



**DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA
AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE
MEZCLA Y PESAJE DE OLEÍNA Y
ESTEARINA DE PALMA, UTILIZANDO UN
PLC SIEMENS, PARA LA EMPRESA
IOCE, C.A.**

Autor: Jesús León

C.I. 24.457.890

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE
MEZCLA Y PESAJE DE OLEÍNA Y ESTEARINA DE PALMA, UTILIZANDO UN
PLC SIEMENS, PARA LA EMPRESA IOCE, C.A.**

Empresa: IOCE, C.A.

Autor: Jesús León
C.I. 24.457.890

San Diego, Junio de 2017



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE
MEZCLA Y PESAJE DE OLEÍNA Y ESTEARINA DE PALMA, UTILIZANDO UN
PLC SIEMENS, PARA LA EMPRESA IOCE, C.A.

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN

Ing. José Hernández C.I. 13.514.550

Nombre, firma y cedula de identidad del tutor académico

Ing. Fernando Botello C.I. 17.397.159

Nombre, firma y cedula de identidad del tutor empresarial

IOCE, C.A.

RIF: J-29771753-6



Autor: Jesús León

C.I. 24.457.890

San Diego, Junio de 2017

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	pp
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN INFORMATIVO	x
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO

I LA EMPRESA	3
1.1 Razón social y ubicación	3
1.2 Reseña histórica	3
1.2.1 Procesos básicos y productos elaborados	4
1.2.2 Misión	4
1.2.3 Visión	5
1.2.4 Valores	5
1.2.5 Política de calidad	6
1.2.6 Política de seguridad, salud higiene y ambiente	6
1.3 Funciones generales de la empresa	6
1.3.1 Estructura organizacional general de la empresa	7
1.3.2 Organigrama del departamento donde se realizó las pasantías	7
1.3.3 Funciones del departamento donde realizó las pasantías	9
1.3.4 Actividades desarrolladas durante el período de las pasantías	9
II EL PROBLEMA	10
2.1 Planteamiento del Problema	10
2.2 Formulación del Problema	12
2.3 Objetivos de la Investigación	12
2.3.1 Objetivo General	12
2.3.2 Objetivos Específicos	12
2.4 Justificación de la Investigación	12
2.5 Alcance	13
III MARCO REFERENCIAL	14
3.1 Antecedentes de la Investigación	14
3.2 Bases Teóricas	17
3.2.1 Automatización	17
3.2.2 El Controlador Lógico Programable	19

3.2.3 Fundamentos de control de procesos.....	20
3.2.4 Formas de Control	22
3.2.5 La variable temperatura	24
3.2.6 La variable peso.....	24
3.2.7 Celda de carga	25
3.2.8 Automata S7-1200 (CPU 1214C) de Siemens	26
3.2.9 HMI.	27
3.3 Definición de Términos Básicos.....	28
IV FASES METODOLÓGICAS.....	31
4.1 Tipo y diseño de la Investigación	31
4.2 Nivel de la Investigación	32
4.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	32
4.4 Población y Muestra	33
4.5 Fases de la Investigación	33
V RESULTADOS.....	35
5.1 Estudio de las características del proceso mezcla y pesado de oleína y estearina de palma de la empresa IOCE, C.A.....	35
5.1.1 Compilar información sobre el tratamiento actual de la oleína y estearina de palma.....	35
5.1.2 Describir el funcionamiento y ejecución de mezcla en el sistema	37
5.1.3 Sintetizar planos de importación realizados hasta la fecha	39
5.2 Determinar los requerimientos para el diseño del control automatizado de mezcla y pesado de oleína y estearina de palma empleando el PLC S7-1200. .	39
5.2.1 Verificar la disponibilidad de los equipos Siemens S7-1200 en el proceso de mezcla y pesaje de oleína y estearina de palma.....	39
5.2.2 Estudiar el software de programación TIA Portal V12	60
5.2.3 Estudiar el funcionamiento de la interfaz de comunicación PROFINET de Siemens.....	69
5.2.4 Dimensionamiento del PLC S7-1200	71
5.3 Desarrollo del rediseño de la programación del módulo de PLC Siemens S7 1200 para proceso mezcla y pesado de oleína y estearina de palma de la empresa IOCE, C.A.	74
5.3.1 Desarrollo de la programación de un bloque para el manejo de los actuadores, para el proceso mezcla y pesado de oleína y estearina de palma de la empresa IOCE, C.A.	74
5.3.2 Diseño del plano eléctrico final que contenga, toda la información de mayor importancia de la automatización.....	76
5.3.3 Verificación del funcionamiento de todo el sistema para garantizar una futura implementación sin ningún inconveniente.....	76
CONCLUSIONES.....	85

RECOMENDACIONES	87
BIBLIOGRÁFICAS	88

APENDICE

A- Entrevista para coordinadores.....	91
A-2 – Entrevista para operadores.....	93
A-3 – Entrevista para operadores.....	95
B – Lista de cotejo.	96
C – Programacion de la Función FB3.....	97
D – Planos de control diseñados	103

ANEXO

A – P&ID del sistema de pesaje.....	113
B – Flujograma de preparación de mezclas especiales	114
C – Planos de control del sistema de pesaje.....	115

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	CONTENIDO	pp
1	Equipos disponibles en el Tablero del sistema de Pesaje.....	40
2	Estado de la CPU 1214C	44
3	Selector de modo de la CPU 312C	45
4	Especificaciones técnicas el módulo SM 1221.....	48
5	Especificaciones técnicas del módulo SM 1222.....	51
6	Datos específicos del módulo SM 1234	53
7	Datos técnicos del módulo SIWAREX PW231	56
8	Estado del SIWAREX PW231.	57
9	Datos técnicos de la fuente de alimentación LOGO! Power 24 V DC/2,5 A.....	60
10	Lista de operaciones lógicas con bits	64
11	Listado de variables discretas y analógicas	72

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	CONTENIDO	pp
1	Organigrama general de la empresa IOCE, C.A.....	7
2	Organigrama del Dpto. de mantenimiento de la empresa IOCE, C.A.....	8
3	Diagrama de fuerzas que actúan sobre un cuerpo	25
4	Celda de carga	26
5	Manifold de del sistema de pesaje.	38
6	CPU 1214C SIEMENS.....	41
7	Elementos de mando y señalización de CPU 1214C.....	42
8	Entradas y salidas digitales integradas	43
9	Módulo de entradas DI SM 1221	46
10	Vista del módulo y diagrama de bloques del módulo SM 1221	47
11	Módulo de salidas DO SM 1222	49
12	Diagrama de bloques del módulo SM 1222; DO 16 x Relé/2,0 A.	50
13	Vista del módulo y diagrama de bloques del SM 1234 AI 4x13bit.....	52
14	módulo SIWAREX WP231	54
15	tipos de conexiones externas en el módulo SIWAREX WP231	55
16	Fuente de alimentación LOGO! Power 24 V DC/2,5 A.....	58
17	Fuente de alimentación LOGO! Power 24 V DC/2,5 A.....	59
18	Captura de un programa de contactos en STEP 7	63
19	Temporizador TON	65
20	Estructura de la programación estructurada	67
21	Comparación de la estructura lineal y la modular.	68
22	Configuración actual de la subred de Fraccionamiento y el Sistema de pesaje.	71
23	Secuencia de operación del FB3.....	75
24	Segmento 35 retención de arranque manual de la válvula de calentamiento del tanque de mezcla.	77

25	Segmento 36 permiso de activación de control del calentamiento.....	78
26	Segmento 37 activación manual y automático de la válvula de calentamiento de proceso de mezcla.....	79
27	Segmento 18 Válvula Calentamiento de tanque Bascula.	80
28	Imagen HMI Control de temperatura tanque mezcla.	81
29	Imagen HMI Supervisor actualizada.	82
30	Imagen HMI Tanque Mezcla actualizada.....	83
31	Imagen HMI Válvula de Calentamiento de Pesaje.....	84



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DISEÑO DE UN SISTEMA PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE
MEZCLA Y PESAJE DE OLEÍNA Y ESTEARINA DE PALMA, UTILIZANDO UN
PLC SIEMENS, PARA LA EMPRESA IOCE, C.A.**

Autor: Jesús León

Tutor: Ing. José Hernández

Fecha: Junio 2017

RESUMEN INFORMATIVO

La presente investigación se realizó en la empresa IOCE, C.A., en la cual se realizaron las pasantías y a su vez se diseñó la programación estructurada con bloques de funciones para el manejo de válvulas, funcional para el proceso de mezcla y pesaje de oleína y estearina de palma; a su vez se realizaron modificaciones dentro de la programación de la secuencia del tanque de mezcla y pesaje, así como también se modificó la interfaz humano maquina (HMI) del sistema mencionado; todo esto para ofrecer un una verificación y simulación del bloque de función de manejo de válvulas diseñado. También se estudió y compiló información sobre los procesos principales de la empresa, utilizados normalmente en las industrias oleaginosas de palma. Es por ello que se diseñó la programación de la automatización a través del autómatas S7-1200 disponible en el proceso de mezcla y pesaje de oleína y estearina de palma, que a su vez se integra con distintos módulos de expansión y una HMI; fortaleciendo de esta forma el proceso, con el fin de reducir los costos y garantizar una uniformidad y aumento de la calidad. Esta investigación se encuentra tipificada bajo el enfoque de proyecto factible, debido a que tiene como propósito satisfacer una necesidad de la empresa IOCE, C.A., mediante el diseño de una programación viable para la operación y mejora continua en el proceso de mezcla y pesaje de oleína y estearina de palma.

Descriptores: Programación estructurada, bloque de función, oleína y estearina de palma, automatización.

INTRODUCCIÓN

Los autómatas programables no son más que una computadora utilizada en el campo de la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas. Los PLC lograron reducir los controles de relevación, en mucho menor tamaño y gasto de energía, reducir las fallas por contactos mecánicos, ofrecer mejor comodidad para modificar los circuitos de control de mantenimiento y, sobre todo, reducir los tiempos muertos en las máquinas. Dentro de sus primeras aplicaciones se le encuentra en la industria automotriz con la finalidad de sustituir los complejos equipos basados en relés. Sin embargo, la disminución de tamaño y el menor costo han permitido que los autómatas sean utilizados en todos los sectores de la industria. Algunos de los múltiples campos de aplicación son la automotriz, plantas químicas y petroquímicas, metalurgia, alimentación papelera y maderera entre otras.

Observando la importancia de los autómatas en el ámbito industrial y con el objeto de diseñar una automatización para el proceso de pesaje y mezcla de oleína y estearina de palma con un PLC Siemens S7-1200 y con la inclusión de redes PROFINET aplicadas a una Interfaz Hombre Máquina (HMI). Además, también se llevará a cabo la simulación del proceso completamente automatizado a fin de reducir costos, garantizar la calidad y mejorar las condiciones de trabajo en el proceso de pesaje y mezclado de oleína y estearina de palma en la empresa IOCE, C.A. Este trabajo está estructurado en capítulos de la siguiente manera:

Capítulo I: La empresa. Se describe brevemente sobre la empresa su organización, procesos básicos, productos, misión, visión entre otros.

Capítulo II: El problema. En donde se realiza una descripción de la situación del objeto de estudio, se determinaron los objetivos y se señala la justificación.

Capítulo III: Marco referencial conceptual. Compendio de las bases teóricas en las cuales se sustenta la investigación, reúne los elementos conceptuales que define el objeto de estudio.

Capítulo IV: Fases Metodológicas. Se indica cuál es la metodología necesaria para desarrollar la investigación. Describe las fases y características de la investigación efectuada, especificando el tipo y diseño de investigación.

Capítulo V: Presenta los resultados obtenido de cada una de las fases planteadas en el Capítulo IV. Y finalmente se presentan los resultados, las conclusiones, recomendaciones, bibliografía, apéndices y anexos que dan soporte a la presente investigación.

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1 Razón social y ubicación

Industria Oleaginosa del Centro (IOCE), C.A. RIF: J-29771753-6 está ubicada en la zona agro industrial el recreo, parcela N°-118, Valencia, Carabobo. IOCE, C.A. es una industria dedicada a la refinación de aceites vegetales para el consumo humano.

1.2 Reseña histórica

Ante la creciente demanda de aceites vegetales refinados en el país, un grupo de empresarios estableció la Industria Oleaginosa del Centro (IOCE) C.A, empresa que se fundó el 6 de junio del año 2009, destinada al procesamiento y transformación de aceites y grasas vegetales crudos en aceites comestibles, con el objetivo de posicionarse en el área de servicios de refinación y fraccionamiento dentro del sector alimenticio de Venezuela.

El proyecto que comenzó en el 2007, se estableció en un terreno de 10.000 m², de la urbanización Agro-Industrial El Recreo de Valencia, en abril de 2009 este se concretó, gracias a la alianza de personas conocedoras de la industria del aceite y con la importación de equipos, que fueron desmantelados y trasladados un año antes de su fundación.

La primera etapa de la planta abarcó la edificación de la torre de pretratamiento y blanqueo, así como la recuperación y acondicionamiento de 11 tanques de aproximadamente 240 toneladas cada uno, la cual finalizó en agosto del 2011 y dio paso a las pruebas de la refinería.

Para esa fecha la empresa contaba con 47 personas entre personal administrativo, técnico y obrero, surgiendo como una planta de refinación de aceite Refinado, Blanqueado y Desodorizado (RBD) y fraccionamiento de aceites vegetales, empleando tecnología y procesos conforme a las mejores prácticas internacionales para generar productos de la mejor

calidad, con una capacidad instalada de refinación de 300 toneladas métricas al día, operando tres turnos diarios.

La empresa concluyó la segunda etapa de la refinería en el año 2015 con la torre de fraccionamiento, la cual cuenta con un filtro prensa y tres cristalizadores que dan como resultado la Oleína y la Estearina orientadas a las industrias que laboran grasas y mantecas, mientras que la tercera fase que abarca la construcción del edificio administrativo y la finalización del área de almacén se encuentra en vía de desarrollo.

Para el director y Gerente del Departamento de Ingeniería y Proyectos, Ing. Frenny Terán, IOCE, C.A. es una empresa que tiene como objetivo principal posicionarse a nivel nacional, y convertirse en pioneros en la producción de aceite de palma refinado.

1.2.1 Procesos básicos y productos elaborados

IOCE, C.A. es una empresa dedicada a la refinación de aceites vegetales para el consumo humano, fabricación de aceite vegetal comestible y subproductos útiles. Actualmente cubre la fabricación de Oleína y Estearina de Palma a granel, útiles a su vez como materia prima en diferentes sectores de la industria como son: Alimentos, concentrados animales, pinturas, jabón, entre otros, lo cual permite que se adapte a las necesidades de cada cliente, entre los productos se pueden mencionar los siguientes:

- Aceite de palma RBD.
- Estearina de palma.
- Oleína de palma.
- Mezclas de oleína y estearina de palma.
- Ácidos Grasos.

1.2.2 Misión

IOCE, C.A. es una empresa que produce grasas y aceites vegetales bajo los más estrictos parámetros de calidad, garantizando en todo momento la inocuidad de nuestros productos, apoyados por procesos con tecnología de punta, generando compromiso a través del desarrollo de nuestra gente y su familia, adaptándonos a los cambios a través de la mejora

continua, fortaleciendo el trabajo en equipo; para así, satisfacer a los clientes y generar rentabilidad a sus accionistas, bajo un clima de respeto a las normas de seguridad, salud, higiene y ambiente.

1.2.3 Visión

Queremos ser una empresa líder a nivel nacional e internacional, en el sector industrial y consumo masivo de grasas y aceites vegetales, destacando por la calidad e inocuidad de los productos y en compromiso de nuestra gente, siendo percibida como una organización altamente competitiva en el mercado laboral.

1.2.4 Valores

- **Honestidad:** Demostrar en todo momento congruencia entre lo que pensamos y hacemos, cumpliendo con los compromisos y obligaciones, teniendo especial cuidado con los bienes económicos, materiales y humanos. Actuando con responsabilidad en el contexto familiar, social, laboral y ambiental.
- **Sentido de pertenencia:** Reconocernos como parte integrante de la empresa, sintiendo orgullo por sus éxitos y sincera inquietud por las dificultades que atravesase nuestra organización, estando dispuestos a dar lo mejor de nosotros, para alcanzar las metas.
- **Compromiso con la calidad y la inocuidad:** Que todo cuanto hagamos sea bajo los mejores estándares para garantizar la satisfacción de nuestros clientes tanto internos como externos, buscando mejorar continuamente, garantizando la inocuidad de los productos, la seguridad de nuestra gente y especial cuidado con el medio ambiente.
- **Trabajo en equipo:** Trabajar unidos y comprometidos para la consecución de los objetivos de nuestra organización, generando un clima de respeto, cooperación y comunicación efectiva como principal fortaleza del éxito de nuestra empresa.

1.2.5 Política de calidad

Cumplir día a día con las necesidades y exigencias de nuestros clientes internos y externos, a través de procesos de mejora continua, comunicación efectiva y un constante entrenamiento de nuestra gente, asumiendo compromiso y responsabilidad en el trabajo, con la inocuidad de nuestros productos y con la seguridad, salud, higiene y ambiente.

1.2.6 Política de seguridad, salud higiene y ambiente

Desarrollar una cultura de prevención de accidentes, enfermedades ocupacionales y contaminación ambiental; que garanticen la integridad física y el desarrollo intelectual, armónico de nuestra gente y la comunidad, cumpliendo con los requerimientos legales en materia ambiental y de seguridad.

1.3 Funciones generales de la empresa

IOCE, C.A., en una empresa manufacturera dedicada a la Refinación de aceites vegetales para consumo humano, con la finalidad de lograr la satisfacción de los clientes, apoyados en una excelente relación con los proveedores, asignando los recursos necesarios, capacitando y adiestrando al personal promoviendo el compromiso de todas las partes interesadas y mejorando continuamente la eficacia de los procesos del Sistema de Gestión de la Calidad.

1.3.1 Estructura organizacional general de la empresa

A continuación, se muestra en la figura 1 el organigrama general de la empresa, dicho organigrama se encuentra en una constante expansión pues IOCE, C.A. es una empresa relativamente pequeña y joven en la industria de refinación aceite de palma, como se puede observar, cuenta con siete (7) gerencias en primera línea, y con una (1) Gerencia General.

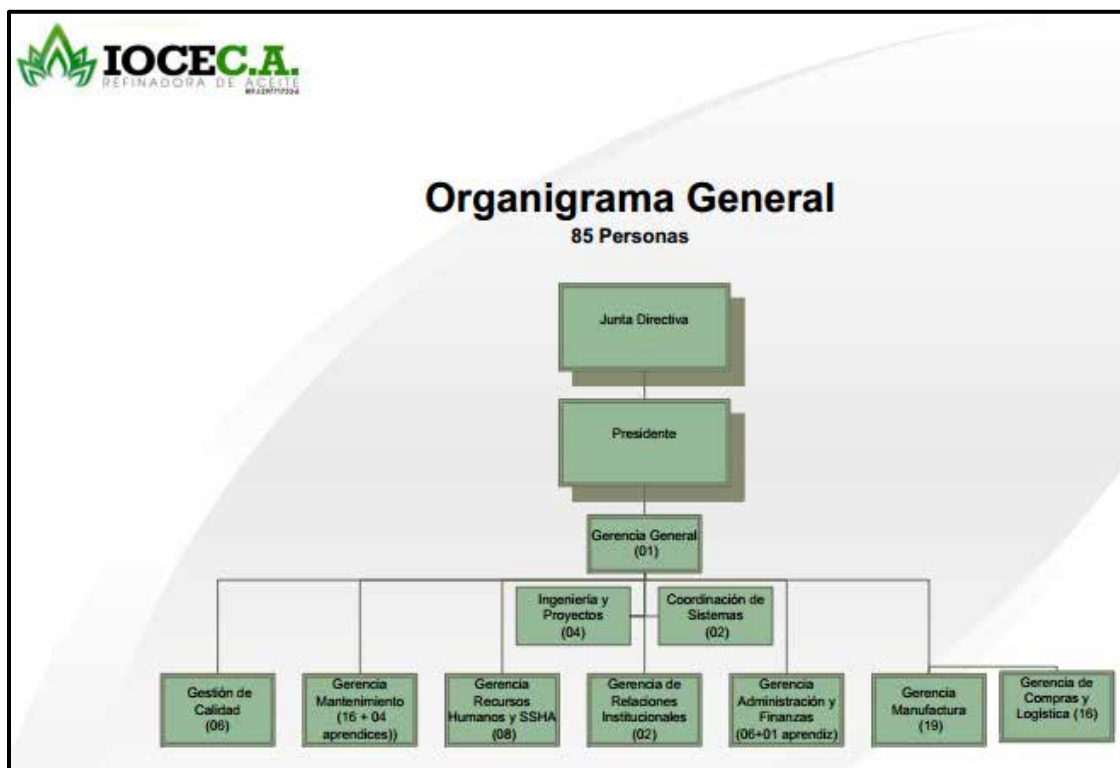


Figura 1 Organigrama general de la empresa IOCE, C.A.

Fuente: IOCE, C.A. 2016

1.3.2 Organigrama del departamento donde se realizó las pasantías

En el organigrama de la Gerencia de Mantenimiento que se puede observar en la siguiente figura 2, que dicha gerencia se divide en dos partes principales, el área de Mantenimiento y el área de Instrumentación y control, área en donde se realizaron las mencionadas pasantías.

Gerencia de Mantenimiento

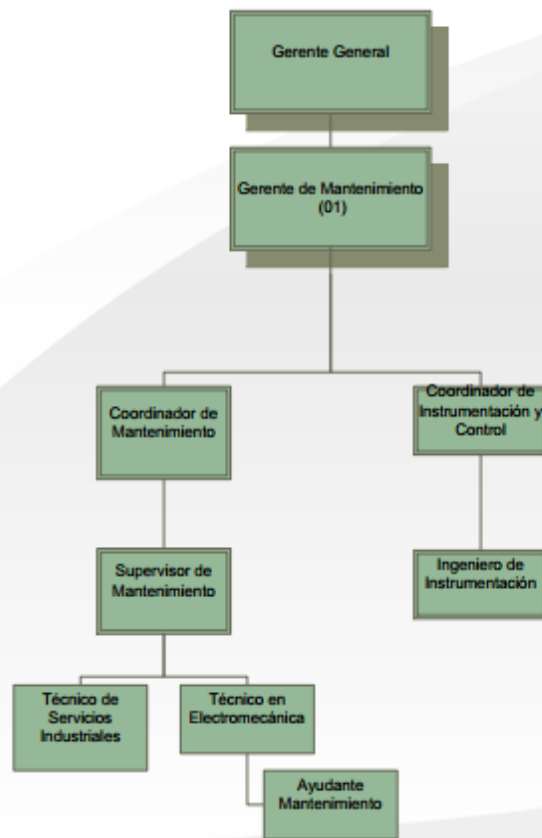


Figura 2 Organigrama del Dpto. de mantenimiento de la empresa IOCE, C.A.

Fuente: IOCE, C.A. 2016

1.3.3 Funciones del departamento donde realizó las pasantías

El departamento tiene como función cumplir con la política de calidad de la empresa. Todos los integrantes del equipo de mantenimiento tienen definido en su plan de gerencia de desempeño y los objetivos de mantenimiento. Adicionalmente, deben realizar las labores de mantenimiento de forma alineada con la política de la inocuidad de los alimentos.

1.3.4 Actividades desarrolladas durante el período de las pasantías

Las actividades de Pasantías fueron desarrolladas en la Gerencia de Mantenimiento, específicamente en el Cargo de Ingeniero de Instrumentación, en el cual se llevó a cabo el diseño de un sistema para la automatización del proceso de mezcla y pesaje de oleína y estearina de palma.

Las principales funciones que se realizaron en el departamento para obtener mayor cantidad de información en cuanto a la empresa y sus productos fueron:

- Estudio de las características y situación actual del proceso.
- Inventario de los equipos e instrumentos existentes (P&ID).
- Análisis de los requerimientos del cliente.
- Estudio de las características y capacidades de los PLC Siemens S7 1200.
- Diseño de la configuración del hardware.
- Diseño de la lógica de control.
- Programación estructurada de la PLC.
- Simulación de la automatización.
- Levantamiento de plano control, fuerza.

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

2.1 Planteamiento del Problema

La revolución industrial marcó una época de grandes transformaciones en el ámbito tecnológico, económico, social y cultural de la industria y las actividades manufactureras, luego que muchas de las tareas empezaron a ser realizadas por máquinas, actualizando múltiples procesos productivos. Es por ello que la automatización ofrece grandes ventajas en los procesos industriales como mejoras en costos, en servicios y en calidad, ya que el trabajo se realiza más rápido, se mejora la producción, se emplea menor gasto energético y se aumenta la seguridad para los trabajadores. Los sistemas automatizados de control han venido evolucionando a través del tiempo estando conformados en sus inicios por la lógica cableada, relés a base de bobinas y actuadores principalmente neumáticos llegando hasta los autómatas programables, sistemas de control distribuidos, microprocesadores y muchos otros. Además, las redes industriales de control han evolucionado para obtener una comunicación efectiva y universal entre los diversos equipos para el intercambio de datos e información más eficiente y con mejores respuestas, minimizando los errores en los procesos y obteniendo mayor detalle en aspectos como la velocidad y calidad de la producción.

Los protocolos de comunicación, son un conjunto de reglas que permiten la transferencia e intercambio de datos entre los distintos dispositivos que conforman una red. Estos han tenido un proceso de evolución gradual a medida que la tecnología electrónica, ha avanzado y en especial en lo que se refiere a los microprocesadores, transductores, sensores, actuadores, controladores y computadores. Existen diversos tipos de protocolos entre ellos el DeviceNet, que funciona a nivel de proceso, mediante el cual se establecen redes entre sensores, actuadores y protocolos como el Ethernet que funciona a nivel de los controladores

y computadores. Debido a la necesidad de la integración de las comunicaciones entre ellos los protocolos se han venido estandarizando a nivel industrial.

Otro aspecto de gran relevancia en los procesos, es la supervisión y adquisición de datos, para los cuales se dispone actualmente de sistemas SCADA (*Supervisory control and data acquisition*), cuya traducción al español es, supervisión control y adquisición de datos. Un SCADA es una aplicación de software diseñado con la finalidad de controlar y supervisar datos a distancia. Una interfaz Hombre-Máquina o HMI, Human Machine Interface, por sus siglas en inglés, es un sistema que presenta datos a un operador y a través del cual éste controla un determinado proceso.

Actualmente en la empresa IOCE, C.A., existen equipos que cumplen con la finalidad de automatizar casi por completo su proceso industrial, motivo por el cual surge la necesidad de rediseñar el proceso cumpliendo con sus políticas de calidad, inocuidad, seguridad e higiene industrial, a través de los equipos más modernos en el campo de los autómatas. La empresa adquirió equipos Siemens, que están siendo utilizados en sus diferentes procesos de producción, estos PLC son modulares, como lo son los Siemens S7-1200 que actualmente son muy utilizados y competitivos en el área industrial.

Recientemente en el año 2015, se logró el diseño y construcción del sistema de pesaje, en dicho diseño se instaló un (1) PLC Siemens S7-1200 existente en el tablero del proceso de pesaje en la empresa IOCE, C.A., a su vez existen módulos analógicos y módulos de comunicación PROFINET. El departamento de instrumentación y control también logró la instalación, de una interfaz Humano-Máquina (HMI) Siemens que se conecta con el PLC S7-1200 por red PROFINET. Si bien se logró el montaje de un (1) PLC S7-1200 con cuatro módulos adicionales y una (1) HMI, así como también la instalación de transmisores, transductores, sensores, actuadores y elementos finales de control en el sistema de pesaje, aún quedan muchas funciones y capacidades del PLC S7-1200 que no se utilizan actualmente, faltando así la completa automatización del mencionado proceso, ocasionando así la labor de formulación y despacho de mezcla de oleína y estearina de palma de manera manual (el operador trabaja de manera repetitiva y con materiales que tienden a estar a altas temperaturas). Por lo tanto, se hace necesario hacer el pronto diseño de una automatización

completa del proceso, para llevar a cabo en su momento la instalación de los equipos faltantes de forma paulatina pero sostenida.

2.2 Formulación del Problema

Por las razones descritas anteriormente surge la siguiente interrogante:

¿Cómo se puede fortalecer el proceso de mezcla y pesaje de la oleína y estearina de palma en la empresa IOCE C.A., a fin de reducir costos, garantizar la calidad y mejorar las condiciones de trabajo?

2.3 Objetivos de la Investigación

2.3.1 Objetivo General

Diseñar un sistema para la automatización del proceso de mezcla y pesaje de oleína y estearina de palma, utilizando un PLC Siemens, para la empresa IOCE, C.A.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar las características y situación actual del proceso mezcla y pesado de oleína y estearina de palma de la empresa IOCE, C.A.
- Determinar los requerimientos para la automatización del proceso de mezcla y pesado de oleína y estearina de palma de la empresa IOCE, C.A.
- Diseñar un sistema para automatización del proceso de mezcla y pesado de oleína y estearina de palma de la empresa IOCE, C.A.

2.4 Justificación de la Investigación

Llevar a cabo este diseño, contribuirá con el fortalecimiento del sistema de pesaje, encargado principalmente de la mezcla y el despacho del producto terminado en la empresa IOCE, C.A., debido a que se llevará a cabo el diseño de un proceso completamente automatizado, utilizando las diversas capacidades del autómeta Siemens S7-1200, como a su vez el uso de la reprogramación estructurada con el lenguaje escalera. Con esto se busca complementar la automatización de un proceso de mucha importancia para la empresa IOCE,

C.A., además de presentar una simulación que a su vez ofrecerá una supervisión y control de las diferentes variables físicas relevantes de dicho proceso.

El desarrollo de este diseño, es factible gracias a la disponibilidad de los equipos en el sistema de pesaje en la empresa IOCE, C.A. y porque con la automatización del sistema garantizaría la calidad y mejoraría las condiciones de trabajo. Aprovechando así los grandes recursos y capacidades de los equipos y para minimizar los costos referentes a la mano de obra encargada del proceso mezcla y pesado de oleína y estearina de palma en la empresa IOCE, C.A Fortaleciendo de esta manera dicho sistema.

2.5 Alcance

El alcance de esta propuesta abarcará el diseño de la programación en lenguaje escalera utilizando la programación estructurada. También se incluye: el estudio de las capacidades de los equipos S7-1200 con la inclusión de sus módulos, verificación de su factibilidad y para corroborar su perfecto funcionamiento a futuro, se realizarán simulaciones sobre la HMI del proceso a controlar.

CAPÍTULO III

MARCO REFERENCIAL

Rivera (2008), define al marco referencial como “el ordenamiento lógico y secuencial de elementos teóricos procedentes de la información obtenida de fuentes bibliográficas fidedignas que giran alrededor del planteamiento del problema y que sirven de base y fundamentación para proponer soluciones”, es una descripción detallada de cada uno de los elementos de la teoría que serán directamente utilizados en el desarrollo de esta investigación, donde también incluye las relaciones más significativas que se dan entre esos elementos.

3.1 Antecedentes de la Investigación

En lo referente a los antecedentes de la investigación, Ramírez (2007) indica que “Consiste en dar al lector toda la información posible acerca de las investigaciones que se han realizado, tanto a nivel nacional como internacional, sobre el problema que se pretende investigar”. En tal sentido, se refiere a los estudios previos relacionados con el problema planteado, es decir, investigaciones realizadas anteriormente y que guardan alguna vinculación con el objetivo de estudio.

Se revisaron diversos trabajos relacionados con la presente investigación, mencionando a continuación aquellos que se consideraron resaltantes:

Zaira A. (2011), en su trabajo titulado “**Ingeniería básica de la automatización del sistema de control de una planta de nitrato de amonio en solución**”. Presentado en la Universidad de Carabobo, para optar por el título de Ingeniero Electricista, el cual está orientado a la ingeniería básica para la automatización del sistema de control de la planta de fabricación de nitrato de amonio en solución, perteneciente a la gerencia de Químicos y Explosivos de la empresa CAVIM, ubicada en Morón - Edo. Carabobo. El proyecto contempla la automatización de la planta haciendo uso de un controlador lógico programable,

así como también abarca la evaluación técnica de la instrumentación existente y la especificación de los nuevos equipos.

Esta investigación se puede ubicar dentro del tipo proyectiva. La cual propone soluciones a una situación determinada a partir de un proceso de indagación. Implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio, mas no necesariamente ejecutar la propuesta”.

Méndez J. y Marín J. (2015), en su trabajo titulado, **“Desarrollo de una guía teórico-práctica para la enseñanza de la programación GRAFCET y escalera para los autómatas programables Siemens S7-300 en la cátedra de automatización industrial de la universidad José Antonio Páez”**, presentado en la Universidad José Antonio Páez, para optar por el título de Ingenieros Electrónico, el cual está enfocado en dar a conocer, mediante un proyecto factible y recursos metodológicos de campo descriptivo, el estudio y manejo de softwares y hardware de equipos controladores lógicos de gama media, SIMATIC S7-300 y equipos de interconexión hombre máquina, SIMATIC HMI, ambos marca SIEMENS, mediante el diseño de una guía teórico práctica con aplicaciones basadas en estructura de programa lineal, dividida y estructurada, bajo los lenguajes de programación escalera y grafico secuencial de funciones (GRAFCET), para profesores y estudiantes de la Universidad José Antonio Páez de las carreras Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecánica cursantes de las asignaturas Automatización I y II.

Metodológicamente, el tipo de investigación fue enmarcada dentro de los lineamientos de proyecto factible, con apoyo en una investigación de tipo documental y de campo o un diseño que incluye ambas modalidades. Mediante la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organización, programas, tecnologías, de procesos.

Este trabajo es de mucha utilidad ya que ofrece una detallada explicación de los lenguajes de programación del STEP 7 que guarda una estrecha relación con el software TIA Portal V12 y que además cuenta con ejercicios resueltos y un conjunto de ejercicios propuestos, que sirven de base para el desarrollo de la programación estructurada la cual está basada para esta investigación en los lenguajes GRAFCET y escalera.

Así mismo, Castillo C. (2011), en su trabajo de grado titulado **“Diseño de experiencias prácticas de automatización industrial con una red de PLCs HMIs y Sistema SCADA”**, presentado en la Universidad José Antonio Páez, para optar por el título de Ingeniero Electrónico, el cual está orientado a la enseñanza de los sistemas de automatización industrial, utilizando PLCs SIEMENS de gama alta como herramienta principal en el desarrollo de prácticas de laboratorio conectados en red a través de la interfaz MPI de Siemens, e incluyendo en el sistema dos paneles HMI y un sistema supervisor basado en el software InTouch de Wonderware Inc. Con este trabajo se permitirá el enriquecimiento de la preparación de los estudiantes de la Escuela de Electrónica de la Universidad José Antonio Páez, mediante el reforzamiento y la modernización de los programas de las asignaturas Automatización Industrial I y Automatización Industrial II.

Esta investigación está enmarcada como proyecto factible, clasificado como diseño de campo, en el cual se usó como técnica de recolección de datos el análisis documental y la observación directa. Este trabajo es de gran ayuda para esta investigación ya que trata las bases necesarias para la programación del proceso de pesaje y mezcla de oleína y estearina de palma desarrolladas en el presente trabajo como lo son, la utilización de entradas y salidas discretas para control de nivel y entradas y salidas analógicas para el control de temperatura.

Finalmente, Medina H. y Montañez F. (2011), elaboraron una investigación denominada **“Reingeniería de los bancos de medición de instrumentación industrial para el diseño de prácticas de control de temperatura y velocidad, orientadas a la cátedra de automatización industrial”**, para optar por el título de ingeniero electrónico en la Universidad José Antonio Páez. Este trabajo tuvo como finalidad reestructurar los bancos de medición del Laboratorio de Instrumentación Industrial, con la inclusión de un módulo de control de velocidad para motores de inducción en los bancos existentes para lograr la realización de nuevas prácticas sobre control de temperatura y control de velocidad en el Laboratorio de Automatización Industrial.

Metodológicamente, el tipo de investigación fue enmarcada dentro de los lineamientos de proyecto factible, con un diseño experimental. Se aplicó un cuestionario dirigido a la muestra seleccionada de cuatro (04) personas adscritas al área de Ingeniería. Concluyendo

que se contribuiría con el fortalecimiento de los conocimientos en los estudiantes de ingeniería electrónica en el área de los autómatas programables, debido a que se implementarán prácticas y simulaciones utilizando diversas capacidades de los autómatas Siemens S7-300.

Este trabajo es de gran utilidad para la presente investigación ya que ofrece detalles de funcionamiento de la instrumentación del proceso de pesaje y mezcla de oleína y estearina de palma, para la medición y control de temperatura.

3.2 Bases Teóricas

De acuerdo a Palella y Martins (2006) las bases teóricas “Son el soporte principal del estudio. En él se amplía la descripción del problema, pues permite integrar la teoría con la investigación y establecer sus interrelaciones”. Para el presente trabajo de grado, se consultaron libros relacionados con el tema para investigar las bases teóricas con el propósito de sustentar la información y orientar a la solución del problema planteado.

3.2.1 Automatización

En la revista Electro industria (2004), define La Automatización Industrial como la facultad de autonomía o acción de operar por sí solo que poseen los procesos industriales y donde las actividades de producción son realizadas a través de acciones autónomas, y la participación de fuerza física humana es mínima y la de inteligencia artificial, máxima. Además, cabe recordar que ésta es producto de la inteligencia natural, pero su manifestación en los sistemas de control es mediante la programación en los distintos tipos de procesadores, por lo que es artificial. En general, las cosas y los sistemas se crean y se desarrollan fundamentalmente por la necesidad. En este caso, la Automatización Industrial es causada por las mejoras al producto y a su proceso de fabricación. Asociado al producto (semielaborado o terminado) se tienen parámetros como cantidad, calidad, mercado, métodos de producción, gestión y planificación de la producción, economía de producción y otros. En los últimos años, la Automatización participó en las dos últimas revoluciones industriales de las tres que existen a la fecha. En la primera, las operaciones industriales pasaron a ser más

mentales y creativas, con lo que se logró un mejor control de los procesos. En la segunda, la informática y las comunicaciones son componentes de un sistema altamente automatizado.

3.2.1.1 Ventajas de la automatización

- Aumento de la productividad.
- Reducción de costos laborales.
- Mejor calidad del producto.
- Reducción de costos por consumo de energía y mantenimiento.
- Aumento de la seguridad laboral.
- Integración de la operación y de la información para la recopilación de datos estadísticos del proceso.
- Monitoreo de los equipos y máquinas que intervienen en el proceso.
- Aumento en el rendimiento de los equipos.
- Disminución de contaminación y daños ambientales.

3.2.1.2 Desventajas de la automatización

- Resistencia al cambio.
- Falta de conocimientos.
- Necesidad de capacitación de personal.
- Inversión inicial elevada.
- Dependencia tecnológica.
- Obsolescencia.
- Escases de recurso humano capacitado.
- Limitación de las máquinas frente al operador humano para medir ciertas variables: olor, sabor acabado de piezas entre otras. (Ródenas, 2008).

3.2.1.3 Partes de un sistema automatizado

Un sistema automatizado consta de las siguientes partes:

- **Interfaz hombre-máquina:** es el medio por medio del cual el operador interactúa con los diferentes equipos que controlan el proceso. Esta interfaz, que puede ser una computadora personal (PC) o un tablero de control, permite al operador monitorear el estado del proceso.
- **Controlador:** Este dispositivo genera las órdenes que obedecen los elementos actuadores del sistema en base a un conjunto de instrucciones preestablecidas y a un conjunto de señales provenientes del proceso. Para esta función se suelen emplear autómatas programables (PLC), aunque hay otros equipos que pueden llevar a cabo esta operación como computadoras personales, o sistemas electrónicos basados en esta operación, como computadoras personales, o sistemas electrónicos basados en microcontroladores.
- **Sensores:** Se encargan de convertir los valores de una cierta variable del proceso en señales que el controlador puede interpretar correctamente. Entre los sensores más comunes se tienen los capacitivos, los inductivos, los fotoeléctricos, los finales de carreras, así como otros.
- **Actuadores:** Son la parte operativa del proceso, quien le llevan a cabo toda las órdenes y trabajos designados por la parte del control. Entre ellos están el accionamiento de máquinas como motores, cilindros, compresores, entre otros.
- **Proceso:** Son los diferentes cambios a los que se somete una determinada combinación de variables para la obtención de un producto deseado, haciendo uso de maquinarias, equipos, y del hombre. (Ródenas, 2008).

3.2.2 El Controlador Lógico Programable

Mandado, Pérez y Fernández (2010), basándose en su experiencia en el diseño de sistemas de control y en la enseñanza de los mismos, definen el PLC como un dispositivo capaz de recibir señales provenientes de elementos de entrada que pueden ser digitales o analógicos, como por ejemplo pulsadores, finales de carrera o sensores, por otro lado, generar señales que permiten controlar la activación de dispositivos de salida, tales como relés, electroválvulas, lámparas, entre otros. La activación de las salidas queda definida en función

del estado de las entradas mediante un conjunto de instrucciones lógicas programadas y almacenadas en la memoria del PLC. A diferencia de los sistemas de control basados en lógica de relés, los elementos intermedios como relés auxiliares, contactores o temporizadores son internos en el PLC. La tarea del usuario se reduce a la realización del programa para establecer las relaciones entre la activación de las entradas y la activación de las salidas.

Actualmente, la tecnología de los PLC se caracteriza por:

- Tiempos de procesamientos rápidos.
- Tamaños pequeños y bajo costo.
- Altas densidades de entradas/salidas.
- Comunicación directa con otros PLC.
- Integración a sistemas supervisorios y de adquisición datos (SCADA)

3.2.3 Fundamentos de control de procesos

El control automático de proceso se ha desarrollado debido a la necesidad del hombre de facilitar la medición y control de ciertas variables, así como sucedió para la fabricación del reloj de agua realizado por los griegos en los años 300 A.C., o para mantener las paletas de los molinos de viento en una posición normal a la dirección del viento (siglo XVI, Inglaterra), o el regulador centrífugo de la máquina de vapor de Watt en el año de 1775, el cual es considerado el primer uso del control automático en la industria. Antes de profundizar en el área de control de procesos es necesario recordar algunos de los conceptos que son claves para su comprensión.

- La planta: La estructura física de la planta es una parte intrínseca de problema de control. Por lo tanto, los ingenieros de control deben estar familiarizados con la estructura del proceso bajo estudio. Esto incluye conocimientos básicos de balances de energía, balances de masas, y flujo de materiales en el sistema.

- **Punto de Ajuste:** Es el valor en el que se desea mantener a la variable controlada y que es ajustado mecánicamente o por otro medio, también conocido como referencia o punto de ajuste.
- **Variable Controlada:** Una cantidad o condición física o química que varía en función del tiempo y es la que se debe mantener o controlar para que tenga el valor deseado.
- **Variable Manipulada:** Variable que se opera por el elemento final de control y directamente cambia la energía del proceso para mantener a la variable controlada en el punto de ajuste.
- **Controlador Automático:** Un dispositivo que recibe la señal que representa el valor de una cantidad o condición variable y opera para mantenerla en un valor deseado o llevarla a ese valor. El controlador es el cerebro del circuito de control, es el dispositivo que toma la decisión en el sistema de control, y para hacerlo, el mismo, Compara la señal de proceso que llega del transmisor (variable que se controla) contra el punto de control. Envía la señal apropiada al elemento final de control, para mantener la variable que se controla en el punto de ajuste. (Mandado, Pérez y Fernández, 2010).

3.2.3.1 Sensor

Un sensor es un dispositivo que, a partir de la energía del medio donde se mide, da una señal de salida transducible que es función de la variable medida. Un sensor o detector es un elemento capaz de detectar las variaciones de una magnitud física determinada, a través de algún principio físico o químico. También se le conoce como elemento primario de medición, y éste es el término más apropiado y el correcto desde el punto de vista de la instrumentación industrial. El concepto de sensor suele usarse como sinónimo de transductor, sin embargo, la definición de este último es más amplia, ya que un transductor es un dispositivo capaz de convertir una magnitud física determinada en otra magnitud que sea más fácil de evaluar.

- **Transductor:** es un elemento o dispositivo que recibe la magnitud de una variable física y la convierte a su salida en una variable de ingeniería.
- **Transmisor:** Es un elemento que toma la señal física del proceso o planta de cualquier magnitud y convierte a la salida en una señal normalizada.
- **Elemento final de control:** Es el dispositivo del circuito de control que recibe la señal del controlador para variar directamente a la variable manipulada. Mandado, Pérez y Fernández (2010).

3.2.3.2 Clasificación de los transductores según el tipo de salida

Se puede realizar una clasificación general de los transductores de acuerdo a la forma en que se codifique su salida:

- **Analógicos:** los que proporcionan una salida como un valor de tensión o corriente que varía en forma continua en el tiempo, dentro del campo de medición. Este tipo de transductores suele tener una etapa de salida para suministrar señales normalizadas de 0 a 10 V, 0 a 5 V o 4 a 20 mA (por mencionar las más comunes).
- **Digitales:** son aquellos que dan a su salida una señal codificada en forma de pulsos o como un valor digital codificado en binario, BCD u otro sistema. Mandado, Pérez y Fernández (2010).

3.2.4 Formas de Control

Balcells, Romeral y Martínez (2003), en su libro *Autómatas Programables* consideran que las formas de control no son más que una manera en la cual un sistema de control hace correcciones en respuesta a un error o diferencia entre el punto de ajuste o punto de ajuste y la variable de proceso o variable controlada. El controlador interpreta los cambios de la variable (variaciones del error) y produce una acción correctiva para mantener el balance deseado en el proceso.

Cada forma de control tiene sus ventajas, características y limitaciones, por esto no se puede concluir de manera absoluta que existe una forma de control mejor que las demás,

simplemente debe tenerse en cuenta que todos los procesos se comportan de forma diferente, así que el sistema de control que se escoja deberá obedecer estrictamente a sus características dinámicas y a las posibles perturbaciones que se puedan presentar. También debe considerarse que mientras más difícil sea controlar un proceso, si se desea controlar de la mejor manera posible, más complicado será el modo de control que se adapte a citado proceso. Los controladores se pueden clasificar según su acción en:

- **Controlador con acción inversa.**

Controlador que ante un incremento positivo (+) respecto del valor deseado de la variable controlada, responde con un incremento negativo (-) de la variable manipulada.

- **Controlador con acción directa.**

Controlador que ante un incremento positivo (+) de la variable controlada, responde con un incremento positivo (+) de la variable manipulada. En la teoría del control clásico feed-back existen distintos tipos de controladores cuya función de transferencia está directamente vinculada con una determinada medida del error. En este punto se analizarán diferentes modos de funcionar dependiendo de la proporcionalidad con las distintas medidas del error. Se considera útil analizar la acción específica que realiza cada modo dependiendo de la función de transferencia de la planta a controlar.

3.2.4.1 Controlador de dos posiciones (*on-off*)

Domingo, Saldes y Hernández (2003), en su editorial UOC consideran que el control de dos posiciones es aquel en el cual el elemento final de control se mueve de una posición extrema a la otra dependiendo si la variable de proceso está por encima (Error Positivo) o por debajo (Error negativo) del punto de ajuste. El elemento final de control se coloca en una de las dos posiciones fijas, no tiene posición intermedia, para un valor único de la variable de proceso. Esto permite una entrada y/o salida del proceso ligeramente superior a las necesidades de operación normal, obteniéndose una serie de oscilaciones en la variable de

proceso, debido al desbalance de energía y/o masa que existe entre la entrada y la salida. Estas oscilaciones varían en frecuencia y en amplitud de acuerdo a las características de los procesos, principalmente a los cambios de carga que ocurren. Por esto su aplicación se limita a procesos donde no ocurran cambios de cargas frecuentes y de gran capacidad. En general, el control de dos posiciones se usa en controles eléctricos (presostatos, termostatos), alarmas, salida digital y de relés.

3.2.5 La variable temperatura

Ogata (2010), en su libro Ingeniería de Control Moderna, expresa que la variable temperatura se considera como la cuarta magnitud (en conjunto con longitud, masa y tiempo), ella involucra un comportamiento característico denominado “efecto término” o fenómeno calórico que nada tiene que ver con el aspecto mecánico. La temperatura es una medida de la energía cinética de los átomos o moléculas que constituyen un objeto material cualquiera. Su medida se realiza a través de los cambios que experimentan algunas magnitudes físicas, cuando los cuerpos son sometidos a intercambios de energía térmica. Ejemplos de estas magnitudes son: el volumen, la presión, la resistencia eléctrica, y muchas otras que han dado lugar a diferentes formas de medir la temperatura. En términos muy generales y aproximados, se puede decir que la temperatura es una magnitud proporcional a la energía cinética promedio que tienen las partículas.

3.2.6 La variable peso

Es una medida de la fuerza gravitatoria que actúa sobre un objeto. El peso equivale a la fuerza que ejerce un cuerpo sobre un punto de apoyo, originada por la acción del campo gravitatorio local sobre la masa del cuerpo. Por ser una fuerza, el peso se representa como un vector, definido por su módulo, dirección y sentido, aplicado en el centro de gravedad del cuerpo y dirigido aproximadamente hacia el centro de la Tierra. Por extensión de esta definición, también podemos referirnos al peso de un cuerpo en cualquier otro astro (Luna, Marte, etc.) en cuyas proximidades se encuentre.

La magnitud del peso de un objeto, desde la definición operacional de peso, depende tan sólo de la intensidad del campo gravitatorio local y de la masa del cuerpo, en un sentido estricto. Sin embargo, desde un punto de vista legal y práctico, se establece que el peso, cuando el sistema de referencia es la Tierra, comprende no solo la fuerza gravitatoria local, sino también la fuerza centrífuga local debido a la rotación de la Tierra; por el contrario, el empuje atmosférico no se incluye, ni ninguna otra fuerza externa. En la figura 1 se ilustra diagrama de fuerzas que actúan sobre un cuerpo. (Ogata, 2010).

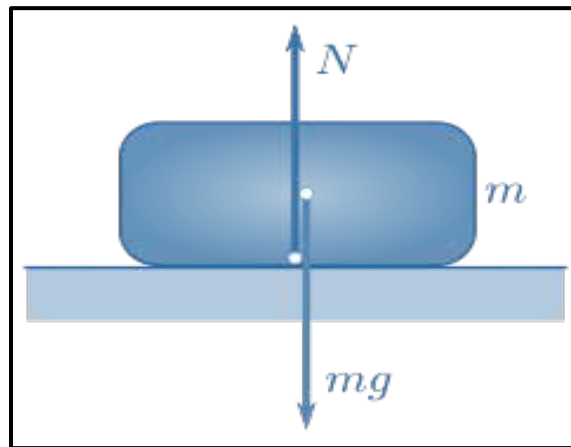


Figura 3 Diagrama de fuerzas que actúan sobre un cuerpo

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Peso>.

3.2.7 Celda de carga

Una celda de carga es un transductor que es utilizado para convertir una fuerza en una señal eléctrica. Esta conversión es indirecta y se realiza en dos etapas. Mediante un dispositivo mecánico, la fuerza que se desea medir deforma una galga extensiométrica. La galga extensiométrica convierte el desplazamiento o deformación en señales eléctricas. Una celda de carga por lo general se compone de cuatro galgas extensiométricas conectadas en una configuración tipo puente de Wheatstone. Sin embargo, es posible adquirir celdas de carga con solo uno o dos galgas extensiométricas. La señal eléctrica de salida es típicamente del orden de unos pocos milivoltios y debe ser amplificada mediante un amplificador de

instrumentación antes de que pueda ser utilizada. La salida del transductor después de ser amplificada es procesada por un convertidor analógico/digital, a esta conversión se le aplica un algoritmo adecuado y se consigue calcular la fuerza aplicada al transductor. Ver figura 4.



Figura 4 Celda de carga

Fuente: <http://www.directindustry.es> 2016

3.2.8 Autómata S7-1200 (CPU 1214C) de Siemens

El Simatic S7-1200 CPU 1214C es un PLC diseñado para aplicaciones de gama media. El modelo tiene una CPU 1214C, una configuración base de 14 entradas digitales, 10 salidas a relé y 2 dos entradas analógicas (26 E/S en total), soporta un máximo de 8 módulos de expansión, y soporta la modalidad de comunicación Interfaz Ethernet / PROFINET integrado, actualmente en el proceso de pesaje se encuentran cuatro (4) módulos de expansión los mismos son: el SM 1221 DI16 x 24V DC que contiene un total de 16 entradas digitales a 24 VDC, el SM 1222 DQ16 x relé que contiene la capacidad de 16 salidas a relé, el módulo SM 1234 AI4/AQ2 que viene equipado de cuatros (4) canales de entrada y dos (2) canales de salidas analógicos, finalmente un módulo de pesaje SIWAREX WP231 que cuenta con cuatro (4) entradas y salidas digitales y una (1) salida analógica, todas las entradas y salidas se pueden controlar tanto desde el sistema electrónico SIWAREX como a través de

SIMATIC S7-1200. El software necesario para la programación puede ser mediante la herramienta de software STEP 7 V11.0 SP2 o superior, así como a su vez TIA Portal profesional (TIA: *Totally Integrated Automation*) para la configuración y programación. (Controlador programable S7-1200 Manual de sistema, 2009).

3.2.9 HMI.

Un HMI (Human-machine interface: interfaz humano-máquina) es un sistema que puede ser visto como una “ventana” a un proceso, la cual puede estar en dispositivos especiales como paneles de operador o en una pantalla de computadora. Estos sistemas son parte esencial de los sistemas SCADA de supervisión y control. Las señales del proceso son conducidas a la HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entradas/salidas, unidades terminales remotas o RTUs, etc. Todos estos dispositivos deben tener capacidades de comunicación para “entenderse” con la HMI. (Manual SIMATIC, 2008).

3.2.9.1 Tipos de HMI:

Desarrollos a medida. Se desarrollan en un entorno de programación gráfica como C++, Visual Basic, Delphi, etc.

Paquetes enlatados HMI: Son paquetes de software que contemplan la mayoría de las funciones estándares de los sistemas SCADA, como, por ejemplo, FIX, WinCC, Wonderware InTouch, etc.

3.2.9.2 Funciones de una HMI.

Entre las funciones de un software HMI se pueden nombrar:

Monitoreo. La capacidad de obtener y mostrar datos de la planta en tiempo real, los cuales se pueden presentar como números, textos o gráficos para ofrecer una lectura más fácil de interpretar.

Supervisión. Función que, junto con el monitoreo, permite ajustar las condiciones de operación de la planta desde la computadora.

Alarmas. Función que reporta eventos excepcionales o especiales basados en valores programados de distintas variables.

Control. Capacidad que ofrece el sistema de aplicar algoritmos al proceso para mantener sus variables dentro de los límites preestablecidos. Las acciones de control, se pueden ejercer de forma automática o comandadas por el operador.

Almacenamiento y muestra de archivos. Es la función que se basa en mostrar en gráficos o tablas, los valores de las variables medidos y almacenados en memoria en tiempo real o de forma histórica. (Manual SIMATIC, 2008).

3.3 Definición de Términos Básicos.

Analógico: Es un valor numérico que representa cantidades mensurables tales como: temperatura, peso, presión, entre otros.

Autómata Programable: Equipo eléctrico diseñado para controlar en tiempo real procesos secuenciales de cualquier tipo y volumen en la industria general.

Automatización: Es la técnica capaz de realizar un proceso tratando de disminuir en lo posible la intervención del hombre.

Bus: Grupo de conductores compartidos por dos o más sistemas digitales que generalmente se encuentran cercanos; la comunicación a través de este se limita en que sólo uno de los terminales conectados puede enviar datos en un momento dado.

Control Local: Cuando la secuencia y/o la referencia provienen del operador digital.

Control Remoto: Cuando la secuencia y/o la referencia viene de los terminales de control.

Controlador: Un dispositivo que es capaz de controlar otros dispositivos. Por ejemplo, un controlador programable se usa para monitorear dispositivos de entrada, implementar lógica y dispositivos de salida de control.

Controlador modular: Controlador programable en donde residen la fuente de alimentación, procesador e interfaces de E/S en unidades separadas o módulos.

Digital: Información presentada como un valor discreto; 1 o 0.

Dispositivo de entrada: Es un dispositivo, tal como un pulsador, sensor o un interruptor de algún tipo que suministra señales al PLC.

Dispositivo de salida: Es un dispositivo, tal como una luz piloto o una bobina de un arrancador de motor, que es controlado por un PLC.

Error: Diferencia entre el valor medido y el valor real de la variable del proceso en cuestión, o planta controlada.

E/S: Consta de dispositivos que proporcionan datos al PLC (entradas) y reciben datos del PLC (salidas).

Fuente de alimentación: Circuito eléctrico que filtra, acondiciona y suministra los voltajes correctos para los componentes y los circuitos del sistema.

Interfaz: Dispositivo o circuito que permite la conexión entre sistemas o circuitos diferentes por ejemplo la CPU y los periféricos.

Lazo de control: Esquema utilizado para lograr que un proceso ofrezca los resultados que se desean, es decir, es el mecanismo usado para forzar a las variables de salida de un proceso para que se mantenga en los valores deseados.

Microprocesador: Dispositivo electrónico de estado sólido que integra una enorme cantidad de circuitos, capaz de manipular datos, de acuerdo a instrucciones lógicas predefinidas. Dichos datos, así como la secuencia de instrucciones (Programa) son comunicados al dispositivo por medio de circuitos externos, principalmente de memoria.

Nodo o estación: Terminal o enlace de un red o punto de enlace de una red de rango inferior a un de rango superior

PLC: Controlador Lógico Programable.

Protocolo: Conjunto de normas o convenciones que gobiernan el intercambio de información entre dos o más terminales o sistemas digitales con funciones similares.

Red: Serie de terminales que están interconectados y pueden intercambiar información.

Referencia: La frecuencia de referencia indica cuán rápido gira el motor. Existen varias fuentes de opciones para frecuencia de referencia. Como primer caso, la frecuencia de referencia puede venir del operador local (referencia local) y una segunda forma es introducir la frecuencia en forma remota.

Relé: Dispositivo mecánico operado eléctricamente, cuyos contactos se abren y cierran basándose en la presencia de una señal eléctrica.

Secuencia: Se refiere a cómo es puesto en marcha y detenido el variador y cuál es la dirección de giro establecida. La secuencia proviene del operador digital (forma local) o puede venir de los terminales de control del variador usando el control a dos hilos o el control a tres hilos.

Secuencia a dos hilos: Este tipo de secuencia utiliza interruptores sostenidos o contactos de relé. Es usado en aplicaciones donde es deseable que se reinicie el variador cuando ocurre una restauración de la energía.

Secuencia a tres hilos: Usa botones momentáneos (pulsadores). Este esquema de control emula el típico control de arranque de motores a tres hilos.

Servomotores: Tipo especial de motor que se caracteriza por su capacidad para posicionarse de forma inmediata en cualquier posición dentro de su rango de operación.

CAPÍTULO IV

FASES METODOLÓGICAS

De acuerdo a Ramírez (2007) el marco metodológico “incluye el tipo o tipos de investigación, las técnicas y procedimientos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación”. Es el cómo se realizará el estudio para responder al problema planteado. En este sentido en este capítulo se muestra la metodología a través de la cual se resolverá la problemática planteada, al respecto contiene el tipo y diseño de la investigación y adicionalmente el procedimiento de cómo se van a desarrollar cada una de las fases en las cuales se estructura el presente Trabajo de Grado.

4.1 Tipo y diseño de la Investigación

La investigación se encuentra tipificada bajo el enfoque de proyecto factible, debido a que tiene como propósito satisfacer una necesidad de la empresa, mediante el desarrollo de un diseño viable para la mejora del proceso de pesaje y mezcla de la empresa IOCE, C.A.

Es así como Hernández (2003), expresa que el proyecto factible “es una investigación, elaboración y desarrollo de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos”.

Esta investigación, cumple con la estructura de un proyecto factible o investigación proyectiva, el cual según define J. Hurtado de Barrera (2008) “es una investigación que propone soluciones a una situación determinada a partir de un proceso de indagación; implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas”. Situación a la que se dará respuesta desarrollando el diseño para la automatización del proceso de mezcla y pesaje de oleína y estearina, utilizando un PLC Siemens, para la empresa IOCE, C.A. Se estudian las características y situación actual del proceso de mezcla y pesado de oleína y estearina de palma de la empresa IOCE, C.A. También diseñar un sistema para la automatización del proceso mencionado usando programación estructurada, integrando el uso del HMI y

simulando la automatización del proceso de mezcla y pesado de oleína y estearina de palma para la empresa IOCE, C.A. Con ello se contribuye al fortalecimiento del proceso de mezcla y pesaje de la oleína y estearina de palma en la empresa IOCE C.A., a fin de reducir costos, garantizar la calidad y mejorar las condiciones de trabajo.

En cuanto al diseño de la investigación el desarrollo del presente trabajo conlleva una serie de etapas que van desde la revisión documental y trabajo de campo para conocer el manejo de ciertas herramientas (hardware y software), hasta el diseño de una programación prototipo, proceso que llevará al investigador a enfocarse en un trabajo de campo. Por lo tanto, el diseño de la investigación puede ajustarse a las etapas de una investigación de campo, la cual, según su definición, consiste en la manipulación intencional de una acción (variables) para analizar sus posibles efectos. (Sampieri, 2008).

4.2 Nivel de la Investigación

Según Álvarez J (2006), el nivel de la investigación hace referencia al grado de profundidad con que se aborda un objeto de estudio. De esta forma se puede definir este trabajo como una investigación descriptiva, puesto que no se aportarán teorías nuevas, sino que se presentara el diseño de una propuesta para dar solución a un problema planteado. Se describe a su vez la programación de los equipos Siemens S7-1200 y los elementos del proceso de mezcla y pesaje de la oleína y estearina de palma en la empresa IOCE C.A.

4.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Las técnicas empleadas en la recolección de información fueron las siguientes:

Observación directa: Según Hurtado (2008), la observación directa “es una actividad que permite observar los hechos tal cual como ocurren y sobre todo aquellos que les interesan y consideran significativos el investigador” (p.47). Por otra parte, la observación directa es definida por Tamayo (1998) como “aquella en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación” (p.99). Esta observación directa estará sustentada con una lista de cotejo que será aplicada en el proceso de mezcla y pesaje de oleína y estearina IOCE, C.A.

Entrevista no estructurada: Ruiz Olabuénaga (1989), define la entrevista no estructurada como una entrevista en profundidad. Sus objetivos son comprender más que explicar, maximizar el significado, alcanzar una respuesta subjetivamente sincera más que objetivamente verdadera y captar emociones pasando por alto la racionalidad.

Análisis documental: Se define como un trabajo mediante el cual por un proceso intelectual se extrae la información necesaria del documento y se prepara para su posterior recuperación y utilización. Por medio del análisis documental, se estudiarán los libros de texto del lenguaje de programación GRAFCET, escalera y estructurada, que se utiliza para el desarrollo de las prácticas de nivel, peso y temperatura. (Balestrini, 2002).

4.4 Población y Muestra

Para Palella y Martins. (2006; 95) “es el conjunto de unidades de las que desea obtener información, y los que van a generar conclusiones”. De allí que, la población del presente estudio, está conformada por los trabajadores específicamente los operadores de los departamentos de logística y producción de la empresa IOCE, C.A., y la muestra tomada será de los trabajadores específicamente de la coordinación y la gerencia de los departamentos de logística y producción de la empresa mencionada.

4.5 Fases de la Investigación

Las fases metodológicas comprenden una estructura paso a paso del seguimiento minucioso de los objetivos específicos ya establecidos, con los que se pretende cumplir la meta final de esta investigación, de esta forma se establecieron las siguientes fases:

Fase I: Estudio de las características del proceso mezcla y pesado de oleína y estearina de palma de la empresa IOCE, C.A.

Se llevará a cabo de la siguiente manera:

- Compilar información sobre el tratamiento actual de la oleína y estearina de palma.
- Describir el funcionamiento y ejecución de mezcla en el sistema de pesaje.

- Sintetizar planos de importación realizados hasta la fecha.

Fase II: Determinar los requerimientos para el rediseño del control automatizado de mezcla y pesado de oleína y estearina de palma empleando el PLC S7-1200.

Esta fase incluye las siguientes actividades:

- Verificar la disponibilidad de los equipos Siemens S7-1200 en el proceso de mezcla y pesaje de oleína y estearina de palma.
- Estudio del software de programación TIA portal Professional V14.
- Estudio de la interfaz de comunicación PROFINET de Siemens.
- Dimensionamiento del PLC S7-1200

Fase III: Desarrollo del rediseño de la programación del módulo de PLC Siemens S7-1200 para proceso mezcla y pesado de oleína y estearina de palma de la empresa IOCE, C.A.

Esta fase incluye lo siguiente:

- Desarrollo de la programación de un bloque para el manejo de los actuadores, para el proceso mezcla y pesado de oleína y estearina de palma de la empresa IOCE, C.A.
- Diseño del plano eléctrico final que contenga, toda la información de mayor importancia de la automatización.
- Verificación del funcionamiento de todo el sistema para garantizar una futura implementación sin ningún inconveniente.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

Para dar cumplimiento a los objetivos establecidos y las fases planteadas en capítulo IV se presentan los resultados obtenidos en el desarrollo del presente informe de pasantías.

5.1 Estudio de las características del proceso mezcla y pesado de oleína y estearina de palma de la empresa IOCE, C.A.

5.1.1 Compilar información sobre el tratamiento actual de la oleína y estearina de palma.

Para dar cumplimiento con esta fase se realizaron entrevistas no estructuradas a supervisores y operadores involucrados directamente en el proceso, dichas entrevistas se pueden observar en el apéndice A. A través de la aplicación de estos instrumentos se obtuvo información, la cual fue registrada y compilada para proceder al análisis e interpretación. Los resultados son mostrados por medio de un resumen con la finalidad de exponer en detalle como es el procedimiento actual de operación del sistema de pesaje, a su vez de como es el tratamiento y almacenamiento que para el sistema se considera materia prima. Dichas materias primas del sistema son tres y se derivan de varios subprocesos de la planta de refinación de aceite de palma.

5.1.1.1 Aceite de Palma RBD

De tipo vegetal, obtenido de la refinación del aceite de palma aceitera, en esta planta se disponen de cuatro (4) tanques para almacenar aceite RBD con capacidad promedio de 180 Ton cada uno, lo que da como resultado una capacidad total de almacenamiento cercana a los 730 Ton de aceite de palma refinado, este bombeado directamente desde los tanques de almacenamiento de RBD en la planta de IOCE, C.A. El aceite RBD contenido en los tanques de almacenamiento es analizado por parte de la Gerencia de Gestión de Calidad, para

determinar las características físico-químicas y verificar que las mismas sean las especificadas por el Departamento de Manufactura; antes de ser enviado a la Planta de Fraccionamiento o al Sistema de pesaje.

5.1.1.2 Oleína y Estearina de palma

Es obtenida después del proceso de Fraccionamiento “seco”, que es utilizado fundamentalmente para retirar la fracción sólida de la mezcla sólido – líquida del aceite RBD de palma. Básicamente este proceso debido en dos partes:

Cristalizado: el aceite RBD de palma es enviada a través de una bomba de alimentación desde los tanques de almacenamiento a cualquiera de los tres (3) tanques de cristalización disponibles para tal fin. Luego se incrementa la temperatura este aceite en un intercambiador de placas a unos 65 °C, posteriormente es cuando se empieza con la etapa de enfriamiento en una secuencia de tiempo y temperatura preestablecidos; la cual pueda asegurar posteriormente, una buena separación de las dos fracciones del aceite. Al final de esta etapa de enfriamiento controlado se obtiene una mezcla sólida – líquido (el aceite RBD de palma) con una temperatura final aproximadamente de entre 18 – 20 °C.

Filtrado: Una vez se tiene ya un cristizador listo, con la mezcla sólido – líquida de aceite RBD, es cuando se empieza entonces con la fase de Filtración del proceso de Fraccionamiento. Para ello, el aceite cristalizado se envía utilizando una bomba tipo tornillo (para no destruir los cristales), hacia un Filtro de Membranas. Este equipo está provisto por placas recubiertas con unas lonas que evitan el paso de los cristales a través de las mismas, pero no así de la fracción líquida contenida en el aceite. De esta manera la fase de cristales que conforman la estearina queda atrapada entre las placas y la fase líquida que a su vez conforman la oleína pasa directamente hacia un tanque pulmón de oleína. Posteriormente esta oleína es bombeada al tanque de almacenamiento de oleína.

Por otra parte, la estearina contenida en las placas, es retirada mecánicamente de las mismas, abriendo el filtro y dejándola caer por gravedad hacia la tolva de estearina. Esta tolva posee un sistema de calentamiento con serpentines con vapor que funde a la estearina;

de esta manera es enviada por medio de una bomba hacia un tanque para el almacenamiento de estearina.

5.1.1.3 Almacenamiento de Oleína y Estearina de palma

Para el almacenamiento de las fracciones obtenidas a partir del aceite de palma RBD (oleína y estearina) se tienen dos tanques de almacenamiento de unas 50 Ton aproximadamente cada uno. Con ello se tiene una capacidad de almacenamiento de 100 Ton. Estos tanques a su vez fueron diseñados con sistema de recirculación y sistema de calentamiento (en el caso del almacenamiento de estearina), para de esta forma garantizar la homogeneidad de estos productos terminados. Adicionalmente se dispone de un tanque báscula de unas 20 Ton para la para la preparación de mezclas grasas especiales. El mismo posee también sistema de recirculación con serpentín de calentamiento con vapor.

5.1.2 Describir el funcionamiento y ejecución de mezcla en el sistema

El funcionamiento o la operación del sistema de pesaje es dinámico y no es completamente automatizado, tiene la característica de ser operado por dos departamentos involucrados directamente en dicho proceso, en el Anexo A se puede observar el P&ID del sistema de pesaje actualmente. El supervisor de producción se encarga de realizar la mezcla, pero la receta dependerá de los requerimientos del cliente, y de las caracterizaciones establecidas por la Gerencia de Calidad, en el Anexo B se muestra el flujograma de preparación de mezclas especiales, dicho flujograma fue suministrado por la Gerencia de Manufactura.

Mediante el flujograma suministrado por la Gerencia de Manufactura y también por el Anexo A suministrado por la Gerencia de Mantenimiento, se puede analizar de manera sistemática la operación en el sistema de pesaje. Resaltando que una vez el operador genera la receta de la mezcla en el sistema de pesaje, la carga de materias primas en el tanque bascula se realizada de forma dinámica, el sistema solo cuenta con cuatros bombas centrifugas con sus respectivos motores asíncronos (tres para el llenado, recirculación, despacho y mezcla de las materias primas del sistemas, RBD, Oleína y Estearina de palma y una para el llenado,

recirculación y despacho del tanque bascula), el control de dichos motores los realiza el PLC S7-1200 del sistema de pesaje. Adicional a los EFC (elementos finales de control) mencionados, el sistema cuenta con un lazo de control ON-OFF en el tanque de estearina de palma, dicho lazo de control es ejecutado por un actuador neumático acoplado en la entrada de vapor del serpentín del tanque de estearina. El sistema de pesaje no cuenta con más EFC (elementos finales de control) causa por la cual el sistema no es completamente automatizado, el mismo carece de un lazo de control en la temperatura del tanque bascula (temperatura de alta criticidad del sistema), en la figura 5 a continuación se muestra el estado actual de los manifold del sistema de pesaje.



Figura 5 Manifold de del sistema de pesaje.

Fuente: León 2017.

El sistema de pesaje no solo tiene la capacidad de realizar mezclas y despachar dichas mezclas, también tiene la capacidad de despechar directamente Oleína y Estearina de palma según requerimientos de la Gerencia de Logística, de igual forma dicho despacho se realiza de manera dinámica, el operador debe habilitar la válvula con la cual se debe trabajar.

5.1.3 Sintetizar planos de importación realizados hasta la fecha

Los planos levantados hasta fecha del sistema de pesaje, son los que se encuentran en el Anexo A que corresponde P&ID y el Anexo C que corresponden a la instalación realizada por la Gerencia de Mantenimiento específicamente el área de Instrumentación y Control, cabe resaltar que estos esquemas eléctricos proporcionaron información de importancia sobre la disponibilidad y capacidades del esquema eléctrico.

5.2 Determinar los requerimientos para el diseño del control automatizado de mezcla y pesado de oleína y estearina de palma empleando el PLC S7-1200.

5.2.1 Verificar la disponibilidad de los equipos Siemens S7-1200 en el proceso de mezcla y pesaje de oleína y estearina de palma.

Para determinar la disponibilidad de los equipos Siemens S7-1200 en la empresa IOCE, C.A. fue necesario recopilar y analizar información acerca de la disponibilidad del Autómata S7-1200, pantalla HMI KTP400 Siemens y los componentes necesarios para su correcto funcionamiento como: cables, protocolos de comunicación, módulos digitales, módulos analógicos, fuentes y software existentes en el tablero del sistema de pesaje. Para el estudio y programación del PLC Siemens S7-1200, se consultó con los profesores de la asignatura de automatización industrial acerca de la instalación y programación del mismo a través de la web, libros, revistas, enciclopedias, manuales e información de profesores y técnicos relacionados con el tema. Partiendo de dicha información, se resumieron los aspectos más resaltantes referidos a los equipos Siemens que se utilizan para llevar a cabo la automatización en sistema de pesaje, los cuales se describen a continuación a través de la tabla 1, en ella se indican los equipos disponibles en el tablero del sistema de pesaje

Tabla 1 Equipos disponibles en el Tablero del sistema de Pesaje

Equipos disponibles	Cantidad	Descripción
CPU 1214C	1	-
Módulo de entradas DI SM 1221.	1	-
Módulo de salidas DO SM 1222.	1	-
Módulo de entradas y salidas analógicas AI/AO SM 1234.	1	-
Módulo SIWAREX WP231.	1	-
Fuente de alimentación LOGO! Power 24VDC/2,5 A.	1	-

Fuente: León (2017).

5.2.1.1 CPU 1214C

Es un controlador compacto creado y desarrollado por la empresa alemana Siemens. Esta CPU se caracteriza por tener gran capacidad de procesamiento y cuenta con catorce (14) entradas y diez (10) salidas discretas. Además, posee seis (6) contadores rápidos a 60 KHz en promedio, con una memoria de trabajo de 50 KB, una memoria de carga de 2 MB y otra memoria remanente de 2 KB. Cabe destacar que es de manera opcional la inserción de una *Micro Memory Card SIMATIC*, la cual sirve para guardar bloques lógicos y bloques de datos, así como información de sistema para su funcionamiento.

Para esta CPU el software de programación usado es STEP 7, bajo la administración del software TIA Portal (*Totally Integrated Automation Portal*), el cual de manera intuitiva ofrece una vista general al proyecto con acceso a todos sus componentes, cabe resaltar que

el software para la programación STEP 7 trabaja con los siguientes editores: AWL, FUP, KOP y SCL. Además, cuenta con una memoria integrada en la CPU, que no es ampliable y su función es procesar los códigos y los datos del programa de usuario. Este procesamiento tiene lugar en el área de memoria de trabajo y en la memoria del sistema. En la figura 6 se observa una CPU 1214C Siemens.



Figura 6 CPU 1214C SIEMENS

Fuente: León (2017).

En la figura 7 se muestran los elementos de mando y señalización de la CPU 1214C. Dicha CPU ofrece se mantiene bajo un diseño de modelo compacto y modular, destacando de esta CPU la incorporación de un puerto PROFINET para la comunicación en redes industrial del protocolo PROFINET, a su vez dicha CPU acepta la incorporación de módulos de comunicación adicionales.

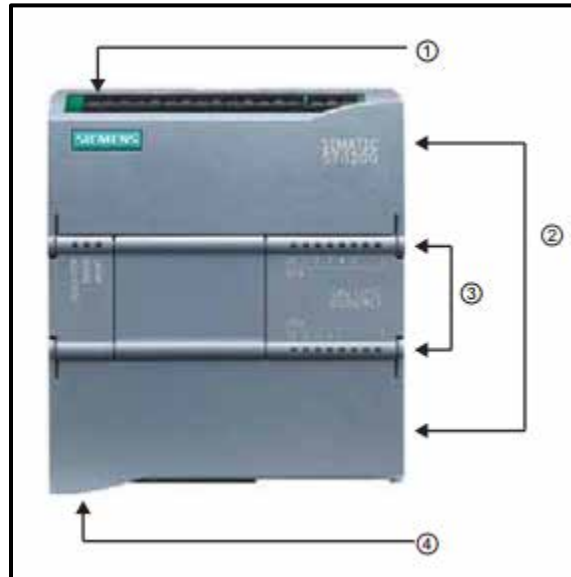


Figura 7 Elementos de mando y señalización de CPU 1214C

Fuente: S7 Controlador programable S7-1200 Manual de sistema.

Leyenda de la figura 7:

- 1- Conector de corriente.
- 2- Conectores extraíbles para el cableado / Ranura para Memory Cards (debajo de la tapa superior).
- 3- Leds de estado para las E/S integradas.
- 4- Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU).

En la figura 8 a continua se pueden apreciar las entradas y salidas digitales integradas con las tapas frontales abiertas de la CPU 1214C, el cual contiene catorce (14) entradas discretas y diez (10) salidas discretas, así como dos entradas analógicas integradas.

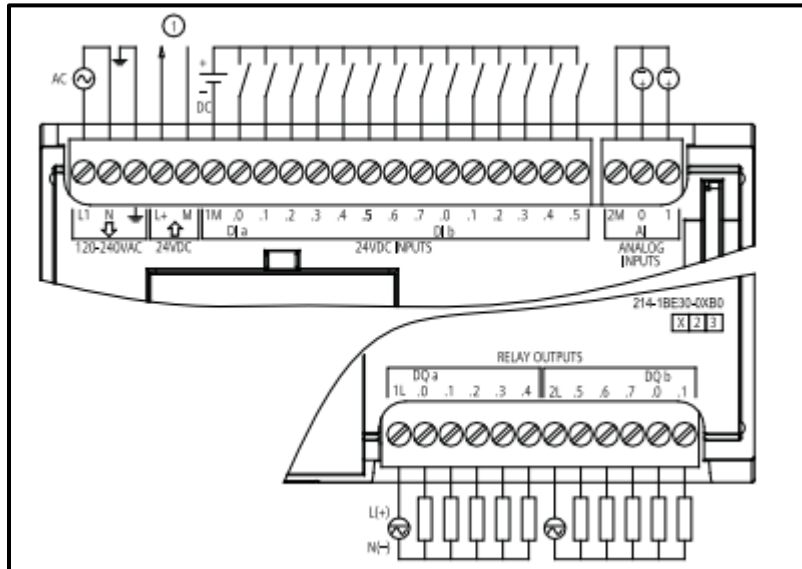


Figura 8 Entradas y salidas digitales integradas

Fuente: S7 Controlador programable S7-1200 Manual de sistema.

Contenido de la figura 8:

1. Alimentación de sensores 24 V DC

A continuación, se presenta en la tabla 2 las funciones de estado de la CPU 1214C, la cual refleja a través de los diferentes LED de señalización el estado del autómata.

Tabla 2 Estado de la CPU 1214C

Descripción	STOP/RUN Naranja/Verde	ERROR Rojo	MAINT Naranja
Alimentación desconectada	Off	Off	Off
Arranque, autotest, actualización de firmware	Parpadeo (alternando entre naranja y verde)	-	Off
Estado operativo STOP	On (naranja)	-	-
Estado operativo RUN	On (naranja)	-	-
Extracción de la Memory Card	On (naranja)	-	Parpadeo
Error	On (naranja o verde)	Pardeado	-
Mantenimiento Solicitado	On (naranja o verde)	-	On
Hardware averiado	On (naranja)	On	Off
Test de Led o firmware de la CPU defectuoso	Parpadeo (alternando entre naranja y verde)	Parpadeo	Parpadeo

Fuente: Sistema de automatización S7-300 Datos de los módulos Manual del Producto

En la Tabla 3 se presenta el selector de modo de la CPU 312C. En la misma se tienen las diferentes posiciones como lo son RUN, STOP, MRES y acción de ejecución de cada una de ellas.

Tabla 3 Selector de modo de la CPU 312C

Posición	Acción
STOP/RUN	Luz naranja permanente indica el estado operativo STOP. Luz verde permanente indica el estado operativo RUN. Si parpadea (alternando entre verde y naranja), indica que la CPU está arrancando.
ERROR	Luz roja intermitente indica un error, p. ej. un error interno de la CPU, de la Memory Card o un error de configuración (los módulos no se corresponden). Luz roja permanente indica que hay un fallo de hardware.
MAINT	Cambiar la CPU a estado operativo RUN. Realizar un borrado total (MRES). Desconectar y volver a conectar la alimentación de la CPU.

Fuente: Sistema de automatización S7-300 Datos de los módulos Manual del Producto.

5.2.1.2 Módulo de entradas DI SM 1221

Es un módulo que está formado por dieciséis (16) entradas discretas aisladas, el cual ofrece la posibilidad de detectar una señal lógica dentro de una tensión nominal de 24 V DC a 4 mA. Se encarga de recibir las diferentes variables que vienen del proceso como por ejemplo un final de carrera, sensores, interruptores de final de carrera o cualquier otro dispositivo que entregue una señal discreta con la finalidad de procesar el dato el cual está representado por un bit, para ser utilizado de acuerdo a la lógica de programación que se tenga. En la figura 9 se muestra el módulo de entradas digitales DI SM 1214.

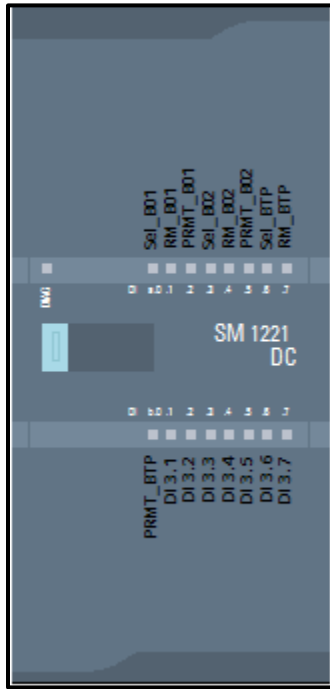


Figura 9 Módulo de entradas DI SM 1221

Fuente: León (2017).

En la figura 10 se observa vista del módulo y diagrama de bloques del módulo SM 1221; DI 16 x 24 V DC 4 mA. Para su correcta conexión física ya que una incorrecta conexión provocaría daños en el modulo de entradas analogicas.

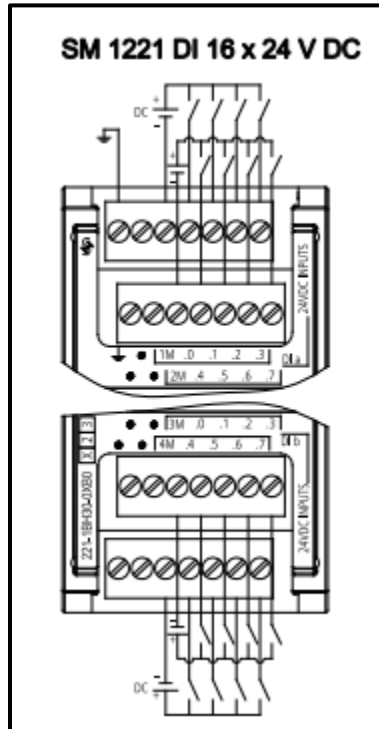


Figura 10 Vista del módulo y diagrama de bloques del módulo SM 1221

Fuente: S7 Controlador programable S7-1200 Manual de sistema.

En la tabla 4 se muestran las especificaciones técnicas el módulo SM-321.

Tabla 4 Especificaciones técnicas el módulo SM 1221.

Datos técnicos Generales SM 1221	
Dimensiones A * A * P (mm)	40 x 100 x 75.
Peso	210 gramos
Disipación de potencia	2,5 W
Consumo de corriente (bus SM)	130 mA
Consumo de Corriente (24 V DC)	4 mA/ entrada utilizada
Características técnicas el módulo SM 1221	
Número de entradas	16
Tensión de entrada valor nominal	24 V DC a 4 mA, nominal
Tensión continua admisible	30 V DC, máx.
Sobretensión transitoria	35 V DC durante 0,5 seg.
Señal 1 lógica (mín.)	15 V DC a 2,5 mA
Señal 0 lógica (máx.)	5 V DC a 1 mA
Aislamiento (campo a lógica)	500 V AC durante 1 minuto
Grupos de aislamiento	4
Longitud de cable (metros)	500 apantallado, 300 no apantallado

Fuente: Sistema de automatización S7-300 Datos de los módulos Manual del Producto.

5.2.1.3 Módulo de salidas DO SM 1222

El SM 1222 es un módulo de dieciséis (16) salidas a relé con aislamiento galvánico en grupo de 4, con una intensidad de salida de 2,0 amperios, adecuado para electroválvulas, contadores de corriente continua y lámparas de señalización. Este módulo es usado para poner a su salida señales digitales comandadas desde el controlador o CPU hacia el proceso a través de opto acopladores. Convierte niveles de señales interna del S7-1200 en niveles de señales externas requerido para el proceso. La figura 11 da a conocer la imagen del módulo DO SM 1222.



Figura 11 Módulo de salidas DO SM 1222

Fuente: <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/6ES7222-1HF32-0XB0>.

A continuación, se muestra en la figura 12 el diagrama de bloques del módulo SM 1222; DO 16 x Relé/2,0 A.

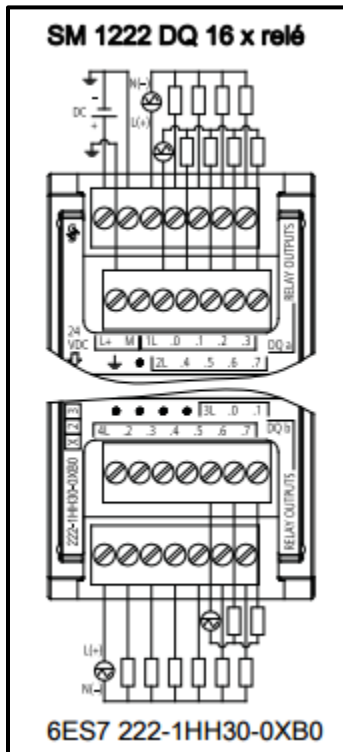


Figura 12 Diagrama de bloques del módulo SM 1222; DO 16 x Relé/2,0 A.

Fuente: S7 Controlador programable S7-1200 Manual de sistema.

En la tabla 5 se presentan las especificaciones técnicas del módulo SM 1222. El cual se detallan las características y parámetros para su buen funcionamiento.

Tabla 5 Especificaciones técnicas del módulo SM 1222

Especificaciones técnicas del módulo SM 1222	
Número de salidas	16
Longitud del cable Sin apantallar Apantallado	Máx. 150 metros Máx. 500 metros
Datos de tensión intensidad y potencia del módulo	
Rango de tensión	5 a 30 V DC o 5 a 250 V AC
Intensidad total de las salidas Montaje horizontal Hasta 40 °C Hasta 60 °C Montaje vertical Hasta 40 °C	Máx. 4 A Máx. 3 A Máx. 2 A
Aislamiento galvánico Campo a lógica Entre contactos abiertos En grupos de	1500 V AC durante 1 minuto 750 V AC durante 1 minuto 4
Intensidad por neutro (máx.)	10 A
Consumo Del bus SM A 24 V DC	Máx. 135 mA Máx. 11 mA
Disipación del módulo	8,5 W
Dimensión	
Ancho x altura x profundidad	40 x 100 x 75
Peso	260 gramos

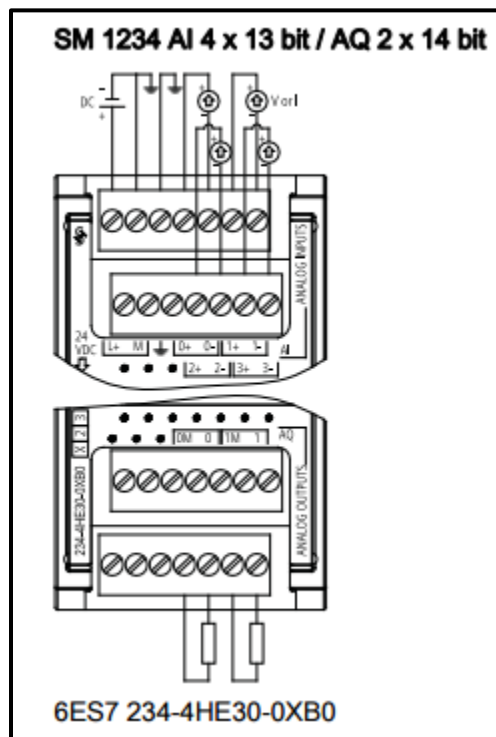
Fuente: S7 Controlador programable S7-1200 Manual de sistema.

5.2.1.4 Módulo de entradas y salidas analógicas AI/AO SM 1234 AI 4x13bit

AQ 2x14bit.

Es un módulo que está formado por cuatro (4) entradas y dos (2) salidas analógicas, con una resolución de trece (13) bits y catorce (14) bits cada uno, el cual ofrece la posibilidad de medir y proveer salidas de tensión y corriente. No siendo parametrizable, el módulo debe ser configurado mediante el cableado, es decir, en cada canal de entrada o de salida existen dos disposiciones distintas de los conductores dependiendo de la medición o salida que se va a utilizar. En el módulo analógico SM 1234, se tienen los rangos de medición ± 10 voltios, \pm

5 voltios, $\pm 2,5$ voltios y 0 a 20 mA ya sea para voltaje o corriente se ajustándose al canal de entrada correspondiente. En la figura 13, que se presenta a continuación se refleja una vista del módulo y diagrama de bloques del SM334 AI4/AO2 x 8/8 bits.



**Figura 13 Vista del módulo y diagrama de bloques del SM 1234 AI 4x13bit
AQ 2x14bit.**

Fuente: S7 Controlador programable S7-1200 Manual de sistema.

En la tabla 6 a continuación se presentan las especificaciones técnicas del módulo SM 1234. El cual se detallan las características y parámetros para su consideración en la programación.

Tabla 6 Datos específicos del módulo SM 1234

Especificaciones técnicas del módulo SM 1234	
Número de entradas	4
Número de salidas	2
Dimensiones A * A* P (mm)	45 * 100 * 75
Peso	220 gramos
Datos de Tensión, Intensidad y Potencia	
Tensión nominal	24 V DC
Aislamiento Galvánico	
Entre canales y bus de fondo	No
Entre canales y alimentación	Si
Consumo	
Del bus de fondo	Máx. 80 mA
De alimentación (sin carga)	Máx. 60 mA
Disipación del módulo	2,0 W
Datos de valores a la entrada	
Resolución	12 bits + bit de signo
Rango	$\pm 10 \text{ V}, \pm 5 \text{ V}, \pm 2,5 \text{ V} / 0- 20\text{mA}$
Tensión / intensidad de resistencia al choque	$\pm 35 \text{ V} / \pm 40 \text{ mA}$
Impedancia	

5.2.1.5 Módulo SIWAREX WP231

El módulo SIWAREX WP231 representa un sistema electrónico desarrollado por Siemens bajo la familia de autómatas S7-1200, la capacidad radica en que el módulo no solo puede integrarse con la interfaz SIMATIC, sino que a su vez puede ser utilizado sin CPU, al igual que la CPU 1214C tiene incorporado una interfaz Ethernet y otra RS485 con protocolo Modbus. Tiene una gran cantidad de aplicaciones disponibles entre las más conocidas, vigilancia del nivel de silos y tolvas, básculas de plataforma, pesaje en atmósferas potencialmente explosivas, entre otras. En la figura 14 se observa un módulo SIWAREX WP231 Siemens.



Figura 14 módulo SIWAREX WP231

Fuente: León (2017).

En la figura 15 a continuación se muestran los tipos de conexiones externas que pueden tener el módulo SIWAREX WP231.

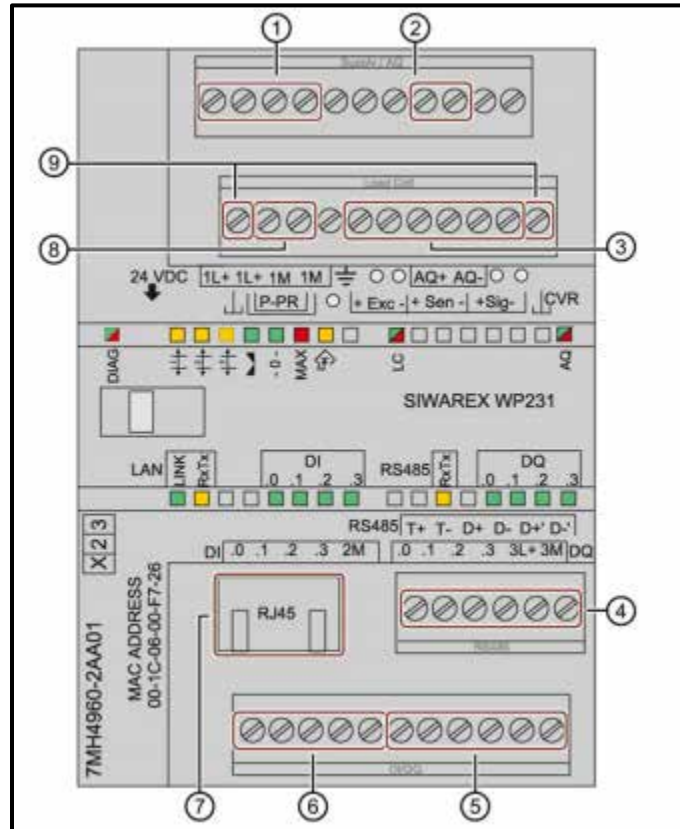


Figura 15 tipos de conexiones externas en el módulo SIWAREX WP231

Fuente: Sistemas de pesaje Módulo electrónico de pesaje SIWAREX WP231.

Leyenda de la figura 15:

- 1- Conexión de 24 V.
- 2- Conexión de salida digital.
- 3- Conexión de células de carga.
- 4- Conexión de interfaz RS485.
- 5- Conexión de salidas digitales.
- 6- Conexión de entradas digitales.
- 7- Conexión de interfaz Ethernet.
- 8- Conexión de puente para contraste.
- 9- Bornes de sujeción para la chapa de contraste.

En la tabla 7 a continuación se muestran la mayoría de las especificaciones técnicas del módulo SM 1234. El en cual se detallan las características y parámetros para su consideración en la programación.






Tabla 7 Datos técnicos del módulo SIWAREX PW231

Especificaciones técnicas del módulo SIWAREX PW231	
Tensión nominal	24 V DC
Consumo máx.	200 mA a 24 V DC
Potencia disipada	4,5 W
Número de entradas digitales	4
Número de salidas digitales	4
Salidas analógicas	1 (0/4...20mA)
Dimensiones A * A* P (mm)	70 * 75 * 100
Peso	228 gramos
Resolución	4 millón de divisiones
Ciclo/tasa de medición	10ms/100 Hz
Disipación del módulo	2,0 W

Fuente: Sistemas de pesaje Módulo electrónico de pesaje SIWAREX WP231.

A continuación, se presenta en la tabla 8 las funciones de estado del módulo SIWAREX PW231, la cual refleja a través de los diferentes LED de señalización el estado del módulo.

Tabla 8 Estado del SIWAREX PW231.

Posición	Color	Rotulación	Función
Fila 1			
LED 0	Rojo	DIAG	Fallo del sistema
	Verde		Operativo
	Verde (Intermitente)		El modo de servicio está activado
LED 1	Amarillo		Limite 1 rebasado
LED 23	Amarillo		Limite 2 rebasado
LED 3	Amarillo		Limite 3 rebasado
LED 4	Verde		Estado de parada
LED 5	Verde	-0-	Estado ¼ d-cero
LED 6	Rojo	Máx.	Máx. Rebasado por exceso (en NSW Max+9e)
LED 7	Amarrillo		Entrada de parámetro bloqueada (puente de protección contra escritura)
LED 19	Verde	LC	Células de carga en buen estado
	Rojo		Células de carga averiadas
LED 16	Verde	AQ	Salida analógica activa
	Rojo		Salida analógica averiada
Fila 2			
LED 1	Verde	LINK	Hay conexión LAN
LED 2	Amarillo	Rx/Tx	Comunicación LAN activa
LED 5	Verde	DI.0	Entrada digital 0 activa
LED 6	Verde	DI.1	Entrada digital 1 activa
LED 7	Verde	DI.2	Entrada digital 2 activa
LED 8	Verde	DI.3	Entrada digital 3 activa
LED 11	Amarillo	Rx/Tx	Comunicación RS485 activa
LED 13	Verde	DQ.0	Entrada digital 0 activa
LED 14	Verde	DQ.1	Entrada digital 1 activa
LED 15	Verde	DQ.2	Entrada digital 2 activa
LED 16	Verde	DQ.3	Entrada digital 3 activa

Fuente: Sistemas de pesaje Módulo electrónico de pesaje SIWAREX WP231.

5.2.1.6 Fuente de alimentación LOGO! Power 24 V DC/2,5 A.

La fuente de alimentación LOGO! Power no es más que un convertidor de tensión, la cual se encarga de modificar el voltaje de la red en una tensión de 24 voltios DC para la alimentación del autómatas S7-1200 y a su vez suministrar la tensión necesaria para los módulos del PLC. La reducida anchura de la fuente conmutada minimiza el espacio ocupado, la fijación con tornillos permite montarlas sobre paredes en cualquier posición. En el panel frontal cuenta con un selector donde se puede seleccionar el nivel de tensión de salida desde 22,2 V DC a 26,4 V DC y a su vez cuenta con una entrada voltaje que soporta desde 100 VAC a 240 VAC. En la figura 16 se muestra la fuente de alimentación LOGO! Power 24 V DC/2,5 A.



Figura 16 Fuente de alimentación LOGO! Power 24 V DC/2,5 A

Fuente: León (2017).

En la figura 17 se muestra el esquema eléctrico Fuente de alimentación LOGO! Power 24 V DC/2,5 A.

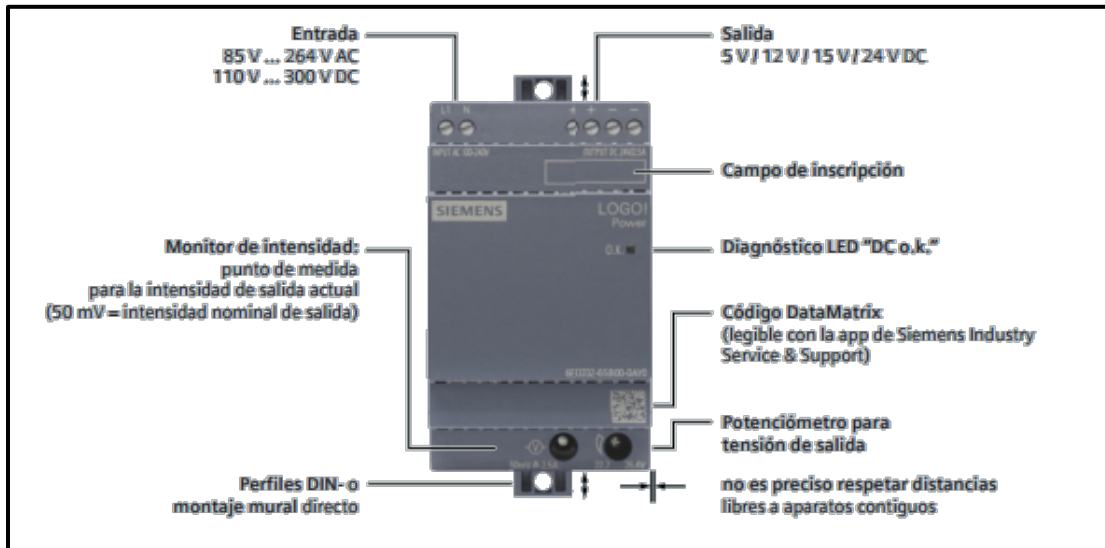


Figura 17 Fuente de alimentación LOGO! Power 24 V DC/2,5 A.

Fuente: Power supply LOGO! Power Operating Instructions.

En la tabla 9 se aprecian los datos técnicos de la fuente de alimentación LOGO! Power 24 V DC/2,5 A.

Tabla 9 Datos técnicos de la fuente de alimentación LOGO! Power 24 V DC/2,5 A

Especificaciones técnicas	
Dimensiones A x A x P (mm)	72 x 90 x 52,6
Peso	250 g
Datos técnicos de entrada	
Tensión nominal	100/240V AC ajustable
Margen de tensión	85 a 264 V AC
Frecuencia de red	50/60Hz
Intensidad nominal	2,5 A
Fusible de entrada	46A (no accesible)
Datos técnicos de salida	
Tensión nominal	24 V DC
Tolerancia total	±3%
Indicador	LED Verde 24 V O.K.
Intensidad nominal	5 A
Conexión en paralelo	No permitida
Retardo de arranque/subida de tensión	< 2 segundos
Valores característicos	
Rendimiento	88 %
Potencia disipada	8 W
Potencia absorbida	18 W

Fuente: Power supply LOGO!Power Operating Instructions.

5.2.2 Estudiar el software de programación TIA Portal V12

El TIA Portal V12 (*Totally Integrated Automation Portal*) es un software industrial innovador que se utiliza ampliamente para programar y configurar los sistemas de automatización SIMATIC. Este software relativamente nuevo, incorporada e integra otras versiones de software adicionales como lo son SIMATIC STEP7, Wincc, Stardriver y SINAMICS, por su nivel de integración permite la adquisición de los distintos softwares de forma modular. Inicialmente la versión Basic de este software surgió para la ingeniería compartida únicamente de los controladores SIMATIC S7-1200 y los paneles HMI Basic

Panel, luego con la versión Professional este software puede configurar y programar los controladores SIMATICS S7-1200, S7-300, S7-400, S7-1500 y WinAC. Actualmente puede ser instalado en sistemas operativos Windows 7 y Windows 8.1. Este software tiene como objetivo solucionar tareas de automatización, en el mismo se pueden crear y gestionar proyectos, configurar y parametrizar el hardware y la comunicación, crear programas, probar y simular sistemas automatizados diagnosticar fallos, entre otros.

El software estándar STEP ofrece una serie de herramientas como lo son:

- Editor de símbolos
- Administrador SIMATIC
- NETPRO comunicación de configuración.
- Configuración de Hardware
- Lenguajes de programación (KOP, FUP y AWL)
- Diagnóstico de hardware

5.2.2.1 Editor de símbolos

Mediante el editor de símbolos es posible gestionar todas las variables globales de un proyecto. Entre ellas cabe mencionar los nombres simbólicos y comentarios para las señales del proceso como: marcas, entradas y salidas digitales o analógicas, bloques, contactos, entre otros. Además, permite la importación de o hacia otros programas de Windows. Así como también dar acceso a todas las herramientas en la misma como tabla de símbolos o de variables creadas por el programador permitiendo hacer modificaciones de algún parámetro o símbolo.

5.2.2.2 Diagnóstico del Hardware

El diagnóstico del Hardware permite reconocer si algún módulo que se intenta cargar o reconocer por el software es el correcto, o si posee algún daño o avería antes de cargar la programación a la memoria del autómeta. De poseer algún fallo al reconocer el hardware se puede hacer doble clic en el módulo averiado para visualizar la información detallada sobre el error.

5.2.2.3 Lenguajes de programación

El STEP 7 cuenta con los siguientes lenguajes de programación para S7-300/400:

- **KOP:** También llamado lenguaje de escalera o esquema de contactos es un lenguaje de programación de tipo gráfico. Sus instrucciones son muy similares a la de un esquema de circuitos. Este tipo de lenguaje permite observar la circulación de corriente a través de los diferentes elementos que los componen como contactos y bobinas.
- **AWL:** Es un lenguaje de programación textual es del tipo lista de instrucciones. En un programa creado en AWL, las instrucciones son equivalentes en gran medida a los pasos como una CPU ejecuta un programa.
- **FUP:** Es un lenguaje de programación gráfico del tipo diagrama de funciones el cual utiliza los cuadros de algebra booleana para representar la lógica. Además, permite representar funciones complejas como funciones matemáticas mediante cuadros lógicos.

5.2.2.4 Esquema de contactos KOP

Es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los autómatas programables debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos. De este modo, con los conocimientos que todo técnico eléctrico posee, es muy fácil adaptarse a la programación en este tipo de lenguaje.

En el lenguaje KOP se suele indicar mediante caracteres tales como B o M las bobinas y las marcas como contactos asociados a las mismas. Su utilidad fundamental es la de almacenar información intermedia para simplificar esquemas y programación. Los bits de sistema son contactos que el propio autómata activa cuando conviene o cuando se dan unas circunstancias determinadas. El STEP 7 muestra su interfaz en forma de segmentos tal como se muestra en la figura 18.

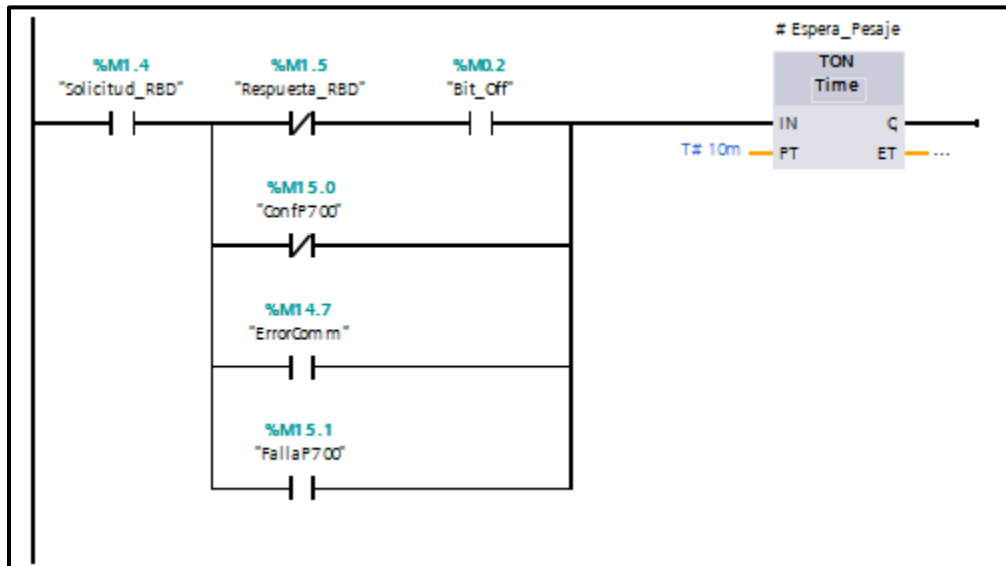


Figura 18 Captura de un programa de contactos en STEP 7

Fuente: León 2017.

Para el almacenamiento de los datos se requiere de variables. El STEP 7 se encuentra equipado con un conjunto de variable entre ellas:

- Variables predefinidas (bit, byte o Word)
 - Entradas (E)
 - Salidas (A)
 - Salidas internas o marcas (M)
- Variables no predefinidas, en este caso el programador puede asignar un nombre y un tipo.

5.2.2.5 Definición de Marcas

Son bits internos que contiene la CPU los cuales son limitados por la memoria y de la CPU que se esté utilizando las marcas se definen con la letra M.

Ejemplo: M 0.0, M 0.1, M0.2...

En la tabla 10 se muestra una lista de operaciones lógicas con bits.

Tabla 10 Lista de operaciones lógicas con bits

Lista de operaciones lógicas con bits	
Contacto normalmente abierto	--- ---
Contacto normalmente cerrado	--- / ---
Cargar resultado lógico (RLO) en registro RB	--- / ---
XOR O-exclusiva	---()
Bobina de relé, salida	---()
Conector	--(#)---
Invertir resultado lógico (RLO)	--- NOT ---
Operaciones reaccionan ante un RLO de 1	
Activar salida	---(S)
Desactivar salida	---(R)
Operaciones reaccionan ante un cambio de flanco positivo o negativo	
Detectar flanco 1 --> 0	---(N)---
Detectar flanco 0 --> 1	---(P)---
Detectar flanco de señal negativo (1 --> 0)	NEG
Detectar flanco de señal positivo (0 --> 1)	POS

Fuente: Manual STEP 7 Siemens

5.2.2.6 Temporizador de retardo a la conexión (TON)

Este es equivalente al temporizador TON anteriormente llamada en versiones antiguas S_EVERZ. Cuando la señal de activación produce un flanco positivo, el temporizador arranca con el valor de temporización programado. El valor de salida será 1 mientras la entrada de activación sea 1. Si la señal de activación pasa de 0 a 1 el temporizador se para y la salida se hace 0. (Manual STEP 7, 2006).

En la figura 19 se muestra un temporizador de tipo TON.

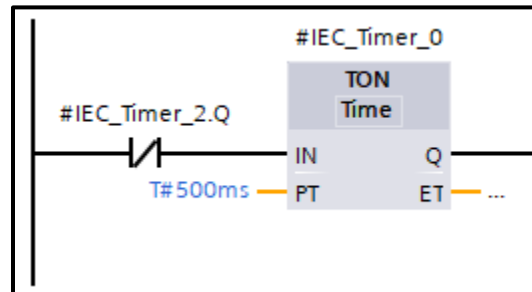


Figura 19 Temporizador TON

Fuente: León 2017.

5.2.2.7 Programación estructurada

La programación estructurada se refiere al control de ejecución de un programa. La regla general es que las instrucciones se ejecuten sucesivamente una tras otra, pero diversas partes del programa se ejecutan o no dependiendo de que se cumpla alguna condición. Además, hay instrucciones (los bucles) que deben ejecutarse varias veces, ya sea en número fijo o hasta que se cumpla una condición determinada. (Rodenas, 2008).

Algunos lenguajes de programación más antiguos como Fortran o Basic, se apoyaban en una sola instrucción para modificar la secuencia de ejecución de las instrucciones mediante una transferencia incondicional de su control (con la instrucción goto, del inglés "go to", que significa "ir a"). Pero estas transferencias arbitrarias del control de ejecución hacen los programas muy poco legibles y difíciles de comprender. A finales de los años sesenta, surgió una nueva forma de programar que reduce a la mínima expresión el uso de la instrucción "goto" y la sustituye por otras más comprensibles. Esta forma de programar se basa en un famoso teorema, desarrollado por "Dijkstra E, 1968", que demuestra que todo programa puede escribirse utilizando únicamente las tres estructuras básicas de control siguientes:

- Secuencia: El bloque secuencial de instrucciones, instrucciones ejecutadas sucesivamente, una detrás de otra.
- Selección: La instrucción condicional con doble alternativa, de la forma " if condición then instrucción-1 Else instrucción-2".

- Iteración: El bucle condicional "while condición do instrucción", que ejecuta la instrucción repetidamente mientras la condición se cumpla. Los programas que utilizan estas estructuras de control básicas, se llaman programas estructurados. Esta es la noción clásica de lo que se entiende por programación estructurada (llamada también programación sin goto) que hasta la aparición de la programación orientada a objetos se convirtió en la forma de programar más extendida. Una característica importante en un programa estructurado es que puede ser leído en secuencia, desde el comienzo hasta el final sin perder la continuidad de la tarea que cumple el programa, lo contrario de lo que ocurre con otros estilos de programación.

Cuando en la actualidad se habla de programación estructurada, nos solemos referir a la división de un programa en partes más manejables (usualmente denominadas segmentos, módulos o subrutinas). Así, la visión moderna de un programa estructurado es un compuesto de segmentos, los cuales puedan estar constituidos por unas pocas instrucciones. Cada segmento, módulo o subrutina tiene solamente una entrada y una salida, asumiendo que no poseen bucles infinitos y no tienen instrucciones que jamás se ejecuten. (Rodenas, 2008).

En el STEP 7, las posibilidades de estructuración del programa pueden ser diversas, tal como indica en la figura 20 donde se muestra la estructura de una programación estructurada. Dependiendo de los requerimientos del proceso, el programa puede ser estructurado en bloques diferentes, donde podemos almacenar el programa de usuario y demás datos relacionados.

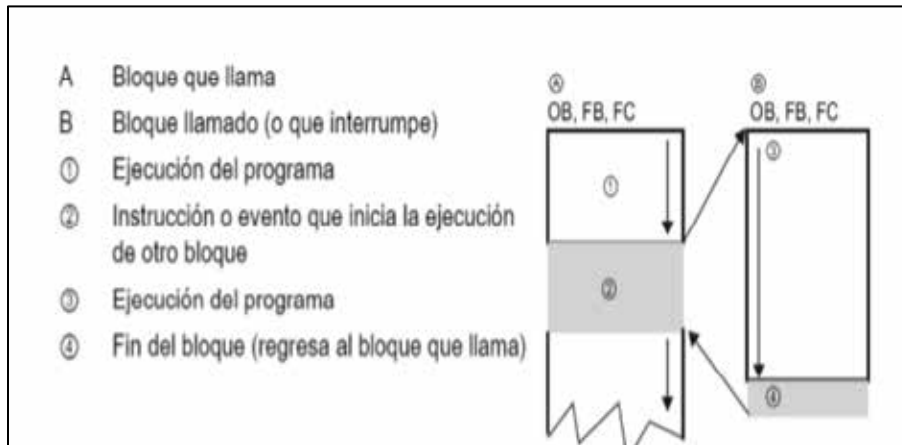


Figura 20 Estructura de la programación estructurada

Fuente: Manual STEP 7. 2006.

Dependiendo de los requerimientos del proceso, el programa puede ser estructurado en bloques diferentes, donde podemos almacenar el programa de usuario y demás datos relacionados.

- **Bloques de organización (OB's).** Estos bloques constituyen la interface entre el sistema operativo del PLC y el programa de usuario. El programa completo puede almacenarse en un OB, que es ejecutado cíclicamente por el sistema operativo (programa lineal) o puede dividirse y almacenarse en distintos bloques (programa estructurado). El programa principal es siempre el bloque de organización llamado OB1.
- **Funciones (FC's).** Una función (FC) es como una subrutina. Una FC es un bloque lógico que generalmente realiza una operación específica con una serie de valores de entrada. La FC almacena los resultados de esta operación en posiciones de memoria. Éstas se utilizan para realizar operaciones estándar y reutilizables, en cálculos matemáticos, operaciones lógicas, etc. Los FC's se pueden llamar varias veces en diferentes puntos de un programa. Esto facilita la programación de tareas que se repiten con frecuencia. Las FC no tienen bloques de datos DB asociados. STEP 7 dispone de una extensa librería de bloques FC

ya programados. Un ejemplo claro son las ya conocidas FC105 y FC106 que se utilizan para el escalado y desescalado de E/S analógicas.

- **Bloques de función (FB).** Un bloque de función (FB) es como una subrutina con memoria. El FB almacena los parámetros de E/S en una memoria variable integrada en un bloque de datos (DB), o en un DB "instancia". Los bloques de función están concebidos para tareas muy repetitivas o funcionalidades complejas, como tareas de control en lazo cerrado.
- **Bloques de datos (DB).** Los bloques de datos (DB) son áreas de datos del programa de usuario en las que los datos son distribuidos de forma estructurada. En la figura 21 se muestra una comparación de la estructura lineal y la modular de la programación estructurada.

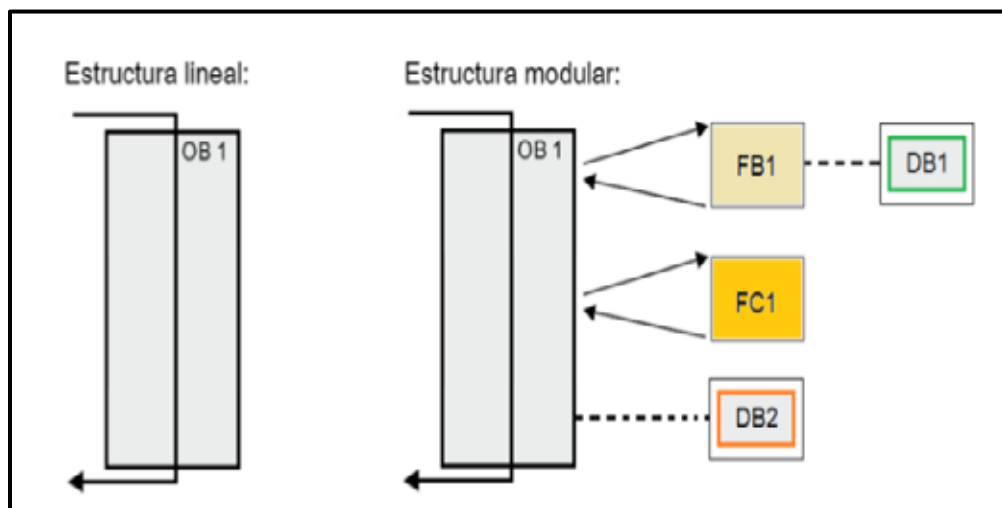


Figura 21 Comparación de la estructura lineal y la modular.

Fuente: Guía de programación del STEP 7.

5.2.3 Estudiar el funcionamiento de la interfaz de comunicación PROFINET de Siemens.

5.2.3.1 Características de la red PROFINET

La interfaz PROFINET se basa en estándares de TI acreditados y ofrece funcionalidad de TCP/IP completa para la transferencia de datos en toda la empresa y a todos los niveles. Además, los usuarios gozan de las ventajas de los diagnósticos integrados y las comunicaciones de seguridad positiva, que ofrecen una disponibilidad del sistema óptima, que abarca desde los conceptos de máquinas modulares para conseguir la máxima flexibilidad hasta las velocidades de transferencia más rápidas y aplicaciones WLAN. En su conjunto, estas capacidades le ofrecen un rendimiento considerablemente superior. La aplicación actual del proceso de la CPU S7-1200 es que ella puede comunicarse con otras CPUs S7-1200, programadoras STEP 7 Basic, dispositivos HMI y dispositivos no Siemens que utilicen protocolos de comunicación TCP estándar. Hay dos (2) formas de comunicación vía PROFINET:

- **Conexión directa:** La comunicación directa se utiliza para conectar una programadora, dispositivo HMI u otra CPU a una sola CPU.
- **Conexión de red:** La comunicación de red se utiliza si deben conectarse más de dos dispositivos (p. ej. CPUs, HMIs, programadoras y dispositivos no Siemens).

5.2.3.2 Configuración de una red PROFINET

PROFINET es la interface de Comunicación entre diversos niveles de supervisión con una alta compatibilidad, desde el campo de aplicación de procesos hasta los niveles corporativos usando Ethernet, PROFINET facilita el intercambio de datos a todos los niveles y de esta forma realiza el mejor uso posible de los recursos. La configuración es básica que se le pueden realizar a esta interfaz sería las siguientes:

- **Dirección Ethernet (MAC):** Todo dispositivo de una red PROFINET recibe una dirección MAC (Media Access Control o control de acceso al medio) del fabricante para su identificación. Una dirección MAC consta de seis grupos de

dos dígitos hexadecimales, separados por guiones (-) o dos puntos (:), en orden de transmisión (p. ej. 01-23-45-67-89- AB o 01:23:45:67:89:AB).

- Dirección IP: Todo dispositivo debe tener también una dirección IP (Internet Protocol o Protocolo Internet). Esta dirección permite al dispositivo transferir datos a través de una red enrutada y más compleja. Toda dirección IP se divide en segmentos de ocho bits (octetos) y se expresa en formato decimal separado por puntos (p. ej. 211.154.184.16).
- Máscara de subred: Una subred es una agrupación lógica de dispositivos de red conectados. Generalmente, los nodos de una subred están próximos físicamente en una red de área local (LAN). Una máscara (denominada "máscara de subred" o "máscara de red") define los límites de una subred IP. Generalmente, una máscara de subred 255.255.255.0 se adecúa para una red local pequeña. Esto significa que los 3 primeros octetos de todas las direcciones IP de esta red deberían ser iguales. Los diferentes dispositivos de la red se identifican mediante el último octeto (campo de 8 bits). Por ejemplo, es posible asignar la máscara de subred 255.255.255.0 y direcciones IP comprendidas entre 192.168.2.0 y 192.168.2.255 a los dispositivos de una red local pequeña. La única conexión entre las diferentes subredes se realiza a través de un router. Si se utilizan subredes, es preciso utilizar un router IP.
- Router IP: Los routers interconectan las distintas LANs. Si se utiliza un router, un equipo de una LAN puede enviar mensajes a otras redes que, a su vez, pertenezcan a otras LANs. Si el destino de los datos se encuentra fuera de la LAN, el router reenvía los datos a otra red o grupo de redes desde donde pueden transferirse a su destino (S7 Controlador programable S7-1200 Manual de sistema). En la figura 22, se muestra la configuración actual de la subred de Fraccionamiento y el Sistema de pesaje.



Figura 22 Configuración actual de la subred de Fraccionamiento y el Sistema de pesaje.

Fuente: León 2017

5.2.3.3 Propiedades del hardware PROFINET

- Integrado en la CPU S7-1200.
- Componente conector RJ45
- Velocidad de transmisión 100Mbps.
- Longitud: 100 m.

5.2.4 Dimensionamiento del PLC S7-1200

Para el dimensionamiento del PLC S7-1200 se tomó en consideración lo siguiente:

- La información del sistema anterior al rediseño.
- Las nuevas condiciones de operación requeridas.
- La instrumentación disponible.
- El número de entradas y salidas requeridas.

En la tabla 11, se pueden apreciar las variables de tipo discretas y analógicas necesarias para la elaboración del nuevo diseño de control del proceso de mezcla y pesaje de oleína y estearina de palma. Así como también se incluyen las variables propias del sistema anterior.

Tabla 11 Listado de variables discretas y analógicas

Nombre	Tipo dato	Dirección lógica	Comentario
Ord_B01	Bool	%Q3.0	Orden de Salida Bomba 01
Ord_B02	Bool	%Q3.1	Orden de Salida Bomba 02
Ord_B03	Bool	%Q5.0	Orden de Salida Bomba 03
Ord_B04	Bool	%Q5.1	Orden de Salida Bomba 04
Ord_B05	Bool	%Q5.2	Orden de Salida Bomba 05
Ord_V03	Bool	%Q4.3	Orden de Salida Válvula 03
Ord_V04	Bool	%Q4.4	Orden de Salida Válvula 04
Ord_V05	Bool	%Q4.5	Orden de Salida Válvula 05
TT01	Word	%IW260	Valor de Temperatura
LSH_Tq_01	Bool	%I0.0	Nivel alto tanque 01
LSL_Tq_01	Bool	%I0.1	Nivel bajo tanque 01
LSH_Tq_02	Bool	%I0.2	Nivel alto tanque 02
LSL_Tq_02	Bool	%I0.3	Nivel bajo tanque 02
LSH_TP	Bool	%I0.4	Nivel alto tanque de pesado
Ord_BTP	Bool	%Q3.2	Orden de Salida Bomba de tanque de pesado
Ord_V06	Bool	%Q5.4	Orden de Salida Válvula 06
Ord_V07	Bool	%Q5.5	Orden de Salida Válvula 07
Ord_VSucc_Tq_01	Bool	%Q0.4	Orden de Salida Válvula de succión del tanque 01
Ord_VDescarga_Tq_01	Bool	%Q0.3	Orden de Salida Válvula de descarga del tanque 01
Ord_VC_TQ01	Bool	%Q0.0	Orden de activación válvula calentamiento TQ01
Ord_VP2_Tq_01	Bool	%Q0.1	Orden de Salida Válvula de despacho a planta 2 del tanque 01
Ord_VR_Tq_01	Bool	%Q0.2	Orden de Salida Válvula de recirculación del tanque 01
Ord_VSucc_Tq_02	Bool	%Q2.0	Orden de Salida Válvula de succión del tanque 02
Ord_VDescarga_Tq_02	Bool	%Q1.1	Orden de Salida Válvula de descarga del tanque 02
Ord_VP1_Tq_02	Bool	%Q0.6	Orden de Salida Válvula de despacho a planta 1 del tanque 02
Ord_VP2_Tq_02	Bool	%Q0.7	Orden de Salida Válvula de despacho a planta 2 del tanque 02
Ord_VR_Tq_02	Bool	%Q1.0	Orden de Salida Válvula de recirculación del tanque 02
Ord_VP1_TP	Bool	%Q2.2	Orden de Salida Válvula de despacho a planta 01 del tanque de pesaje
Ord_VP2_TP	Bool	%Q2.3	Orden de Salida Válvula de despacho a planta 02 del tanque de pesaje
VC_TQ01_OPN	Bool	%I0.5	Válvula de vapor calentamiento abierta
Ord_VPesaje_Tq_01	Bool	%Q0.5	Orden de Salida Válvula de pesaje del tanque 01

Nombre	Tipo dato	Dirección lógica	Comentario
Ord_VPesaje_Tq_02	Bool	%Q2.1	Orden de Salida Válvula de pesaje del tanque 02
Ord_VDescarga_TP	Bool	%Q2.5	Orden de Salida Válvula de descarga del tanque de pesaje
Ord_VR_TP	Bool	%Q2.4	Orden de Salida Válvula de recirculación del tanque de pesaje
Sel_B01	Bool	%I2.0	Selector bomba 01
RM_B01	Bool	%I2.1	Retroalimentación bomba 01
PRMT_B01	Bool	%I2.2	Retorno de guarda motor bomba 01
Sel_B02	Bool	%I2.3	Selector bomba 02
RM_B02	Bool	%I2.4	Retroalimentación bomba 02
PRMT_B02	Bool	%I2.5	Retorno de guarda motor bomba 02
Sel_BTP	Bool	%I2.6	Selector bomba tanque de pesaje
RM_BTP	Bool	%I2.7	Retroalimentación bomba tanque de pesaje
PRMT_BTP	Bool	%I3.0	Retorno de guarda motor bomba TP
TN01	Word	%IW262	RTD tanque estearina
TT02	Word	%IW264	RTD tanque estearina
Salida_Piloto	Bool	%Q3.6	Luz piloto
Salida_Sirena	Bool	%Q3.7	Sirena
Ord_VP1_Tq_01	Bool	%Q2.7	Orden de Salida Válvula de despacho a planta 1 del tanque 01
VC_TQ01_CLS	Bool	%I0.6	Válvula de vapor calentamiento cerrada
ResetFalla	Bool	%I1.5	Reset de falla general
VC_TP_OPN	Bool	%I0.7	Posición abierta Válvula de calentamiento P
VC_TP_CLS	Bool	%I1.0	Posición cerrado Válvula de calentami P
VRBD_TQ01_OPN	Bool	%I1.1	Posición abierta Válvula RBD Tanque 01
VRBD_TQ01_CLS	Bool	%I1.2	Posición cerrado Válvula RBD Tanque 01
VPesj_TQ01_OPN	Bool	%I1.3	Posición abierta Válvula Pes Tanque 01
VPesj_TQ01_CLS	Bool	%I1.4	Posición cerrado Válvula Pes Tanque 01
VRecr_TQ01_OPN	Bool	%I3.1	Posición abierta Válvula Rec Tanque 01
VRecr_TQ01_CLS	Bool	%I3.2	Posición cerrado Válvula Rec Tanque 01
VDesc_TQ02_OPN	Bool	%I3.3	Posición abierta Válvula Desc Tanque 02
VDesc_TQ02_CLS	Bool	%I3.4	Posición cerrado Válvula Desc Tanque 02
VRBD_TQ02_OPN	Bool	%I3.5	Posición abierta Válvula RBD Tanque 02
VRBD_TQ02_CLS	Bool	%I3.6	Posición cerrado Válvula RBD Tanque 02

Fuente: León (2017).

5.3 Desarrollo del rediseño de la programación del módulo de PLC Siemens S7 1200 para proceso mezcla y pesado de oleína y estearina de palma de la empresa IOCE, C.A.

5.3.1 Desarrollo de la programación de un bloque para el manejo de los actuadores, para el proceso mezcla y pesado de oleína y estearina de palma de la empresa IOCE, C.A.

El desarrollo de la programación del se enfatizó principalmente en la creación de un bloque de función (FB) aplicable a todos los actuadores del proceso de mezcla de la empresa IOCE, C.A. resaltando que una de las capacidades principales del bloque de función es que no utiliza el direccionamiento absoluto de entradas, salidas, marcas, temporizadores, contadores, entre otros; sino que se asignan variables constantes a través de parámetros. Estos parámetros se almacenan en un bloque de datos (DB) a través de una instancia directa de datos. Debe señalarse que el bloque de función programado en este proyecto es el FB3, y lleva el nombre de SR_Manejo_Valvulas_02, el cual se encuentra en el Apéndice C para su apreciación. El FB3 se programó de forma modular (bloque de función común) para su distintas aplicaciones; en la figura 23, se detalla la secuencia de operación del FB3 por medio de un diagrama del flujo, la secuencia inicia con la orden de activación de la válvula, seguidamente se verifica el tipo de actuador a trabajar, bien sea doble efecto o simple efecto, posteriormente se comprueba el estado de la válvula a través de la señal posicionador (abierto o cerrado), que dependiendo de la orden de activación, realizara el cierre o apertura de la válvula. La programación del FB3 también contempla indicación de falla, en caso de existir una condición contradictoria entre el posicionador y la orden activación, después de haber transcurrido un tiempo determinado indique la falla, bien sea por retardo a la activación o por retardo a la desactivación.

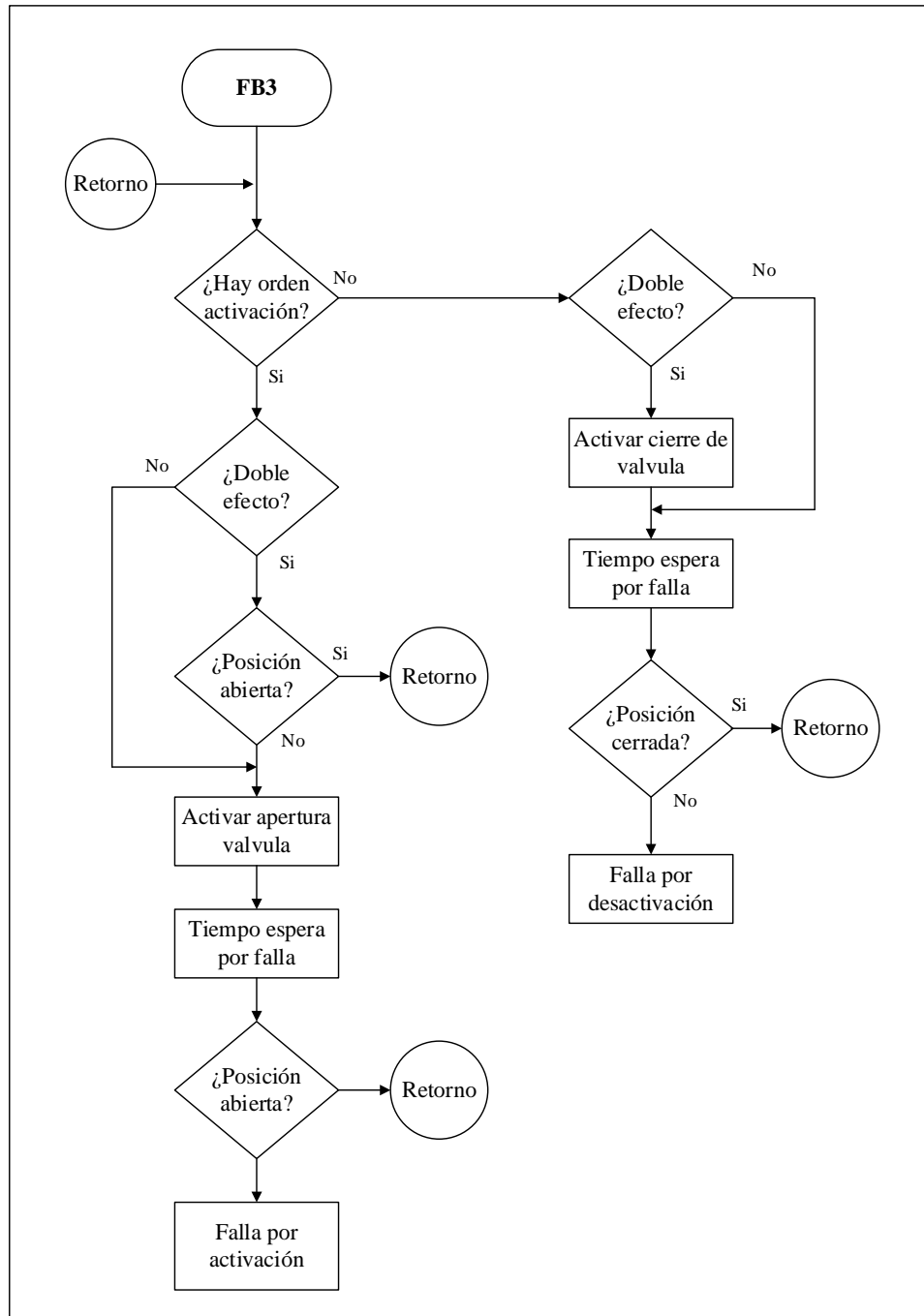


Figura 23 Secuencia de operación del FB3.

Fuente: León 2017

5.3.2 Diseño del plano eléctrico final que contenga, toda la información de mayor importancia de la automatización.

Para el cumplimiento de esta fase, se diseñaron planos de control correspondientes a entradas y salidas del PLC S7-1200 con sus módulos de ampliación, estos planos se pueden apreciar en el Apéndice D, debe señalarse que dichos planos se realizaron con el software AutoCAD Electrical, dicho software es de manejo estandarizado en el Departamento Mantenimiento donde se realizaron las pasantías. Por consiguiente, en los planos expuestos en el Apéndice D se aprecia el modo de conexión de las señales de entradas diseñadas en este proyecto, al igual que las salidas, destacando que para cada salida de activación de válvulas se implementa relés, para la adecuación de la señal.

5.3.3 Verificación del funcionamiento de todo el sistema para garantizar una futura implementación sin ningún inconveniente.

La verificación del bloque de funcione FB3 se lleva cabo con el PLCSim de Siemens y su adaptación a una programación estructurada dentro de la secuencia del tanque de mezcla, dicha secuencia se encuentra programada en el bloque de función FB51 (Sec_Pesaje). En el FB51 se añadió a la programación, tres (3) segmentos adicionales, que resultan básicamente un control de temperatura ON-OFF del tanque de mezcla. De igual manera se incluyeron dos (2) imágenes y se modificaron a su vez dos (2) imágenes adicionales dentro de la HMI del sistema pesaje, para una generar una compresión completa de la funcionalidad del bloque de función FB3

Dentro de este orden de ideas en la figura 24 a continua se aprecia el segmento 35 dentro del FB51, en cual se diseñó la retención de arranque manual de la válvula de calentamiento del tanque de mezcla.

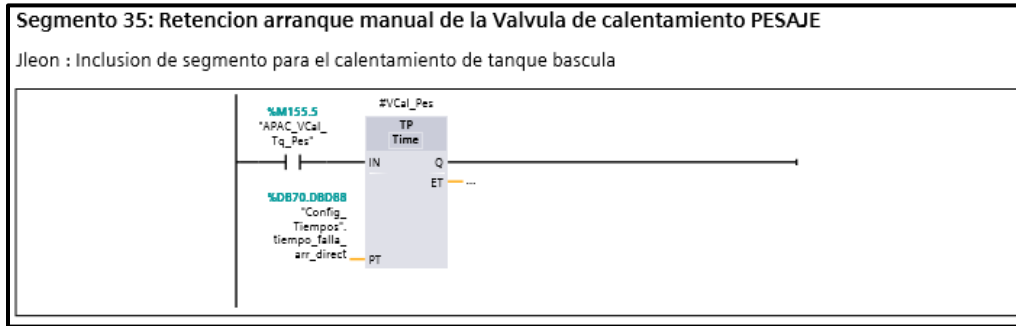


Figura 24 Segmento 35 retención de arranque manual de la válvula de calentamiento del tanque de mezcla.

Fuente: León 2017

Adicionalmente en la figura 25 se aprecia el segmento 36 que detalla el permiso de activación de control del calentamiento, el control de calentamiento que se realiza a través de un bloque de función propio del proceso de mezcla, este es el FB6, resaltando que para ejercer el control de calentamiento por condiciones de seguridad tiene que existir un mezcla y a su vez tiene que estar habilitado el calentamiento en la HMI, de igual forma tiene que existir la señal analógica de temperatura del tanque de mezcla, la obtención esta señal es la salida de un bloque de función propio del programa de proceso de mezcla.

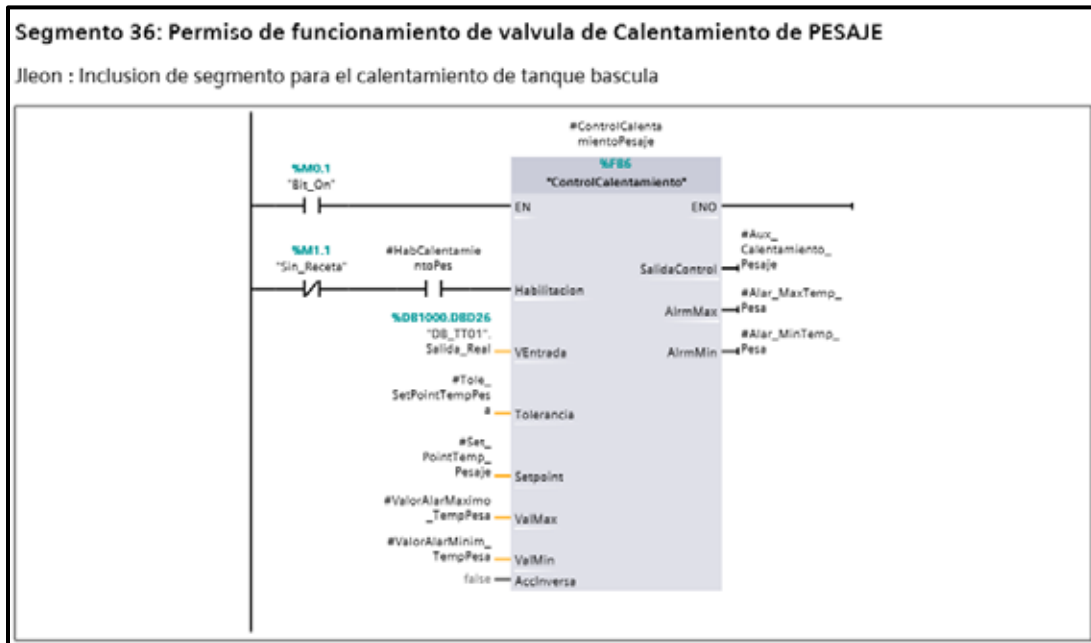


Figura 25 Segmento 36 permiso de activación de control del calentamiento.

Fuente: León 2017

En la figura 26 se detalla a continuación el último segmento programado en el bloque de función FB51, este no es más que la generación de orden la de activación de válvula, podemos observar que las líneas de programación contemplan la capacidad de activación manual y automático de válvula de calentamiento del tanque de mezcla.

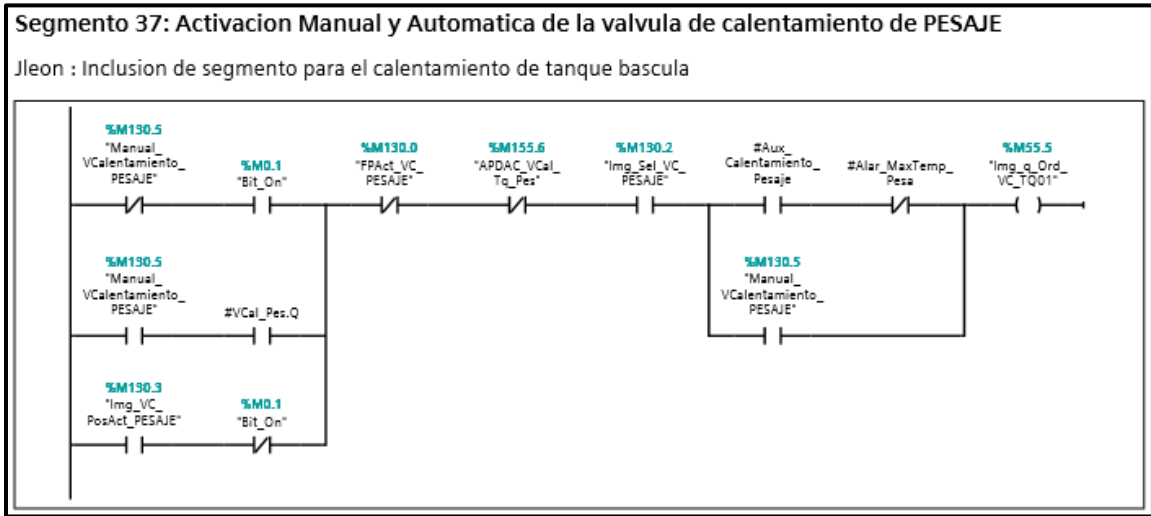


Figura 26 Segmento 37 activación manual y automático de la válvula de calentamiento de proceso de mezcla.

Fuente: León 2017

Por otra parte, la implementación del bloque de función FB3 se llevó a cabo con la generación de un bloque función que contiene todos los manejos de válvulas, el mismo es el FB13 y lleva el nombre de Operador de Válvulas. En la figura 27 se detalla la implementación del bloque de función FB3 programado para la válvula de calentamiento del tanque de mezcla y pesaje, de esta forma el FB3 se encuentra adaptado con las ordenes he imágenes de activación y desactivación, de la válvula de calentamiento provenientes del FB51 y de la HMI del proceso a simular.

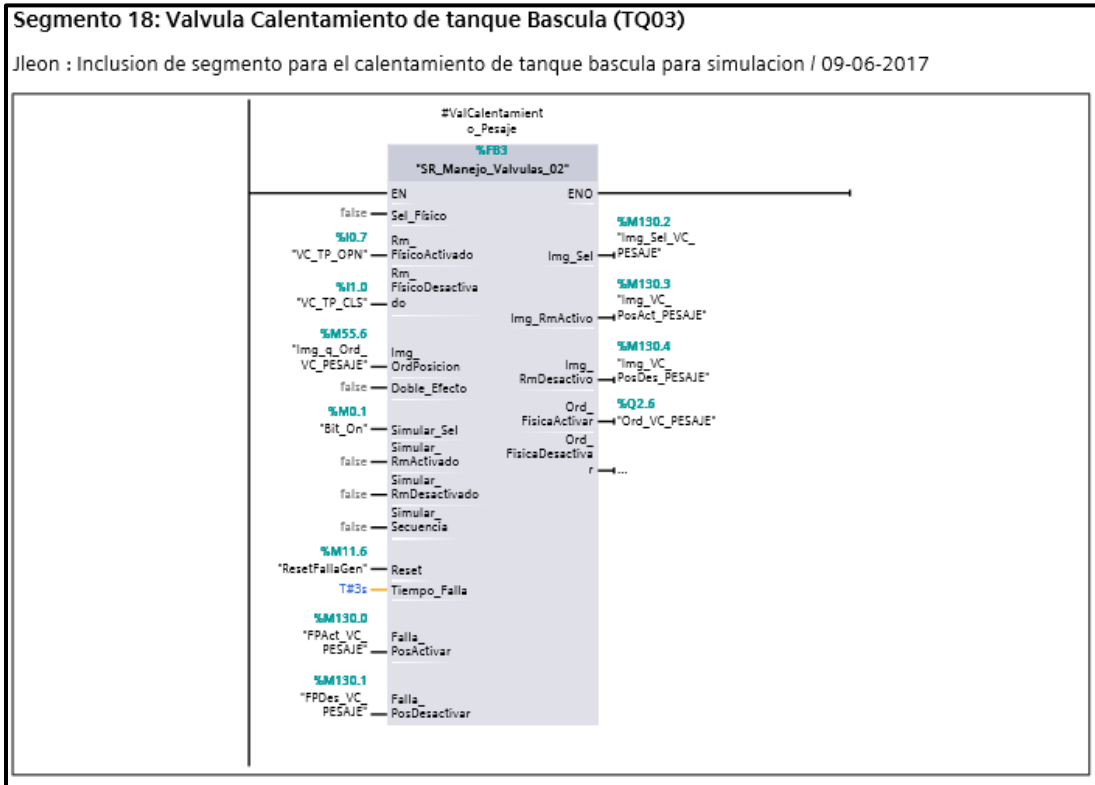


Figura 27 Segmento 18 Válvula Calentamiento de tanque Bascula.

Fuente: León 2017

Cabe considerar que adicional a esto en la figura 28 se detalla la imagen diseñada para la simulación y posterior implementación del control de calentamiento del tanque de mezcla, mencionada figura muestra las capacidades de forma visual de los bloques de funciones programados, destacando capacidad de determinación de alarma por máxima temperatura y por mínima temperatura, así como el ajuste de la temperatura a un setpoint y una tolerancia máxima que establecerá el operador.

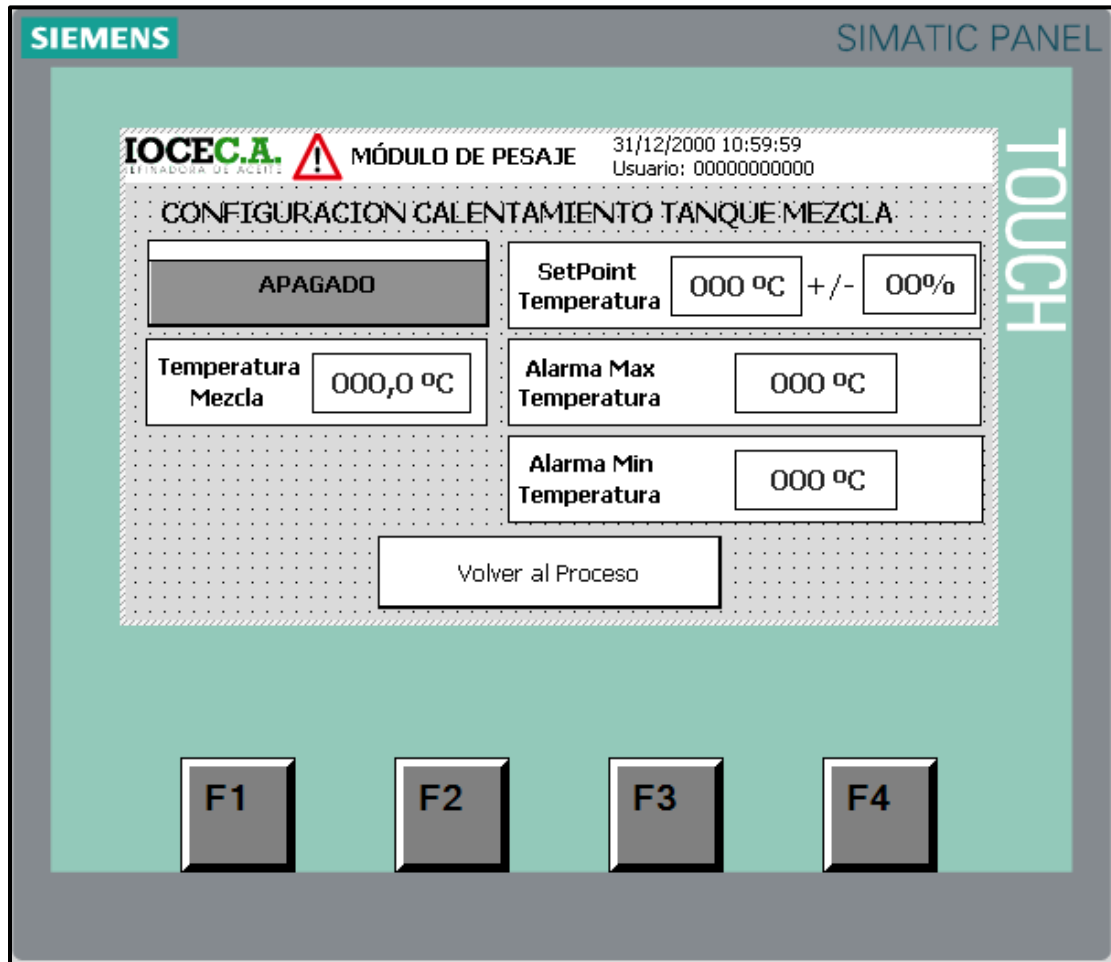


Figura 28 Imagen HMI Control de temperatura tanque mezcla.

Fuente: León 2017

En la figura 29 se muestra la imagen de la HMI modificada para dar ingreso al control de temperatura, destacando que la modificación realizada fue la inclusión del botón Calentamiento Mezcla, que muestre la imagen de control de temperatura descrito en la figura anterior.

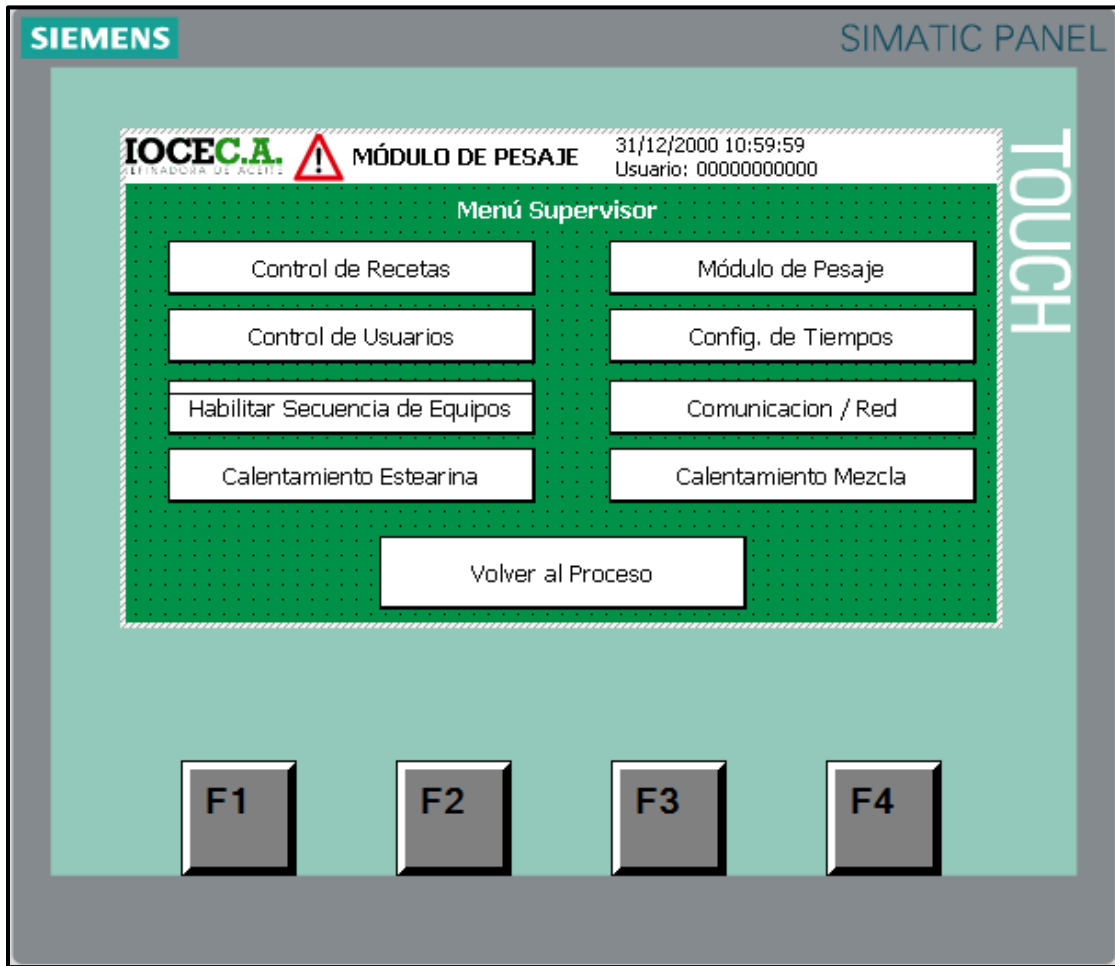


Figura 29 Imagen HMI Supervisor actualizada.

Fuente: León 2017

Adicionalmente en la figura 30 se detalla la modificación realizada a la imagen de la HMI principal del tanque de mezcla, la modificación radica en la inclusión de la válvula de calentamiento de forma visual, así como un acceso a una imagen de configuración y verificación de estado de la misma, otra modificación realizada fue la inclusión de notificaciones visuales para las válvulas, así como también una alarma visual de sobre temperatura del tanque de mezcla.

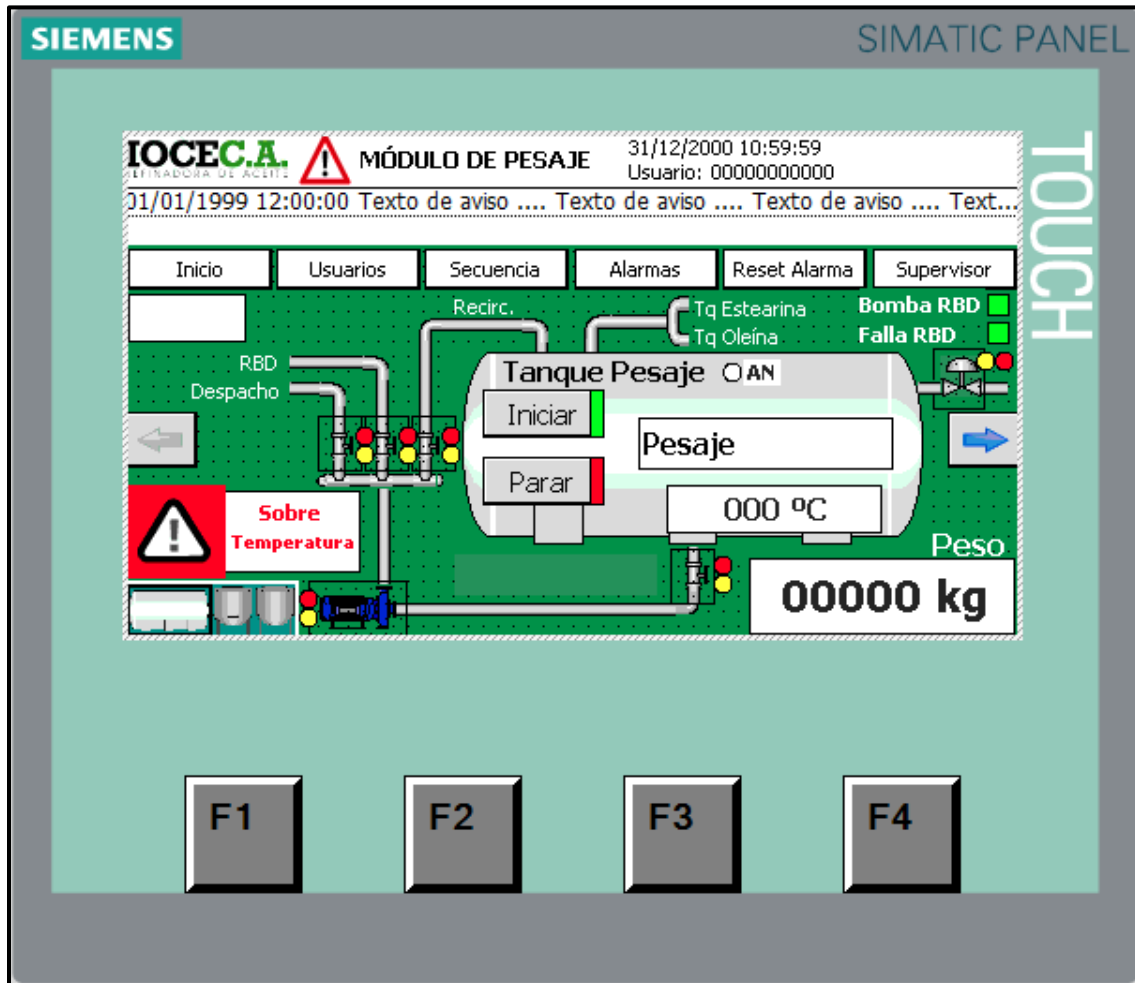


Figura 30 Imagen HMI Tanque Mezcla actualizada.

Fuente: León 2017

Finalmente, en la figura 31 se detalla la imagen de la HMI diseñada para la modificación del estado de apertura de válvula (manual o automática), destacando que para ingresar a esta imagen o pantalla es necesario tocar la válvula de calentamiento del tanque de pesaje. En la imagen diseñada podemos apreciar cuatro (4) botones que modifican el estado de la válvula y otro que retorna al proceso.

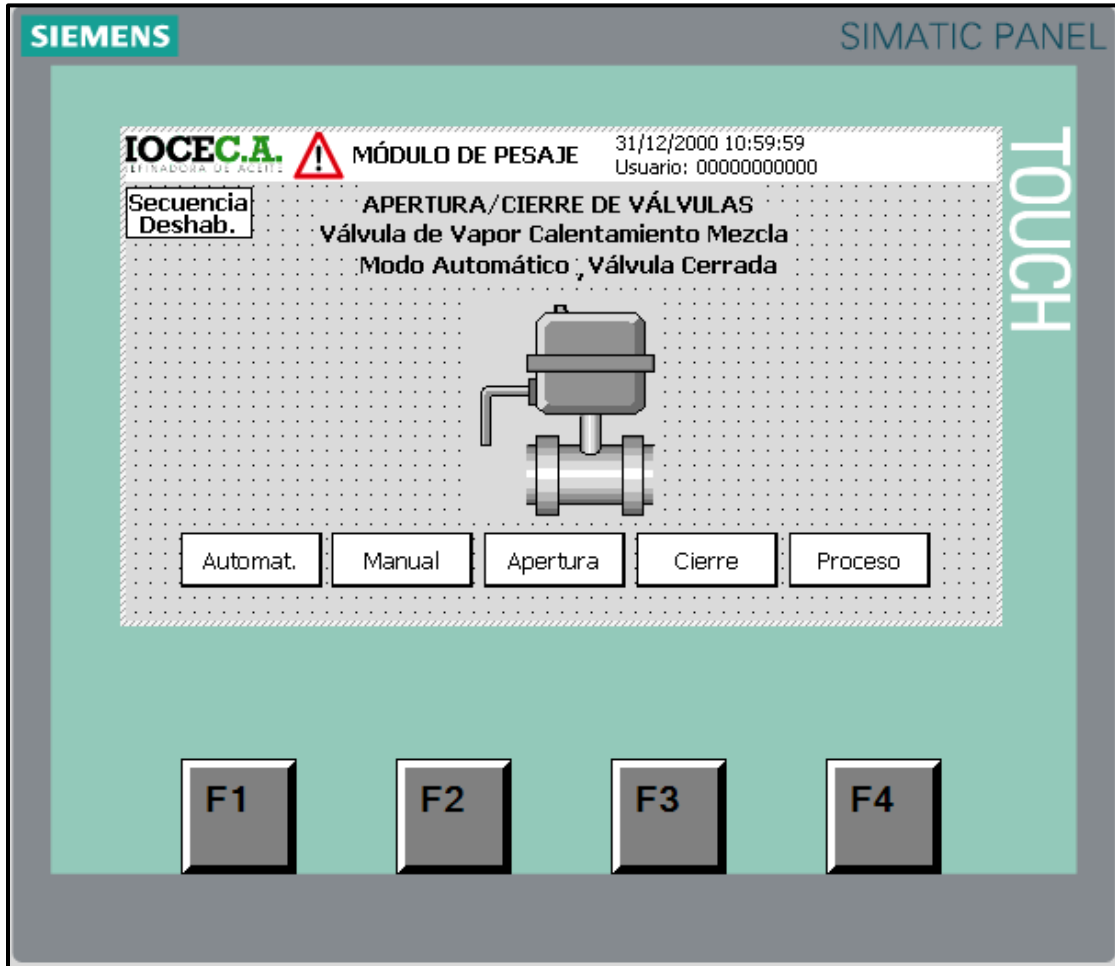


Figura 31 Imagen HMI Válvula de Calentamiento de Pesaje.

Fuente: León 2017

CONCLUSIONES

La culminación de este informe de pasantías satisface las expectativas generadas al comienzo de este proyecto, al explorar y diseñar una programación estructurada para el proceso mezcla y pesado de oleína y estearina de palma de la empresa IOCE, C.A. Se diseñó una programación aplicable para el proceso mencionado, de manera de que la empresa aproveche las capacidades de los equipos SIEMENS disponibles en el proceso mezcla y pesado de oleína y estearina de palma. Adicionalmente se estudió el software de programación TIA Portal V12, integrado y necesario para la comunicación, desarrollo y simulación del proceso, donde se destaca el manejo de los bloques de funciones y sus instancias en los bloques de datos, al igual que sus lenguajes de edición principales y finalmente el control ON-OFF de temperatura. Se logró la creación bloque de función FB3 de aplicación modular, que puede ser implementado en válvulas simple efecto o doble efecto; así como modificaciones en varios módulos del programa del proceso para la verificación y simulación en tiempo real con variables digitales a través de software TIA Portal V12.

Este informe de pasantías cumple con los objetivos planteados inicialmente con la idea de incentivar a la Empresa IOCE,C.A. a implementar un proceso mezcla y pesado de oleína y estearina de palma completamente automatizado, a través de tecnologías disponibles en su proceso como lo son los autómatas S7- 1200 para, el enriquecimiento del proceso mencionado, con la finalidad de reducir los costos y garantizar una uniformidad en la calidad; a través de la inclusión de nuevos esquemas de programación, la manipulación de variables discretas y control sobre la variables analógicas críticas en el proceso. Adicionalmente este informe de pasantías, modifíco Interfaz humano máquina del proceso de mezcla y pesaje de oleína y estearina de palma, con la finalidad de principal de verificación y simulación de forma más entendible el bloque de función programado; y posteriormente para su futura aplicación.

Dentro de este orden de ideas, el presente informe de pasantías a su vez compilo información sobre la industria oleaginoso de palma, producto actualmente con una gran demanda por su amplia diversidad de aplicaciones como materia prima; a grandes rasgos se mencionaron los procesos principales de la empresa y el tratamiento que la misma le da a la materia prima, que en este caso es el crudo de palma. La idea principalmente fue aprovechar por completo las capacidades del autómata S7-1200 en el proceso de mezcla y pesaje de oleína y estearina de palma, de este modo generar un aporte a la empresa donde se realizaron las pasantías, fortaleciendo un proceso bastante y completo, con una alta demanda por parte de las Gerencias de Manufactura y Logística.

RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta todas las experiencias obtenidas y enfatizando el potencial y capacidades de estos equipos, así como el material documental generado en este informe de pasantías se hacen algunas recomendaciones para obtener el máximo rendimiento:

- Dimensionar válvulas y elementos de mando, como los actuadores rotativos, necesarios para implementar un proceso mezcla y pesaje de oleína y estearina de palma totalmente automatizado.
- Realizar la instalación de las válvulas faltantes, con la inclusión de sus elementos de mando, como lo son los actuadores rotativos, pudiendo ser actuadores simple efecto y doble efecto.
- Implementar un módulo de ampliación de entradas SM 1221 Siemens, para la adquisición de todas las señales de apertura y cierre de las válvulas, para de esta forma asegurar un proceso completo y continuo
- Realizar la instalación de elementos de indicación de apertura y cierre de actuadores, pudiendo ser posicionadores neumáticos acoplados al actuador, con señal de indicación.
- Realizar la instalación del cableado en el tablero de los elementos de control a distancia como lo son los relés, pulsadores y selectores necesarios para un proceso completo he integral.
- Actualizar el diseño de la Interfaz Humano Maquina (HMI), para el manejo y visualización de todos los equipos utilizados en el proceso de mezcla y pesaje oleína y estearina de palma automatizado.
- Implementar un plan de mantenimiento preventivo con la finalidad de alargar el tiempo de vida útil de los equipos de control y también para asegurar la continuidad de operación del proceso de mezcla y estearina de palma de la empresa IOCE, C.A.

REFERENCIAS

BIBLIOGRÁFICAS

- Balestrini, M. (2002).** “Como se elabora el proyecto de investigación”. Sexta edición. Venezuela: Caracas. Editorial: Consultores Asociados.
- Castillo, C. (2011).** “Diseño de Experiencias Prácticas de Automatización Industrial Con Una Red De PLC’s, HMI’s Y Sistema SCADA” Escuela de Electrónica de la Universidad José Antonio Páez, Valencia, Venezuela. Trabajo especial de grado presentado para optar al título de Ingeniero Electrónico.
- Hernández, R (2003).** Métodos de la investigación, investigación estadística. 3° edición. Colombia: Editorial McGraw Hill.
- Hurtado, J. (2008).** Paradigmas y métodos de investigación en tiempos de cambio. 4ta edición. México. Editorial: LIMUSA.
- Medina, H. y Montañez, F. (2011).** “Reingeniería de los bancos de medición de Instrumentación Industrial para el diseño de prácticas de control de temperatura y velocidad, orientadas a la Cátedra de Automatización Industrial”, Escuela de ingeniería electrónica Universidad José Antonio Páez. Valencia Venezuela. Trabajo especial de grado presentado para optar al título de Ingeniero Electrónico.
- Parella, S. y Martins F. (2006).** Metodología de la investigación cuantitativa. Segunda edición. Caracas Venezuela. Editorial: Fondo editorial de la universidad pedagógica libertador.
- Ródenas, J. (2008).** “Automatización y diseño SCADA con TP177B PN/DP de aplicaciones docentes con Software SCADA y autómatas: S7-200 y S7-30”, presentado en la Universidad Politécnica de Cartagena.
- Ruiz O. (1989).** La descodificación de la vida cotidiana: 3ra edición Métodos de investigación cualitativa. Bilbao: Universidad de Deusto.

Tamayo, M. (1998) “El proceso de la investigación científica.” México. Editorial Limusa.

Zaira, A. (2011). “Ingeniería básica de la automatización del sistema de control de una planta de nitrato de amonio en solución”. Trabajo especial de grado presentado en la Universidad de Carabobo para optar al título de Ingeniero Electricista. Facultad de Ingeniería. Valencia, Venezuela.

ELÉCTRONICAS

<http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=81>. Información referente a la automatización industrial. Fecha consultada: 12/01/16.

<http://e-portafoliodezulema.blogspot.com/2008/05/tipos-de-diseo-segn-sampieri.html>. Información referente a la investigación experimental. 15/11/16

https://es.wikipedia.org/wiki/Edsger_Dijkstra. Información referente a la programación estructurada. Fecha de consulta: 10/01/2016.

https://books.google.co.ve/books/about/Aut%C3%B3matas_programables_y_sistemas_de_au.html?id=5jp3bforBB8C&redir_esc=y. Libro de autómatas programables lineamientos y estructuras de programación. Fecha consultada: 16/11/16.

<https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S71200-MANUAL%20DEL%20SISTEMA.PDF>. Controlador programable S7-1200 Manual de sistema, 2009. Fecha consultada: 5/12/16.

https://books.google.co.ve/books?id=xfSjADge70C&pg=RA2-PT40&hl=es&source=gbs_selected_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false. Libro de autómatas programables Ballecells referentes a las formas de control de los procesos industriales. Fecha consultada: 20/11/16.

<http://myslide.es/documents/modelo-osi-alonso.html>. Información referida a los modelos de referencias OSI. Fecha consultada: 2/12/16.

https://books.google.co.ve/books?id=cNQfjbBcUq8C&redir_esc=y. Contenido de los sistemas de control SCADA de procesos industriales. Fecha consultada: 16/01/17.

<http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/Documents/S7200ManualSistema.pdf>. Manual Simatic para programación de autómatas de la serie S7-200. Fecha consultada: 19/11/16.

<https://hellsingge.files.wordpress.com/2014/10/ingenieria-de-control-moderna-ogata-5ed.pdf>. Ingeniería de Control Moderna para control de procesos. Fecha consultada: 10/10/16.

<http://www.disa.bi.ehu.es/spanish/asignaturas/10574/3.00.pdf>. Información referente a Principios de Programación en STEP7. Documento en línea. Fecha de consulta: 18/11/16.

http://wikifab.dimf.etsii.upm.es/wikifab/images/1/18/ADMINISTRADOR_SIMATIC.pdf. Información referente Administrador SIMATIC. Documento en línea. Fecha de consulta: 03/01/17.

<http://isa.uniovi.es/~vsuarez/Download/WinCCFlexible2005-DescripcionConceptos.pdf>. Información referente a SIMATIC HMI WinCC flexible 2005 Compact / Standard / Advanced Manual del usuario. Documento en línea. Fecha de consulta: 12/01/17.

<http://www.logitekxa.com/wonderware/Intouch.htm>. Información referente al software InTouch de Wonderware, estructura y programación. Fecha de consulta: 05/01/17.

https://cache.automation.siemens.com/dnl/jIxNTg1AAAA_1137630_HB/Graph7_s.pdf. Información referente a S7-GRAPH - Programación de controles secuenciales. Documento en línea. Fecha de consulta: 10/01/17.

<http://es.slideshare.net/techonmyweb/programacin-estructurada-plc-siemens>. Acerca de la programación estructurada. Fecha de consulta: 06/01/17.

<http://www.infopl.net/descargas/106-siemens/software-step7-tiaportal/477-programacion-estructurada-en-step7-con-bloques-de-funcion-fb>. Referente Programación estructurada en Step7 con bloques de función FB. Fecha de consulta: 19/12/2016.

APÉNDICE A

Entrevista para coordinadores Coordinador entrevistado: Ing. Fernando Botello

1) ¿Años de experiencia ejerciendo el cargo de coordinador?

R = Tengo un (1) año ejerciendo el cargo de coordinador, y tres (3) años en el área de Instrumentación y control.

2) ¿Cuál es el estado actual del sistema de pesaje, en cuanto a calidad, velocidad y precisión en el trabajo realizado y también en cuanto a optimización de recursos como energía, materia prima y tiempo de producción?

R = Operativo, el tiempo de preparación de la mezcla es prolongado y algunas veces falla en cuanto a precisión, ya que el operador carga la receta a través de la HMI, pero debe accionar de forma manual las válvulas a utilizar, bien sea para preparar una mezcla o para despachar producto. A su vez el calentamiento de la mezcla en el tanque bascula se realiza de manera manual, el operador debe abrir y cerrar la válvula de calentamiento del serpentín del tanque, esta forma manual genera inconvenientes algunas veces por sobrecalentamiento, que a su vez afecta la mezcla porque de esta forma aumenta su nivel de peróxido. Si el nivel de peróxido aumenta, la mezcla puede ser rechazada y por ende la empresa pierde recursos de tiempo de producción, materia prima y energías, ya que la mezcla se sometería a reproceso.

3) ¿Es necesario implementar equipos nuevos (ej.: actuadores neumáticos) que faciliten las operaciones para los trabajadores?

R = Si, es necesario que en el Sistema de pesaje se instalen los elementos finales de control como lo son los actuadores neumáticos rotativos, de esta forma aumentaría la eficacia en la preparación de mezclas.

- 4) **¿La empresa IOCE, C.A. tiene disponibilidad de equipos necesarios para convertir el sistema de pesaje, completamente automatizado? De ser afirmativa, cuales.**

R = No, actualmente la empresa no tiene en stock elemento finales de control aplicables para el sistema de pesaje.

- 5) **¿Para el diseño de una automatización completa, es necesario la creación de planos eléctricos que sustente la futura instalación? ¿Cuáles planos podrían ser?**

R = Por supuesto, para todo proyecto eléctrico debe existir su esquema eléctrico, estos se presentan como una gran herramienta para la detección de fallas.

- 6) **¿Podrían elaborarse modificaciones en el programa en el PLC del sistema de pesaje?**

R = Si, la CPU 1214C contiene la capacidad necesaria en todas sus memorias para soportar modificaciones, pues fue dimensionada para un sistema completamente automático.

- 7) **¿Podría realizarse la instalación y el cableado de los equipos faltantes para la implantación en su totalidad de un sistema de pesaje completamente automatizado?**

R = No, como lo comenté anteriormente, IOCE, C.A. no cuenta actualmente con todos los equipos necesarios y tampoco con las modificaciones en la programación necesaria para una completa implementación.

- 8) **¿Es necesario la creación de una simulación, para asegura el correcto funcionamiento del programa modificado?**

R = Por supuesto, para el área de Instrumentación y Control sería de gran utilidad la creación de dicha simulación, pues de esta manera el correcto funcionamiento del programa quedaría sustentado.

APÉNDICE A-2

Entrevista para operadores

Se realizó una entrevista a tres operadores de la empresa IOCE, C.A.

OPERADOR A

1) ¿Años de experiencias trabajando en el sistema de pesaje?

R = Tengo trabajando con el sistema de pesaje y el panel de PLC desde que ingrese a la empresa hace dos (2) años.

2) ¿Cómo describiría usted que es la operación y manipulación actual del sistema de pesaje?

R = Se realiza de forma dinámica ya que el panel PLC nos genera de formar automática el encendido o apagado de la bomba de carga en el tanque bascula.

3) ¿Es necesario implementar nuevas tecnologías en el sistema de pesaje?

R= Se debería implementar un sistema de llenado automático donde se le coloque la cantidad a cargar en el panel PLC, es decir como ya se tiene establecido un peso de la cantidad del producto, solo se debe introducir la cantidad en toneladas a cargar.

Por Ejemplo: Si el tanque tiene 20ton marcado en el PLC se debería se introduce la cantidad a despachar en este caso 15ton y se hace el juego de las válvulas y al encender la bomba en el tablero cargara de forma exacta las 15ton y la bomba se apagará automática al llegar a la cantidad deseada. (Tengo entendido que el personal de producción cuando carga la báscula con RBD tiene ese sistema).

Esta misma acción deben ser aplicadas al tanque de oleína y estearina por lo que sugerimos un CAUDALIMETRO donde se mida la cantidad de toneladas a

despachar, dichas cargas serían más exactas, ya que la forma de cargarse actualmente se ejecuta a través de un cronometro y es algo un poco más antiguo.

- 4) ¿Conoce usted alguna tecnología aplicable para que mejore el sistema de pesaje, las condiciones del trabajo y la disposición de información de dicho sistema?
¿Cuáles podrían ser?**

R = Como lo exprese en la pregunta anterior en sistema SIGI es un sistema bastante amigable donde permite la transparencia de información razón por cual considero que es una herramienta de trabajo bastante útil.

La única sugerencia que apporto es colocar un campo adicional en los tickets de romana donde se coloque los números de precintos que llevan las cargas o descargas, así como se hace con los certificados de calidad.

APÉNDICE A-3

Entrevista para operadores

OPERADOR B

1) ¿Años de experiencias trabajando en el sistema de pesaje?

R = Tengo manejando el sistema por un (1) año y cuatro (4) meses

2) ¿Cómo describiría usted que es la operación y manipulación actual del sistema de pesaje?

R = A pesar de no tener experiencia en otro tipo de sistemas de pesaje, puedo opinar que el mismo es bastante amigable. Proporciona los datos importantes que sirven para tener un histórico de operaciones de carga y descarga que se ejecutan en la organización.

3) ¿Es necesario implementar nuevas tecnologías en el sistema de pesaje?

R= La innovación nunca debe ser dejada de lado. Siempre habrá oportunidades de mejora. Por ahora, solamente puedo comentar y expresar mi preocupación, con la continuidad en que el servicio del SIGI queda fuera de servicio.

4) ¿Conoce usted alguna tecnología aplicable para que mejore el sistema de pesaje, las condiciones del trabajo y la disposición de información de dicho sistema?

¿Cuáles podrían ser?

R = No por ahora. En cuanto a la disposición de información, sugiero, haya la factibilidad de elaborar informes o reportes con información personalizada. Como se maneja en otros sistemas operativos, unos modelos de Layout, donde el usuario escoja los elementos deseados para un informe.

APÉNDICE B.

Lista de cotejo

Lista de cotejo para aplicación de la observación directa en el sistema de pesaje de la empresa IOCE, C.A.

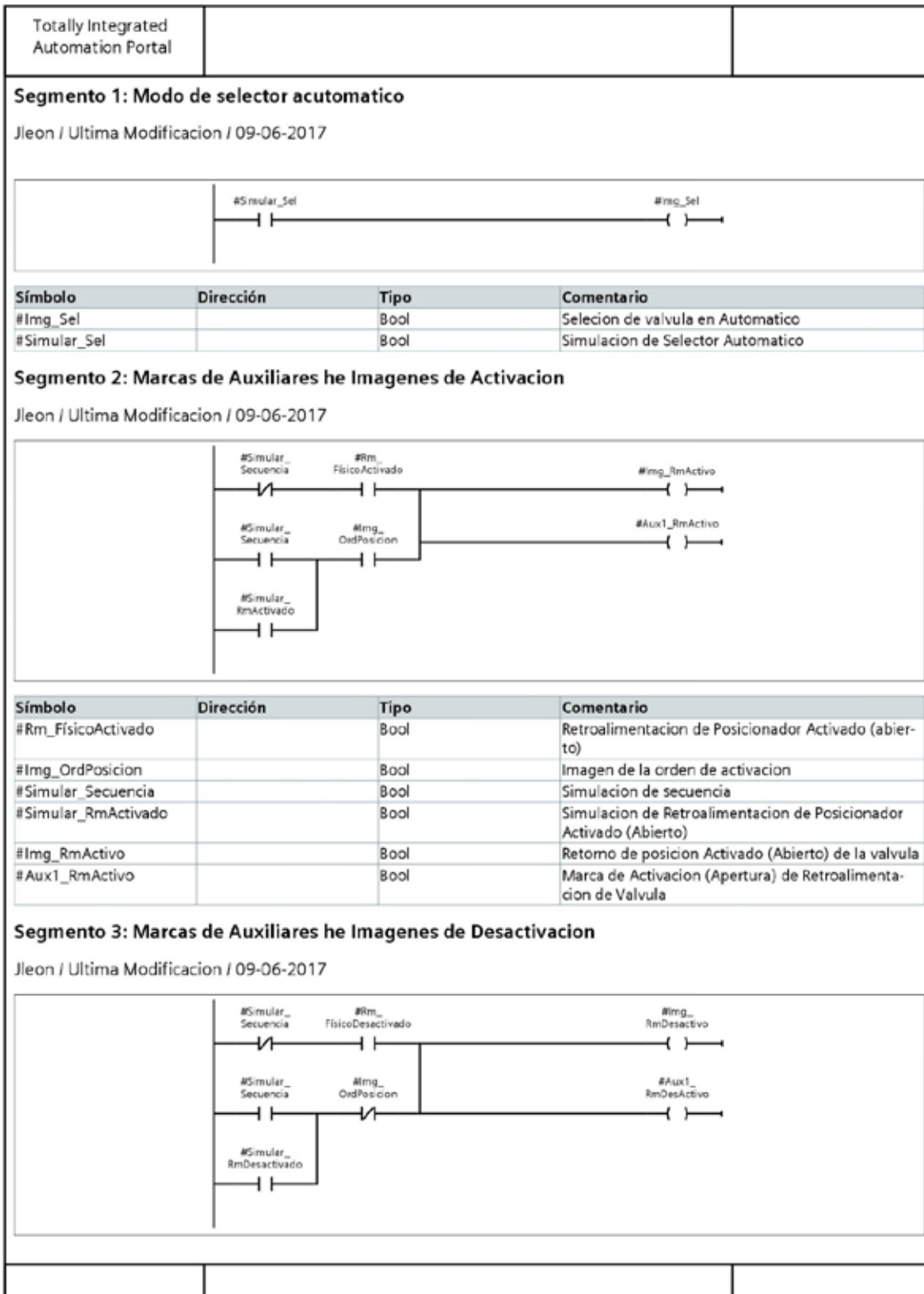
Aspectos primordiales en el Sistema de pesaje de IOCE, C.A.	SI	No
En el sistema de pesaje se encuentra disponible y operativo autómatas de la serie S7-1200.	X	
El autómata de la serie S7-1200 es utilizado en algún proceso dentro de la empresa.	X	
Los operadores del sistema de pesaje realizan el proceso de mezcla de forma manual.	X	
Existen módulos de expansión Siemens de la serie S7-1200 instalados en el sistema de pesaje.	X	
Existen módulos HMI Siemens de instalados en el sistema de pesaje.	X	
Existen los softwares necesarios para el funcionamiento, configuración y programación de los equipos Siemens en la empresa IOCE, C.A.	X	
Existen equipos de control automático para válvulas de bola disponibles en la empresa IOCE, C.A.		X
Existen planos eléctricos sobre el diseño actual del sistema de pesaje	X	
Existe en el tablero del sistema de pesaje espacio suficiente espacio para la instalación de los elementos de control de los actuadores neumáticos	X	
Existe una programación completa del sistema de pesaje para una funcionalidad completamente automatizada		X

APENDICE C

Programación de la función FB3

2017_06_07_Fraccionamiento_&_Pesaje / PLC_Sist_Pesaje [CPU 1214C AC/DC/RIy] / Bloques de programa / SR_Comunes								
SR_Manejo_Valvulas_02 [FB3]								
SR_Manejo_Valvulas_02 Propiedades								
General								
Nombre	SR_Manejo_Valvulas_02	Número	3	Tipo	FB			
Idioma	KOP							
Información								
Título	FB para Configuracion de Valvulas	Autor		Comentario	Jleon			
Familia		Versión	0.1	ID personalizada				
Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor predet.	Remanencia	Accesible desde HMI	Visible en HMI	Valor de ajuste	Comentario
▼ Input								
Sel_Físico	Bool	0.0	false	Ajustar en IDB	True	False	False	Selector de activacion Manual
Rm_FísicoActivado	Bool	0.1	false	Ajustar en IDB	True	False	False	Retroalimentacion de Posicionador Activado (abierto)
Rm_FísicoDesactivado	Bool	0.2	false	Ajustar en IDB	True	False	False	Retroalimentacion de Posicionador Desactivado (cerrado)
Img_OrdPosicion	Bool	0.3	false	Ajustar en IDB	True	False	False	Imagen de la orden de activacion
Doble_Efecto	Bool	0.4	false	Ajustar en IDB	True	False	False	Activacion por doble Efecto
Simular_Sel	Bool	0.5	false	Ajustar en IDB	True	False	False	Simulacion de Selector Automatico
Simular_RmActivado	Bool	0.6	false	Ajustar en IDB	True	False	False	Simulacion de Retroalimentacion de Posicionador Activado (Abierto)
Simular_RmDesactivado	Bool	0.7	false	Ajustar en IDB	True	False	False	Simulacion de Retroalimentacion de Posicionador Desactivado (Cerrado)
Simular_Secuencia	Bool	1.0	false	Ajustar en IDB	True	False	False	Simulacion de secuencia
Reset	Bool	1.1	false	Ajustar en IDB	True	False	False	Reset de falla del sistema
Tiempo_Falla	Time	2.0	T#0ms	Ajustar en IDB	True	False	False	Definicion de tiempo de falla
▼ Output								
Img_Sel	Bool	6.0	false	Ajustar en IDB	True	False	False	Selecion de valvula en Automatico
Img_RmActivo	Bool	6.1	false	Ajustar en IDB	True	False	False	Retorno de posicion Activado (Abierto) de la valvula

Totally Integrated Automation Portal								
Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor predet.	Remanencia	Accesible desde HMI	Visible en HMI	Valor de ajuste	Comentario
Img_RmDesactivo	Bool	6.2	false	Ajustar en IDB	True	False	False	Retorno de posicion Desactivado (Cerrado) de la valvula
Ord_FisicaActivar	Bool	6.3	false	Ajustar en IDB	True	False	False	Orden de Apertura de la Valvula
Ord_FisicaDesactivar	Bool	6.4	false	Ajustar en IDB	True	False	False	Orden de Cierre de la Valvula
▼ InOut								
Falla_PosActivar	Bool	8.0	false	Ajustar en IDB	True	False	False	Señal de falla de valvula por activacion (Apertura)
Falla_PosDesactivar	Bool	8.1	false	Ajustar en IDB	True	False	False	Señal de falla de valvula por desactivacion (Cierre)
▼ Static								
▼ Ton_Falla_ArrActivo								
	TON_TIME	10.0		Ajustar en IDB	True	True	False	Temporizador de falla por activacion (Apertura)
ST	Time	0.0	T#0ms	Ajustar en IDB	True	True	False	
PT	Time	4.0	T#0ms	Ajustar en IDB	True	True	False	
ET	Time	8.0	T#0ms	Ajustar en IDB	True	True	False	
RU	Bool	12.0	false	Ajustar en IDB	False	False	False	
IN	Bool	12.1	false	Ajustar en IDB	True	True	False	
Q	Bool	12.2	false	Ajustar en IDB	True	True	False	
▼ Ton_Falla_ArrDesactivo								
	TON_TIME	26.0		Ajustar en IDB	True	True	False	Temporizador de falla por desactivacion (cierre)
ST	Time	0.0	T#0ms	Ajustar en IDB	True	True	False	
PT	Time	4.0	T#0ms	Ajustar en IDB	True	True	False	
ET	Time	8.0	T#0ms	Ajustar en IDB	True	True	False	
RU	Bool	12.0	false	Ajustar en IDB	False	False	False	
IN	Bool	12.1	false	Ajustar en IDB	True	True	False	
Q	Bool	12.2	false	Ajustar en IDB	True	True	False	
▼ Temp								
Aux1_RmActivo	Bool	0.0						Marca de Activacion (Apertura) de Retroalimentacion de Valvula
Aux1_RmDesActivo	Bool	0.1						Marca de Desactivacion (Cierre) de Retroalimentacion de Valvula
VACIO	Bool	0.2						Marca de falla de posicionador por Activacion (Apertura)
Aux1_Falla_PosActivar	Bool	0.3						Temporal de reserva
Aux1_Falla_PosDesActivar	Bool	0.4						Marca de falla de posicionador por Desactivacion (Cierre)
Aux	Bool	0.5						Auxiliar de reserva

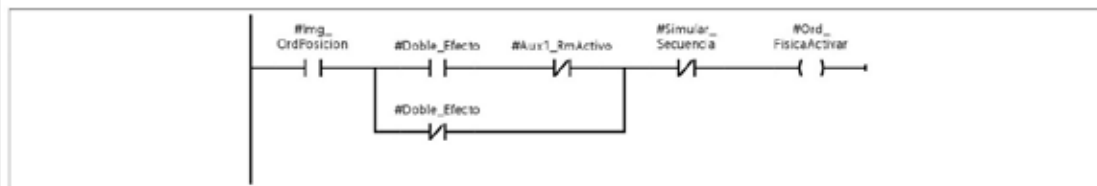


Totally Integrated Automation Portal		
--------------------------------------	--	--

Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
#Img_OrdPosicion		Bool	Imagen de la orden de activacion
#Rm_FisicoDesactivado		Bool	Retroalimentacion de Posicionador Desactivado (cerrado)
#Simular_Secuencia		Bool	Simulacion de secuencia
#Simular_RmDesactivado		Bool	Simulacion de Retroalimentacion de Posicionador Desactivado (Cerrado)
#Img_RmDesactivo		Bool	Retorno de posicion Desactivado (Cerrado) de la valvula
#Aux1_RmDesActivo		Bool	Marca de Desactivacion (Cierre) de Retroalimentacion de Valvula

Segmento 4: Generacion de Orden de arranque con posicionador

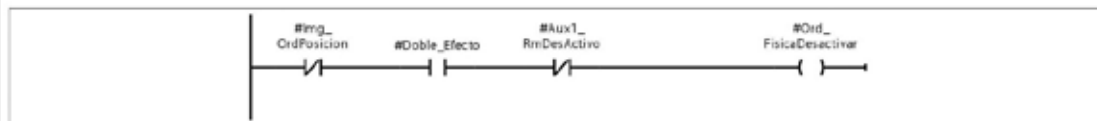
Jleon / Ultima Modificacion / 09-06-2017



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
#Img_OrdPosicion		Bool	Imagen de la orden de activacion
#Simular_Secuencia		Bool	Simulacion de secuencia
#Ord_FisicaActivar		Bool	Orden de Apertura de la Valvula
#Doble_Efecto		Bool	Activacion por doble Efecto
#Aux1_RmActivo		Bool	Marca de Activacion (Apertura) de Retroalimentacion de Valvula

Segmento 5: Generacion de orden de apagado con posionador

Jleon / Ultima Modificacion / 09-06-2017

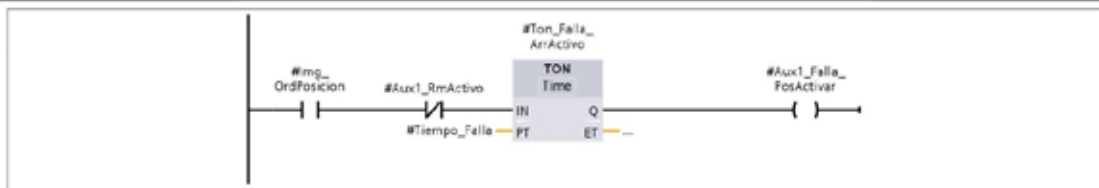


Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
#Img_OrdPosicion		Bool	Imagen de la orden de activacion
#Ord_FisicaDesactivar		Bool	Orden de Cierre de la Valvula
#Doble_Efecto		Bool	Activacion por doble Efecto
#Aux1_RmDesActivo		Bool	Marca de Desactivacion (Cierre) de Retroalimentacion de Valvula

Segmento 6: Calculo de falla de valvula con posionador por tiempo de activacion

Jleon / Ultima Modificacion / 09-06-2017

--	--	--



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
#Img_OrdPosicion		Bool	Imagen de la orden de activacion
#Aux1_RmActivo		Bool	Marca de Activacion (Apertura) de Retroalimentacion de Valvula
#Tiempo_Falla		Time	Definicion de tiempo de falla
#Aux1_Falla_PosActivar		Bool	Temporal de reserva
#Ton_Falla_ArrActivo		IEC_Timer	Temporizador de falla por activacion (Apertura)

Segmento 7: Generacion de falla de posicionador por Activacion

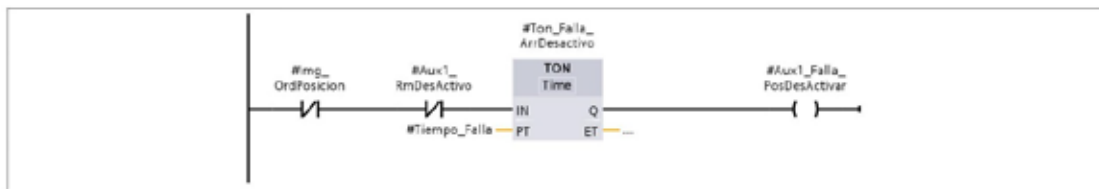
Jleon / Ultima Modificacion / 09-06-2017



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
#Reset		Bool	Reset de falla del sistema
#Aux1_Falla_PosActivar		Bool	Temporal de reserva
#Falla_PosActivar		Bool	Señal de falla de valvula por activacion (Apertura)

Segmento 8: Calculo de falla de valvula con posionardor por tiempo de desactivacion

Jleon / Ultima Modificacion / 09-06-2017

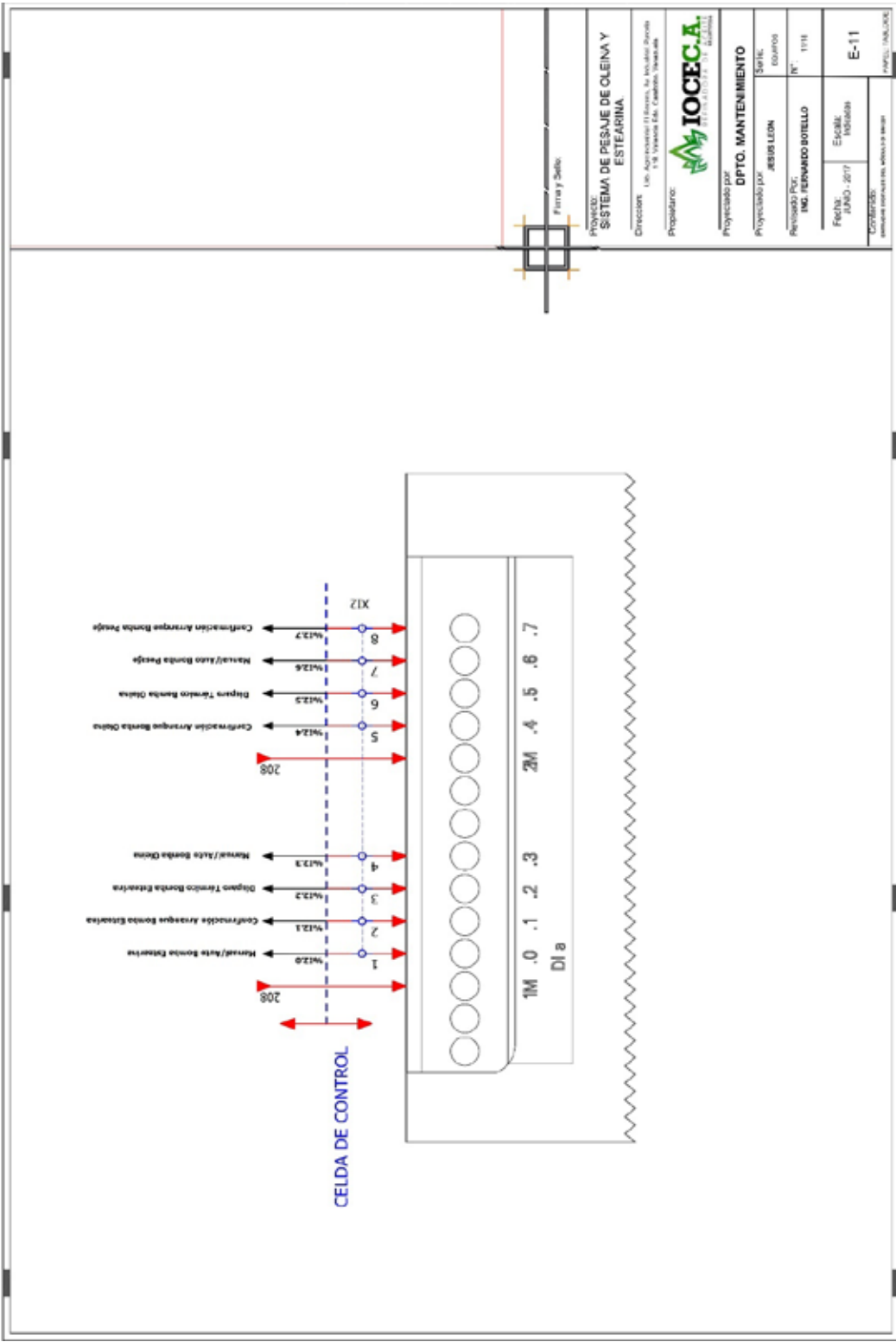


Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
#Img_OrdPosicion		Bool	Imagen de la orden de activacion
#Aux1_RmDesActivo		Bool	Marca de Desactivacion (Cierre) de Retroalimentacion de Valvula
#Tiempo_Falla		Time	Definicion de tiempo de falla
#Aux1_Falla_PosDesActivar		Bool	Marca de falla de posicionador por Desactivacion (Cierre)
#Ton_Falla_ArrDesactivo		IEC_Timer	Temporizador de falla por desactivacion (cierre)

Segmento 9: Generacion de falla de posicionador por Activacion

Jleon / Ultima Modificacion / 09-06-2017

Totally Integrated Automation Portal			
<pre> graph LR A["#Aux1_Falla_PosDesActivar"] --- B["#Falla_PosDesActivar"] B --- C["#Reset"] C --- D["#Falla_PosDesactivar"] D --- E["#Falla_PosDesactivar"] </pre>			
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
#Reset		Bool	Reset de falla del sistema
#Aux1_Falla_PosDesActivar		Bool	Marca de falla de posicionador por Desactivacion (Cierre)
#Falla_PosDesactivar		Bool	Señal de falla de valvula por desactivacion (Cierre)



PROYECTO:
SISTEMA DE PESAJE DE OLEINA Y ESTEARINA

Dirección:
 Cda. Amador del Bósquez, No. 14, Sector División
 1.ª, 2.ª, 3.ª, 4.ª, 5.ª, 6.ª, 7.ª, 8.ª, 9.ª, 10.ª, 11.ª, 12.ª, 13.ª, 14.ª, 15.ª, 16.ª, 17.ª, 18.ª, 19.ª, 20.ª, 21.ª, 22.ª, 23.ª, 24.ª, 25.ª, 26.ª, 27.ª, 28.ª, 29.ª, 30.ª, 31.ª, 32.ª, 33.ª, 34.ª, 35.ª, 36.ª, 37.ª, 38.ª, 39.ª, 40.ª, 41.ª, 42.ª, 43.ª, 44.ª, 45.ª, 46.ª, 47.ª, 48.ª, 49.ª, 50.ª, 51.ª, 52.ª, 53.ª, 54.ª, 55.ª, 56.ª, 57.ª, 58.ª, 59.ª, 60.ª, 61.ª, 62.ª, 63.ª, 64.ª, 65.ª, 66.ª, 67.ª, 68.ª, 69.ª, 70.ª, 71.ª, 72.ª, 73.ª, 74.ª, 75.ª, 76.ª, 77.ª, 78.ª, 79.ª, 80.ª, 81.ª, 82.ª, 83.ª, 84.ª, 85.ª, 86.ª, 87.ª, 88.ª, 89.ª, 90.ª, 91.ª, 92.ª, 93.ª, 94.ª, 95.ª, 96.ª, 97.ª, 98.ª, 99.ª, 100.ª

Propietario:
IOCECA
 INSTITUTO OLEOGRÁFICO DEL ESTADO

Proyectado por:
DPTO. MANTENIMIENTO

Proyectado por:
JESUS LEON

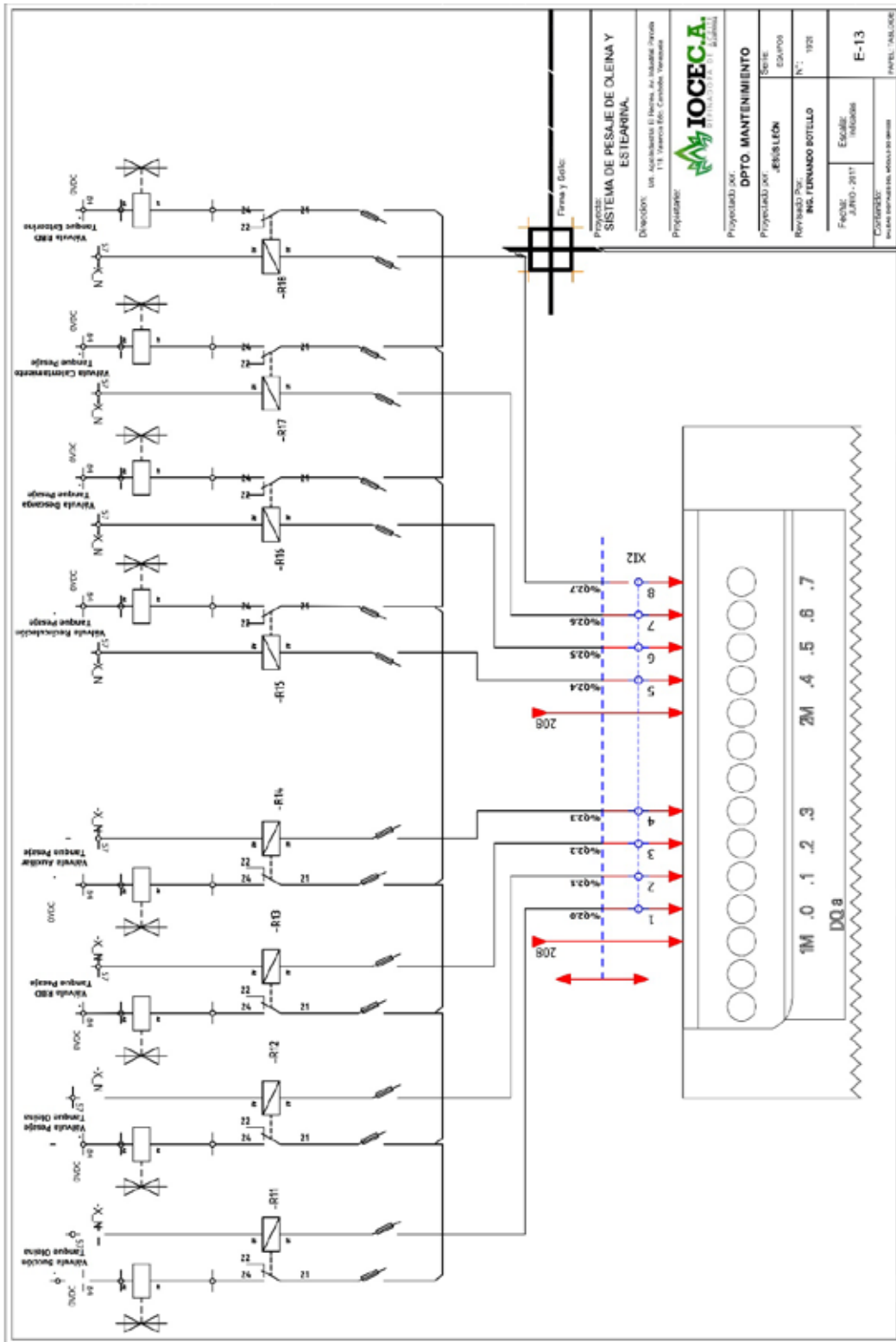
Revisado Por:
ING. FERNANDO BOTELLO

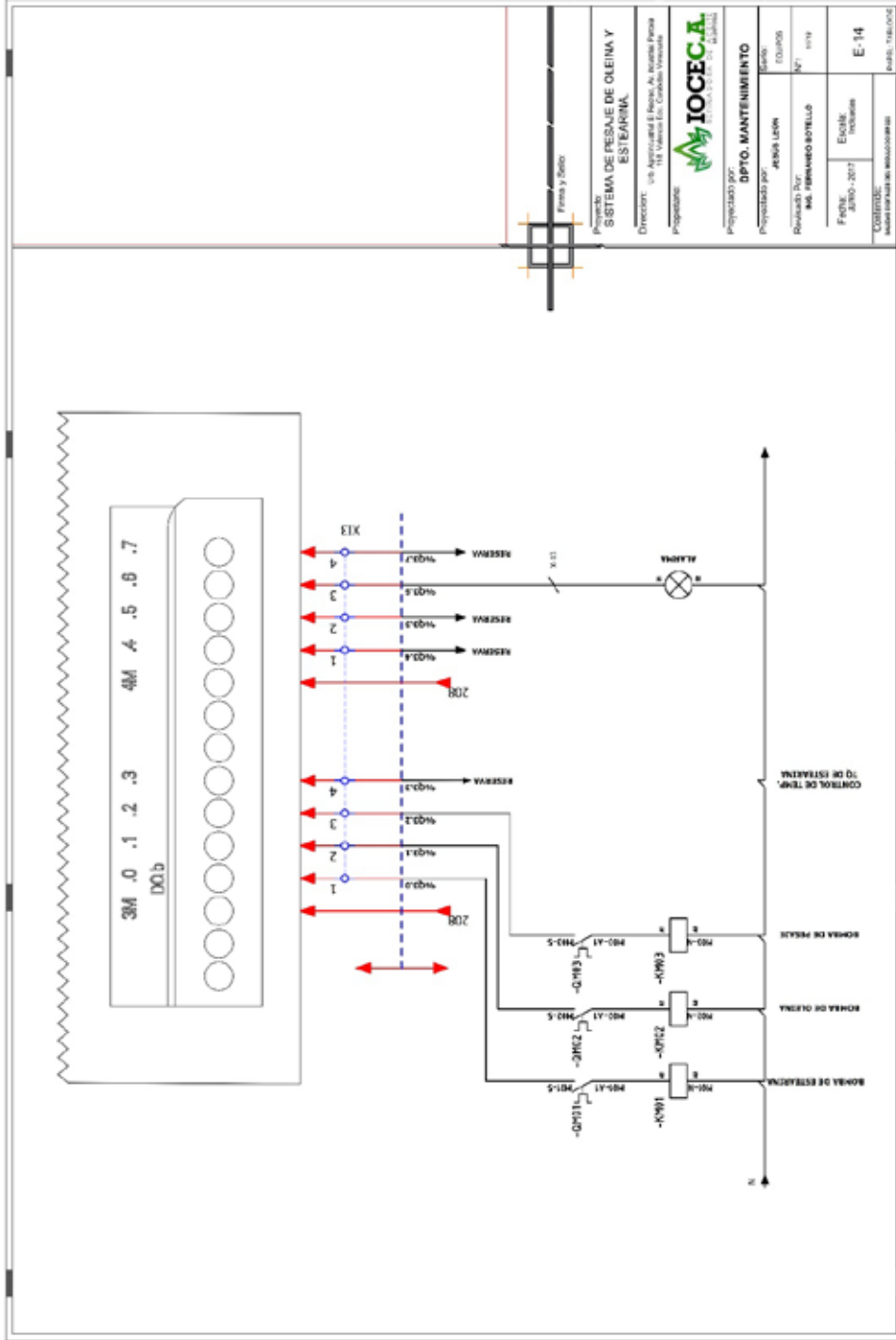
Fecha:
JUNIO - 2017

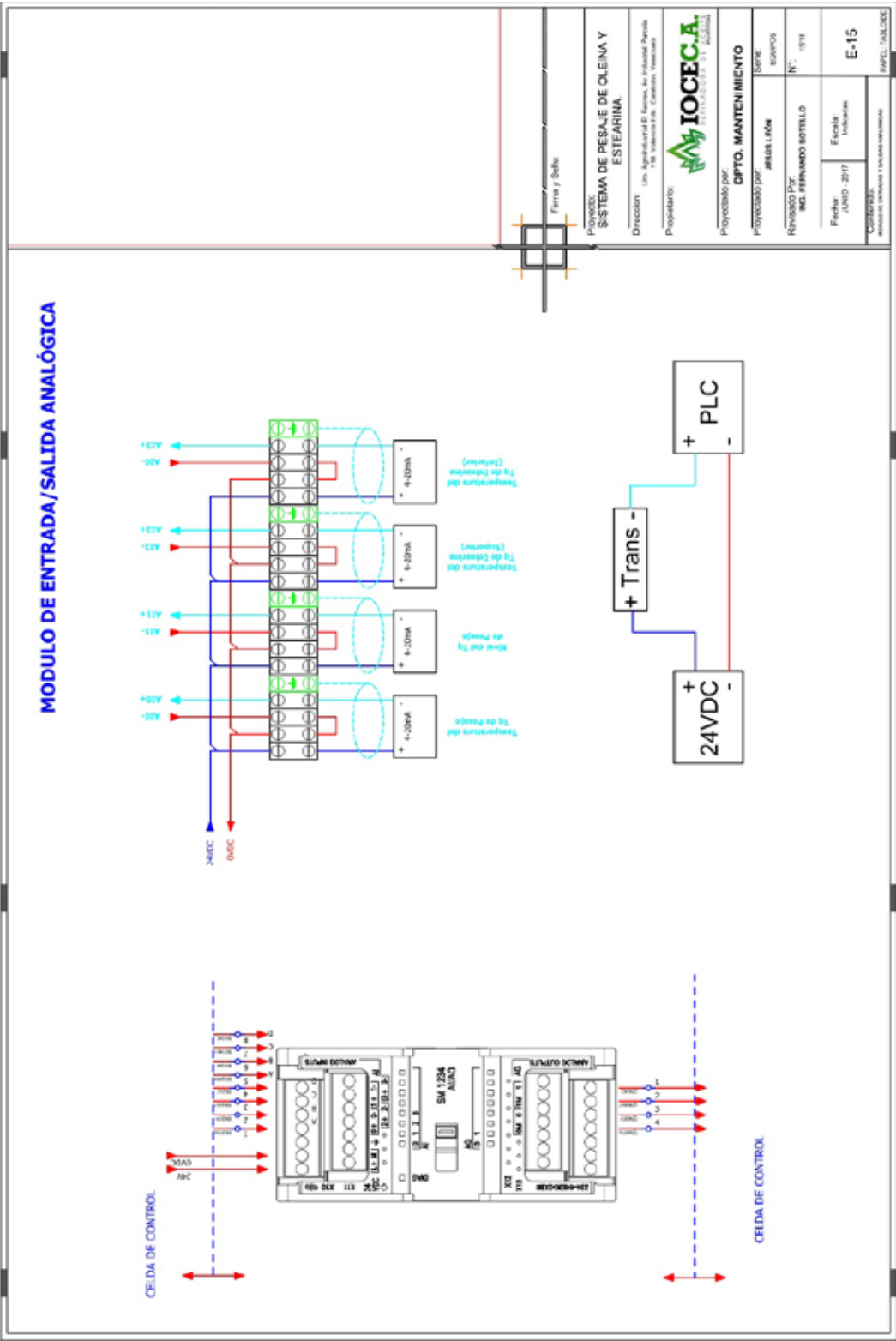
Escala:
1:1

Hoja:
E-11

PROYECTO: SISTEMA DE PESAJE DE OLEINA Y ESTEARINA



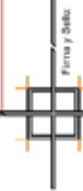
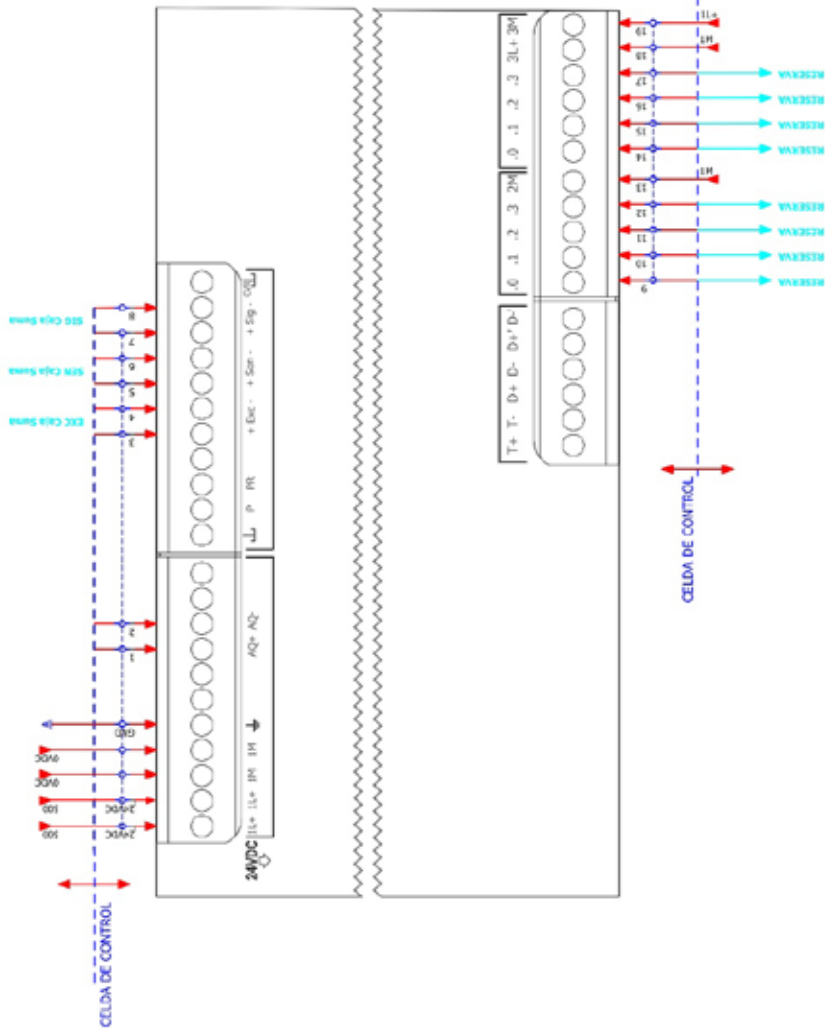




Firma y Sello:

PROYECTO: SISTEMA DE PESAJE DE OLEINA Y ESTEARINA	
Dirección: Una Unidad en el Estado de Hidalgo, Avenida 100, Veracruz de la Cruz, Veracruz, Veracruz	
Propietario: IOCEC.A. <small>ESTABILIZADOR DE AGUA</small>	
PROYECTO: 0000 D07	DPTO. MANTENIMIENTO
PROYECTO: 0000 D07	SERIE: 000000
REVISADO POR: ING. FERNANDO BOTELLO	N°: 1511
Fecha: JUNIO - 2017	Estado: Indefinido
COPIAS:	
Hoja 1 de Hojas 1 y 1 Hojas 1 de Hojas 1	
PAPEL: TALLADO	

**MÓDULO DE PESAJE SIWAREX WP231
(7MH4960-2AA01)**



Proyecto:
SISTEMA DE PESAJE DE OLEINA Y ESTEARINA

Dirección: **Car. Vichaco-Cruces (Cruces), B. Indígena (Arauca)**
188, Vichaco-Cruces, Guayana Francesa

PROYECTADO POR:
IOCEC.A.
INSTITUTO COLOMBIANO DE ESTADÍSTICA

PROYECTADO POR:
DPTO. MANTENIMIENTO

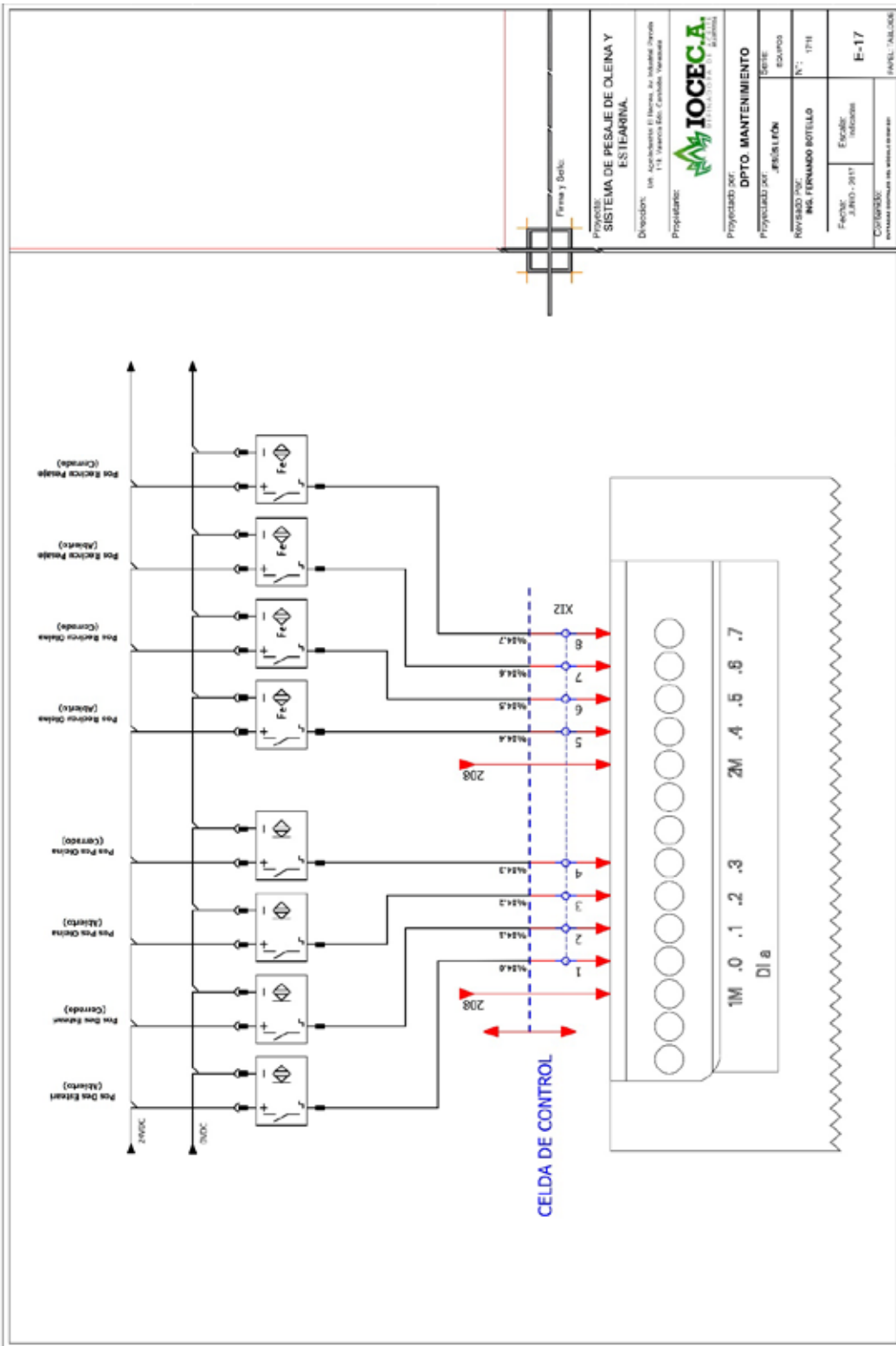
REVISADO POR:
ING. FERNANDO BOTELLO

Fecha: **JUNIO 2017**

Escala: **Indicador**

COMPROBADO:
E-16

PAPEL: TALLADO



Plano y Sección:

Proyecto: SISTEMA DE PESAJE DE OLEINA Y ESTEARINA.

Director: Ing. Jacobo María (I) Herrera de la Haza (I) Aranda
118, Avenida Edif. Comercio Veneciano

Propietario: **IOCEC.A.**
INDUSTRIAL OLEOGRÁFICA DE GUAYAMA

Proyectado por: DPTO. MANTENIMIENTO

Proyectado por: J. FERRER

Revisado por: ING. FERNANDO BOTELLO

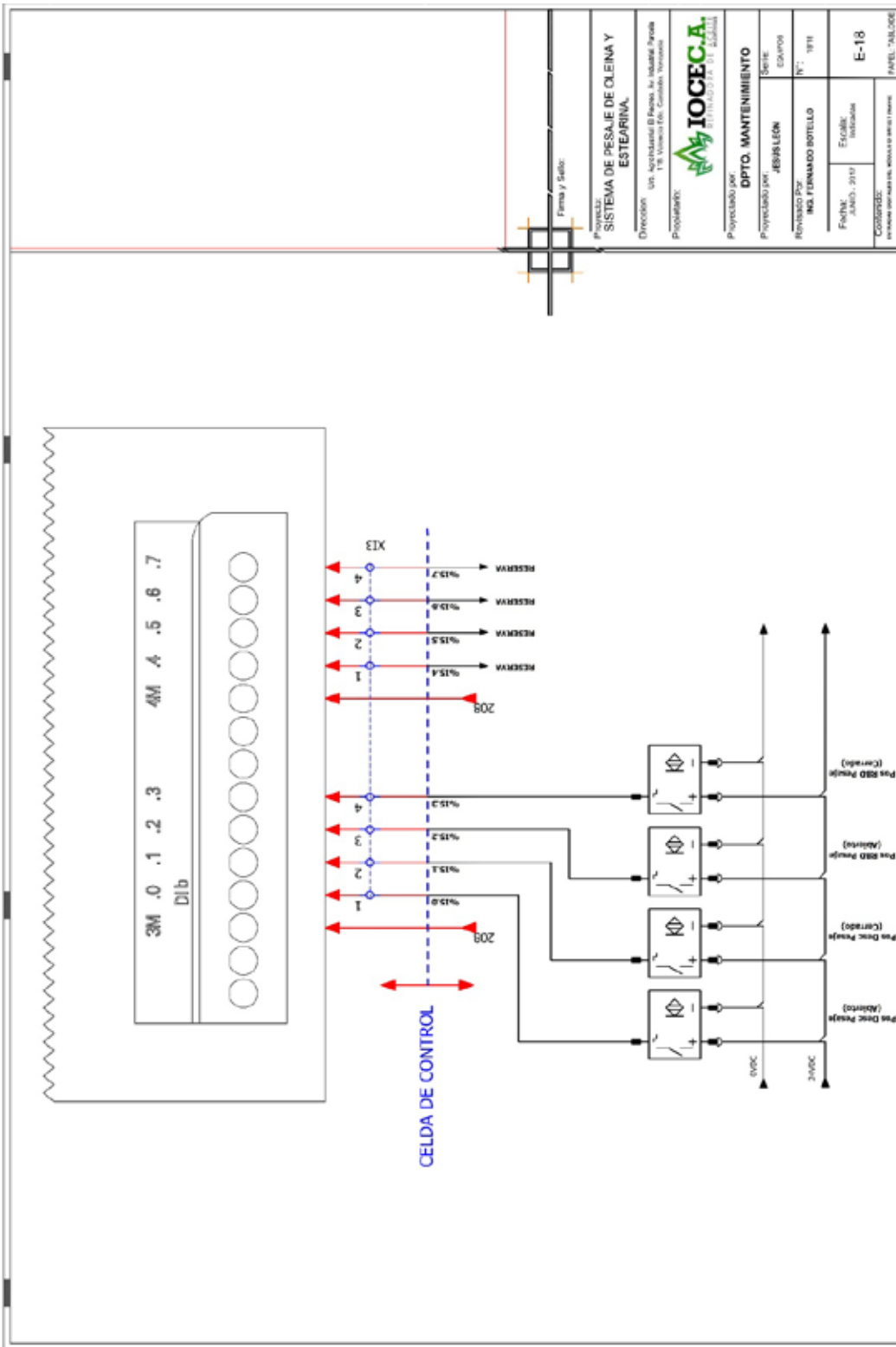
Fecha: JUNIO - 2011

Escala: 1:1000

COMPROBADO: E-17

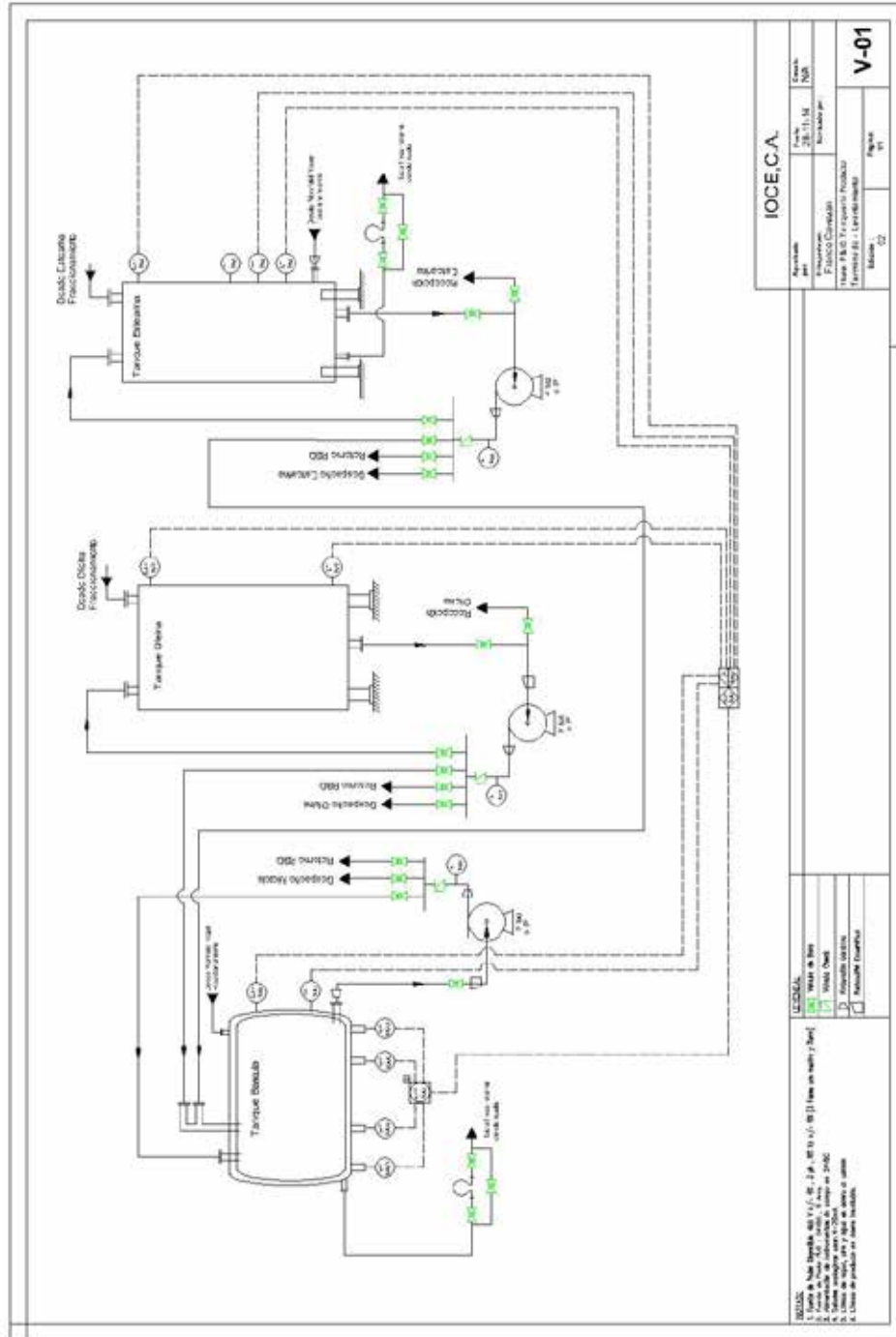
INSTRUMENTOS EMPLEADOS: 100, 1000, 10000, 100000, 1000000

PANEL: 1000000



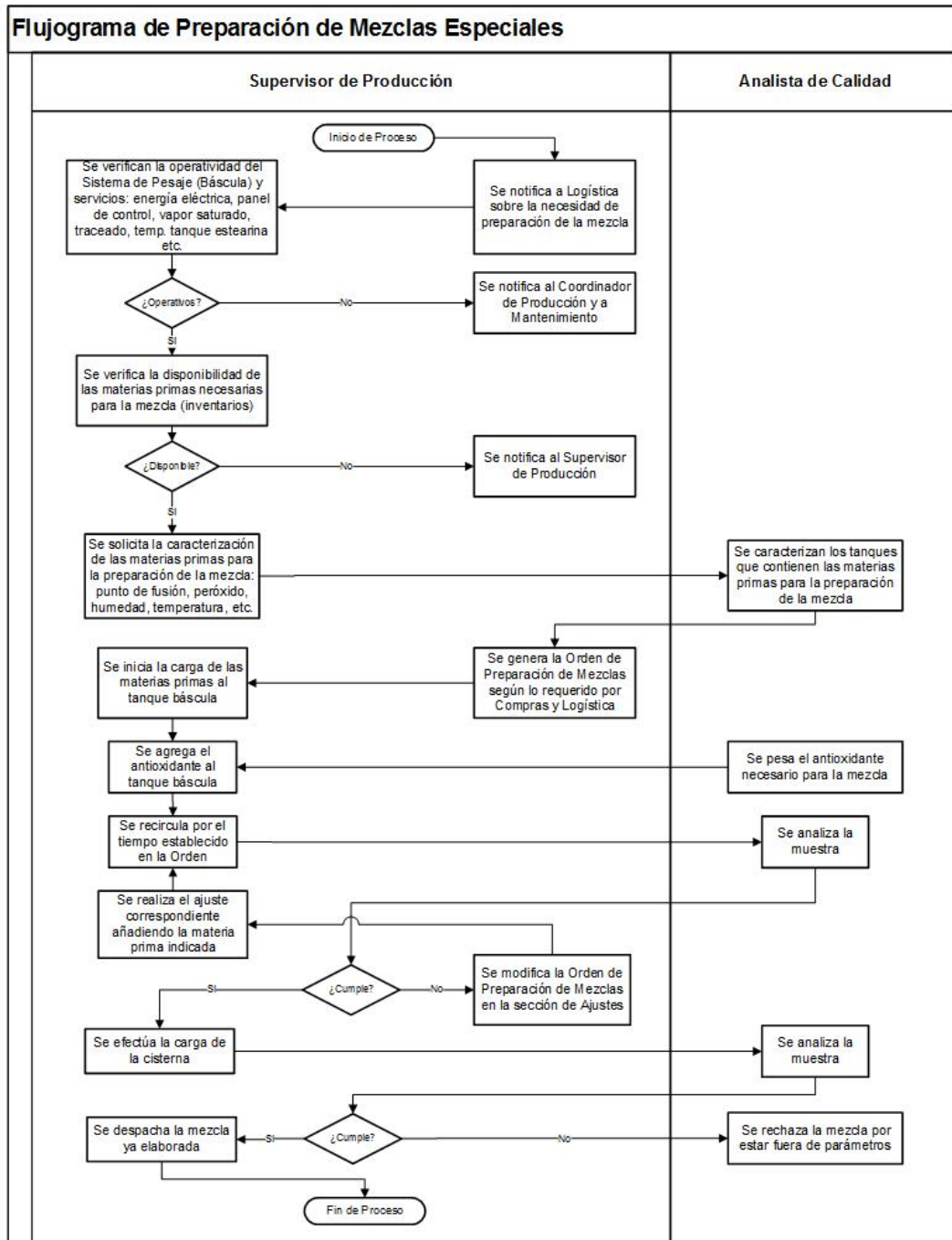
ANEXO A

P&ID del Sistema de Pesaje



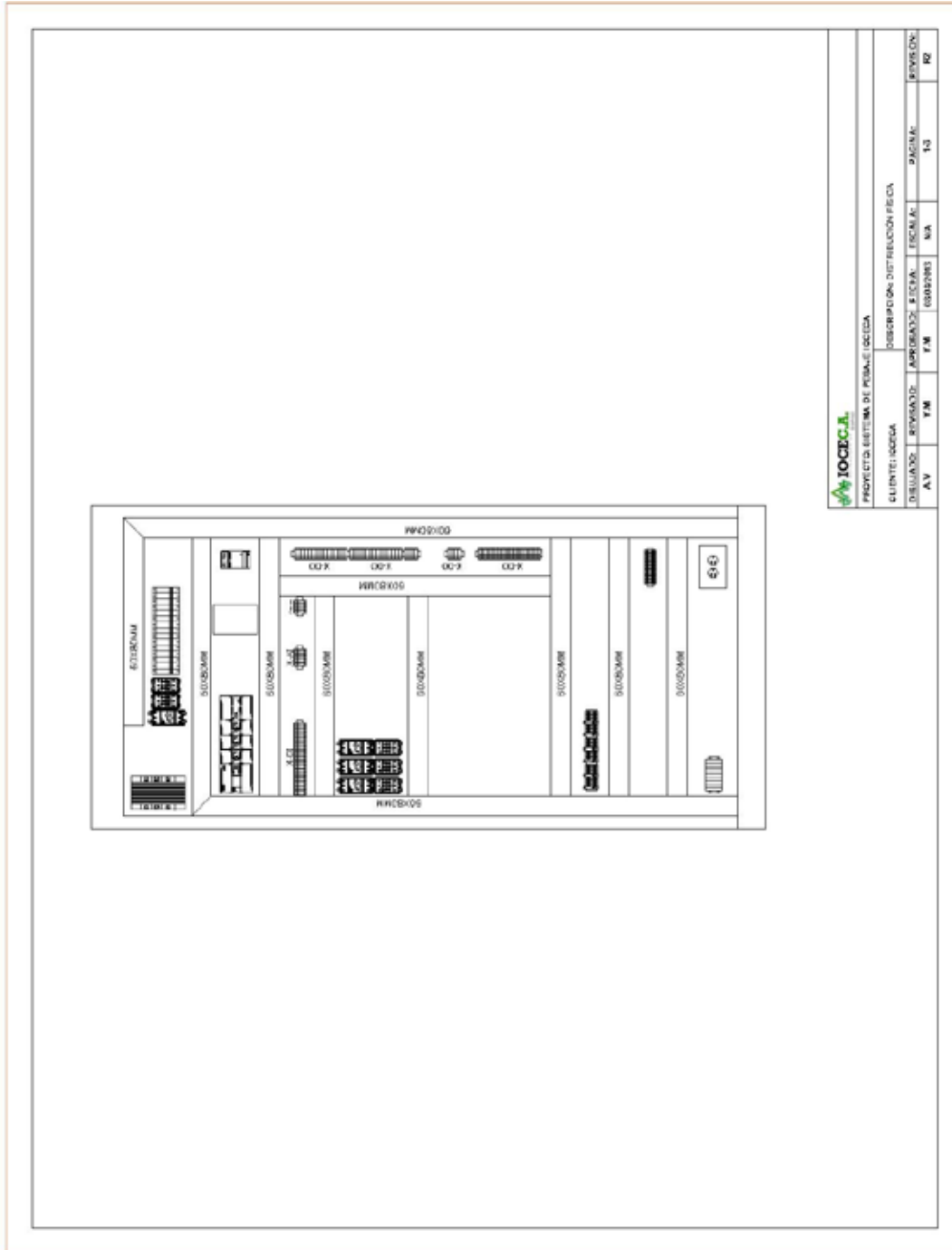
ANEXO B

Flujograma de Preparación de Mezclas Especiales



ANEXO C

Planos de control del sistema de pesaje



PROYECTO SISTEMA DE PESAJE OCECA

CLIENTE: OCECA SUBSECCIÓN: DIRECCIÓN PECA

DESAIGADO:	REVISADO:	Y.M	F.M	CONSEJERS	MA	PAGINA:	REVESION:
A.V						1-3	R2

