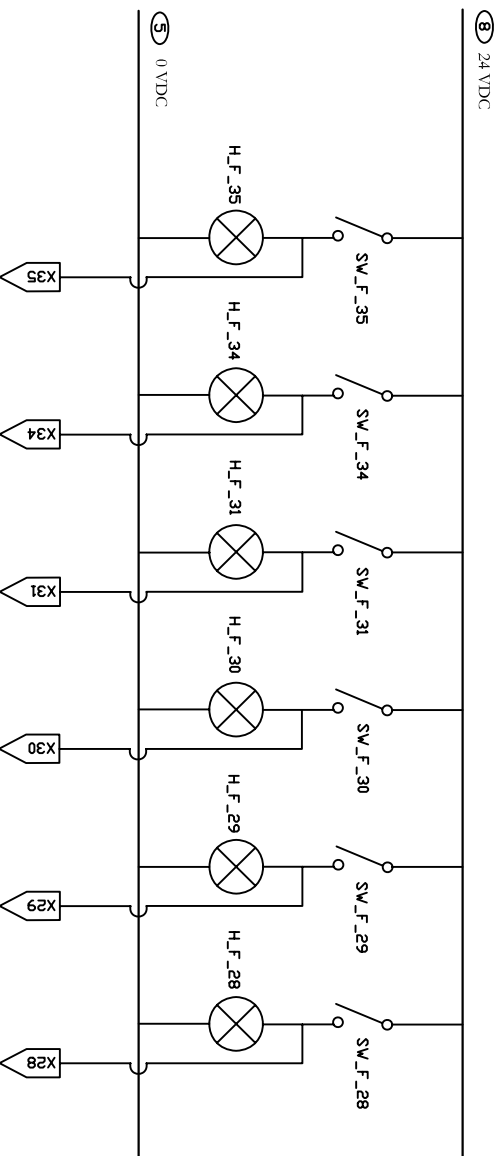
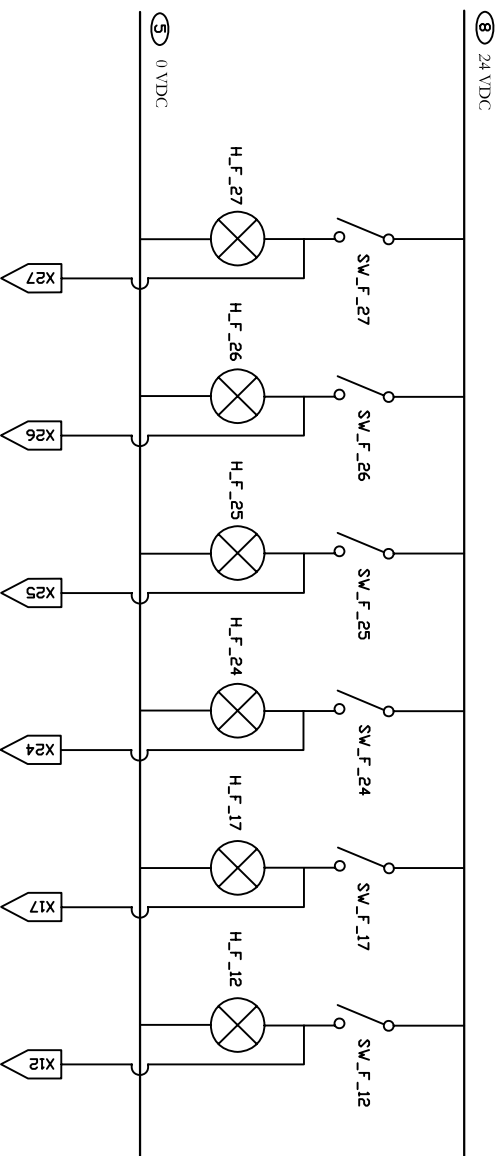
**SISTEMA DE MONITOREO - TANQUES DE PRODUCCION Y MAQUINAS
ENVASADORAS - PINTURA CONDOR S.A**

REVISADO: ING. HUGO ORTIZ	CONTIENE: DIAGRAMA DE CONEXION TABLERO DE ENVASADO	CODIGO: DIAG.CONEX.ENV_1	PLANO: 06 / 20
DIBUJADO: MAGY - FRYV		HOJA: 1 de 2	
FECHA: SEPTIEMBRE 2008			



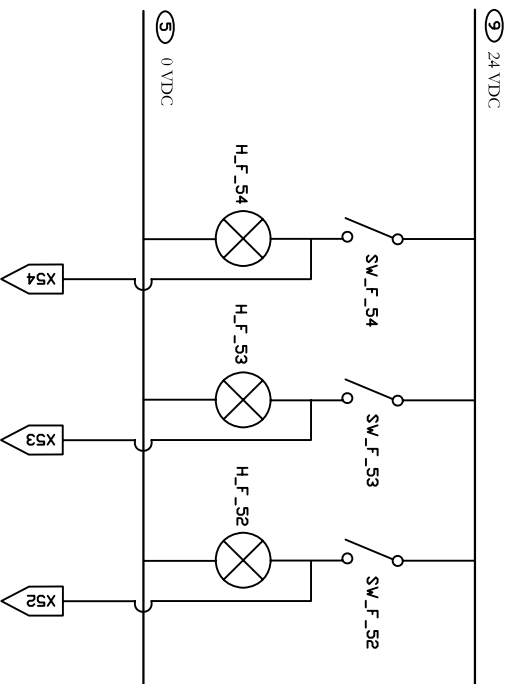
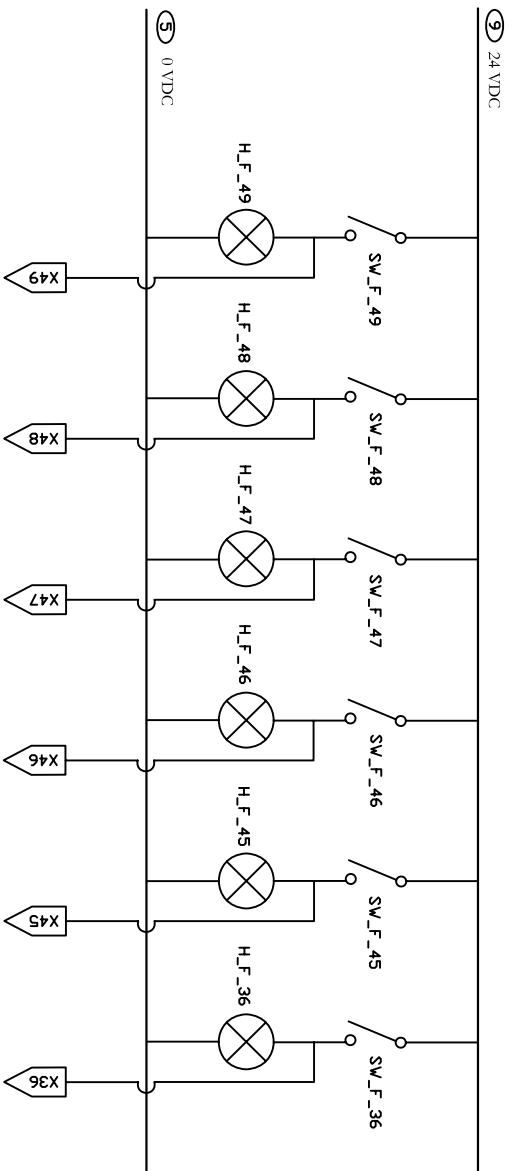
SISTEMA DE MONITOREO - TANQUES DE PRODUCCION Y MAQUINAS ENVASADORAS - PINTURA CONDOR S.A

REVISADO: ING. HUGO ORTIZ	CONTIENE:	CODIGO:	PLANO:
DIBUJADO: MAGY - RRV	DIAGRAMA DE CONEXION TABLERO DE ENVASADO	DIAG. CONEX. ENV. 2	Hoja: 2 de 2
FECHA: SEPTIEMBRE 2008			07 / 20



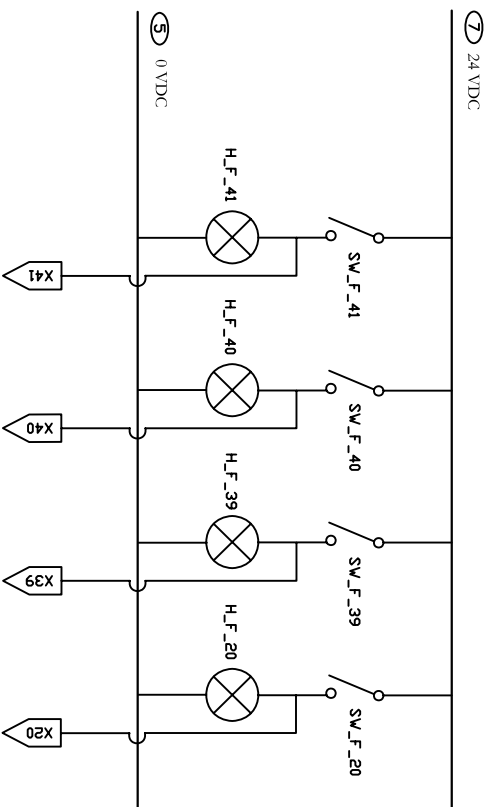
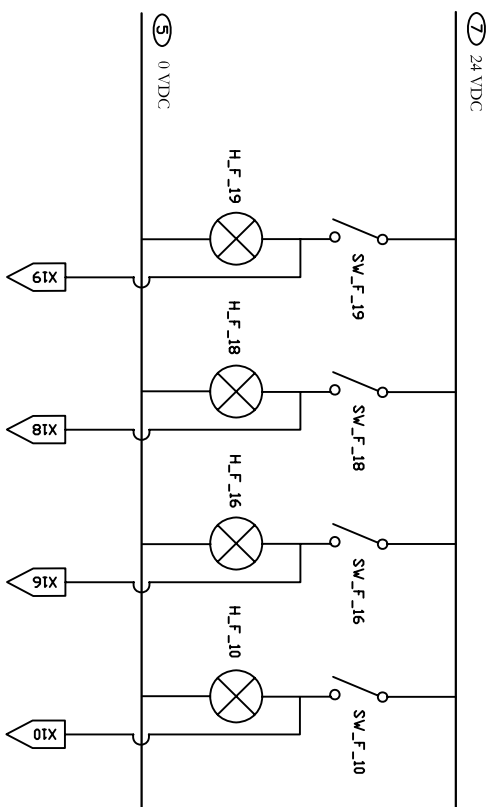
**SISTEMA DE MONITOREO - TANQUES DE PRODUCCION Y MAQUINAS
ENVASADORAS - PINTURA CONDOR S.A**

REVISADO: ING. HUGO ORTIZ		CONTIENE:	
DIBUJADO: MAGV - ERVV		DIAGRAMA DE CONEXION TABLERO DE FABRICACION F - 1	
FECHA: SEPTIEMBRE 2008		CODIGO: DIAG.CONEX.FL1	PLANO:
		Hoja: 1 de 2	08 / 20



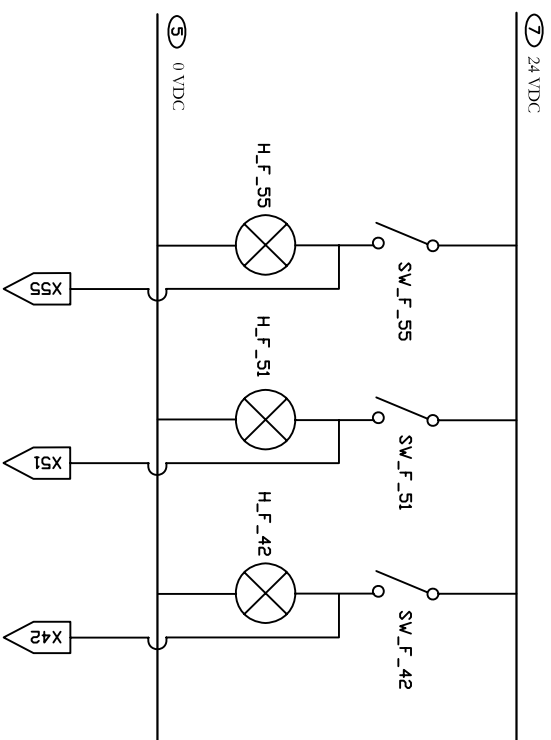
**SISTEMA DE MONITOREO - TANQUES DE PRODUCCION Y MAQUINAS
ENVASADORAS - PINTURA CONDOR S.A**

REVISADO: ING. HUGO ORTIZ	CONTIENE: DIAGRAMA DE CONEXION TABLERO DE FABRICACION F - 1	CODIGO: DIAG.CONEX.FL.2	PLANO: 09 / 20
DIBUJADO: MAGY - ERVY		HOJA: 2 DE 2	
FECHA: SEPTIEMBRE 2008			



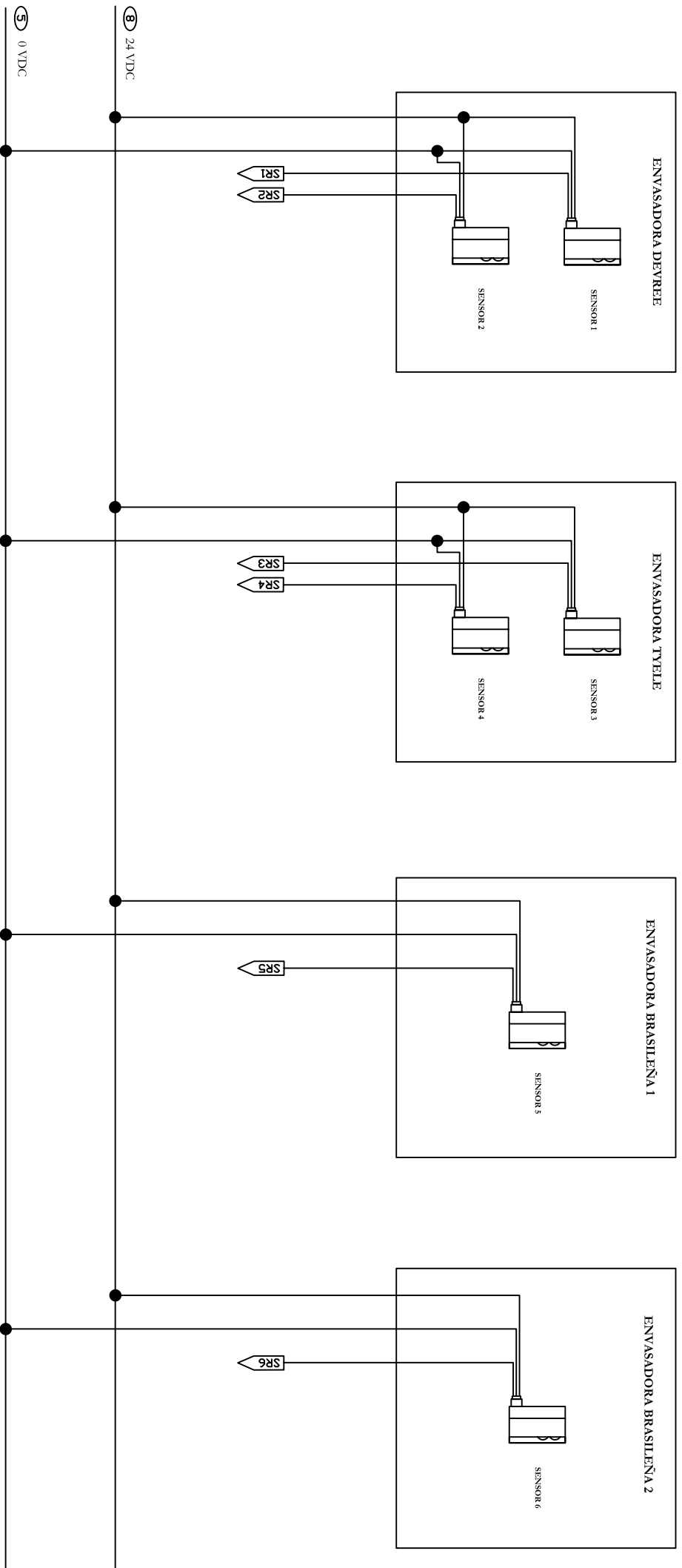
**SISTEMA DE MONITOREO - TANQUES DE PRODUCCION Y MAQUINAS
ENVASADORAS - PINTURA CONDOR S.A**

REVISADO: ING. HUGO ORTIZ	CONTIENE: DIAGRAMA DE CONEXION TABLERO DE FABRICACION F - 2	CODIGO: DIAG. CONEX. P2.1	PLANO: 10 / 20
DIBUJADO: MAGY - ERVY		HOJA: 1 de 2	
FECHA: SEPTIEMBRE 2008			



**SISTEMA DE MONITOREO - TANQUES DE PRODUCCION Y MAQUINAS
ENVASADORAS - PINTURA CONDOR S.A**

REVISADO: ING. HUGO ORTIZ	CONTIENE: DIAGRAMA DE CONEXION TABLERO DE FABRICACION F - 2	CODIGO: DIAG.CONEX.FP.2	PLANO: 11 / 20
DIBUJADO: MAGY - ERVY		HOJA: 2 de 2	
FECHA: SEPTIEMBRE 2008			



**SISTEMA DE MONITOREO - TANQUES DE PRODUCCION Y MAQUINAS
 ENVASADORAS - PINTURA CONDOR S.A**

REVISADO: ING. HUGO ORTIZ	CONTIENE: DIAGRAMA DE CONEXION SENSORES	CODIGO: DIAG.CONEX.SEN	PLANO:
DIBUJADO: MAGY - ERVY		Hoja:	12 / 20
FECHA: SEPTIEMBRE 2008			1 de 1

DIAGRAMA DE CONTROL - LUZ ALARMA

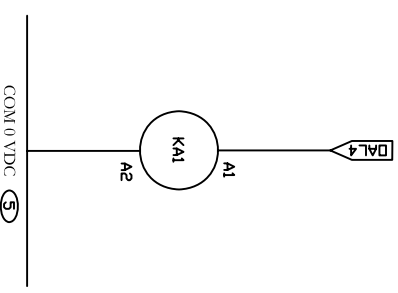
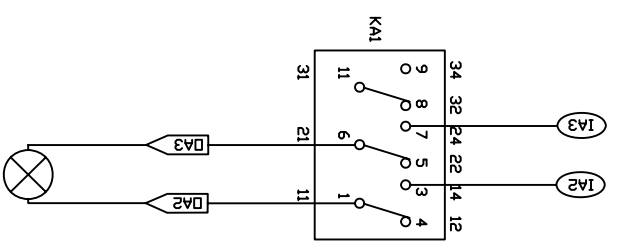


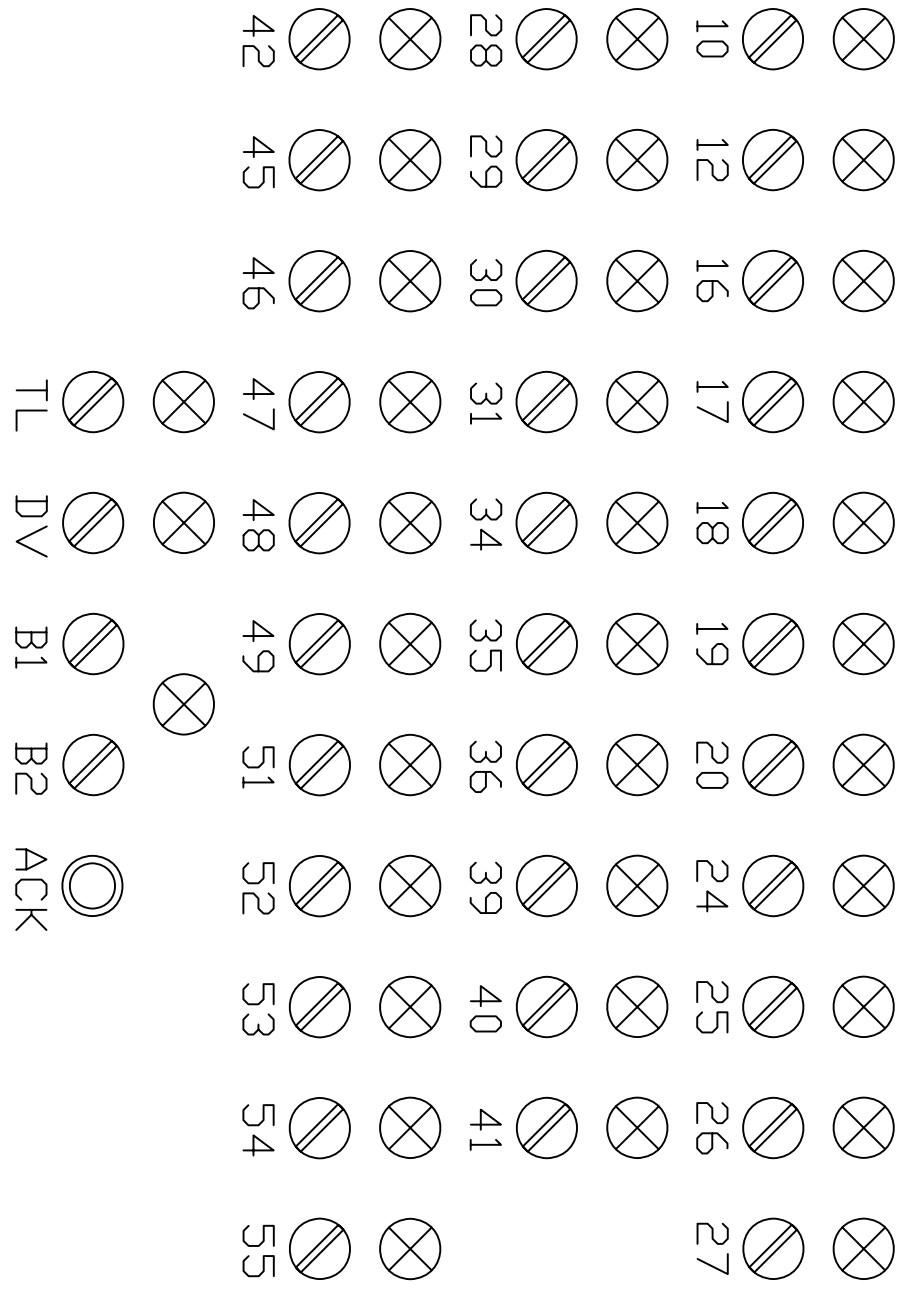
DIAGRAMA DE POTENCIA - LUZ ALARMA



SISTEMA DE MONITOREO - TANQUES DE PRODUCCION Y MAQUINAS ENVASADORAS - PINTURA CONDOR S.A

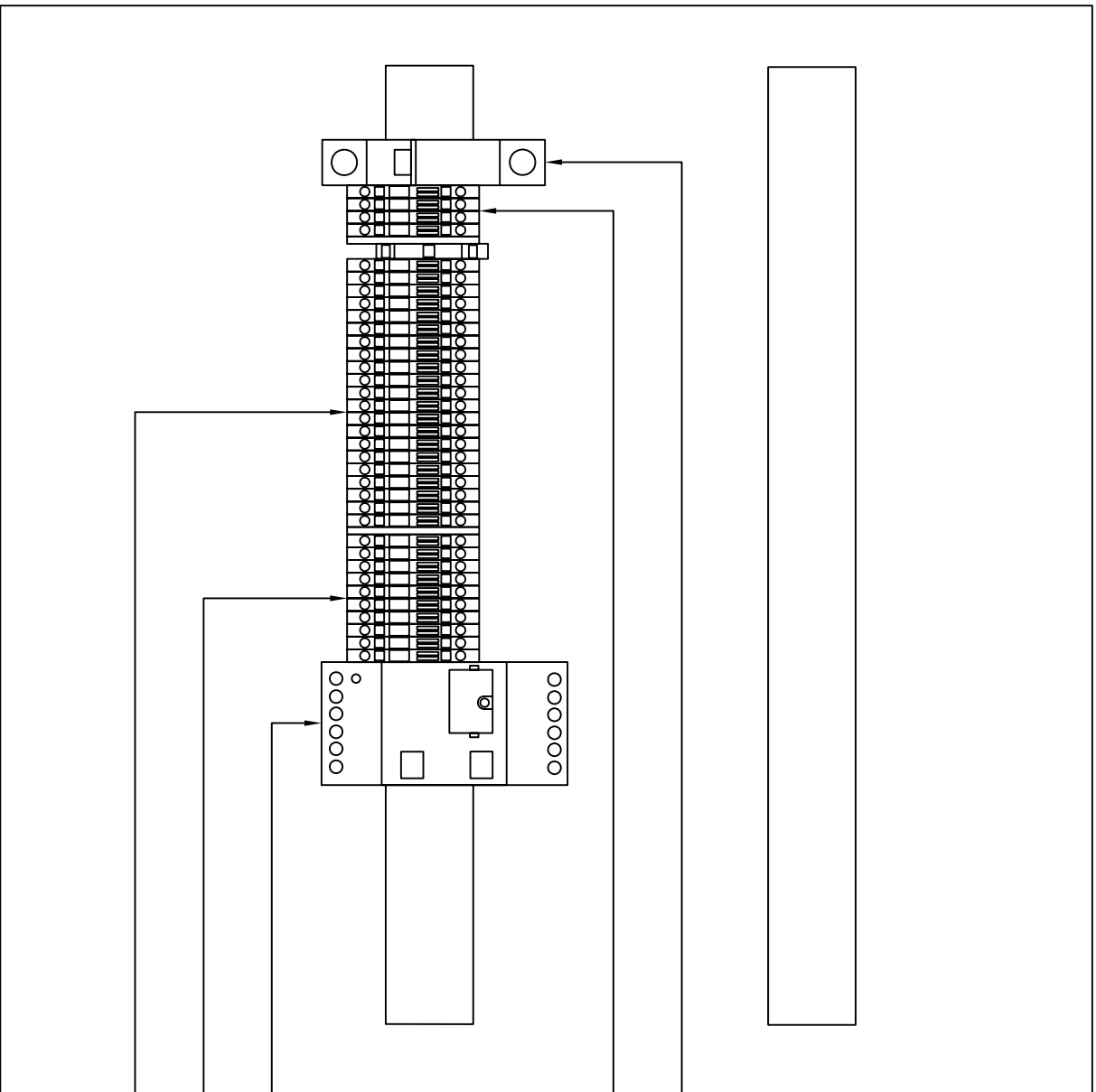
REVISADO:	ING. HUGO ORTIZ	CONTIENE:	DIAGRAMA CONTROL Y POTENCIA - LUZ ALARMA	CODIGO:	LUZ ALARMA	PLANO:	13 / 20
DIBUJADO:	MAGY - ERVY			H01/5			
TECIA:	SEPTIEMBRE 2008			1 de 1			

TABLERO DE CONTROL DE ENVASADO Y ALARMAS



SISTEMA DE MONITOREO - TANQUES DE PRODUCCION Y MAQUINAS ENVASADORAS - PINTURA CONDOR S.A

REVISADO: ING. HUGO ORTIZ	CONTIENE: TABLERO ENV EXTERIOR	CODIGO: TABL_ENV_EXT	PLANO: 14 / 20
DIBUJADO: MAGY - ERVY		Hoja: 1 de 2	
FECHA: SEPTIEMBRE 2008			



BREAK

BORNERAS DE ALIMENTACION AC

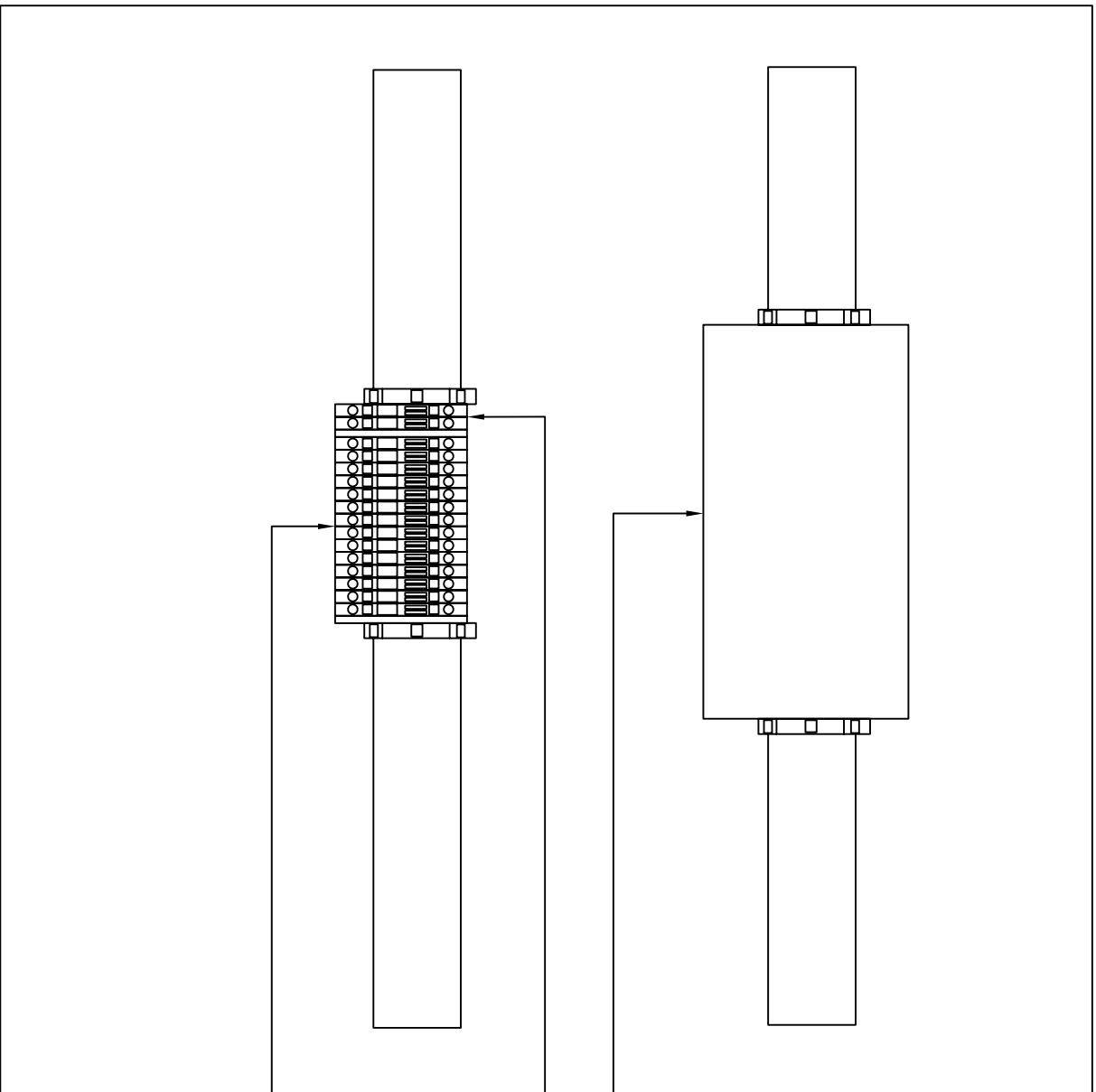
RELE

BORNERAS ALIMENTACION AC -DC

BORNERAS AUXILIARES

**SISTEMA DE MONITOREO - TANQUES DE PRODUCCION Y MAQUINAS
ENVASADORAS - PINTURA CONDOR S.A**

REVISADO: ING. HUGO ORTIZ	CONTIENE: TABLERO F - 1 INTERIOR	CODIGO: TABL_FU_INT	PLANO: 17 / 20
DIBUJADO: MAGY - ERVY		HOJA: 2 de 2	
FECHA: SEPTIEMBRE 2008			



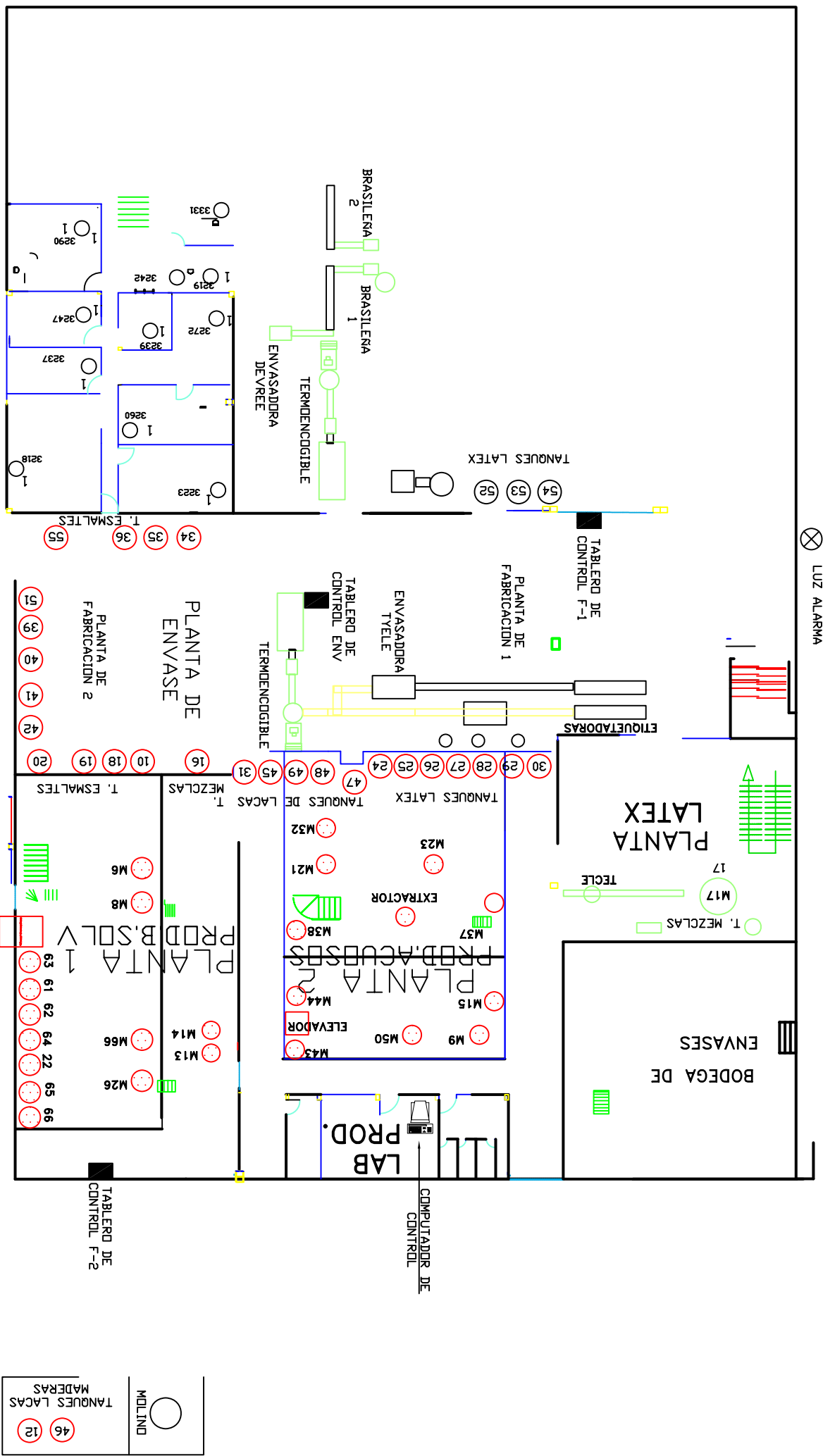
FUENTE DE PODER 24 VDC

BORNIERAS DE ALIMENTACION AC

BORNIERAS AUXILIARES

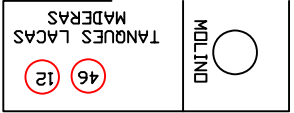
**SISTEMA DE MONITOREO - TANQUES DE PRODUCCION Y MAQUINAS
ENVASADORAS - PINTURA CONDOR S.A**

REVISADO: ING. HUGO ORTIZ	CONTIENE: TABLERO F - 2 INTERIOR	CODIGO: TABL_F2_INT	PLANO: 19 / 20
DIBUJADO: MAGY - ERVY		Hoja: 2 de 2	
FECHA: SEPTIEMBRE 2008			



SISTEMA DE MONITOREO - TANQUES DE PRODUCCION Y MAQUINAS ENVASADORAS - PINTURA CONDOR S.A

REVISADO:	ING. HUGO ORTIZ	CONTIENE:	PLANO GENERAL	PLANO:	20 / 20
DIBUJADO:	MAGY - ERVY		PLANO GENERAL	Hoja:	1 de 1
FECHA:	SEPTIEMBRE 2008		PLANO GENERAL		



ANEXO VI

MANUAL DE USUARIO

PINTURAS CONDOR S.A.



**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
MONITOREO PARA LOS TANQUES DE PRODUCCIÓN Y
MAQUINAS ENVASADORAS DE LA PLANTA INDUSTRIAL DE
PINTURAS CONDOR S.A.”**

el color es vida

MANUAL DE USUARIO



GENERALIDADES

Tabla de envasadoras

Envasadora	Nombre	Código
1	TYELE	TL
2	DEVREE	DV
3	BRASILEÑA 1	B1
4	BRASILEÑA 2	B2

Tabla de tanques

Ítem	Tanque			Tablero de Control	
	Numero	Familia	Capacidad (Ltrs)	Fabricación	Envasado
1	12	Lacas Maderas	2000	F1	ENV
2	17	Mezclas	3500	F1	ENV
3	24	Látex	3400	F1	ENV
4	25	Látex	3400	F1	ENV
5	26	Látex	3400	F1	ENV
6	27	Látex	2000	F1	ENV
7	28	Látex	2000	F1	ENV
8	29	Látex	2000	F1	ENV
9	30	Látex	2000	F1	ENV
10	31	Lacas Maderas	2000	F1	ENV
11	34	Lacas Catalizadas al Acido	14000	F1	ENV
12	35	Esmaltes Alquílicos y Sintéticos	9000	F1	ENV
13	36	Esmaltes Alquílicos y Sintéticos	9000	F1	ENV
14	45	Lacas Maderas	2000	F1	ENV
15	46	Lacas Maderas	2000	F1	ENV
16	47	Lacas Automotrices	2000	F1	ENV
17	48	Lacas Automotrices	2000	F1	ENV
18	49	Lacas Automotrices	2000	F1	ENV
19	52	Látex	11000	F1	ENV
20	53	Látex	11000	F1	ENV
21	54	Látex	11000	F1	ENV
22	10	Esmaltes Alquílicos y Sintéticos	2000	F2	ENV
23	16	Mezclas	3500	F2	ENV
24	18	Esmaltes Alquílicos y Sintéticos	3400	F2	ENV
25	19	Esmaltes Alquílicos y Sintéticos	3400	F2	ENV
26	20	Esmaltes Alquílicos y Sintéticos	5000	F2	ENV
27	39	Tintes Maderas	3000	F2	ENV



28	40	Esmaltes Alquílicos y Sintéticos	3000	F2	ENV
29	41	Esmaltes Alquílicos y Sintéticos	5500	F2	ENV
30	42	Esmaltes Alquílicos y Sintéticos	5500	F2	ENV
31	51	Lacas Catalizadas al Acido	8000	F2	ENV
32	55	Esmaltes Alquílicos y Sintéticos	5000	F2	ENV

HARDWARE

Esquema general del proyecto

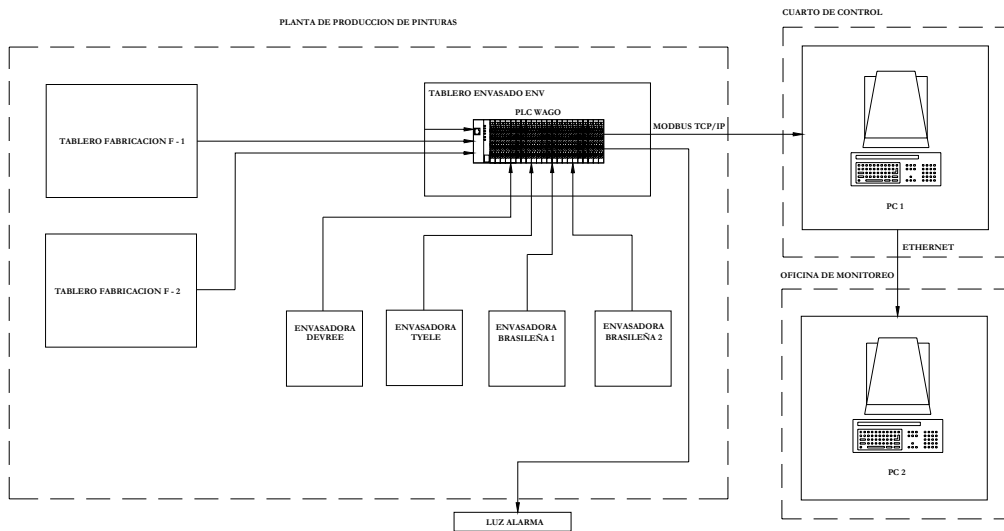


Diagrama de señales I/O del sistema de monitoreo de tanques

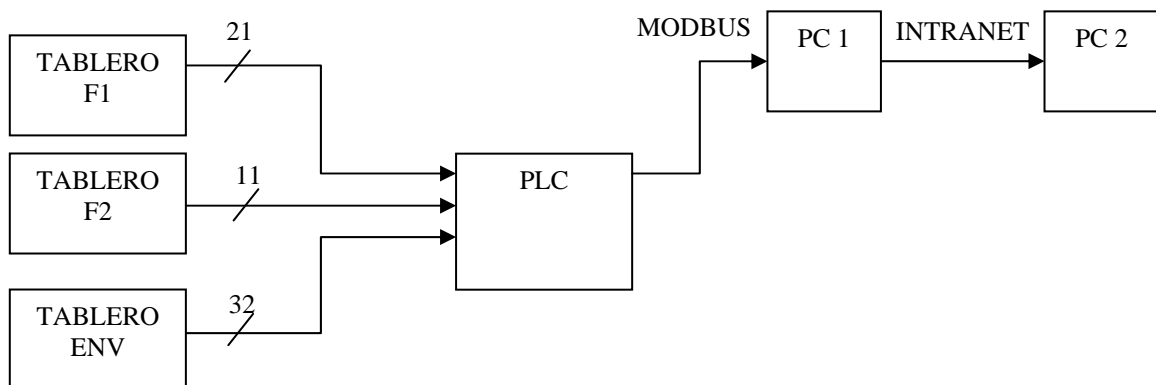
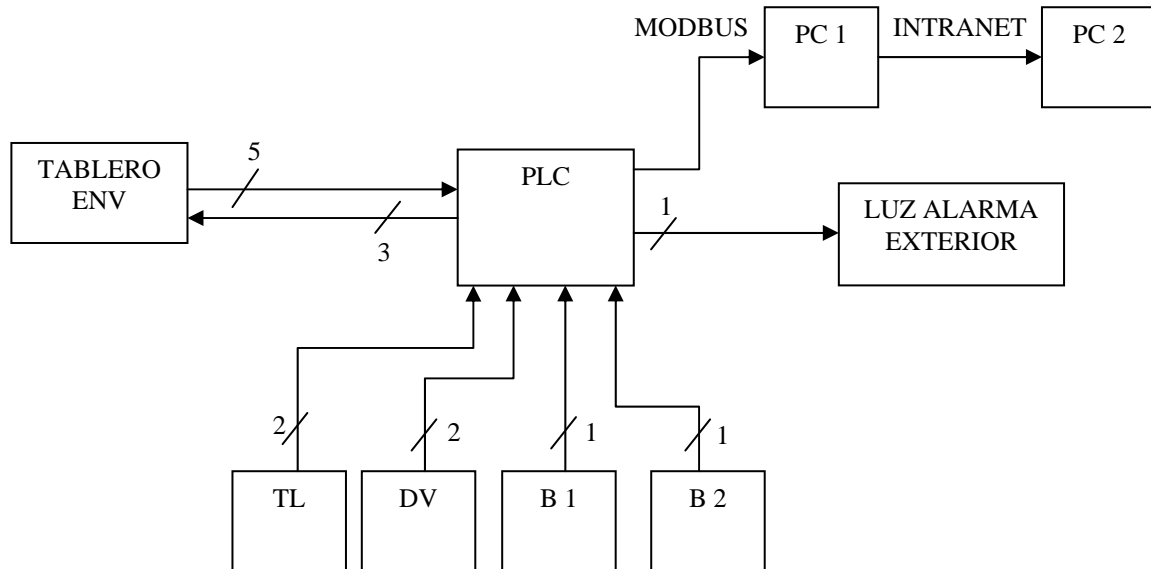


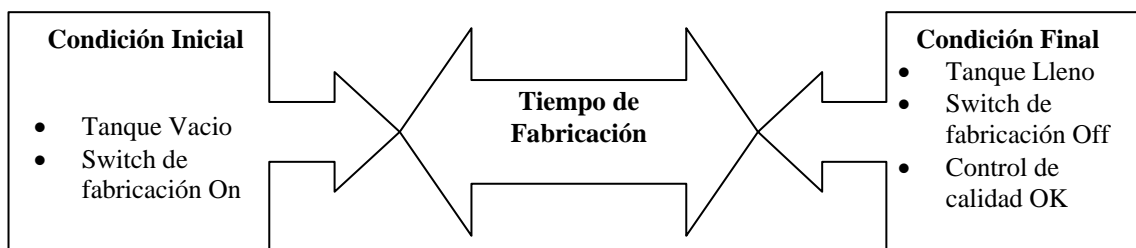


Diagrama de señales I/O del sistema de monitoreo de alarmas y máquinas envasadoras

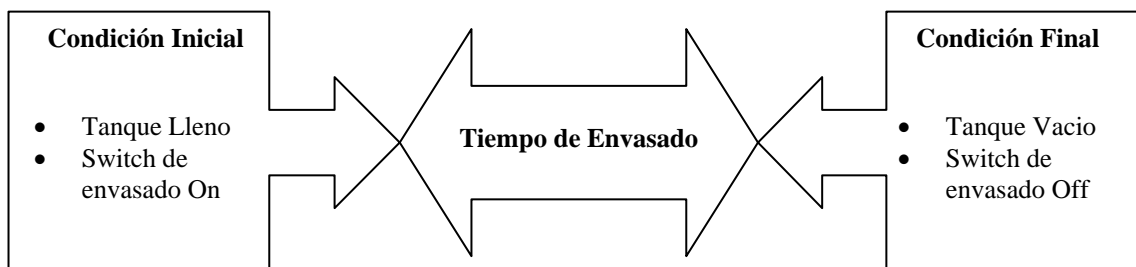


TIEMPOS DE PRODUCCIÓN

Tiempo de fabricación¹



Tiempo de envasado



¹ La Gerencia aprobará o desaprobará si, “Control de calidad”, queda dentro del tiempo de fabricación.



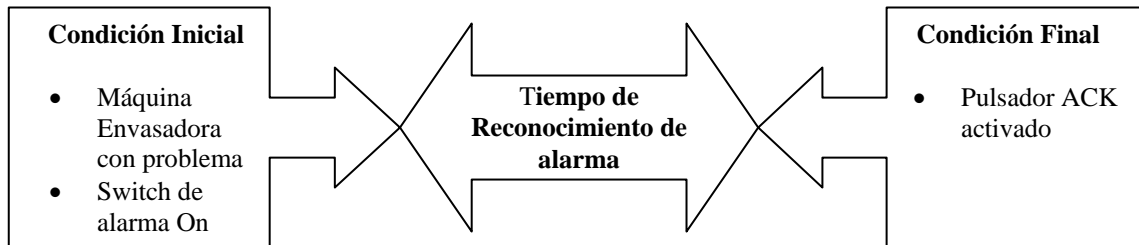
Tiempo de producción



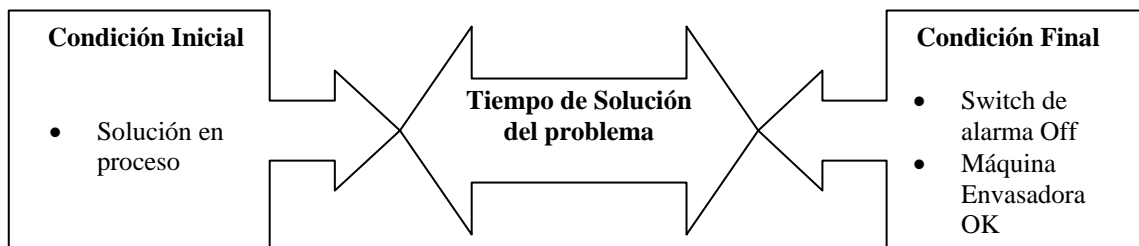
El “Tiempo Muerto” no se contabiliza como Tiempo de Producción.

TIEMPO DE ALARMAS

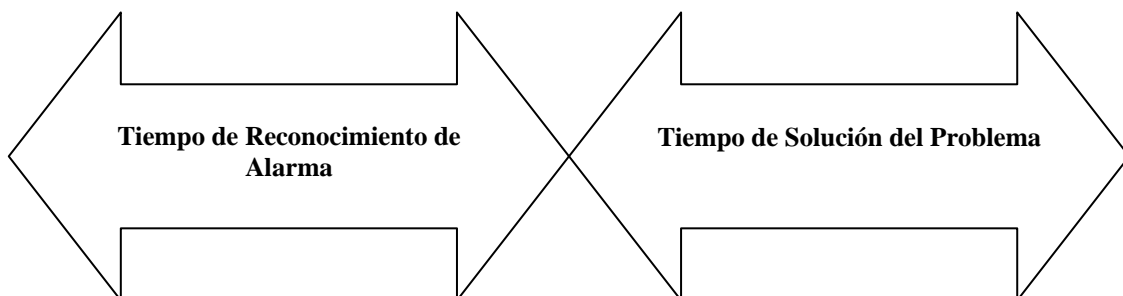
Tiempo de reconocimiento de alarma



Tiempo de solución de problema



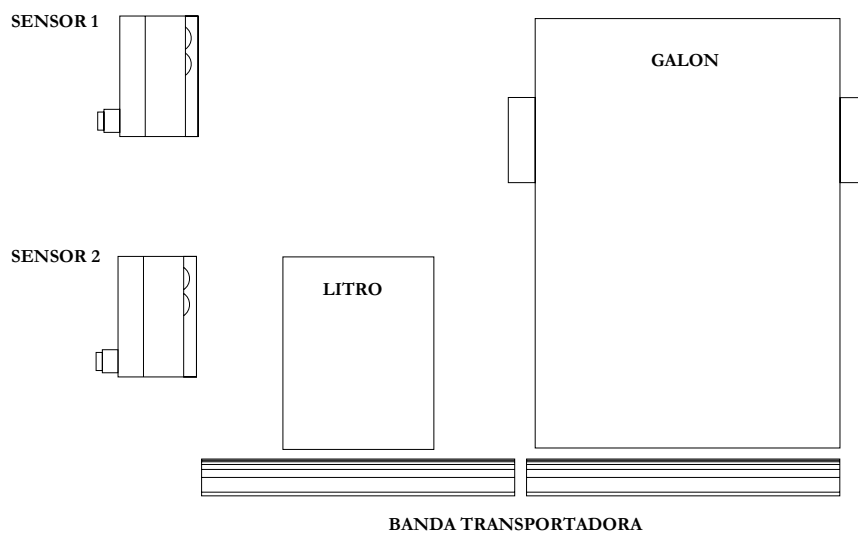
Tiempo total de alarma



SENSORES

En las máquinas envasadoras automáticas Tyele (TL) y Devree (DV), envasa el producto solamente en galones y litros; en la Brasileña 1 (B1) envasa en galones y en la Brasileña 2 (B2) envasa en canecas.

Las máquinas que envasan galones y litros (TL y DV), se instalará en la banda transportadora dos sensores, los cuales detectaran el paso de litro o galón. En este caso, los sensores estarán uno encima de otro, cada uno a la altura de la parte superior de tarro, así se activará el sensor inferior para litro o se activarán los dos sensores en el caso de que sea galón.



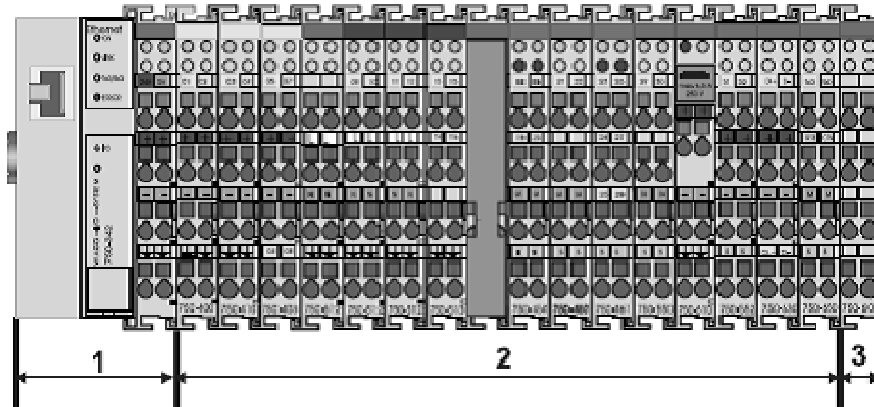
Configuración de litro o galón

Resultado	Vacio	Litro	Falla	Galón
Sensor Superior	Desactivado	Desactivado	Activado	Activado
Sensor Inferior	Desactivado	Activado	Desactivado	Activado

Para las dos últimas máquinas envasadoras (B1 y B2), se instalará un solo sensor, el cual estará igualmente en la banda transportadora.

INSTRUMENTACIÓN

Controlador lógico programable (PLC)



Descripción del sistema WAGO-I/O-SYSTEM 750

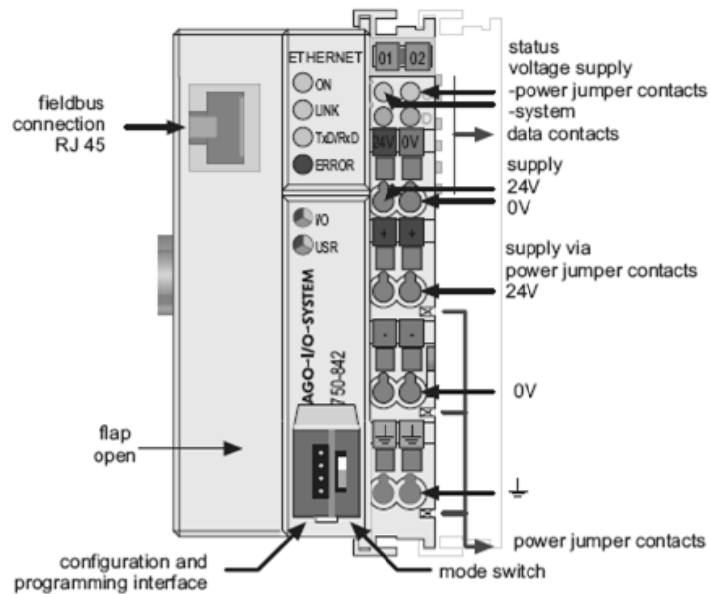
El sistema de WAGO-I/O consiste en un conjunto de varios componentes capaces de proveer un nodo de aplicación modular sobre un bus de campo.

Número 1: CPU, nodo que está formado por la parte inicial de un controlador de bus de campo.

Número 2: Módulos de entrada o salida, digitales o análogos.

Número 3: Fin del módulo.

Controlador (1)



El controlador es el nexo que comunica al bus de campo con los dispositivos de campo y otros elementos de entrada y salida. El controlador 750-842 combina las ventajas del ETHERNET TCP/IP con las ventajas de un Controlador Lógico Programable (PLC). La programación se realiza con la aplicación WAGO-I/O-PRO de acuerdo con las normas IEC61131-3, permitiéndonos programar en 6 distintos lenguajes.

Módulos (2)

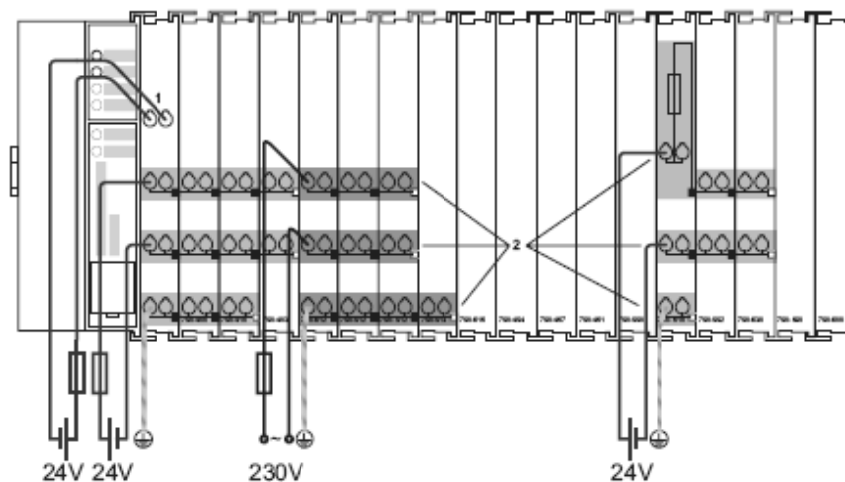
Los módulos de I/O son los encargados de convertir los diferentes datos de entrada que se puedan presentar, adaptándose a los más variados requerimientos de señales de entrada o salida tanto análogas como digitales, además existen módulos especiales dedicados a una gran variedad de funciones como son contadores, bloques terminales para codificadores y módulos de comunicación.

Fin de módulo (3)

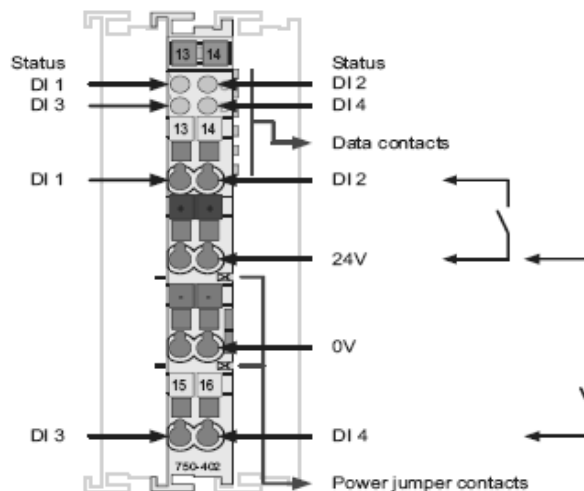
El fin de módulo es necesario para una adecuada operación del nodo. Siempre va colocado en el último lugar de los módulos de I/O y le indica al controlador hasta donde existen módulos. El fin de módulo no tiene ninguna función de entrada o salida.

Alimentación

La fuente de poder para alimentar tanto al sistema como al campo debe ser de 24VDC. En caso de usar una fuente regulada se debe colocar un capacitor de 200 uF por cada amperio de carga de corriente, esto mantendrá al ruido y a los picos de voltaje dentro de los límites permitidos. La fuente de poder del lado de campo está aislada eléctricamente de la fuente del sistema. De esta manera los sensores y actuadores pueden estar alimentados y protegidos independientemente del sistema.



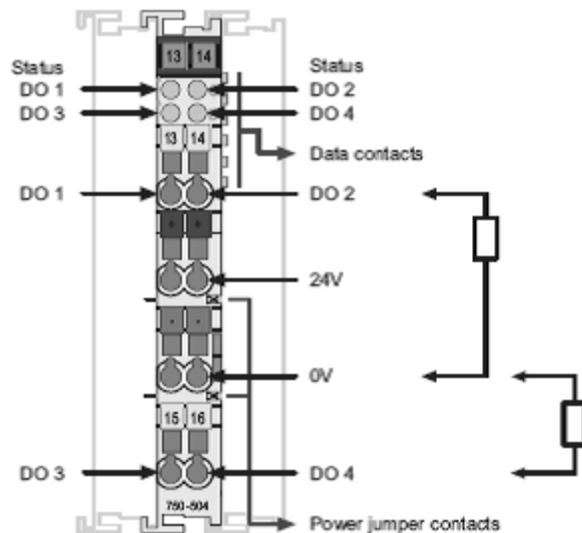
Módulo de entradas digitales



Datos técnicos

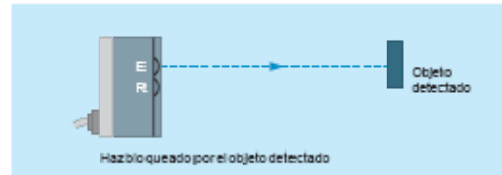
Número de Entradas	4
Filtro de Entrada	3ms
Voltaje de Poder	24VDC (-15%/+20%)
Señal de Voltaje(0)	DC -3V...+5V
Señal de Voltaje(1)	DC +15V...+30V
Corriente de entrada interna	5 mA máx..
Corriente de entrada del campo	5 mA tip.
Aislación	500 V Sistema de la fuente de poder
Temperatura de funcionamiento	0°C...+55°C
Cable de conexión	AWG 28-14

Módulo de salidas digitales



Número de Salidas	4
Tipo de Carga	Resistiva, inductiva, lamparas
Voltaje via contactos poder	24VDC (-15%/+20%)
Corriente de salida (DC) por canal	0,5A protegido contra corto circuitos
Corriente de salida del campo	30 mA tip. + carga
Aislación	500 V Sistema de la fuente de poder
Temperatura de funcionamiento	0°C...+55°C
Cable de conexión	AWG 28-14

Dispositivo de sensamiento



Detección por bloqueo del haz



Detección por retorno del haz

Datos técnicos

Máximo alcance	1.5 m
Envoltura	plástico
Ajuste de sensibilidad	mediante botón de autoaprendizaje
Rango de temperatura	-25 a 55°C
Dimensiones	50x18x50 mm
Frecuencia de conmutación	1500 Hz

Otras características de este tipo de sensores son:

- Auto aprendizaje automático del entorno.
- Es capaz de funcionar en los sistemas estándar de detección fotoeléctrica:
 - Sin accesorio: proximidad y proximidad con borrado de plano posterior.
 - Con accesorio (reflector o emisor): Réflex polarizado y barrera.
- Posee un botón de reset multifuncional.
- Opción de invertir la salida de NA a NC.
- Visualización del sistema de detección.
- Opción de mejora de precisión en la detección de presencia del objeto.



SEÑALES I/O

Señales de Entrada

Variables de entrada al PLC para el proceso de fabricación.

PLC							
Item	Nombre Entrada	Dirección	Slot	Descripción	Tablero de Control	Switch	Luz Piloto
FABRICACION							
1	IN_FAB_12	IX2.5	10	Señal de Fabricación Tanque 12	F1	SW_F_12	H_F_12
2	IN_FAB_17	IX2.4	10	Señal de Fabricación Tanque 17	F1	SW_F_17	H_F_17
3	IN_FAB_24	IX2.3	9	Señal de Fabricación Tanque 24	F1	SW_F_24	H_F_24
4	IN_FAB_25	IX2.2	9	Señal de Fabricación Tanque 25	F1	SW_F_25	H_F_25
5	IN_FAB_26	IX2.1	9	Señal de Fabricación Tanque 26	F1	SW_F_26	H_F_26
6	IN_FAB_27	IX2.0	9	Señal de Fabricación Tanque 27	F1	SW_F_27	H_F_27
7	IN_FAB_28	IX2.11	11	Señal de Fabricación Tanque 28	F1	SW_F_28	H_F_28
8	IN_FAB_29	IX2.10	11	Señal de Fabricación Tanque 29	F1	SW_F_29	H_F_29
9	IN_FAB_30	IX2.9	11	Señal de Fabricación Tanque 30	F1	SW_F_30	H_F_30
10	IN_FAB_31	IX2.8	11	Señal de Fabricación Tanque 31	F1	SW_F_31	H_F_31
11	IN_FAB_34	IX2.7	10	Señal de Fabricación Tanque 34	F1	SW_F_34	H_F_34
12	IN_FAB_35	IX2.6	10	Señal de Fabricación Tanque 35	F1	SW_F_35	H_F_35
13	IN_FAB_36	IX3.1	13	Señal de Fabricación Tanque 36	F1	SW_F_36	H_F_36
14	IN_FAB_45	IX3.0	13	Señal de Fabricación Tanque 45	F1	SW_F_45	H_F_45
15	IN_FAB_46	IX2.15	12	Señal de Fabricación Tanque 46	F1	SW_F_46	H_F_46
16	IN_FAB_47	IX2.14	12	Señal de Fabricación Tanque 47	F1	SW_F_47	H_F_47
17	IN_FAB_48	IX2.13	12	Señal de Fabricación Tanque 48	F1	SW_F_48	H_F_48
18	IN_FAB_49	IX2.12	12	Señal de Fabricación Tanque 49	F1	SW_F_49	H_F_49
19	IN_FAB_52	IX3.4	14	Señal de Fabricación Tanque 52	F1	SW_F_52	H_F_52
20	IN_FAB_53	IX3.3	13	Señal de Fabricación Tanque 53	F1	SW_F_53	H_F_53
21	IN_FAB_54	IX3.2	13	Señal de Fabricación Tanque 54	F1	SW_F_54	H_F_54
22	IN_FAB_10	IX3.8	15	Señal de Fabricación Tanque 10	F2	SW_F_10	H_F_10
23	IN_FAB_16	IX3.7	14	Señal de Fabricación Tanque 16	F2	SW_F_16	H_F_16
24	IN_FAB_18	IX3.6	14	Señal de Fabricación Tanque 18	F2	SW_F_18	H_F_18
25	IN_FAB_19	IX3.5	14	Señal de Fabricación Tanque 19	F2	SW_F_19	H_F_19
26	IN_FAB_20	IX3.12	16	Señal de Fabricación Tanque 20	F2	SW_F_20	H_F_20
27	IN_FAB_39	IX3.11	15	Señal de Fabricación Tanque 39	F2	SW_F_39	H_F_39
28	IN_FAB_40	IX3.10	15	Señal de Fabricación Tanque 40	F2	SW_F_40	H_F_40
29	IN_FAB_41	IX3.9	15	Señal de Fabricación Tanque 41	F2	SW_F_41	H_F_41
30	IN_FAB_42	IX3.15	16	Señal de Fabricación Tanque 42	F2	SW_F_42	H_F_42
31	IN_FAB_51	IX3.14	16	Señal de Fabricación Tanque 51	F2	SW_F_51	H_F_51
32	IN_FAB_55	IX3.13	16	Señal de Fabricación Tanque 55	F2	SW_F_55	H_F_55



Variables de entrada al PLC para el proceso de envasado.

PLC							
Ítem	Nombre Entrada	Dirección	Slot	Descripción	Tablero de Control	Switch	Luz Piloto
ENVASADO							
33	IN_ENV_10	IX0.10	3	Señal de Envasado Tanque 10	ENV	SW_E_10	H_E_10
34	IN_ENV_12	IX0.9	3	Señal de Envasado Tanque 12	ENV	SW_E_12	H_E_12
35	IN_ENV_16	IX0.8	3	Señal de Envasado Tanque 16	ENV	SW_E_16	H_E_16
36	IN_ENV_17	IX0.7	2	Señal de Envasado Tanque 17	ENV	SW_E_17	H_E_17
37	IN_ENV_18	IX0.6	2	Señal de Envasado Tanque 18	ENV	SW_E_18	H_E_18
38	IN_ENV_19	IX0.5	2	Señal de Envasado Tanque 19	ENV	SW_E_19	H_E_19
39	IN_ENV_20	IX0.4	2	Señal de Envasado Tanque 20	ENV	SW_E_20	H_E_20
40	IN_ENV_24	IX0.3	1	Señal de Envasado Tanque 24	ENV	SW_E_24	H_E_24
41	IN_ENV_25	IX0.2	1	Señal de Envasado Tanque 25	ENV	SW_E_25	H_E_25
42	IN_ENV_26	IX0.1	1	Señal de Envasado Tanque 26	ENV	SW_E_26	H_E_26
43	IN_ENV_27	IX0.0	1	Señal de Envasado Tanque 27	ENV	SW_E_27	H_E_27
44	IN_ENV_28	IX1.4	6	Señal de Envasado Tanque 28	ENV	SW_E_28	H_E_28
45	IN_ENV_29	IX1.3	5	Señal de Envasado Tanque 29	ENV	SW_E_29	H_E_29
46	IN_ENV_30	IX1.2	5	Señal de Envasado Tanque 30	ENV	SW_E_30	H_E_30
47	IN_ENV_31	IX1.1	5	Señal de Envasado Tanque 31	ENV	SW_E_31	H_E_31
48	IN_ENV_34	IX1.0	5	Señal de Envasado Tanque 34	ENV	SW_E_34	H_E_34
49	IN_ENV_35	IX0.15	4	Señal de Envasado Tanque 35	ENV	SW_E_35	H_E_35
50	IN_ENV_36	IX0.14	4	Señal de Envasado Tanque 36	ENV	SW_E_36	H_E_36
51	IN_ENV_39	IX0.13	4	Señal de Envasado Tanque 39	ENV	SW_E_39	H_E_39
52	IN_ENV_40	IX0.12	4	Señal de Envasado Tanque 40	ENV	SW_E_40	H_E_40
53	IN_ENV_41	IX0.11	3	Señal de Envasado Tanque 41	ENV	SW_E_41	H_E_41
54	IN_ENV_42	IX1.15	8	Señal de Envasado Tanque 42	ENV	SW_E_42	H_E_42
55	IN_ENV_45	IX1.14	8	Señal de Envasado Tanque 45	ENV	SW_E_45	H_E_45
56	IN_ENV_46	IX1.13	8	Señal de Envasado Tanque 46	ENV	SW_E_46	H_E_46
57	IN_ENV_47	IX1.12	8	Señal de Envasado Tanque 47	ENV	SW_E_47	H_E_47
58	IN_ENV_48	IX1.11	7	Señal de Envasado Tanque 48	ENV	SW_E_48	H_E_48
59	IN_ENV_49	IX1.10	7	Señal de Envasado Tanque 49	ENV	SW_E_49	H_E_49
60	IN_ENV_51	IX1.9	7	Señal de Envasado Tanque 51	ENV	SW_E_51	H_E_51
61	IN_ENV_52	IX1.8	7	Señal de Envasado Tanque 52	ENV	SW_E_52	H_E_52
62	IN_ENV_53	IX1.7	6	Señal de Envasado Tanque 53	ENV	SW_E_53	H_E_53
63	IN_ENV_54	IX1.6	6	Señal de Envasado Tanque 54	ENV	SW_E_54	H_E_54
64	IN_ENV_55	IX1.5	6	Señal de Envasado Tanque 55	ENV	SW_E_55	H_E_55

Variables de entrada al PLC para alarmas y sensores.

PLC							
Ítem	Nombre Entrada	Dirección	Slot	Descripción	Tablero de Control	Switch	Luz Piloto
ALARMAS							
65	IN_ALARM_TL	IX4.4	18	Señal de Alarma de la Envasadora Tyele	ENV	SW_A_TL	H_A_TL
66	IN_ALARM_DV	IX4.3	17	Señal de Alarma de la Envasadora DeVree	ENV	SW_A_DV	H_A_DV
67	IN_ALARM_B1	IX4.2	17	Señal de Alarma de la Envasadora Brasileña 1	ENV	SW_A_B1	H_A_B1B2
68	IN_ALARM_B2	IX4.1	17	Señal de Alarma de la Envasadora Brasileña 2	ENV	SW_A_B2	H_A_B1B2
69	IN_ALARM_AKW	IX4.0	17	Señal de Reconocimiento de Alarmas	ENV	PUL_ACK	
SENSORES							
70	IN_SEN_TL_1	IX4.8	19	Señal del Sensor 1 de Gal/Lit de la Envasadora Tyele	ENV		
71	IN_SEN_TL_2	IX4.7	18	Señal del Sensor 2 de Gal/Lit de la Envasadora Tyele	ENV		
72	IN_SEN_DV_1	IX4.5	18	Señal del Sensor 1 de Gal/Lit de la Envasadora DeVree	ENV		
73	IN_SEN_DV_2	IX4.6	18	Señal del Sensor 2 de Gal/Lit de la Envasadora DeVree	ENV		
74	IN_SEN_BR_1	IX4.9	19	Señal del Sensor de Galones de la Envasadora Brasileña	ENV		
75	IN_SEN_BR_2	IX4.10	19	Señal del Sensor de Canecas de la Envasadora Brasileña	ENV		

Señales de Salida

Item	Nombre Salida	Dirección	Slot	Descripción	Tablero de Control
SALIDAS					
1	OUT_ALARM_LUZ	QX0.3	20	Señal de salida para encender la Luz de alarma	ENV
2	OUT_ALARM_DV	QX0.1	20	Señal de salida para encender la Luz de alarma DeVree	ENV
3	OUT_ALARM_TL	QX0.2	20	Señal de salida para encender la Luz de alarma Tyele	ENV
4	OUT_ALARM_BR12	QX0.0	20	Señal de salida para encender la Luz de alarma Brasileña	ENV

TABLEROS DE CONTROL

Tablero Principal o Envasado (ENV): Se encuentra instalado en la parte central de la planta de envasado de pintura, cerca de la máquina envasadora TYELE.



Tablero Fabricación 1 (F1): Instalado en la planta de fabricación de pintura, cerca de los tanques 52, 53, 54.



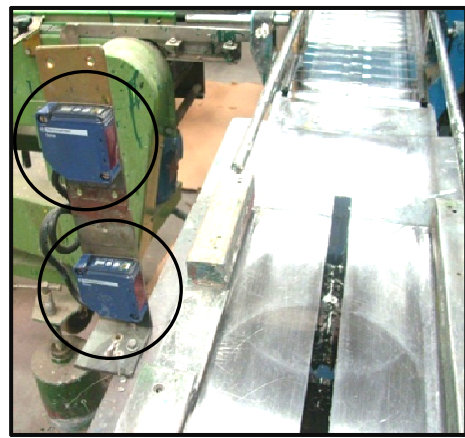
Tablero Fabricación 2 (F2): Instalado en la planta 1 de fabricación de pintura.



SENSORES

Sensores – Envasadora TYELE (TL)

Sensores – Envasadora DEVREE (DV)



Sensor – Envasadora BRASILEÑA 1 (B1)



Sensor – Envasadora BRASILEÑA 2 (B2)



LUZ ALARMA

Se encuentra instalada arriba de la puerta de ingreso a la planta de producción de pintura, con línea de vista hacia el Departamento de mantenimiento.





SOFTWARE

El sistema de monitoreo de la Planta de Pinturas Cónдор está basado el programa InTouch de Wonderware.

Este sistema está diseñado para la visualización de todos los procesos que se dan dentro de la Planta de Pinturas en una PC.

Este es un sistema SCADA ya que intervienen todos los niveles jerárquicos de una planta industrial.

En monitoreo general de la planta se lo ha dividido en 2 grupos principales que son:

- Monitoreo de los tanques de fabricación.
- Monitoreo de las máquinas envasadoras de pintura

La información obtenida en el monitoreo tanto de los tanques como de las máquinas envasadoras de pintura se almacena en una base de datos, a la cual solo puede tener acceso el personal autorizado.

La interfaz ha sido realizada siguiendo las normas de Pinturas Cónдор para las interfaces HMI, como son el uso de una contraseña de identificación, uso de colores para indicar la activación y desactivación de válvulas, distribución de los objetos dentro de la pantalla, presentación en general de la interfaz.

INTERFAZ HMI EN INTOUCH

Ingreso al sistema de monitoreo

El sistema de monitoreo se encuentra instalado en las computadoras autorizadas para su uso, de manera que para ingresar al sistema solo es necesario dar doble clic en los íconos de la aplicación que se encuentran en el escritorio.

1. Se debe activar el programa de comunicación de modbus Ethernet que tiene la siguiente forma:



2. La aplicación principal se abre al dar doble clic en el ícono de InTouch que tiene la siguiente forma:



Ingreso del usuario y contraseña

Todos los usuarios al entrar a la aplicación deben ingresar el nombre y la contraseña para poder tener acceso a la ventana principal, en caso de no tener acceso a la aplicación solicítela al gerente de operaciones.



contraseña



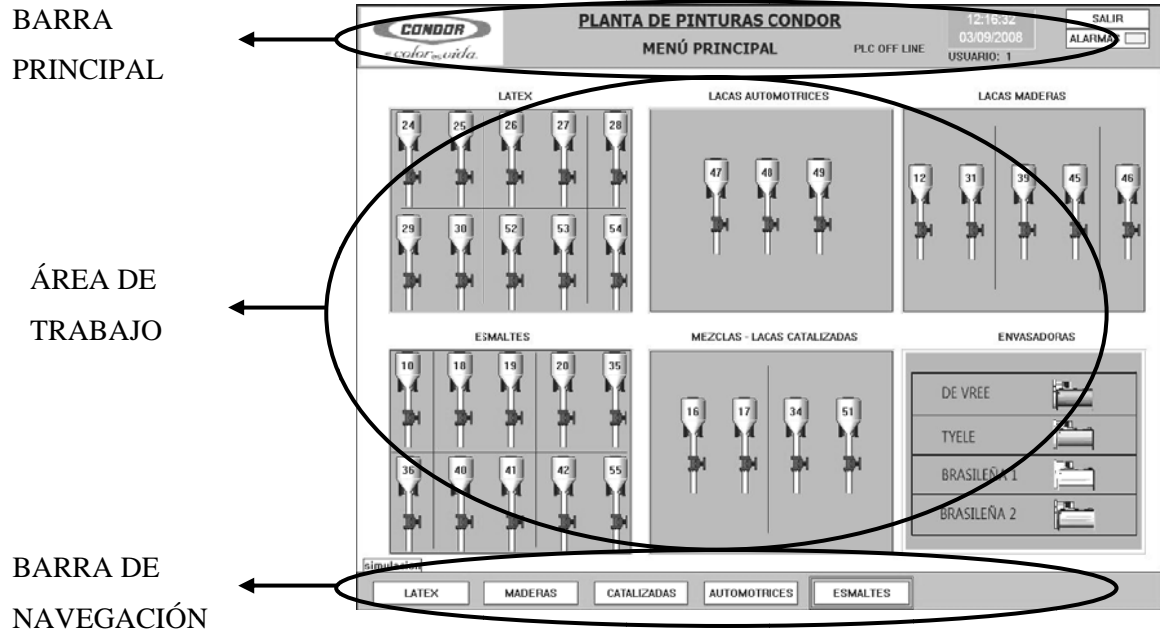
USUARIO:

CONTRASEÑA:

Aceptar Cancelar

Formato de la aplicación

Una vez que se ingresa a la aplicación esta tiene el siguiente formato:



En la barra principal tenemos el logotipo de Cónдор en lado izquierdo, seguido por el título “PLANTA DE PINTURAS CÓNĐOR” y debajo de este tenemos el título de la pantalla en que nos encontramos.

Al lado derecho de los títulos tenemos el cuadro de mensajes en donde podemos ver todo el tiempo si el PLC se encuentra en línea, además en el caso de existir algún error de comunicación con la base de datos aparecerá un mensaje indicándonos cuando exista el problema.

Más a la derecha tenemos un cuadro donde podemos ver la hora y la fecha y debajo de este un mensaje indicándonos el nombre del usuario que está trabajando.

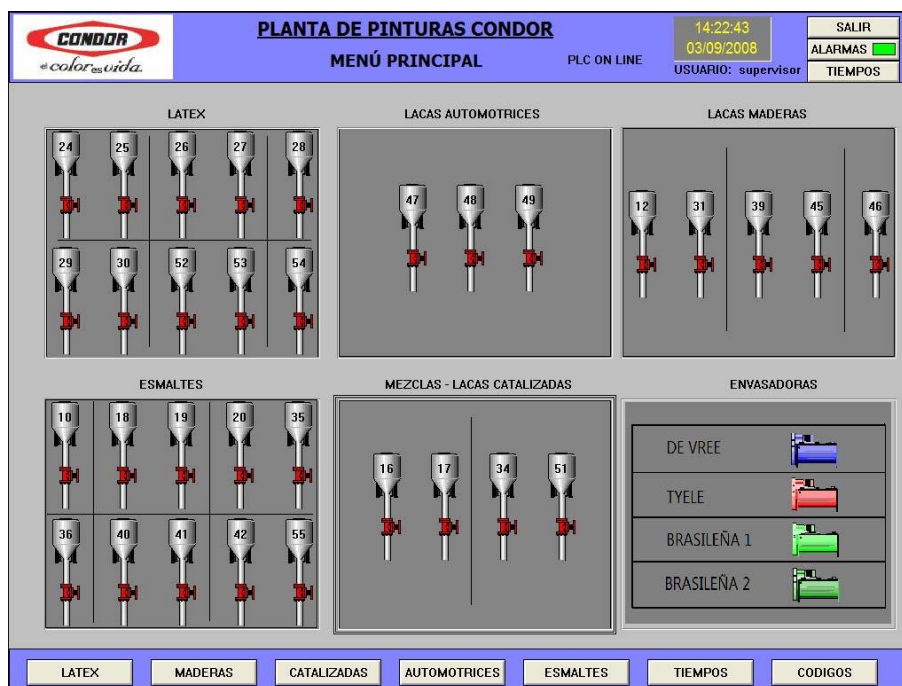
Por último en esta barra tenemos al lado derecho botones de navegación para ir a otras ventanas y también la opción de salir que solo se encuentra en la ventana del Menú Principal.

En el área de trabajo dependiendo de la ventana en que nos encontremos podremos realizar distintas funciones como la visualización de tanques y envasadoras o el ingreso de códigos de granel y fabricación.

La barra de navegación es un acceso rápido a otras ventanas lo que hace más fácil el trabajo y nos ahorrará tiempo el momento de navegar dentro de la aplicación.

Si el usuario está debidamente registrado podrá ver el menú principal caso contrario la única opción es que desista del ingreso a la aplicación.

Menú principal



En el área de trabajo del menú principal tenemos una visión general de los 32 tanques de la Planta de Pinturas clasificados por familias y el grupo de envasadoras.

Cada gráfico tiene el número del tanque al que hace referencia y muestra su estado identificado por los colores de la siguiente tabla:



ESTADO	COLOR
VACIO	PLOMO
FABRICANDO	AMARILLO
LLENO	AZUL
ENVASANDO	AZUL+ ANIMACIÓN

Familias de tanques

Dando clic en cualquiera de los grupos del menú principal se accede a la pantalla principal de la familia de tanques.

Los grupos del menú principal son:

- Látex
- Lacas automotrices
- Lacas para maderas
- Esmaltes
- Mezclas y Lacas catalizadas
- Envasadoras

Dentro de cada familia de pinturas podemos ver el código de fabricación y granel de cada tanque, una animación para indicar el estado y el número del tanque al que hace referencia.





Grupo de envasadoras

En el grupo de envasadoras podemos ver la velocidad a la que está trabajando cada una de las cuatro máquinas envasadoras automáticas durante el último minuto, también podemos ver el número de tarros que a envasado denominado producción del día y por último un promedio de la velocidad a la que ha envasado durante todo el día.

En esta ventana existe el botón de opciones para la base de datos, la cual es accesible solo para el personal que ingrese como gerente.

ENVASADORA	PRODUCCION ULTIMO MINUNTO	PRODUCCION DEL DIA	PROMEDIO DE PRODUCCION
TYELE CF: XXXXX CG: XXXXX	0 GAL / MIN 0 LTS / MIN	0 GAL 0 LTS	0 GAL / MIN 0 LTS / MIN
DE VREE CF: XXXXX CG: XXXXX	0 GAL / MIN 0 LTS / MIN	0 GAL 0 LTS	0 GAL / MIN 0 LTS / MIN
BRASILEÑA 1 CF: XXXXX CG: XXXXX	0 GAL / MIN	0 GAL	0 GAL / MIN
BRASILEÑA 2 CF: XXXXX CG: XXXXX	0 CAN / MIN	0 CAN	0 CAN / MIN

OPCIONES BASE DE DATOS

LÁTEX MADERAS CATALIZADAS AUTOMOTRICES ESMALTES PRINCIPAL EXCEL

Configuración de la base de datos

Las opciones para la base de datos consisten en configurar las horas a las que se debe almacenar la información de las envasadoras, se puede ingresar hasta tres horas distintas en el caso de que se quiera almacenar tres veces en un mismo día.

Al almacenar la información de la ventana de envasadoras las envasadoras las variables de producción del día y promedio de producción se reinician automáticamente.



CONDOR
color es vida.

PLANTA DE PINTURAS CONDOR

ENVASADORAS

14:36:41
03/09/2008
USUARIO: gerente

PRINCIPAL
ALARMAS ■

OPCIONES DE LA BASE DE DATOS PARA LAS ENVASADORAS

Seleccione las horas a las que se debe almacenar

Hora 1	Hora 2	Hora 3
06:00	06:00	06:00

Hora Actual: 14:36:41

Hora programada 1: 06:00:00

Hora programada 2: 06:00:00

Hora programada 3: 06:00:00

ALMACENAR AHORA

Almacenar

ULTIMO ALMACENAMIENTO

00:00:00

CERRAR OPCIONES

LATEX

MADERAS

CATALIZADAS

AUTOMOTRICES

ESMALTES

PRINCIPAL

EXCEL

Ingreso de códigos de producción

Solo los usuarios que ingresen como supervisores tienen acceso a la pantalla de códigos de producción ya que ellos tienen que ingresar esta información antes de que comience el proceso para que estos puedan ser almacenados en la base de datos.

Una vez que el proceso de envasado termina se registra la información en la base de datos y se borra el cuadro del tanque que se terminó de envasar y el programa queda listo para comenzar un nuevo proceso.

CONDOR
color es vida.

PLANTA DE PINTURAS CONDOR

CÓDIGOS DE PRODUCCIÓN

14:34:28
03/09/2008
USUARIO: supervisor

PRINCIPAL
ALARMAS ■
TIEMPOS

TANQUE	ORDEN DE FABRICACIÓN	REFERENCIA	TANQUE	ORDEN DE FABRICACIÓN	REFERENCIA
10			35		
12			36		
16			39		
17			40		
18			41		
19			42		
20			45		
24			46		
25			47		
26			48		
27			49		
28			51		
29			52		
30			53		
31			54		
34			55		

COMUNICACIÓN: No errors occurred

LATEX

MADERAS

CATALIZADAS

AUTOMOTRICES

ESMALTES

TIEMPOS

PRINCIPAL



Ingreso de información sobre las envasadoras

Otra pantalla a la cual solo tienen acceso los supervisores es la de tiempos de producción. Es aquí donde se debe ingresar la información de los procesos de envasado como lo es la cantidad de producto que se va a envasar, los códigos de fabricación y artículo, el tipo de producto, y la hora a la que comienza el proceso de envasado dando clic en el botón iniciar.

Al terminar el proceso se debe dar clic en el botón terminar con lo que se registrará toda la información en la base de datos y se reiniciarán los cuadros para ingresar información de un nuevo proceso.

CONDOR
color es vida.

PLANTA DE PINTURAS CONDOR
TIEMPOS DE PRODUCCION

14:34:45
03/09/2008
PLC ON LINE
USUARIO: supervisor

PRINCIPAL
ALARMAS

No errors occurred

ENVASADORA	CANTIDAD	FABRICACION	ARTICULO	PRODUCTO	HORA INICIO	HORA FINAL
1 TYELE	0	XXXXX	XXXXX	<input checked="" type="radio"/> LITRO <input type="radio"/> GALON	00:00:00	<input type="button" value="INICIAR"/> <input type="button" value="TERMINAR"/>
2 DEVREE	0	XXXXX	XXXXX	<input checked="" type="radio"/> LITRO <input type="radio"/> GALON	00:00:00	<input type="button" value="INICIAR"/> <input type="button" value="TERMINAR"/>
3 BRASILEÑA 1	0	XXXXX	XXXXX	GALONES	00:00:00	<input type="button" value="INICIAR"/> <input type="button" value="TERMINAR"/>
4 BRASILEÑA 2	0	XXXXX	XXXXX	CANECAS	00:00:00	<input type="button" value="INICIAR"/> <input type="button" value="TERMINAR"/>

LATEX MADERAS CATALIZADAS AUTOMOTRICES ESMALTES PRINCIPAL CODIGOS

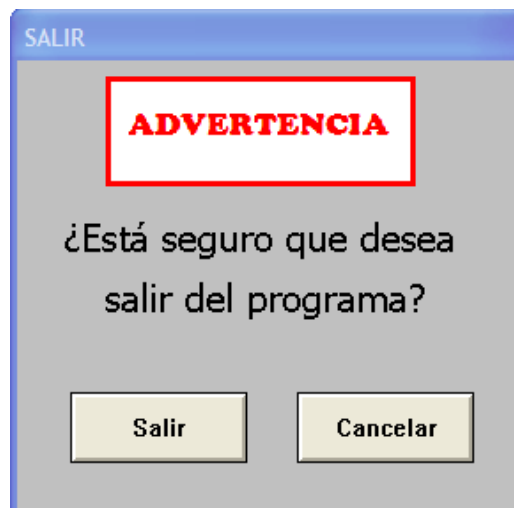
Pantalla de alarmas

Todos los usuarios tienen acceso a la pantalla de alarmas a través de un botón ubicado en el lado derecho de la barra principal. En esta pantalla podemos ver un registro histórico indicando la hora a la que se activo, reconoció y apagó una alarma. Además también se puede ver una luz que indica gráficamente que envasadora es la que tiene problemas.



Salir de la aplicación de InTouch

En el caso de que se desee salir de la aplicación el menú principal, en la esquina superior derecha se encuentra un botón que al presionarlo abre una ventana en la que tenemos que ratificar si se desea salir solo de este modo podemos abandonar la aplicación.





INTERFAZ DE REPORTE

Toda la información almacenada en la base de datos es fácilmente manejada a través de Excel ya que este programa nos permite insertar las tablas del SQL Server y aplicar todas las herramientas de Excel para manejo de tablas.

Falla de comunicación con la base de datos

En caso de existir algún problema en la comunicación del InTouch la HMI automáticamente nos mostrará un mensaje en la barra principal.

Los problemas pueden ocasionarse debido a un cambio en la dirección IP del computador principal.

De manera que para solucionar este problema se debe revisar que la dirección IP sea la correcta y que el computador no tenga conflictos en la intranet de Cónдор, una vez revisado esto se puede reiniciar la aplicación para que desaparezca el mensaje de comunicación.

Falla de comunicación con el PLC

El caso más común que suele presentarse es que no esté abierto el programa de comunicación de modbus Ethernet o que este se haya abierto después de abrir la HMI de InTouch por lo que la comunicación no se puede realizar.

Para solucionar este problema se debe salir de la aplicación y abrir primero el programa de modbus Ethernet para establecer la comunicación y luego abrir la HMI de InTouch.

En caso de que la comunicación si se haya realizado y el programa de modbus Ethernet este abierto y los datos no se actualicen, puede ser debido al tipo de red instalada en la Planta de Pinturas ya que existen momentos en los que se satura la información y puede demorar varios segundos en actualizarse los datos en la HMI de InTouch sin embargo estos problemas no afectan en manera significativa el proceso de monitoreo ya que los datos importantes están en el PLC y el computador solo los almacena en la base de datos.

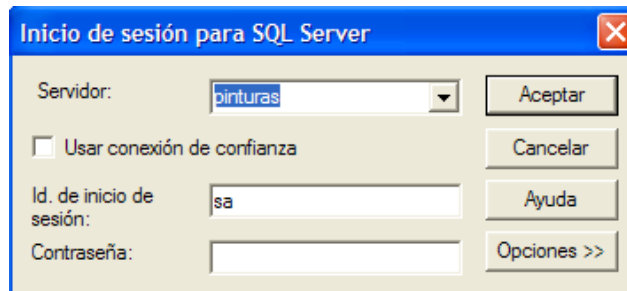
Cualquier falla de este tipo se soluciona automáticamente después de unos segundos.



Ingreso al programa de reportes

Con solo dar doble clic en el archivo “monitoreo.xls” se abre automáticamente una hoja de cálculo de Excel.

Una vez abierta la hoja de cálculo nos pedirá que ingresemos la contraseña de súper administrador para poder actualizar la información desde la base de datos.



Dentro de programa de reportes tenemos cuatro ventanas:

- Tanques.
- Alarmas.
- Envasado.
- Tiempos.

En cada una de estas ventanas tenemos información relevante sobre la Planta de Pinturas.

En la ventana de tanques tenemos registrado el número de tanque, el proceso que se realizó, los códigos de fabricación y granel, además de la hora inicial y final en las que se trabajó con el tanque.

Pantalla de reportes sobre los tanques

El intervalo entre la hora de inicio y la hora final se calcula automáticamente y está configurado para darnos la respuesta en días, horas y minutos.



ID	NUM_TANQUE	TIPO_PROCESO	GRANEL	FABRICACION	TIEMPO_INI	TIEMPO_FIN	INTERVALO
3	292	29 E	542tra	039097739	21/08/2008 8:43	21/08/2008 8:45	0:02:05
5	290	24 E	7833	039036624	21/08/2008 8:43	21/08/2008 8:45	0:02:05
6	289	29 F	542tra	039097739	21/08/2008 8:41	21/08/2008 8:41	0:00:31
7	288	24 F	7833	039036624	21/08/2008 8:41	21/08/2008 8:41	0:00:32
41	245	28 E	1833	39037760	19/08/2008 8:59	19/08/2008 8:59	0:00:12
42	244	27 E	500L	39037178	19/08/2008 8:59	19/08/2008 8:59	0:00:16
43	243	28 F	1833	39037760	19/08/2008 8:58	19/08/2008 8:58	0:00:27
44	242	27 F	500L	39037178	19/08/2008 8:58	19/08/2008 8:58	0:00:32
45	185	28 F	1833	39037760	18/08/2008 12:00	18/08/2008 12:00	0:00:06
46	157	25 F	2106	039000	18/08/2008 9:05	18/08/2008 9:06	0:00:46
47	143	17 F	6100	39037827	15/08/2008 11:03	18/08/2008 10:32	23:29:00
48	142	45 E	7080	39037848	15/08/2008 11:02	18/08/2008 12:00	0:57:47
50						TOTAL=	0:34:19

Pantalla de reportes sobre el envasado

En la pantalla de envasado podemos ver el número que indica en que envasadora se trabajó, el tipo de producto que se envasó, la cantidad de producto que se detectó, la velocidad promedio a la que se envasó todos los productos y la fecha en la que se almacenó la información.

ID	ENVASADORA	PRODUCTO	PRODUCCIÓN	PROMEDIO	FECHA
2	55	1 L	464	10	19/08/2008 13:47
3	56	1 G	1664	11	19/08/2008 13:47
4	57	2 L	2360	22	19/08/2008 13:47
5	58	2 G	1424	10	19/08/2008 13:47
6	59	3 G	17	17	19/08/2008 13:47
7	60	4 C	92	2	19/08/2008 13:47
8	61	1 L	464	10	19/08/2008 13:51
9	62	1 G	1664	11	19/08/2008 13:51
10	63	2 L	2360	22	19/08/2008 13:51
11	64	2 G	1424	10	19/08/2008 13:51
12	65	3 G	17	17	19/08/2008 13:51
13	66	4 C	92	2	19/08/2008 13:51
20	73	1 L	8	4	20/08/2008 12:21
21	74	1 G	3109	11	20/08/2008 12:21
22	75	2 L	1816	20	20/08/2008 12:21
23	76	2 G	1208	11	20/08/2008 12:21
26			PROMEDIO=	12	

Pantalla de reportes sobre el periodo de las envasadoras

En la pantalla de tiempos podemos ver el número de la envasadora, la cantidad de producto que se envaso en el periodo, el código de fabricación y de artículo, además de la



hora de inicio y finalización del envasado, pudiendo visualizar gracias al Excel el tiempo total que se demoró el proceso.

A más de estos datos que fueron ingresados por el supervisor también podemos ver la cantidad de producto que se detectó por medio de los sensores ubicados en cada envasadora, el tiempo que real mente se utilizó la envasadora y el tiempo muerto que se estima calculando la diferencia entre el tiempo total y el tiempo real de uso de la envasadora.

datos ingresados por el supervisor										datos sensados		
ID	ENVASADORA	CANTIDAD	PRODUCTO	FABRICACION	ARTICULO	INICIO	FIN	TIEMPO TOTAL	SENSADO	TIEMPO	TIEMPO MUERTO	
								00/ 0:00			0:00	
								00/ 0:00			0:00	

Pantalla de reporte de alarmas de las envasadoras

En la pantalla de alarmas esta registrado el número de la envasadora que tubo la falla seguido de la hora de activación, reconocimiento y desactivación de la alarma.

Gracias al Excel podemos calcular el intervalo de tiempo que la máquina envasadora estuvo fuera de operación.

ID	ENVASADORA	ALARMA	RECONOCIMIENTO	DESACTIVACION	INTERVALO
68	3	19/08/2008 9:00	19/08/2008 9:00	19/08/2008 9:00	0:00:28
67	1	19/08/2008 9:00	19/08/2008 9:00	19/08/2008 9:00	0:00:41
				TOTAL=	0:01:09



Fallas en la comunicación del programa de reportes

El programa de reportes ha sido configurado y probado en cada computadora en la que debe correr, de manera que de existir algún problema de comunicación debe ser en el computador principal donde está instalada la base de datos, ya que si este computador está apagado o se cambia el nombre de la máquina en la red, esta ya podrá ser encontrada desde otro computador que necesite acceder a la información que se encuentra en el PC principal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Manual WAGO-I/O-SYSTEM 750, Modular I/O System, WAGO Kontakttechnik GmbH, Version 2.0.0, 2001.
- Catálogo Programmable Controller Twido, Telemecanique, Noviembre 2004
- Telemecanique Global Detection an Essential Quick Selector Guide to Sensor Selection, Scheneider Electric, Febrero 2003
- Manual Osiris XUK, Detectores fotoeléctricos Osiconcept, Telemecanique, I/O Modules, 2003
- WAGO I/O System 750 Modular I/O system Ethernet TCP/IP 750-342, 750-842, WAGO Kontakttechnik GmbH, Version 2.0.0, 2001
- www.pinturascondor.com/historia.html
- www.mecon.gov.ar/peconomica/docs/capacidadinstalada.pdf
- Guía de Usuario de InTouch Autor: Wonderware Corporation 1997
- Instrumentación y Sistemas de Control Autor: Ing. Hugo Ortiz.

Queda constancia de que el presente Proyecto de Grado, fue entregado y reposa en la Biblioteca de la Escuela Politécnica del Ejército, el día con fecha.

Sangolquí, _____

Sr. Ing. Víctor Proaño Rosero

COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN
ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

Martín Andrés García Virgüez

Fernando René Vergara Varela

AUTORES