



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO DE GRADUACIÓN

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA MANEJO Y SUMINISTRO
DE SUSTANCIAS QUÍMICAS REACTIVAS PARA EVITAR EL RIESGO DE CONTACTO DE
LOS OPERADORES, GILDAN HOSIERY FACTORY S DE R. L.**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

PRESENTADO POR:

21511255 PATRICK ANTONIO HIDALGO TURCIOS

ASESOR:

ING. KARLA REYES

CAMPUS SAN PEDRO SULA;

JULIO, 2019

RESUMEN EJECUTIVO

La presente tesis se orienta en la aplicación de un Controlador Lógico Programable (PLC) para la automatización de un proceso que se ha realizado de manera manual durante un periodo de tiempo extenso, dicho proceso es el del llenado de isotanques con sustancias químicas reactivas como lo son el peróxido de hidrógeno y la soda cáustica, debido a la propuesta de trasiego manual, existe el riesgo de accidente por contacto entre los operadores y las sustancias químicas, además, el método de trasiego realizado por los operadores conlleva una gran cantidad de tiempo y otros recursos, siendo el recurso más importante lo operadores, el tiempo que invierten en dicha actividad, y su integridad física. En la realización del presente proyecto se ha aplicado un enfoque mixto, por cuanto se han recabado datos de manera cuantitativa como también de manera cualitativa. Se ha verificado la disminución del riesgo de accidente por exposición a agentes químicos, se ha confirmado la utilización eficiente de recursos apropiados para el proceso.

ABSTRACT

The present thesis is oriented in the application of a Programmable Logic Controller (PLC) for the automation of a process that has been carried out manually for an extended period of time, this process is the filling of isotanks with reactive chemical substances such as they are hydrogen peroxide and caustic soda, due to the proposal of manual transfer, there is a risk of accident by contact between operators and chemical substances, in addition, the method of transfer carried out by operators takes a lot of time and other resources, the operators being the most important resource, the time they invest in said activity, and their physical integrity. In the implementation of this project a mixed approach has been applied, since data has been collected quantitatively as well as qualitatively. The decrease in the risk of accident due to exposure to chemical agents has been verified, the efficient use of appropriate resources for the process has been confirmed system, its operation, its settings, the parameters with which it is working and even the failures that the system could be presenting in the event that they happen.

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	I
ABSTRACT	II
Glosario	VIII
I. Introducción	1
II. Planteamiento del Problema	3
2.1 ANTECEDENTES	3
2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
2.3 OBJETIVOS	4
2.3.1 OBJETIVO GENERAL	4
2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
2.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	4
2.5 JUSTIFICACIÓN	5
III. MARCO TEÓRICO	6
3.1 PRODUCTOS QUÍMICOS	6
3.2 RIESGO QUÍMICO	7
3.2.1 EFECTOS EN LA SALUD POR EXPOSICIÓN A PRODUCTOS QUÍMICOS	8
3.2.2 VÍAS DE PENETRACIÓN AL ORGANISMO	8
3.2.3 EFECTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE	11
3.3 MANEJO DE QUÍMICOS INDUSTRIALES	12
3.4 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE	14
3.4.1 PLC SIMATIC S7 1200	15
3.4.2 COMIENZOS DEL PLC	15
3.4.3 FUNCIONAMIENTO	17

3.4.4 MÓDULOS E/S ENTRADA SALIDA.....	18
3.5 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN	19
3.6 SENSORES	21
3.6.1 SENSOR INDUCTIVO	21
3.6.3 CELDA DE CARGA.....	22
3.7 ACTUADORES	23
3.7.1 ELECTROVÁLVULA.....	24
3.7.2 SOLENOIDE SQ1231DN-51-C6-Q	25
3.8 ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN (ISO)	26
3.9 ISOTANQUE.....	26
3.9.1 PARTES Y COMPONENTES DE UN ISOTANQUE	27
3.9.2 ISOTANQUES, MÉTODOS DE CARGA Y DESCARGA	29
3.9.2.1 MÉTODOS.....	29
3.9.2.1.1 CARGAS PELIGROSAS	30
3.9.2.1.2 MEDICIÓN DE LA CARGA	30
3.9.2.1.3 VERIFICACIÓN DEL SISTEMA COMPLETO	30
3.9.2.2 ISOTANQUE – CARGA.....	30
3.9.2.3 ISOTANQUE – DESCARGA.....	31
3.9.3 ISOTANQUE – TIPOS / PRODUCTOS.....	32
3.9.4 ISOTANQUE – TIPOS / PELIGROSIDAD	32
3.9.5 ISOTANQUE – CIRCUITO OPERATIVO	35
3.9.6 ISOTANQUE – PRUEBAS.....	36
3.9.7 ISOTANQUE – LAVADO	36
3.9.8 ISOTANQUE – VENTAJAS Y BENEFICIOS	38
4.1 ENFOQUE Y MÉTODOS	39
4.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS.....	39

4.2.1 TÉCNICAS APLICADAS.....	40
4.4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	42
V. ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	43
5.1 ARMADO DE PANEL DE CONTROL PARA EL LLENADO DE ISOTANQUES.....	43
5.1.2 CABLEADO DESDE EL PANEL DE CONTROL HASTA EL PANEL DE REGISTRO.....	44
5.1.3 CABLEADO HASTA EL PANEL DE CONTROL EN EL CUARTO DE QUÍMICOS.....	44
5.2 SENSORES Y ACTUADORES.....	45
VI. CONCLUSIONES.....	49
6.1 CONCLUSIÓN GENERAL.....	49
6.2 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS.....	50
VII. RECOMENDACIONES.....	51
7.1 PARA FUTUROS PROYECTOS.....	51
7.2 PARA LA UNIVERSIDAD.....	51
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	52
IX. ANEXOS.....	54
9.1 Esquemático de control de alimentación del PLC.....	54
9.2 Esquemático de control de tablero 1.....	55
9.3 Esquemático de control de tablero 2.....	56
9.4 Esquemático de salidas del PLC.....	57
9.5 Esquemático de entradas control de peróxido de hidrógeno.....	58
9.6 Esquemático de entradas control de peróxido de hidrógeno 2.....	59
9.7 Esquemático de salidas control de peróxido de hidrógeno.....	60
9.8 Esquemático de entradas control de soda cáustica.....	61
9.9 Esquemático de entradas control de soda cáustica 2.....	62
9.10 Esquemático de salidas control de soda cáustica.....	63
9.11 Esquemático de entradas analógicas de sensores de presión.....	64

9.12 Esquemático de RTD entradas de PT100.....	65
---	-----------

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Químicos Industriales.....	6
ILUSTRACIÓN 2 RIESGOS QUÍMICOS.....	7
ILUSTRACIÓN 3 VÍAS DE PENETRACIÓN DE UN QUÍMICO	9
ILUSTRACIÓN 4 CONTAMINACIÓN POR SODA CÁUSTICA.....	12
ILUSTRACIÓN 5 ROMBO DE SEGURIDAD	13
ILUSTRACIÓN 6 PLC	14
ILUSTRACIÓN 7 PLC MODICON 084	16
ILUSTRACIÓN 8 CICLO DE OPERACIÓN DEL PLC.....	18
ILUSTRACIÓN 9 ESQUEMA LENGUAJE LADDER PLC	20
ILUSTRACIÓN 10 DIAGRAMA DE FUNCIONES PLC.....	21
ILUSTRACIÓN 11 SENSOR INDUCTIVO NBB0,6-3M22-E2	22
ILUSTRACIÓN 13 CELDA DE CARGA C2G1.....	23
ILUSTRACIÓN 14 ELECTROVÁLVULA INOX/FPM	24
ILUSTRACIÓN 15 SOLENOIDE SQ1231DN-51-C6-Q	25
ILUSTRACIÓN 16 PARTES Y COMPONENTES DE UN ISOTANQUE.....	29
ILUSTRACIÓN 17 PANEL DE CONTROL DE DOSIFICACIÓN DE QUÍMICOS.....	45
ILUSTRACIÓN 18 SENSOR DE PRESIÓN	46
ILUSTRACIÓN 19 BUS DE ELECTROVÁLVULAS PARA CONTROL NEUMÁTICO	47
ILUSTRACIÓN 20 ACTUADOR NEUMÁTICO PARA APERTURA Y CIERRE DE VÁLVULAS.....	48
ILUSTRACIÓN 21 SENSOR DE POSICIÓN, INDICA EL ESTADO DE LA VÁLVULA (ABIERTA/CERRADA)	48

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 EFECTOS TÓXICOS POR SUSTANCIAS QUÍMICAS.....	10
TABLA 2 DATOS TÉCNICOS SENSOR INDUCTIVO 36M22	22

TABLA 3 TIPOS DE ACTUADORES	24
TABLA 4 FICHA TÉCNICA ELECTROVÁLVULA INOX/FPM	25
TABLA 5 SOLENOIDE SQ1231DN-51-C6-Q.....	26
TABLA 6 CÓDIGOS "T"	34
TABLA 7 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	42

GLOSARIO

- **Reactividad:** Capacidad para reaccionar en presencia de otras sustancias químicas o reactivos.
- **Reacción: (Quím.)** Proceso en que se transforman unos compuestos químicos en otros con producción o consumo de energía.
- **Toxicidad:** Capacidad de alguna sustancia química de producir efectos perjudiciales sobre un ser vivo, al entrar en contacto con él.
- **Trasegar:** Mudar las cosas de un lugar a otro, y en especial un líquido de una vasija a otra.
- **Transductor:** Dispositivo que transforma el efecto de una causa física, como la presión, la temperatura, la dilatación, la humedad, etc., en otro tipo de señal, normalmente eléctrica.
- **Sensores:** Dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presión, etc., y la transmite adecuadamente.
- **Neumático, ca:** Que funciona con aire u otro gas.
- **Químico:** Sustancias que cuentan con dos o más elementos que forman parte de la tabla periódica.
- **Enlace Químico:** Proceso químico responsable de las interacciones atractivas entre átomos y moléculas, y que confiere estabilidad a los compuestos químicos diatómicos y poliatómicos.
- **Isotaque:** Es un contenedor diseñado para transportar toda clase de líquidos, en cuya variedad se engloban los líquidos potables (categoría alimentación), los líquidos no peligrosos y peligrosos, entre los que se incluyen los de tipo corrosivo, inflamable, tóxico y explosivo, por citar unos cuantos.
- **Tara:** Es el peso del contenedor o empaque sin incluir el peso del producto (neto).

I. INTRODUCCIÓN

El propósito de toda empresa es generar utilidad, es decir llevar a cabo una serie de procesos para obtener un producto que despierte el interés de las personas por su calidad y precios accesibles para obtener ganancias de dichos productos, la calidad de los productos a precios bajos se logra implementando métodos e instrumentos para hacer cada vez más eficiente los procesos que se realizan en las industrias, cabe mencionar que el recurso humano es el recurso más importante que posee toda empresa, velar por su seguridad y comodidad dentro del ambiente laboral es trascendental para mantener una producción continua y elevada.

Para hacer los procesos más eficientes y velar por la seguridad de los empleados de la empresa textil GILDAN Hosiery Factory S. de R. L. ubicada en Río Nance, Cortés, se hará la implementación del equipo de automatización necesarios para alcanzar los objetivos mencionados anteriormente.

La empresa GILDAN ACTIVEWARE es una empresa textil fundada en Canadá por los hermanos Glenn y Greg Chamandy en 1984 después de haber adquirido una fábrica de tejido de calcetines en Montreal, Canadá, posteriormente expandió sus operaciones fabricando camisetas de algodón para los mayoristas para luego ser vendidas a empresas de serigrafía en Estados Unidos y Canadá las cuales le agregaban sus diseños y logos. Gildan ha logrado crecer gracias a los precios bajos a los que producen sus camisetas, incluso en comparación a sus competidores en China, esto debido a la tecnología implementada y sobre todo a los salarios bajos. La primera planta de tejido que la empresa abrió fuera de Canadá fue en Río Nance, Honduras, en 1997 con 1,200 empleados y un año después entró en el mercado de valores de Toronto y la American Stock Exchange. Gildan tiene su mayor base de operaciones fuera de Canadá en Honduras.

En el parque industrial de La empresa Gildan ubicado en Río Nance se encuentran un total de seis plantas dedicadas al tejido de telas para llevarlas a otras plantas dedicadas a la confección de prendas ubicadas en los otros parques industriales de Gildan, dicho en otras palabras, en el parque industrial de Río Nance solo se realiza el tejido de telas, y dos de las plantas realizan el tejido y teñido de calcetines, esas plantas son RN3 Hosiery Factory y RN4 Hosiery Río Nance.

La planta de Río Nance 3 (RN3), Hosiery Factory S. de R.L., además del tejido de calcetines, se dedica a un proceso relativamente nuevo, de aproximadamente 4 años, que es el del teñido de prendas ya confeccionadas, usualmente en las empresas textiles se tiñe primero el hilo con el que se teje la tela que se utiliza para la confección de prendas, el proceso de la planta de Río Nance 3, Hosiery Factory S. de R.L. es diferente dado a que en dicha planta se reciben las prendas ya confeccionadas sin color para ser teñidas en un proceso llamado "Garment Dye", traducido al español como "Teñido de prendas", el teñido se realiza en unas máquinas de fabricación Italiana especializadas en dicho proceso. Previo al proceso de teñido es necesario que las prendas estén totalmente blancas para lo cual se utilizan blanqueadores como el peróxido de hidrógeno y la soda cáustica, estas sustancias químicas se usan en grandes cantidades por lo que necesitan que los reservorios estén siempre disponibles con estas sustancias químicas que son tan importantes para posteriormente teñir las prendas con el color que el cliente ha solicitado.

En el presente documento se busca detallar el proceso de automatización de trasiego de agentes químicos reactivos para hacer los procesos más eficientes y velar por la seguridad de los empleados Hosiery Factory S. de R. L. para lo cual se hará la implementación del equipo de automatización, como el Controlador Programable y sus sistemas de medición de datos del entorno, el proceso a automatizar será el proceso de trasiego de agentes químicos reactivos como soda cáustica y peróxido de hidrógeno, desde los isotanques de almacenamiento principal hacia los isotanques de dosificación y distribución de químicos hacia las máquinas para el teñido de prendas.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 ANTECEDENTES

Gildan Hosiery Factory S. de R. L. lleva a cabo el proceso de teñido de prendas tales como calcetines, camisas, camisetas y sudaderas por medio de maquinaria especializada de procedencia Italiana, las prendas se reciben sin color, esto no significa que vienen con un color perfectamente blanco y es por eso que se deben blanquear antes de ser teñidas y en especial si el color que se le quiere dar a la prenda es en sí el blanco, aquí es donde entran en uso las sustancias como el peróxido de hidrógeno y la soda cáustica con una concentración del 50 , tanto el peróxido de hidrógeno como la soda cáustica se utilizan para decolorar las prendas y dejarlas completamente blancas. Ha habido casos en que a los operarios les han salpicado estos químicos al momento del trasiego debido a que no cuentan con un sistema seguro para trasiego del mismo, el hecho de que los operadores entren en contacto con estas sustancias químicas es de mucho interés pues está en riesgo el bienestar de dichos operadores.

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La seguridad de las personas que realizan el trabajo de trasiego de los químicos desde los isotanques principales que se encuentran en la parte externa de la planta hasta la parte interna, específicamente el cuarto de químicos el cual está diseñado para alojar los diferentes químicos requeridos para la cumplimiento de los procesos que se llevan a cabo en Hosiery Factory, es de mucha importancia el bienestar de las personas siempre es y será la prioridad y como ventaja agregada de igual forma está la del ahorro de tiempo con el proceso automatizado, previo a este proyecto de automatización un operador debía mover, asistiéndose de un montacargas, dos tanques (uno para el peróxido de hidrógeno y el otro par la soda cáustica) hasta los isotanques de mayor volumen que almacenan estos químicos los cuales están ubicados en la parte posterior de la planta por motivos de seguridad, una vez que se llenaban los tanques pequeños desde los isotanques principales, los tanques pequeños se llevaban al cuarto de químicos y se bombeaba su contenido hasta los tanques correspondientes los cuales ya cuentan con un sistema automatizado para envío por pedido de las máquinas teñidoras, el inconveniente está en que el trasiego desde los isotanque principales (tanques de mayor volumen ubicados en la parte de atrás de la planta) hasta los isotanques alojados en el cuarto de químicos tenía que hacerse de manera manual por un operario, exponiéndolo al riesgo de entrar en contacto directo con estos químicos reactivos. Por los motivos que se han

mencionado se vio conveniente automatizar el proceso de trasiego de químicos por medio de un PLC de la marca Siemens y de modelo: S7 1200 1215C; El PLC recibe las señales de seis transductores de presión para conocer la cantidad de químico que contiene cada uno de los seis isotanques, el PLC de la misma manera recibe señales digitales y sus salidas son totalmente digitales pues energiza electroválvulas para el control de actuadores neumáticos que abren y cierran las válvulas de llenado y de envío de químicos, reiterando, el Controlador Lógico Programable no trabaja con salidas analógicas en este proyecto.

2.3 OBJETIVOS

Los objetivos sirven como una guía para la etapa de ejecución de las acciones. Son fuente de legitimidad: los objetivos justifican las actividades de todos los miembros de una empresa o un proyecto. Sirven para evaluar las acciones, la eficacia y productividad del equipo que conforma la empresa o que está a cargo del proyecto. (Diana de León, 2010)

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema automatizado que permita una dosificación adecuada de sustancias químicas reactivas para evitar el riesgo que representan estos químicos ante la exposición y contacto de los operadores.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar un sistema para reducir el tiempo del proceso de llenado de los reservorios con un método seguro y eficiente.
- Aplicar un sistema con el que se reduzca la utilización de recursos como montacargas, su respectivo combustible y maxicubos.
- Aplicar un sistema con el que se reduzca la utilización de recursos como montacargas, su respectivo combustible y maxicubos.

2.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál será la diferencia de tiempos de llenado de los tanques con el sistema automatizado en comparación con el método previo?

¿Se redujo el uso parcial o completo de la utilización del montacargas para el trasiego de las sustancias químicas?

¿El riesgo de un accidente por contacto entre el operador y las sustancias químicas se reducen total o parcialmente?

2.5 JUSTIFICACIÓN

Como se ha mencionado anteriormente, el objetivo principal de la empresa en cuestión es generar la mayor utilidad posible, reducir las pérdidas de recursos, reducir las pérdidas de tiempos muertos y reducir el número de accidentes ocurridos dentro de las instalaciones de la empresa, este último motivo también va de la mano del principal interés de la empresa, su recurso humano pues es son sus empleados quienes realizan los productos que le generan las utilidades a la empresa, por esta razón la empresa Hosiery Factory invierte en equipos de protección personal e incluso en equipos para la automatización de trabajos de alto riesgo como lo es el riesgo de exposición a agentes químicos.

La maquinaria en Gildan Hosiery Factory S. de R. L. funciona las veinticuatro horas del día y los 7 días de la semana, con la excepción de sus respectivas horas de rutina de mantenimiento preventivo, las cuales se hacen semanalmente 2 horas el día asignado, quincenalmente 4 horas el día asignado y mensualmente 8 horas el día asignado, asimismo, se incluyen las horas del mantenimiento correctivo las cuales son las que se quieren evitar para que la producción sea constante, la principal función de estas máquinas es la del teñido de prendas y por cada carga de prendas que se le ingrese a la máquina se debe blanquear las prendas como primer paso del proceso de teñido, el peróxido de hidrógeno y la soda cáustica se utilizan en grandes cantidades y es indispensable para el trabajo por lo que es de gran importancia que siempre haya abastecimiento de estos químicos y también que la dosificación sea de manera segura e involucre lo menos posible la participación de personas cerca de estos químicos, por todos estos motivos es imprescindible que se realice de manera automática con tuberías de envío para el trasiego del químico y un autómatas programable (PLC) que controle todo el proceso.

Con la automatización del proceso de trasiego se asegura la integridad física de los operadores y se mantiene disponible la cantidad necesaria de químicos en los reservorios correspondientes.

Desde la perspectiva de la Química como ciencia, la materia es todo aquello que se forma a partir de átomos o moléculas, y con la propiedad de encontrarse en estado sólido, líquido o gaseoso. Además de ocupar un volumen, la materia tiene otras propiedades, tales como, masa, energía, presión, temperatura, densidad, etc. (Gallego Picó, Garcinuño Martínez, & Morcillo Ortega, 2013b, p. 99)

3.2 RIESGO QUÍMICO

Toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, puede incorporarse al aire ambiente en forma de polvos, humos, gases vapores, con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos y en cantidades que tengan probabilidades de lesionar la salud de las personas que entran en contacto con ellas. (Robledo, 2015, p. 2)

El riesgo químico se refiere a la exposición no controlada de cualquier sustancia química la cual puede generar efectos agudos o crónicos y la aparición de padecimientos. Los productos químicos tóxicos igualmente pueden provocar consecuencias locales y sistémicas según la naturaleza del producto y la vía de exposición.



Ilustración 2 Riesgos Químicos

Fuente: Riesgo Químico, Ernesto Barazarte

3.2.1 EFECTOS EN LA SALUD POR EXPOSICIÓN A PRODUCTOS QUÍMICOS

En la industria se utilizan habitualmente múltiples productos químicos, los cuales pueden causar daños severos para la salud y el medio ambiente si no son manejados adecuadamente, estos pueden llegar a ocasionar dos tipos de efectos perjudiciales para el ser humano:

- Efectos a corto plazo, se denominan "toxicidad aguda" ya que los productos actúan como venenos que se propagan por todo el cuerpo a través de la sangre llegando a causar náuseas, vómitos, dolores de cabeza, vértigos, incluso llegando a causar quemaduras de tercer grado en la piel u órganos internos.
- Efectos a largo plazo son más lentos, requieren exposiciones repetidas y pueden tardar meses o años en aparecer. Se les denomina "toxicidad crónica". Entre estos efectos, los más graves son el cáncer, las alteraciones genéticas, las reacciones alérgicas, entre otros.

3.2.2 VÍAS DE PENETRACIÓN AL ORGANISMO

Una vez que un producto químico entra en el organismo, puede provocar distintos efectos nocivos, entre ellos efectos inmediatos (agudos) o a largo plazo (crónicos), que pueden no aparecer hasta años después de la exposición. Los productos químicos tóxicos igualmente pueden provocar consecuencias locales y sistémicas, según la naturaleza del producto y la vía de la exposición.

Los agentes químicos tienen diferentes vías por las cuales puede entrar en el organismo, las cuales son:

- **Vía respiratoria:** Entra a través de los pulmones por la inhalación y es la vía de entrada más importante.
- **Vía dérmica:** Esta vía de entrada es por medio de la absorción a través de la piel y su entrada puede ser al estar directamente con el agente químico o puede ser vehiculizada por otras sustancias.
- **Vía digestiva:** Se entiende a esta vía de entrada como la ingestión de los agentes químicos a través de la boca.
- **Vía parenteral:** Esta vía de entrada se debe a una discontinuidad de la piel, es decir, una herida abierta o incluso la penetración por inyección o punción.

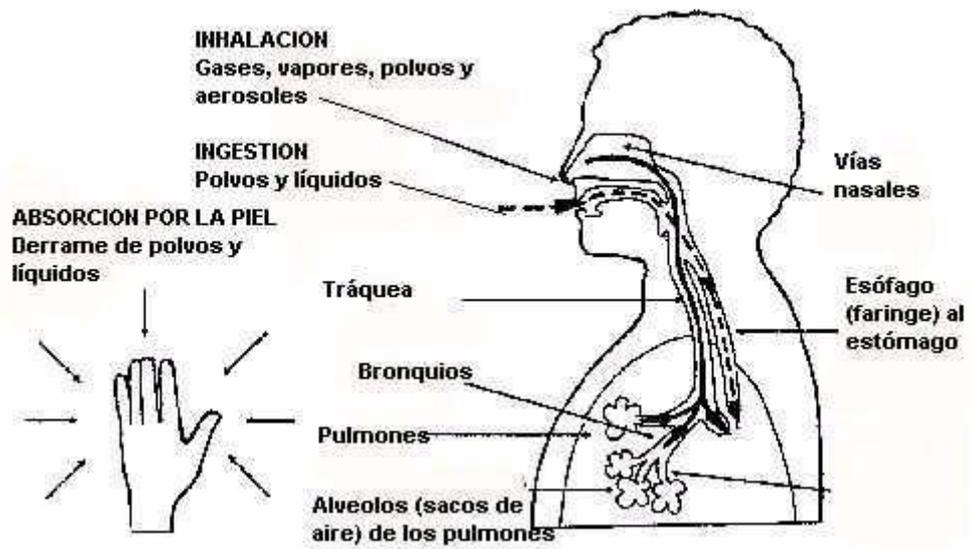


Ilustración 3 Vías de Penetración de un Químico

Fuente: Riesgos Químicos (2015)

Tabla 1 Efectos tóxicos por sustancias Químicas

Propiedad tóxica	Parte del organismo afectada	Tiempo que tarda en aparecer la afección	Efecto
Irritante o corrosiva	Cualquiera, pero normalmente los ojos, los pulmones y la piel	De unos minutos a varios días	Inflamación, quemaduras y ampollas de la zona expuesta. Con frecuencia se cura tras una exposición aguda. La exposición crónica puede provocar daños permanentes.
Fibrógena	Normalmente los pulmones	Años	Pérdida gradual acumulada de la función de los pulmones que provoca discapacidad y muerte si hay una exposición crónica.
Alérgica	Cualquiera, pero frecuentemente los pulmones y la piel.	De días a años	En los pulmones puede provocar enfermedades crónicas similares al asma e incapacidad permanente. En la piel puede producir dermatitis profesional
Dermatítica	Según la piel.	De días a años.	Sarpullidos con inflamación y descamación de la piel. Puede proceder de una exposición crónica a productos irritantes, agentes alérgicos, solventes o detergentes.

3.2.3 EFECTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

La mayoría de las personas desconocen los efectos de los productos químicos y por lo tanto no saben cómo proceder a eliminar los desechos químicos, por lo que los productos químicos son literalmente tirados a la naturaleza, por ejemplo en los cuerpos de agua como los océanos, en los ríos o lagos o simplemente en el campo, a menudo con graves consecuencias para los seres humanos y el medio natural. Dependiendo de los productos químicos en cuestión, las consecuencias pueden ser tales como problemas de salud en los trabajadores (que normalmente no conocen los peligros de los productos químicos) y la comunidad y daños indelebles para el medio natural. En otros países, existen leyes estrictas sobre eliminación de productos químicos para proteger a las personas y al medio natural. Algunos ejemplos sobre las consecuencias que tienen los productos químicos sobre el ambiente son: la toxicidad para los seres vivos y la capacidad de contaminar el agua, la atmósfera o el suelo. Son especialmente preocupantes las sustancias que son persistentes y bioacumulativas:

- Ecotóxicas: tóxicas para los seres vivos, se dividen según sean dañinas para organismos acuáticos o terrestres.
- Contaminantes del agua: incluye las sustancias que favorecen el crecimiento excesivo de algas o plantas dificultando la vida acuática (sustancias eutrofizantes).
- Contaminantes atmosféricos: sustancias que forman las nieblas de ciudades y zonas industriales, Ej. Contaminantes Orgánicos Volátiles (COV); sustancias que acidifican el agua de lluvia.
- Persistentes: son sustancias que permanecen en el medio natural, no se degradan fácilmente y por tanto permanecen en el agua o suelo durante decenas de años, generando una amenaza para la salud.
- Bioacumulativas: se acumulan en los tejidos grasos de los organismos y, por tanto, en la grasa de las personas y de los animales que consumimos, pudiendo provocar graves daños a la salud.



Ilustración 4 Contaminación por Soda Cáustica

Fuente: Empresa el Mercurio S.A.P.

3.3 MANEJO DE QUÍMICOS INDUSTRIALES

Para el manejo seguro y aceptable de las sustancias y productos químicos durante su manufactura, procesamiento, transporte, uso en laboratorios, venta, uso general y desecho final, se han establecido códigos internacionales, sistemas de información y normas de señalización y rotulado, que ayudan al personal que utiliza de alguna manera estas sustancias, a reconocer su peligro según su naturaleza química y su estado físico, y a tomar las medidas necesarias de prevención y protección.

Los fabricantes o importadores de productos químicos y todo empleador que evalúan los riesgos son responsables de la calidad de las determinaciones de riesgos que realicen. Cada producto químico debe ser evaluado según su potencial de causar efectos adversos sobre la salud y de presentar riesgos físicos tal como la inflamabilidad. Toda información proveniente de la evaluación de riesgos debe estar incluida en la hoja MSDS (Material Safety Data Sheet). («Productos químicos peligrosos», 2012, párr. 3)

Procedimientos de Manipulación:

- Antes de manipular un producto nuevo o no habitual se debe leer la información de su ficha de datos de seguridad (FDS) y actuar conforme a sus indicaciones.
- No coma, beba, fume, aplique cosméticos o manipule lentes de contacto en la zona de trabajo en las que manipule o almacene agentes químicos.
- Mantenga los recipientes que contienen sustancias químicas cerrados cuando no trabaje con ellos así evitamos emanaciones de vapores.



Ilustración 5 Rombo de Seguridad

Fuente: Standard System for the Identification of th Hazards Materials for Emergency Response, NFPA 704

3.4 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

Daneri (2008) afirma:

La producción a gran escala involucra tareas repetitivas, donde se debe mantener, además, un conjunto de magnitudes (por ejemplo, la temperatura, etc.) dentro de márgenes preestablecidos. La aplicación de los dispositivos electromecánicos y electrónicos en el área industrial permitió automatizar las tareas repetitivas, aumentando así los niveles de producción, y controlar las magnitudes físicas en forma más precisa. Automatizar y controlar, las principales funciones que desempeñan los sistemas de control. (p. 9)

El PLC (Programmable Logic Controller en inglés) es un dispositivo creado con el propósito de controlar procesos secuenciales (una etapa después de la otra) y repetitivos que se ejecutan en un ambiente industrial. Es decir, que van asociados a la maquinaria que desarrolla procesos de producción y controlan su trabajo.

Los PLC son similares a las computadoras, pero mientras que las computadoras están optimizadas para tareas de cálculo y visualización, los PLC están optimizados para tareas de control y Ambiente industrial. Así, los PLC son de diseño robusto capaz de soportar vibraciones, temperaturas relativamente altas, humedad y el ruido. También tienen una interfaz para entradas y salidas incorporadas dentro del controlador. Los Controladores lógicos programables se programan fácilmente y tienen una programación fácil de entender usando el lenguaje que se ocupa principalmente de la lógica y el cambio de operaciones.



Ilustración 6 PLC

Fuente: SIEMENS global

Un automatismo es un sistema que realiza una labor de manera automática de acuerdo a los parámetros con los cuales ha sido diseñado. Los objetivos de un automatismo son mejorar la eficiencia del proceso incrementando la velocidad de ejecución de las tareas, la calidad y la precisión, disminuyendo además los riesgos que se podrían tener si las mismas fuesen manuales. (Daneri, 2008, p. 13)

3.4.1 PLC SIMATIC S7 1200

El controlador S7-1200 ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, PROFINET integrado, E/S de control de movimiento de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas, todo ello en una carcasa compacta, conformando así un potente controlador. Una vez cargado el programa en la CPU, esta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

3.4.2 COMIENZOS DEL PLC

El primer PLC se desarrolló en 1969 y ahora son ampliamente utilizados en la industria y se extienden desde pequeñas unidades autónomas para usar con quizás 20 entradas y salidas digitales a sistemas modulares que pueden utilizarse para grandes cantidades de entradas y salidas, manejar entradas / salidas digitales o analógicas, y de la misma manera llevar fuera de los modos de control proporcional-integral-derivado.

Los controladores realizaban principalmente procesos secuenciales repetitivos y se programaban exclusivamente con listas de instrucciones usando equipos de programación pesados y voluminosos. Después de la invención del microprocesador, los equipos eran capaces de manejar mayor cantidad de datos y realizar operaciones aritméticas sencillas. A medida que las operaciones se volvían más complejas, los controladores pudieron tomar los datos del campo en forma numérica, resolver ecuaciones y generar señales correctivas al proceso (lazos cerrados).

El PLC (Control Lógico Programable) apareció con el propósito de eliminar el enorme costo que significaba el reemplazo de un sistema de control basado en relés (relays) a finales de los años 60.

Los PLC tienen la gran ventaja de que el mismo controlador básico puede ser utilizado con una amplia gama de sistemas de control. Para modificar un sistema de control y las reglas que se van a utilizar, todo lo que es necesario es que un operador clave en un conjunto diferente de instrucciones. No hay necesidad de volver a cablear. El resultado es un sistema flexible y rentable que puede utilizarse con sistemas de control que varían bastante en su naturaleza y complejidad.

La empresa Bedford Associates (Bedford, MA) propuso un sistema al que llamó Modular Digital Controller o MODICON a una empresa fabricante de autos en los Estados Unidos.

El MODICON 084 fue el primer PLC producido comercialmente. Con este sistema cuando la producción necesitaba variarse, entonces se variaba el sistema y este estaba listo para seguir trabajando.

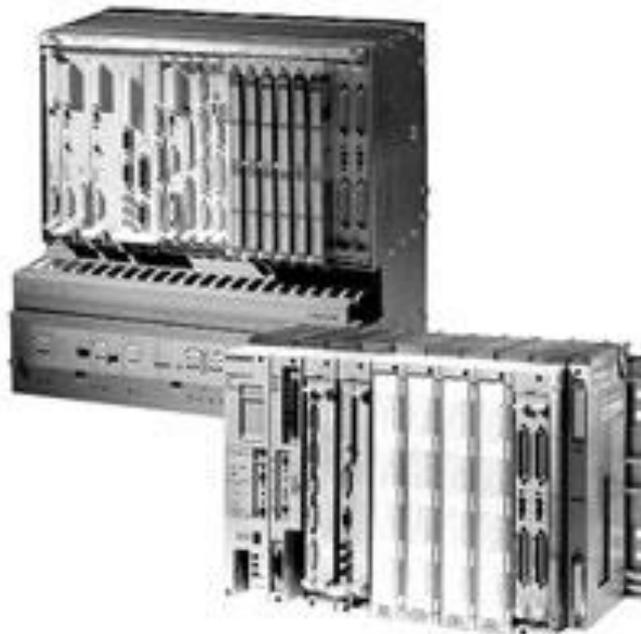


Ilustración 7 PLC MODICON 084

Fuente: unicrom

3.4.3 FUNCIONAMIENTO

Los PLC se componen de tres partes principales las cuales son la obtención de señales mediante los sensores y transductores los cuales pueden ser digitales o analógicos, seguido del procesamiento de las señales de entrada por lógicas de control y por último la ejecución de los procesos que se la han programado utilizando los actuadores que son controlados por las salidas del controlador.

Una vez puesto en marcha, el PLC entra en modo de operación, ejecuta y repite una serie de pasos en un orden específico según la programación de este.

Antes de entrar en el ciclo de operación el PLC realiza una serie de gestiones comunes, que tratan esencialmente de inicializar los estados del mismo y hacer revisiones del hardware. Estas rutinas de verificación, incluidas en el programa monitor ROM, comprueban:

- El bus de conexiones de las unidades de E/S.
- El nivel de la batería, si esta existe.
- La conexión de las memorias internas del sistema.
- El módulo de memoria exterior conectado, si existe.

En el segundo bloque se analizan los estados de las entradas y de las salidas y se procesan las órdenes de mando o de salida a partir de ellos. El tiempo de ejecución de este bloque de operaciones es la suma del:

- Tiempo de acceso a interfaces de E/S.
- Tiempo de escrutación de programa.
- Número y ubicación de las interfaces de E/S.
- Longitud del programa y tipo de CPU que lo procesa.

05 Escribe en las salidas

04 Efectúa un autodiagnóstico

03 Procesa las peticiones de comunicación

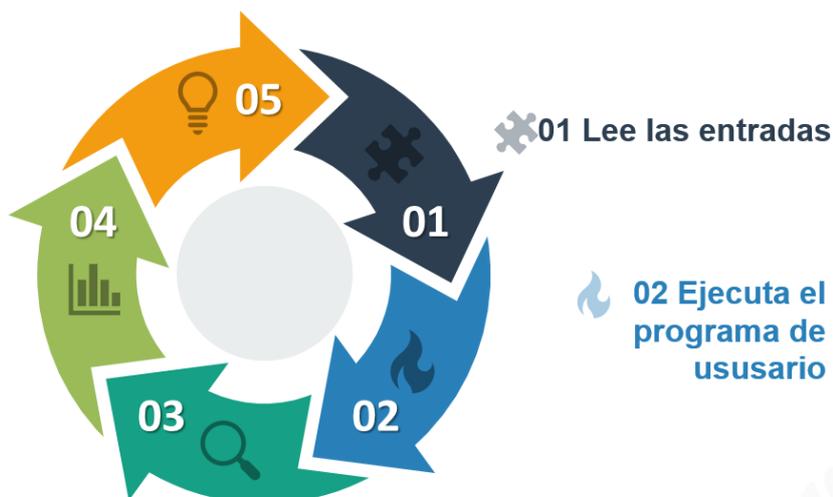


Ilustración 8 Ciclo de Operación del PLC

Fuente: Elaboración propia en Microsoft Power Point

3.4.4 MÓDULOS E/S ENTRADA SALIDA

(Daneri, 2008) afirma: "Los PLC disponen de un conjunto de entradas y salidas. Las entradas reciben las señales provenientes de los dispositivos de campo, tales como sensores e interruptores, mientras que las salidas accionan los motores, válvulas u otros aparatos que generan cambios energéticos en el proceso" (p. 34).

Por medio de los módulos de Entradas / Salidas se logra la integración del PLC con el entorno ya que por medio de estas tarjetas se envían y reciben las señales de todo el sistema. Ya que estos transforman las señales digitales y analógicas en pulsos eléctricos que son enviados al CPU del PLC para ser procesados, de igual manera son los encargados de proteger el PLC de cualquier variación en la tensión eléctrica o de algún corto circuito.

Dependiendo del PLC las entradas y salidas pueden venir ya integrados en el PLC o pueden venir en módulos de ampliación, cada entrada y salida viene rotulada sobre la bornera de conexión con una nomenclatura alfanumérica y usualmente también incorporan una luz que indica el estado de cada entrada o salida, el CPU del PLC reconoce cada entrada y mediante la programación que está ejecutando hace los cambios correspondientes de cada salida para controlar el sistema completo.

Najera (2013) nos dice que estas interfaces tienen la simple función de informar a la CPU, de la presencia o ausencia de señal, tensión o corriente, en un circuito, apertura o cierre de un contacto, pulsador, finales de carrera, etc.

De igual manera los módulos de salida permiten que la tensión llegue a los módulos de salida mediante el uso de un relé de salida y un acoplador Óptico. Generalmente los dispositivos de entrada, los de salida y el microprocesador trabajan en diferentes niveles de tensión y corriente. En este caso las señales que entran y salen del PLC deben ser acondicionadas a las tensiones y corrientes que maneja el microprocesador, para que éste las pueda reconocer. Ésta es la tarea de las interfaces o módulos de entrada o salida.

Miguel (2015) afirma: "Los módulos analógicos, usualmente, tienen varios canales. La salida del canal puede ser de voltaje o corriente, en algunos módulos se puede seleccionar entre corriente o voltaje".

3.5 LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

Hoy en día existen muchos fabricantes de PLC y cada uno de ellos desarrolla su propio Software de programación, sin embargo todos los fabricantes se basan en 3 tipos de lenguajes de programación para PLC.

- Lenguaje Escalera (Ladder): Es el más utilizado ya que es fácil de comprender y utilizar. El lenguaje Ladder, diagrama de contactos, o diagrama en escalera, 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 o ingeniero eléctrico posee, es muy fácil adaptarse a la programación en este tipo de lenguaje.

En resumen este lenguaje se compone de entradas representadas con dos barras en paralelo y las salidas representadas por paréntesis



Ilustración 9 Esquema Lenguaje Ladder PLC

Fuente: Contaval

La característica principal de este lenguaje es que permite representar de forma gráfica las entradas y salidas con el uso de contactos normalmente abiertos (N.A) y normalmente cerrados (N.C), contadores, temporizadores, etc. Cada uno de estos símbolos representa una variable de control en el sistema del PLC en donde el valor de cada variable puede ser verdadero o Falso.

- El lenguaje Booleano: Este lenguaje utiliza la sintaxis del Álgebra de Boole para ingresar y explicar la lógica de control. Consiste en elaborar una lista de instrucciones o nemónicos, haciendo uso de operadores Booleanos (AND, OR, NOT, etc.) y otras instrucciones nemónicas, para implementar el circuito de control. El lenguaje "Lista de Instrucciones" (IL) de la Norma IEC 1131-3, es una forma de lenguaje Booleano.
- Diagrama de funciones (fbd): Es un lenguaje gráfico que permite al usuario programar elementos (bloque de funciones del PLC) en tal forma que ellos aparecen interconectados al igual que un circuito eléctrico. Generalmente utilizan símbolos lógicos para representar al bloque de función. Las salidas lógicas no requieren incorporar una bobina de salida, porque la salida es representada por una variable asignada a la salida del bloque.

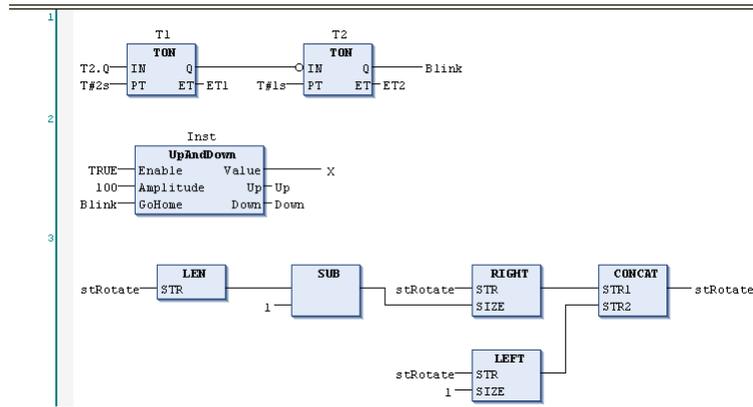


Ilustración 10 Diagrama de Funciones PLC

Fuente: Lenguajes de Programación

3.6 SENSORES

Ávalos (2012) afirma: "Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas."

En secciones anteriores se define el concepto de transductor y se analiza cómo este convierte la energía de un dominio a otro. Entonces, se puede decir que la definición del concepto de sensor está íntimamente relacionada con la definición de transductor, ya que un sensor siempre hará uso de un transductor. No obstante, la principal diferencia entre un transductor y un sensor radica en que el sensor no solo cambia el dominio de la variable física medida, sino que además la salida del sensor será un dato útil para un sistema de medición. De este modo, un sensor se define como un dispositivo de entrada que provee una salida manipulable de la variable física medida. (Germán Corona Ramírez, Abarca Jiménez, & Mares Carreño, 2014, p. 17)

3.6.1 SENSOR INDUCTIVO

Los sensores inductivos son una clase especial de sensores que sirve para detectar materiales ferrosos. Son de gran utilización en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia o ausencia de objetos metálicos en un determinado contexto: detección de paso, de atasco, de codificación y de conteo.



**Ilustración 11 Sensor Inductivo
NBB0, 6-3M22-E2**

Fuente: pepperl fuchs

Tabla 2 Datos Técnicos Sensor Inductivo 36M22

Marca	PEPPERL
Modelo	NBB0, 63M22-E2
Salida	PNP
Distancia de Medición	0.6 mm
Voltaje	10 -30 V DC
Corriente	0 -100 mA

3.6.3 CELDA DE CARGA

Es una estructura diseñada para soportar cargas de compresión, tensión y flexión, en cuyo interior se encuentra uno o varios sensores de deformación llamados Strain Gauges que detectan los valores de deformación.

Las celdas de carga digitales, también son llamadas Digital Load Cell (traducción en inglés), esta se fija en la parte donde quiere registrarse una carga que aplique un sistema mecánico. La señal de la carga se lleva a un dispositivo electrónico, microchip o computadora central (dependiendo de su utilidad) para recopilar los datos totales de una o varias celdas de carga, inclusive desarrollar análisis estadísticos de las cargas durante un tiempo determinado o evento en particular.

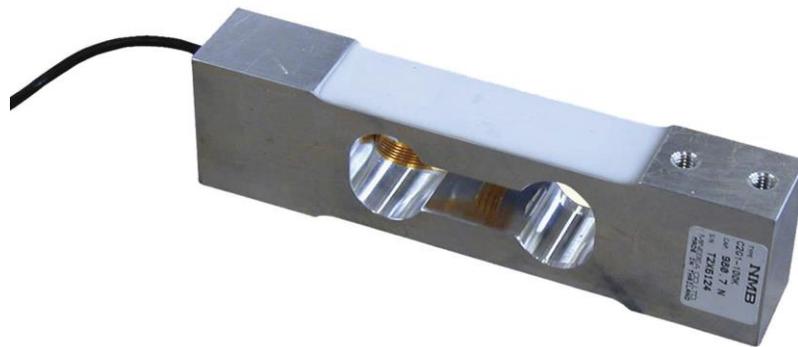


Ilustración 12 Celda de Carga C2G1

Fuente: directindustry

3.7 ACTUADORES

Un actuador es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado. Este recibe la orden de un regulador o controlador y en función a ella genera la orden para activar un elemento final de control, como por ejemplo una válvula. Son los elementos que influyen directamente en la señal de salida del automatismo, modificando su magnitud según las instrucciones que reciben de la unidad de control.

Vildosóla (2015) afirma: "Un actuador es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o "actuar" otro dispositivo mecánico".

Tabla 3 Tipos de Actuadores

	<u>Actuador Neumático</u>	<u>Actuador Eléctrico</u>	<u>Actuador Hidráulico</u>
Fuerza Generadora de Movimiento	Presión de aire	Energía eléctrica	Presión hidráulica
Elemento Motriz	Émbolo, Pistón o Veleta	Motor Eléctrico	Émbolo, Pistón o Veleta
Transmisión de Fuerza o Torque	Eje o Cremallera	Reductor	Eje
Conversión mecánica	Yugo o Piñón	- No hay -	Yugo o Piñón

3.7.1 ELECTROVÁLVULA

Se trata de una válvula electromecánica, diseñada para controlar el paso de un fluido por un conducto o tubería. La válvula se mueve mediante una bobina solenoide. Generalmente no tiene más que dos posiciones: abierto y cerrado, o todo y nada. Las electroválvulas se usan en multitud de aplicaciones para controlar el flujo de todo tipo de fluido.



Ilustración 13 Electroválvula INOX/FPM

Fuente: directindustry

Tabla 4 Ficha Técnica Electroválvula INOX/FPM

Marca	Jaksa
Modelo	INOX/FPM 24v
Diámetro	0.12 in
Presión	0-35 bar
Distancia de Medición	0.6 mm
Voltaje	24 -230 v
Corriente	0 -100 mA

3.7.2 SOLENOIDE SQ1231DN-51-C6-Q

Se le llama Solenoide a cualquier dispositivo físico capaz de crear un campo magnético sumamente uniforme e intenso en su interior, y muy débil en el exterior. Un ejemplo teórico es el de una bobina de hilo conductor aislado y enrollado helicoidalmente, de longitud indeterminada



Ilustración 14 Solenoide SQ1231DN-51-C6-Q

Fuente: smcpneumatics

Tabla 5 Solenoide SQ1231DN-51-C6-Q

Marca	SMC
Modelo	SQ1231DN-51-C6-Q
Fluido	Aire/Gas
Presión Máxima	0.7 MPa
Temperatura de trabajo	-10 a 50 C
Voltaje	12-24 V Dc
Corriente	0 -17 mA

3.8 ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN (ISO)

La Organización Internacional de Normalización (ISO) se estableció en 1947 para promover estándares industriales y comerciales. Es una organización voluntaria con un miembro que representa a cada país en el mundo. El objetivo de ISO es crear un proceso estandarizado de fabricación para que las cosas se puedan intercambiar sin importar dónde se encuentre. Tener productos con una etiqueta ISO permite a las personas saber exactamente cómo funcionará el producto y saber todo al respecto de éste. () (Cogut, 2017)

3.9 ISOTANQUE

Un ISOtanque es un contenedor que ha sido fabricado bajo las normas ISO (International Standard Organization, ISO 668). Está fabricado de acero inoxidable recubierto por un aislamiento que puede ser de aluminio o poliuretano y se utilizan para el transporte y/o almacenamiento de todo tipo de líquidos a granel, polvos, gránulos y gases, generalmente estos tanques están emplazados dentro de una estructura de acero para la protección de dichos tanques.

El tamaño de los isotanques puede variar según la conveniencia y pueden estar presurizados o no presurizados dependiendo del uso para el que esté destinado.

"ISO 668: Resume las dimensiones externas y algunas internas de los contenedores de la serie 1. Las dimensiones de cada tipo de contenedor se definen en la parte correspondiente de ISO 1496, que es el documento autorizado para las dimensiones internas del contenedor."

Las dimensiones de los isotanques más comunes van desde los 20 pies, sin embargo asimismo pueden hallarse isotanques de 10', 30', 40' y los llamados Swap Tanks.

Las medidas externas de los contenedores Isotanques de 20' y 40' son:

Isotanques de 20': Longitud: 6.10 m (20'), Ancho: 2.44 m (8'), Alto: 2.59 m (8'.6). Asimismo existen contenedores con una altura menor de H: 2.438 m (8')

Isotanques de 40': Longitud: 12.19 m (40'), Ancho: 2.44 m (8'), Alto: 2.59 m (8'.6). Asimismo existen contenedores con una altura menor de H: 2.438 (8')

Debido a que estos la construcción de los contenedores llamados Isotanques cumplen con los estándares ISO (International Standard Organization) los vuelve idóneos para el transporte. Tanto de productos peligrosos como no peligrosos.

La primera construcción de un Isotanque se llevó a cabo en 1967 gracias a un ingeniero inglés llamado Bob Fossey quien se dedicaba al transporte de combustible de aviones.

Entre las diferentes aplicaciones que le podemos dar a los isotanques podemos enumerara las siguientes:

- Líquidos peligrosos y no peligrosos
- Productos con necesidades especiales como la de refrigeración o calefaccionado
- Sólidos (polvos y granulados como el cemento y las resinas pellet)
- Gas licuado refrigerado, gas licuado de petróleo
- Asfalto, entre otros.

3.9.1 PARTES Y COMPONENTES DE UN ISOTANQUE

El Isotanque es un recipiente montado dentro de un marco de acero que cumple con los estándares ISO. Este tiene generalmente una tara de entre 3500 y 6000 kilos, a continuación se enumeran sus componentes.

1) Recipiente/Deposito/Tanque/Barril, este se construye por lo general de acero inoxidable, acero al carbono o aluminio.

2) Marco: el Barril esta soldado dentro de un marco que se utiliza para asentar y proteger de potenciales daños durante su manipulación y transporte. El marco está diseñado en

dimensiones y tolerancias específicas de acuerdo a estrictas normas ISO y cumple con los requisitos de apilamiento y normas sobre tensiones laterales y longitudinales

3) Boca de Hombre o Manlid: es una tapa de acero inoxidable que cubre la boca de inspección. Puede realizarse la carga a través de esta pero es susceptible de contaminación. La tapa tiene que estar construida para soportar las mismas exigencias que el tanque y debe ser de las dimensiones apropiadas para que una persona pueda acceder al interior del tanque a través de esta.

4) Válvula de Aire: Es utilizada para presurizar el tanque durante la descarga - empuja hacia afuera el producto con el que está cargado el tanque - o para testeo y eliminación de vapores.

5) Descarga Superior: Está situada en la parte superior trasera del tanque y a menos que se solicite su utilización generalmente esta obturada.

6) Válvulas de Descarga Inferior: Con un triple sistema de cerrado, permite su cierre a distancia en caso de derrame de sustancias peligrosas o incendio.

7) Válvulas de seguridad: Son válvulas de alivio que protegen el tanque de una excesiva sobre-presurización o vacío

8) Aislación: es un revestimiento de fibra de vidrio o poliéster que protege el tanque de la lluvia y el agua salada.

9) Sistema de Calentamiento: Puede ser un sistema de serpentinas que transporte vapor/agua o un sistema eléctrico

10) Escalera y Pasarela: Para acceder fácilmente a las conexiones superiores y a la boca de hombre

11) Placa de datos: Datos de identificación y características de la unidad

12) Termómetro: Mide la temperatura del producto en el lugar donde está situado.

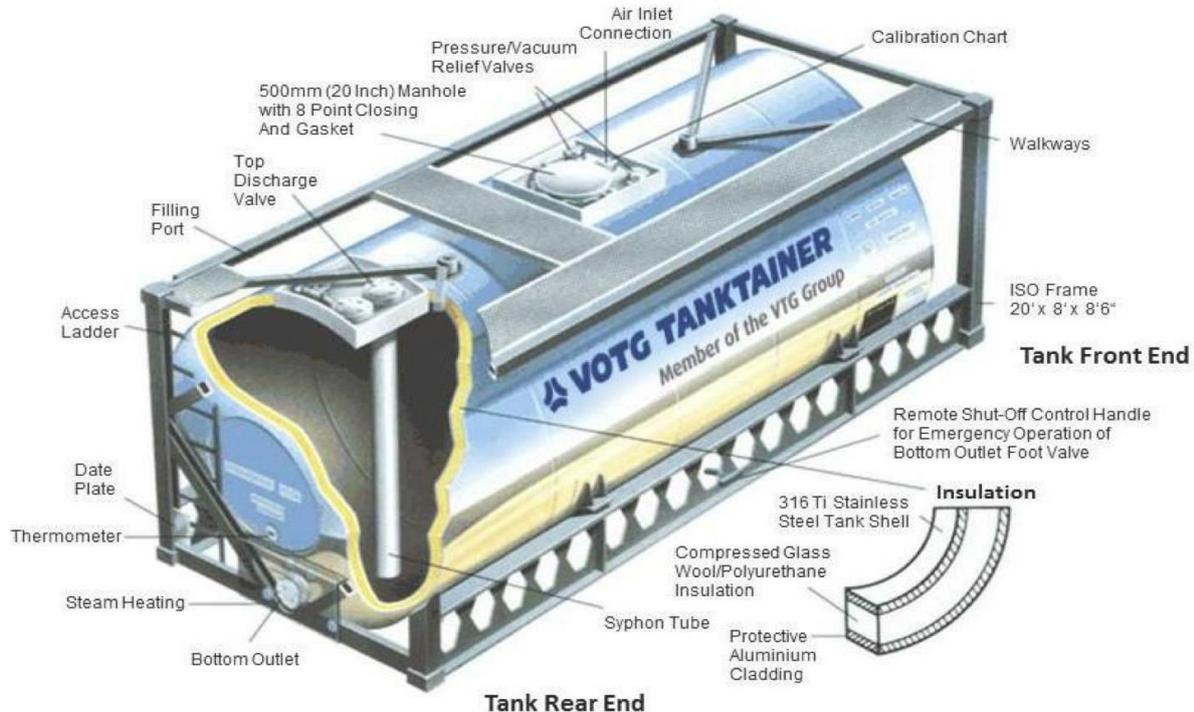
13) Portadocumentos: Resistente al agua e intemperie.

14) Revestimiento externo: protege la aislación del agua.

15) Rompellamas: Tejido metálico utilizado cuando se transporta líquidos inflamables, permite el escape de presión pero no el retroceso de la llama

16) Identificación: Cada contenedor cuenta con su única identificación alfanumérica

Ilustración 15 Partes y componentes de un Isotank



Fuente: VOTG TANKTAINER

3.9.2 ISOTANQUES, MÉTODOS DE CARGA Y DESCARGA

"Un Isotank no debe llenarse por sobre el 20% o por debajo del 80% de su capacidad total para el transporte. Si el Isotank está equipado con rompeolas (Baffles) la regla del mínimo llenado no es aplicable. En términos generales podemos decir que el grado de llenado de los Isotanks debe ser superior al 80% y no superior al 97% para las mercancías peligrosas generales y no superior al 95% para los líquidos Clase 6.1 y 8 PG I y II y contaminantes marinos." (Cogut, 2017)

3.9.2.1 MÉTODOS

Existen diferentes métodos para la carga y descarga de los isotank y la aplicación de los diferentes métodos va a depender de la posición relativa de los tanques de almacenamiento y de la categorización del riesgo de la carga.

Cogut (2017) afirma: "Las cargas que no sean peligrosas y que no requieren protección contra el oxígeno o vapor de agua pueden cargarse mediante cualquiera de los métodos habituales:".

3.9.2.1.1 CARGAS PELIGROSAS

Puede ser necesario cargar o descargar a través de la salida superior o inferior. Creando un sistema totalmente cerrado, cualquier vestigio de aire, gas o vapor desplazado por el líquido/producto deben ser devueltos al tanque de almacenamiento a través de la línea de retorno de vapor instalado entre la conexión de la línea aérea y el tanque de almacenamiento.

Cargas que pueden contaminarse con oxígeno o vapor de agua deben ser cargadas por la salida superior o inferior.

El tanque debe ser purgado de aire antes de la carga y la carga se debe realizar bajo una capa de gas inerte. Las cargas que producen espuma/son efervescentes o son susceptibles a la oxidación, se deben cargar a través de la salida del fondo, o si esto no es posible, a través de la salida superior.

3.9.2.1.2 MEDICIÓN DE LA CARGA

Se puede conocer la cantidad cargada con un medidor de flujo en caso de que sea una carga líquida, utilizando una varilla si la carga no es peligrosa y el sistema o es cerrado, o incluso se puede medir el contenido por medio del peso con el uso de una báscula.

3.9.2.1.3 VERIFICACIÓN DEL SISTEMA COMPLETO

Todo el equipo, desde el tanque principal de almacenamiento del productos pasando por contenedor cisterna, incluyendo válvulas, mangueras, bombas, medidores, conexiones, líneas de retorno de vapor, etc., debe ser considerada como expuesto a las mismas características del producto, (viscosidad, corrosividad, temperatura y presión), y deben ser revisados a fondo para determinar su adecuación y estado. (Cogut, 2017)

3.9.2.2 ISOTANQUE – CARGA

A continuación se presentan los distintos métodos para cargar un isotanque:

Por Gravedad: La carga entra por efecto de la fuerza de la gravedad desde un almacenaje colocado a un nivel más alto que la parte superior del Isotanque, de esta manera el producto entra a través de la boca de inspección del isotanque.

Sistema Cerrado: El producto se introduce al isotanque utilizando bombas para trasladarlo desde el tanque de almacenaje al Isotanque ya sea por la válvula de entrada superior o inferior. Para cargas sensibles, los vapores producidos en la carga son venteados a un tanque de venteo o son retornados al tanque de almacenaje vía la línea/válvula de aire.

Sistema Cerrado por Gravedad: La carga entra por efecto de la fuerza de la gravedad desde un almacenaje colocado a un nivel más alto que la parte superior del Isotanque, ya sea a través de la válvula de entrada superior o inferior. Los vapores son devueltos a través de la línea/válvula de aire al tanque de almacenaje o a un tanque de venteo.

Carga por presión: El trasiego del producto se produce aumentando la presión en la parte superior del tanque de almacenaje. Para cargas sensibles, los vapores producidos en la carga son venteados a un tanque de venteo o son retornados al tanque de almacenaje vía la línea/válvula de aire.

3.9.2.3 ISOTANQUE – DESCARGA

A continuación se presentan los distintos métodos para la descarga de un isotanque:

Descarga por gravedad: La descarga se produce aprovechando la fuerza de la gravedad, para emplear este método el reservorio que se desea llenar debe estar a un nivel más bajo que la salida inferior del Isotanque. Se asegura un adecuado venteo para prevenir el daño provocado por el vacío.

Descarga por presión: Para este método se aumenta la presión dentro del tanque teniendo cuidado siempre de no exceder la presión máxima para la que está diseñada soportar el isotanque, al haber una presión mayor dentro del isotanque el producto fluye a través de la parte superior o salidas inferiores por dicha presión. Los productos transportados con una manta de gas inerte son normalmente descargados usando nitrógeno u otro gas inerte como medio de presión. La presión máxima de trabajo del isotanque no debe excederse bajo ninguna circunstancia.

Descarga por bombeo: Con este método se emplea una bomba la cual puede estar conectada a las salidas de la parte superior o inferior o incluso a la boca de hombre a través de una manguera para bombear el producto a un tanque de almacenamiento. Se debe permitir el

venteo de aire o gas al Isotank para ocupar el espacio que el producto está dejando libre debido a su descarga.

Cogut (2017) afirma:

Dependiendo de la naturaleza del producto a descargarse esta operación puede realizarse abriendo la boca de hombre o la línea de aire, o conectando el isotank a un suministro de gas inerte. Cuando se usa una bomba de alta capacidad es recomendado que una válvula de seguridad de vacío se incorpore en la línea de succión para proteger el tanque del colapso provocado por el vacío.

3.9.3 ISOTANK – TIPOS / PRODUCTOS

Tanques para Químicos - Un Isotank standard para la carga de químicos peligrosos y no peligrosos.

Tanques Apto Alimento - Un isotank standard que solo puede ser cargado con productos grado alimenticio.

Tanques Refrigerados - Un tanque con la capacidad de controlar la temperatura del producto a ser transportado.

Tanques de Gas - Un tanque apto para el transporte de gases ya sea criogénicos, comprimidos o licuados.

Tanque Granel/Silo - Un tanque apto para el transporte de granos o polvos.

Por ultimo están los Swap Tanks que no son Isotanks, ya que contienen una cisterna más larga que el marco estructural ISO, usualmente las cisternas miden entre 7m y 7,82m de largo con capacidades que rondan los 30 mil a 37 mil litros.

3.9.4 ISOTANK – TIPOS / PELIGROSIDAD

IMO 1:

Químicos líquidos peligrosos: tóxicos y/o corrosivos y/o inflamables

Tara: 3 a 4.5 Ton.

Capacidad: 14.500 L a 26.000 L

Espesor del Acero Inoxidable: 4.90mm a 8mm

Descarga: Superior, Inferior, o ambas

MO 2:

Químicos líquidos de baja peligrosidad o bebidas Alcohólicas (Líquidos inflamables con un flash point por debajo de los 61°C)

Tara: 2.5 a 3.4 Ton.

Capacidad: 19.000 L a 25.500 L

Espesor del Acero Inoxidable: 3mm a 3.18mm

Descarga: Inferior

IMO 5:

Gases licuados bajo presión (productos con una presión superior a 3 bares a 50 ° C)

Tara: 5 a 9 Ton.

Capacidad: 15,000 L a 25.000 L

Espesor del Acero al Carbono: 10mm a 17.6mm

Descarga: Superior, Inferior, o inferior en el centro.

IMO 7:

Gases licuados por enfriamiento (gases imposibles de licuar a temperatura ambiente)

Tara: 7.5 Ton.

Capacidad: 17,000 L

Espesor del Acero: Doble espesor. Aislamiento al vacío

Descarga: Inferior

El listado presentado anteriormente ha sido reemplazado por el sistema de Código "T" pero para los efectos ejemplificar la descripción de los tipos de tanques para productos peligrosos, es aún válido.

A continuación se presenta la tabla para el sistema de código "T":

Tabla 6 Códigos "T"

	Presión de prueba min	aberturas inferiores existentes	Srvs
T1	1,5 bares	2	Normal
T2	1.5 bares	3	Normal
T3	2.65 bares	2	Normal
T4	2.65 bares	3	Normal
T5	2.65 bares	No autorizadas	Disco frangible
T6	4	2	Normal
T7	4	2	Normal
T8	4	No autorizadas	Normal
T9	4	No autorizadas	Normal
T10	4	No autorizadas	Disco frangible
T11	6	3	Normal
T12	6	3	Disco frangible
T13	6	No autorizadas	Normal
T14	6	No autorizadas	Disco frangible
T15	10	3	Normal

T16	10	3	Disco frangible
T17	10	3	Normal
T18	10	3	Disco frangible
T19	10	No autorizadas	Disco frangible
T20	10	No autorizadas	Disco frangible
T21	10	No autorizadas	Normal
T22	10	No autorizadas	Disco frangible
T23	Los peróxidos orgánicos y las sustancias autorreactivas se señalan en la instrucción portátil del tanque		
T50	Los gases comprimidos licuados se señalan en la instrucción portátil T50 del tanque		
T75	Los gases licuados refrigerados se señalan en la instrucción portátil T75 del tanque		

Fuente: Intermodal Tank Transport

3.9.5 ISOTANQUE – CIRCUITO OPERATIVO

- 1) Entrada del Isotank a depósito de Isotanks
- 2) Inspección Exterior y Chequeo de Residuos
- 3) Desecho de los Residuos y Limpieza
- 4) Mantenimiento y reparación
- 5) Inspección de Limpieza y Hermeticidad
- 6) Secado
- 7) Salida del depósito y entrega al cliente

3.9.6 ISOTANQUE – PRUEBAS

"Las cargas peligrosas solo pueden transportarse en Isotankers que tengan un certificado válido, tanto del test de 5 años como el de 2.5 años." (Cogut, 2017)

Se requiere una prueba periódica de 5 años, 60 meses después de la fecha de la prueba hidrostática original o la prueba de 5 años posterior más reciente. El alcance de la prueba debe incluir una prueba de presión hidrostática a la presión de prueba máxima del tanque, generalmente 150% de la presión de trabajo máxima permitida. También incluirá una inspección visual interior del barril del tanque, y una inspección exterior del contenedor para garantizar la integridad estructural del marco/bastidor y elementos de seguridad como la pasarela. Se requiere una prueba de banco de la válvula de alivio de seguridad junto con una última prueba de fugas/perdidas (después de drenar el agua y volver a instalar la válvula de alivio) para garantizar el funcionamiento satisfactorio de todas las válvulas y equipos de servicio. Todas estas pruebas se llevan a cabo bajo la supervisión de un inspector, una agencia de terceros o una sociedad de clasificación, que emitirá el certificado de la prueba y establecerá por escrito la fecha de la nueva prueba en la placa de datos del tanque. (Cogut, 2017)

También se requiere una prueba de 2.5 años, 30 meses después de la prueba hidrostática más reciente. Esto incluirá exactamente el mismo alcance de la prueba/inspección de 5 años, excepto que el tanque no será probado hidrostáticamente. En cambio, solo la prueba de fugas (neumática) se realiza a presión de funcionamiento normal. De nuevo, todas las pruebas se llevan a cabo bajo la supervisión de un inspector externo, y una vez completada con éxito, la placa de datos de la unidad se sella y la autoridad competente emite un certificado de prueba. (Cogut, 2017)

3.9.7 ISOTANQUE – LAVADO

El lavado del Isotanker es un paso primordial en el circuito operativo de este equipo. La limpieza de tanques es requisito estándar y debe ser llevada a cabo por servicios de limpieza especializados.

Antes de aceptar cualquier carga para el transporte, el operador debe obtener información sobre el producto (MSDS) y método recomendado de limpieza y determinar si es posible limpiar y disponer los residuos en destino.

Las regulaciones ambientales podrían restringir la limpieza de ciertas cargas. Los operadores deben asegurarse de que el tanque está completamente descargado por el destinatario y quede establecido quien asume la responsabilidad de la eliminación de los residuos.

La limpieza se lleva a cabo principalmente por dispositivos rotativos que expulsan chorros de agua caliente (o frío) a presión (hidrolavadoras), estos son introducidos en el tanque a través de la boca de hombre.

Aditivos tales como detergentes, disolventes y productos cáusticos se introducen a través de las lavadoras a presión según se requiera.

Se debe tener cuidado con los efectos que los productos de limpieza tengan sobre el material exterior que recubre el tanque.

Se debe tener precaución al momento del lavado con calor ya que muchos productos pueden liberar gases al calentarse.

Los Sistemas de limpieza por vapor son comunes en la operativa de lavado.

El calor durante los procesos de limpieza a alta temperatura hace que el tanque se seque naturalmente, pero para acelerar el proceso de secado se recomiendan los sopladores de aire caliente.

El desmontaje y limpieza de las válvulas y tubos de sifón no siempre se llevan a cabo a menos que la inspección previa así lo determine.

Un inspector independiente puede ser contratado para asegurar que el tanque se limpie según las especificaciones requeridas y emite un certificado de limpieza. Tal es el caso, por ejemplo, del así llamado FOSFA por sus siglas en inglés: Federation of Oils, Seeds and Fats Associations Ltd (FOSFA) y su regulación para el lavado de Isotankers para el transporte de productos destinados a alimentación (FOSFA Qualifications and Operational Procedures for ISO Tank Containers carrying Animal, Marine and Vegetable Oils and Fats)

3.9.8 ISOTANQUE – VENTAJAS Y BENEFICIOS

Confiabilidad. Ofrece mayor seguridad sobre otros medios por estar contruidos bajo altos estándares de calidad y testeados bajo normas ISO. Los Isotankes están sujetos a menor cantidad de manipuleos que sus alternativas los tambores y flexitankes

- Mayor respeto al medio ambiente. Los Isotankes son re-utilizables y tienen una vida útil más prolongada que sus alternativas, tambores y flexitankes. Estadísticamente cuenta con un ínfimo reporte de pérdidas, los riesgos de derrame son escasos, minimizando el impacto sobre el medio ambiente y la huella de carbono.

- Economía. Menor relación costo por litro. Un contenedor standard puede transportar alrededor de 80 tambores de 200 litros, esto es 16mil litros vs 24mil litros de un Isotank. - Economía de espacio: Los Isotankes son apilables de la misma manera que los contenedores standard ofreciendo una asignación de espacio económico ya sea en estaciones intermedias o depósito.

- Conveniencia: Totalmente intermodal camión/ferrocarril/buque, puerta a puerta.

- Agilidad: Transferencia más rápida en puerto y estaciones intermedias

3.9.9 ISOTANQUE DE TEMPERATURA CONTROLADA

Refrigerados y Calefaccionados:

Sistema de bomba de glicol alimentada por electricidad para productos refrigerados sensibles a altas temperaturas y para calefacción de productos que necesitan mantenerse en forma líquida o a elevada temperatura.

Aplicaciones:

- 1) Alimentos y bebidas
- 2) Resinas y uretanos
- 3) Médico y farmacéutico
- 4) Ceras y látex
- 5) Productos químicos
- 6) Minería
- 7) Militar
- 8) Construcción y materiales de construcción

IV. METODOLOGÍA

4.1 ENFOQUE Y MÉTODOS

Hernández Sampieri (2014) Afirma: "La meta de la investigación mixta no es reemplazar a la investigación cuantitativa ni a la investigación cualitativa, sino utilizar las fortalezas de ambos tipos de indagación, combinándolas y tratando de minimizar sus debilidades potenciales" (p. 532)

Para el desarrollo de este proyecto se aplicó el método mixto debido a la importancia de las características de ambos enfoques, tanto el enfoque cualitativo como también el enfoque cuantitativo en la elaboración de este proyecto.

- **Enfoque Cualitativo:** El enfoque cualitativo se aplicó para obtener los datos para realizar el proyecto por medio de la observación no estructurada, debido a que el proyecto se basa en datos descriptivos los cuales se obtienen por medio de la observación, y análisis del sistema además de técnicas como la indagación de información en documentos y discusión acerca de los detalles con los operarios lo que proporciona datos no medibles.
- **Enfoque Cuantitativo:** El enfoque cuantitativo se aplicó en la obtención de datos por medio de mediciones de magnitudes para la realización de cálculos necesarios para proceder con la instalación de un sistema de distribución de sustancias desde y hacia los Isotanques, datos como la distancia de envío, potencia de la bomba y densidad de las sustancias.

4.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

En esta sección se detallan las técnicas e instrumentos que fueron utilizados para la recolección de datos para el desarrollo del proyecto.

4.2.1 TÉCNICAS APLICADAS

- **Identificación del problema:** Esta técnica se aplicó con la ayuda de los objetivos generales y específicos así como también de las preguntas de investigación realizadas al principio del proyecto las cuales demostraron ser de gran utilidad para la identificación eficaz de dichos problemas.
- **Propuesta de solución:** La propuesta de la solución a los problemas ya identificados se realizó mediante la recopilación de información acerca de los temas de interés y obtenidas de fuentes literarias reconocidas.
- **Validación de las soluciones:** Se realizó un análisis detallado sobre las propuestas presentadas para prever posibles fallas y encontrar la mejor solución por medio de la depuración e integración de las diferentes propuestas de solución anteriormente encontradas.

4.2.1 INSTRUMENTOS APLICADOS

- **Computadora:** Se utilizaron los diferentes recursos que ofrece la computadora, desde la implementación del office básico y su programa de gran utilidad como lo es Excel, para la de tablas con datos obtenidos de la indagación previa a la ejecución del proyecto. La computadora también se utilizó como medio para realizar la programación del Controlador Lógico Programable utilizado para la automatización de dosificación de sustancias reactivas como el peróxido de hidrógeno y la soda cáustica.
- **Controlador Lógico Programable:** Se utilizó para la recepción de señales de los diferentes sensores y transductores y para el control de los respectivos actuadores en el proceso de automatización de la dosificación y llenado de los isotanques.

4.3 MATERIALES

Para la realización de este proyecto de dosificación y llenado de sustancias reactivas en los isotanques de la planta Hosier Factory se utilizaron diferentes materiales los cuales se desglosan a continuación:

Materiales de Tubería e hierro

- Tubo de acero inoxidable de 3 in. y 2 in.
- Codo de acero inoxidable de 3 in. y 2 in.
- Platina de hierro
- Ángulo de Acero Inoxidable
- Canaleta de 4 in. de ancho
- Tubos PVC de 3 in. y 2 in.
- Manguera de caucho de 3 in. y 2 in.
- Válvulas de hierro de 3 in. y 2 in.
- Niples galvanizados de 3 in. y 2 in.
- Abrazadera de acero inoxidable de 3 in. y 2 in.
- Bomba neumática ARO 13.6 GPM
- Maxicubos de PVC de 2500 litros
- Tuercas y Tornillos galvanizados
- Tubo de acero inoxidable cuadrado 1x1x12 ft.
- Tubo de acero inoxidable de 3 in. y 2 in.
- Camisa de acero inoxidable 1 in.
- Codo de acero inoxidable de 3 y 2 in.
- Electrodo de acero inoxidable
- Flanges con cuello 2 a 5 in. clase 150
- Tuercas y tornillos galvanizados

Válvulas

- Válvula Bray serie 30 MARIPOSA 3", MANUAL.
- Válvula Bray serie 30 MARIPOSA 2", MANUAL.
- Válvula Bray serie 30 2", CON ACTUADOR MOTORIZADO ELÉCTRICO , 120VAC

Material Eléctrico y de Control

- PLC SIEMENS S7 1200 DC/DC/RLY
- Gabinete de plástico 800x800
- Módulos de entras y salida digitales para PLC S7 1200
- Módulos de entradas y salidas analógicas para PLC S7 1200

- CABLE COBRE THHN 1/0AWG
- Barra trifásica seis mini breaker con bornes de entrada
- Selector de 3 posiciones ABB 22MM, 2-N0, 2-NC
- Luces piloto ABB 22MM, LED, 24VDC.
- Fuente 24VDC, 5A, Entrada 120VAC.PHOENIX CONTACT

4.4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 7 Cronograma de actividades

Actividad	Semana									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Evaluación del funcionamiento del sistema	■									
Diseño del sistema para la dosificación		■								
Armado del panel de control			■							
Cableado del sistema completo			■	■	■	■				
Instalación de sensores y actuadores						■	■			
Programación del Autómata Programable (PLC)								■	■	■

V. ANÁLISIS Y RESULTADOS

En el presente capítulo se demuestran los análisis y resultados obtenidos del proyecto realizado.

5.1 ARMADO DE PANEL DE CONTROL PARA EL LLENADO DE ISOTANQUES

Se realizó el montaje de los componentes necesarios para la automatización del proceso de llenado de los isotanques que contienen sustancias altamente reactivas como lo son el peróxido de hidrógeno y la soda cáustica. La mayor parte de los materiales para el armado del panel son reciclados, solamente el PLC, sus módulos de expansión y su fuente de poder son nuevos; Se utilizó un panel usado pero en condiciones aceptables para ser reutilizado, también se reutilizó el riel DIN para montar el PLC junto con sus módulos de expansión de entradas y salidas tanto digitales como analógicas y también un módulo especial para lecturas de RTD para las PT100, el cable que se utilizó para hacer las conexiones correspondientes también se reutilizó, se obtuvo de otro panel que lo tenían guardado para extraer componentes que se ocuparan, de ese mismo panel se obtuvo también la canaleta que se necesitaba para ocultar el cable para darle una apariencia profesional al panel, dejando todo bien organizado y con buena estética, las borneras que se colocaron en el panel también son reutilizadas, también son reutilizados los selectores de tres posiciones que se instalaron en la puerta del panel para el control manual de llenado, profundizando en este tema, el control manual es para el llenado de los isotanques principales que se ubican en la parte posterior de la planta, la puerta del panel cuenta con nueve luces pilotos y una luz estroboscópica, ocho de estas luces pilotos son para conocer el nivel de los tanques, cuatro luces indicadoras para los dos tanques de peróxido y las otras cuatro luces son para los otros dos tanques que contienen soda cáustica, resaltando que son cuatro tanques en total, dos para el acopio de peróxido de hidrógeno y dos para el acopio de soda cáustica, estas luces mencionadas anteriormente solo indicaban el nivel mínimo y el nivel máximo de los isotanques y son las que le indican al operador cuando debe cerrar las válvulas y apagar las bombas de llenado de los isotanques principales desde el camión cisterna.

5.1.2 CABLEADO DESDE EL PANEL DE CONTROL HASTA EL PANEL DE REGISTRO

Para la realización de este proyecto se invirtió poco en cableado puesto que se reutilizó la mayor parte del cable debido a que se hicieron pruebas de continuidad y se verificó que el cable estaba en condiciones adecuadas para ser reutilizado así que se procedió a la identificación y rotulación de cada cable en ambos extremos, en el extremo del panel de control como también en el extremo del panel de registro de cada par de tanques. El resultado de reutilizar componentes es el de maximizar la relación costo beneficio debido a que se logró encontrar material en buen estado para seguir siendo utilizado y se obtuvo un ahorro debido a que no se realizó la compra de dichos materiales.

5.1.3 CABLEADO HASTA EL PANEL DE CONTROL EN EL CUARTO DE QUÍMICOS

Como se ha venido mencionando a lo largo de este documento, el propósito del proyecto es el de trasegar químicos reactivos de los tanques de mayor volumen hacia los tanques de menor volumen que ya cuentan con un sistema automático de dosificación hacia cada máquina para teñido, los tanques de menor volumen se encuentran en el cuarto de químicos y dichos tanques cuentan con sensores de presión que monitorean la presión y le envían la señal al PLC, esta señal se la envían por medio de un cable de red UTP, por medio de una red profinet creada con un módulo de comunicación ET 200 de la marca SIEMENS, los sensores de comunicación le envían la señal al módulo ET 200 y este módulo la envía al PLC por medio de la red profinet mencionada anteriormente, el cable de red que se ha utilizado está protegido por una tubería de hierro galvanizado, el cable va desde el panel de control principal el cual es el que aloja el PLC, hasta el panel de control que aloja el módulo ET 200 dentro del cuarto de químicos. Se utilizaron 120 m. (393.7 ft.) de cable de red UTP para la comunicación entre el PLC y el módulo de comunicación ET200 obteniendo como resultado una comunicación eficaz puesto que no percibimos interrupciones en la comunicación y eficiente puesto que la comunicación se logra por medio de un solo cable de red con el que se pueden transmitir una mayor cantidad de datos en caso de que sea necesario, es decir, si en el futuro se decide agregar más sensores en el cuarto de químicos que necesiten comunicarse con el PLC que se encuentra afuera, cercano a los isotanques principales.

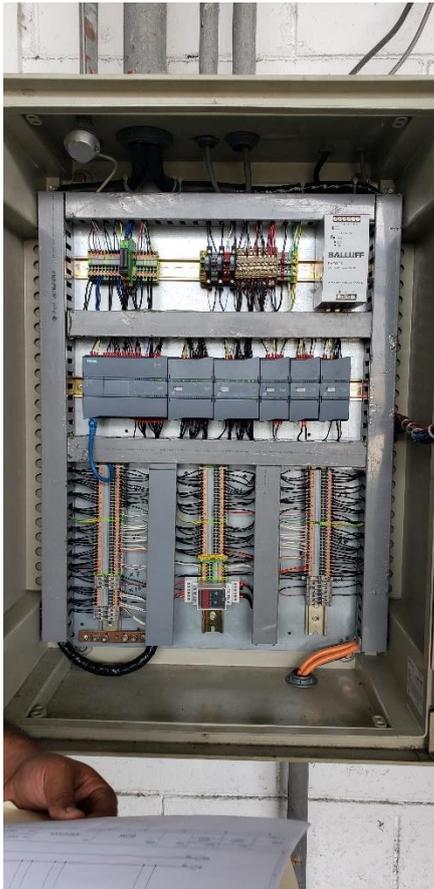


Ilustración 16 Panel de Control de dosificación de químicos



Ilustración 17 Pantalla de interfaz entre personas y el sistema de control

Fuente: Propia

5.2 SENSORES Y ACTUADORES

En la realización de este proyecto se hizo uso de 17 sensores, seis sensores de presión para monitorear el nivel de químico que contiene cada uno de los seis tanques, ocho sensores de posición para monitorear el estado de cada actuador neumático que acciona cada válvula del sistema, es decir, estos sensores de posición mencionados anteriormente informan al PLC si la válvula de interés para realizar el trasiego está abierta o si está cerrada, la función de estos sensores es como medida redundante de seguridad, debido a que las válvulas o el actuador neumático que mueve las válvulas podría fallar y generar un problema mayor en el caso de que el PLC accione las bombas para realizar el trasiego sin estar abiertas las válvulas por ejemplo, asimismo se usan tres sensores de temperatura (PT100) para monitorear la temperatura de los tanques de peróxido de hidrógeno y compararla con la temperatura

ambiente y alertar al personal correspondiente en el caso de que existiera una diferencia de temperatura lo que podría significar que existe una reacción en los tanques de peróxido de hidrógeno, se monitorea únicamente los tanques de peróxido de hidrógeno debido a la alta susceptibilidad de esta sustancia a reaccionar fácilmente con todo.

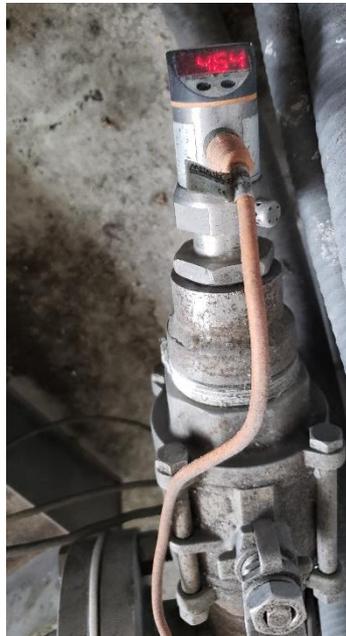


Ilustración 18 Sensor de presión

En el proyecto de trasiego se empleó el uso de veintiocho actuadores, mayormente electroválvulas y actuadores neumáticos de doble efecto, los isotanques principales que se hayan en la parte posterior de la planta son cuatro en total, se ocuparon cuatro actuadores neumáticos para abrir y cerrar las válvulas que permiten el llenado de cada uno de los cuatro tanques, para accionar cada uno de los actuadores neumáticos mencionados anteriormente se emplearon cuatro electroválvulas, una electroválvula para cada actuador neumático puesto que el PLC trabaja con corrientes eléctricas el PLC controla las electroválvulas y estas a su vez controlan el flujo de aire para cerrar o abrir las válvulas por medio de sus respectivos actuadores neumáticos. Siempre en el proceso de llenado de los isotanques principales se utilizan bombas neumáticas, es decir, su funcionamiento es con diafragmas que se comprimen y se expanden para crear la diferencia de presión que causa el trasiego, para el llenado se utilizan cuatro bombas neumáticas, estas son un tipo de actuador y a su vez estas bombas requieren de una electroválvula para su funcionamiento por lo que se utilizan cuatro electroválvulas más.

Para el proceso de trasiego desde los tanques principales hasta los tanques de menor volumen se necesitan otros actuadores neumáticos con su respectiva electroválvula es decir, ocho actuadores por los cuatro tanques, y para trasegar las sustancias se emplean dos bombas neumáticas con sus respectivas electroválvulas, una bomba por cada sustancia (peróxido de hidrógeno y soda cáustica). Para la apertura y cierre de las válvulas de las tuberías se emplearon ocho electroválvulas, cuatro por cada sustancia (peróxido de hidrógeno y soda cáustica), dichas electroválvulas se instalaron en un panel para tener centralizado el control neumático, de este panel salen todas las mangueras para accionar los actuadores neumáticos, esto nos permite la facilidad de cableado pues todos los cables conectados a las borneras del PLC van únicamente al panel de control neumático y del panel salen las mangueras con aire presurizado para el control final de cada componente mecánico del sistema. Como resultado de este método de trabajo, se entregó un trabajo profesional, estético y organizado, se centralizó la llegada de los cables y también se centralizó la entrada y las salidas de aire presurizado.



Ilustración 19 Bus de electroválvulas para control neumático



Ilustración 20 Actuador neumático para apertura y cierre de válvulas

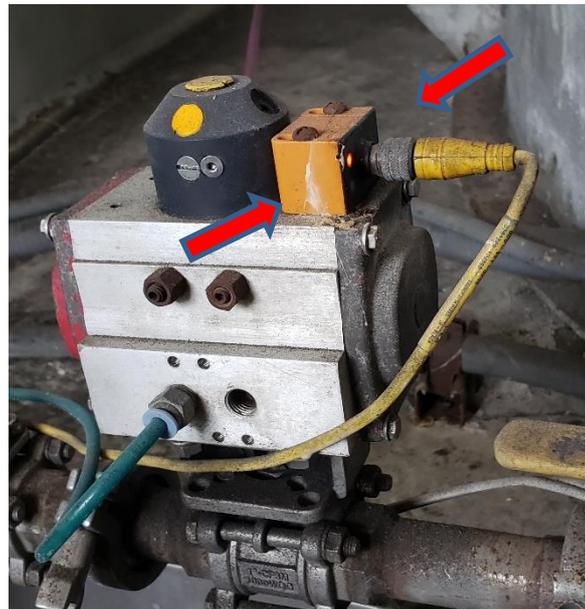


Ilustración 21 Sensor de posición, indica el estado de la válvula (abierta/cerrada)

VI. CONCLUSIONES

En el presente capítulo se establece el cumplimiento de los objetivos como también se establecen las respuestas a las preguntas de investigación que se plantearon en el capítulo dos.

"LA CONCLUSIÓN DEBE PROPORCIONAR UN RESUMEN, SINTÉTICO PERO COMPLETO, DE LA ARGUMENTACIÓN, LAS PRUEBAS Y LOS EJEMPLOS (SI SE PRESENTAN) CONSIGNADOS EN LAS DOS PRIMERAS PARTES DEL TRABAJO. ESTA PARTE DEBE POSEER LAS CARACTERÍSTICAS DE LO QUE HEMOS LLAMADO SÍNTESIS. EN PRIMER LUGAR, LA CONCLUSIÓN DEBE RELACIONAR LAS DIVERSAS PARTES DE LA ARGUMENTACIÓN, UNIR LAS IDEAS DESARROLLADAS. ES POR ESTO QUE SE HA DICHO QUE, EN CIERTO SENTIDO, LA CONCLUSIÓN ES UN REGRESO A LA INTRODUCCIÓN: SE CIERRA SOBRE EL COMIENZO (...) QUEDA ASÍ EN EL LECTOR LA IMPRESIÓN DE ESTAR ANTE UN SISTEMA ARMÓNICO, CONCLUSO EN SÍ MISMO". (A. ASTI V. 170)

6.1 CONCLUSIÓN GENERAL

La implementación de un sistema automatizado para el proceso de trasiego y llenado de isotanques con sustancias químicas reactivas es de profuso valor a causa de que se logró prescindir el riesgo que implica el contacto directo con las personas que se encargaban de realizar el trasiego de dichos químicos cumpliendo con el interés primordial de la empresa de mantener a sus empleados seguros, de la misma manera cabe resaltar que se logró ahorrar el tiempo de llenado de los isotanques, incluso se prescinde la necesidad de que haya un empleado que se encargue de esta tarea, por lo tanto se logró ahorrar uno de los recursos más importante para la empresa que son sus empleados, los empleados encargados de los químicos se pueden enfocar en otras tareas debido a que ya no es necesario que pasen revisando de manera constante y visualmente el nivel de los isotanques dentro del cuarto de químicos y llenarlos en caso de que estuviesen vacíos y cabe destacar que el proceso era complicado e implicaba dos isotanques extras para el trasiego y un montacargas para el proceso completo, con la implementación de este sistema automático para trasiego de químicos se elimina la necesidad de depender de recursos como un montacargas, los maxicubos.

6.2 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

- A través de la implementación del sistema automatizado de trasiego de químicos se logró reducir el tiempo de llenado de los isotanques cuantiosamente.
- Se logró reducir el uso de los recursos tales como los montacargas y el combustible que requieren para su funcionamiento de manera completa.
- Se logró reducir el riesgo de contacto entre los operadores y las sustancias químicas en cuestión de manera completa para el proceso de trasiego de químicos y el llenado de los tanques designados para contener dichos químicos en cuestión.

VII. RECOMENDACIONES

En el presente capítulo se especifican las recomendaciones fundamentadas en los análisis y resultados del proyecto realizado, estas recomendaciones están formuladas para la mejora tanto de futuros proyectos y de igual forma a la universidad.

7.1 PARA FUTUROS PROYECTOS

En la elaboración de este proyecto se logró verificar la eficiencia de un sistema automatizado en comparación a una que no lo esté, no obstante en aras de implementar la mejora continua, existen ciertos aspectos en los que se puede mejorar siendo dichos aspectos los que se detallan a continuación:

- Implementar sistemas automáticos en otras líneas de producción dentro de la planta para reducir los tiempos muertos.
- Automatizar procesos para elevar la eficiencia de los mismos y reducir la utilización de otros recursos que necesarios en otras áreas.
- Automatizar procesos para elevar la eficiencia de los procesos y reducir la utilización de otros recursos que necesarios en otras áreas.

7.2 PARA LA UNIVERSIDAD

Para la culminación exitosa de un proyecto se requiere mucha entrega y disposición de parte de quien lo lleve a cabo como igualmente del apoyo de personas con experiencia en el ámbito profesional que proporcionen consejos y conocimiento para continuar en el proceso de formación de profesionales oportunos, por lo tanto se sugieren las siguientes recomendaciones:

- Disponer de un medio que permita a los estudiantes obtener apoyo con dudas y problemas con los que se pueda encontrar durante la elaboración del proyecto de graduación.
- Permitir hacer la práctica profesional previo al proyecto de graduación para adquirir experiencia en el ámbito profesional y que le permita al estudiante familiarizarse con dicho ambiente laboral, lo que le permitiría conocer cómo se manejan un sin número de situaciones que difieren al modo de relacionarse con compañeros de clase y a la realización de proyectos realizados en clase.

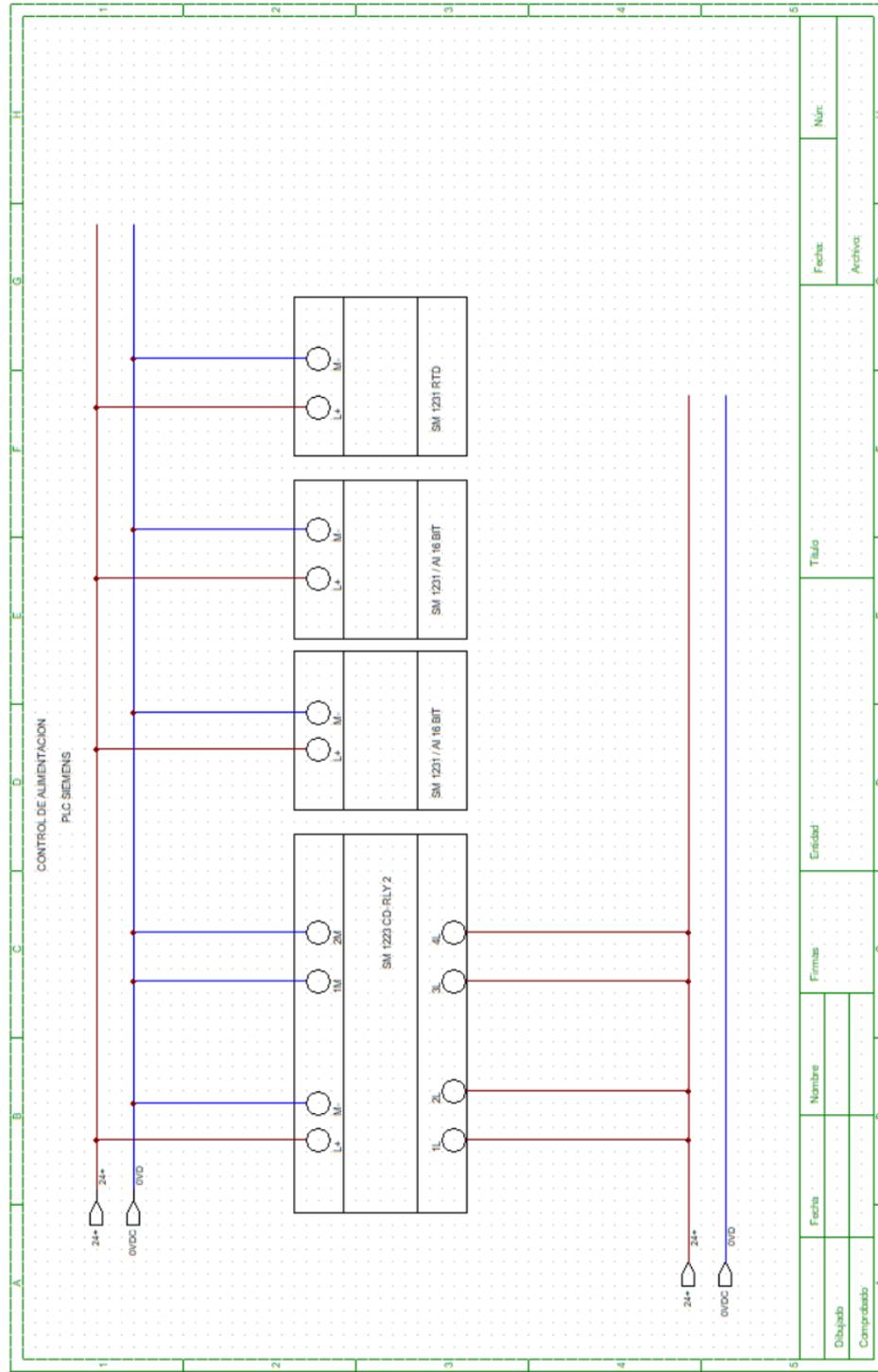
VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Alejandrina Gallego Picó, R. M. (2013). *Química Básica*. Madrid: KALAMO LIBROS, S.L.
2. Álvarez Pulido, M. (2003). *Controladores lógicos*. Barcelona: MARCOMBO, S.A.
3. Bolton, W. (2006). *Programmable Logic Controllers*. Oxford: Elsevier Newnes.
4. Cogut, M. (5 de 11 de 2017). *Isotanques y otros contenedores*. Obtenido de LinkedIn: <https://www.linkedin.com/pulse/isotanques-y-otros-contenedores-especiales-milton-cogut/>
5. Corona Ramírez, L. G., Abarca Jiménez, G. S., & Mareas Carreño, J. (2014). *Sensores y actuadores Aplicaciones con Arduino*. Azcapotzalco: Grupo Editorial Patria, S.A de C.V.
6. Daneri, A. P. (2008). *PLC Automatización y Control Industrial*. Buenos Aires: Editorial Hispano Americana S.A.
7. Escalona, I. (2007). *Transductores y sensores en la automatización industrial*. El CID Editor.
8. Henao Robledo, F. (2015). *Riesgos Químicos*. Bogotá: ECOE Ediciones.
9. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGraw Hill Education.
10. López Marzo, A. M., Hernández Castro, C., Bataller Venta, M., & Álvarez Álvarez, C. (2005). Evaluación del método fluorimétrico de Lazrus y Kok's para la determinación de peróxido de hidrógeni en la reacción ozono/peróxido de hidrógeno con ciclofosfamida en medio acuoso. *Revista Cubana de química*.
11. López, E. R. (2008). *Ejecución directa de las recomendaciones emitidas por el órgano de solución de diferencias en el marco de la organización mundial del comercio*.

12. Luszczewski Kudra, A. (1984). *Redes Industriales de Tubería, bombas para agua, ventiladores y compresores. Diseño y Construcción*. Barcelona: Reverté Ediciones, S.A. de C.V.
13. McNaughton, K. (1987). *Bombas, Selección, uso y mantenimiento*. Naucaplan de Juarez: McGraw-Hill.
14. Ministerio de Trabajo de los EE.UU. (1989). *Información Sobre Los Riesgos*. Des Plaines: Administración de la salud y Seguridad Ocupacional.
15. Montori Díez, A., Escribano Muñoz, C., & Martínez Marín, J. (s.f.). *Manual del transporte marítimo*.
16. Mora, L. A. (2014). *Logística del transporte y distribución de carga*. Bogotá: ECOE Ediciones.
17. Olivia Alonso, N. (2013). *Redes de Comunicaciones Industriales*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
18. Pell del RÍO, S. M. (2015). *Concepción educativa medioambiental para el manejo responsable de los productos químicos peligrosos en la comunidad*. La Habana.
19. Ramírez Despaine, M. (2012). *Controlador lógico programable basado en hardware reconfigurable*. La Habana.
20. Vildósola C. , E. (s.f.). *Válvulas de Control*. Santiago de Chile: Soltex Chile S.A.
21. Zumalacárregui de Cárdenas, B., Mondeja González, D., & Parra Rodríguez, I. (2003). Problema medioambiental en laboratorios químicos: trabajos para su solución. *Revista Pedagógica Universitaria*.

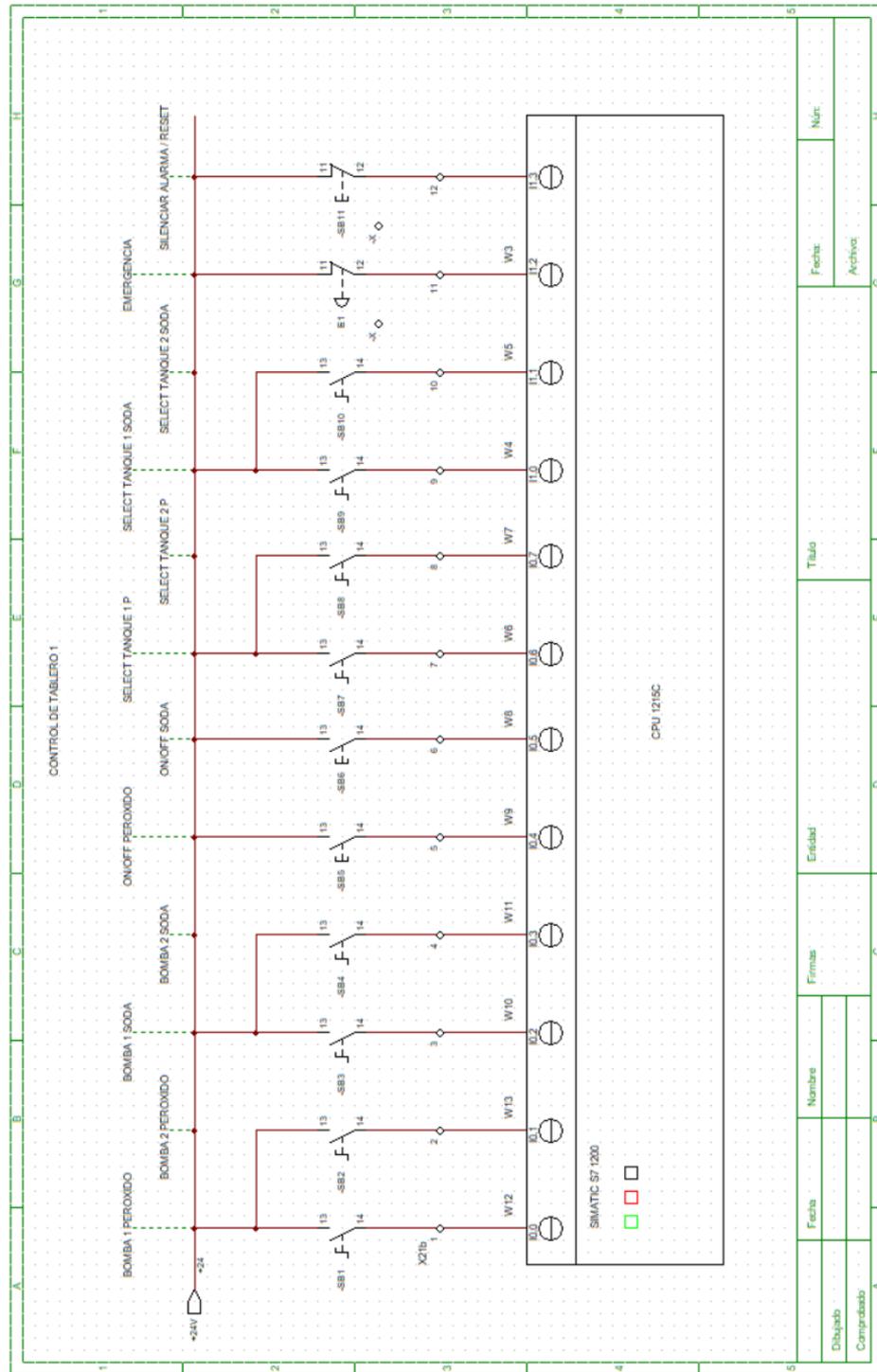
IX. ANEXOS

9.1 Esquemático de control de alimentación del PLC



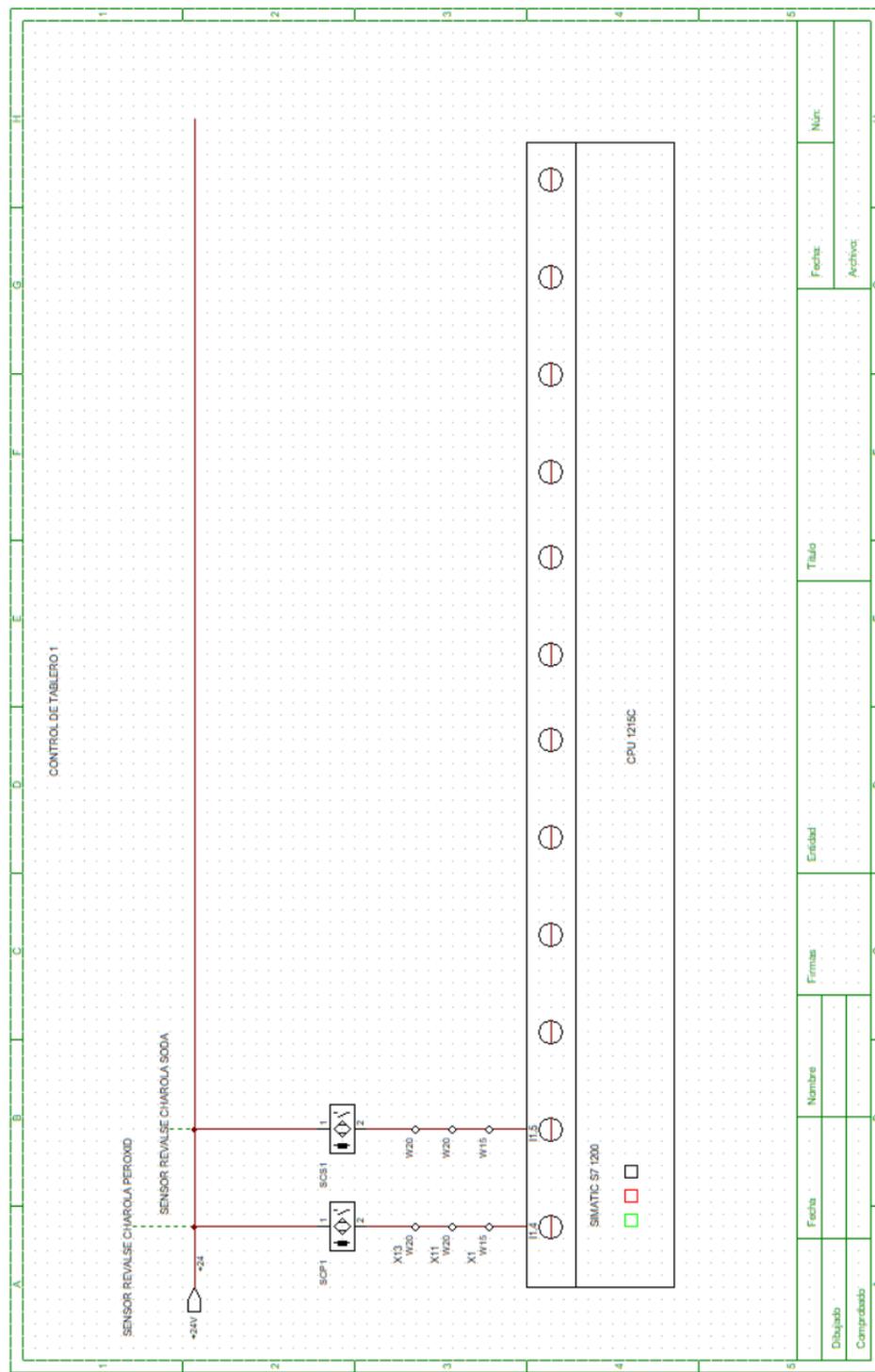
Fuente: Elaboración propia utilizando CADe_SIMU versión 1.0.0.1

9.2 Esquemático de control de tablero 1



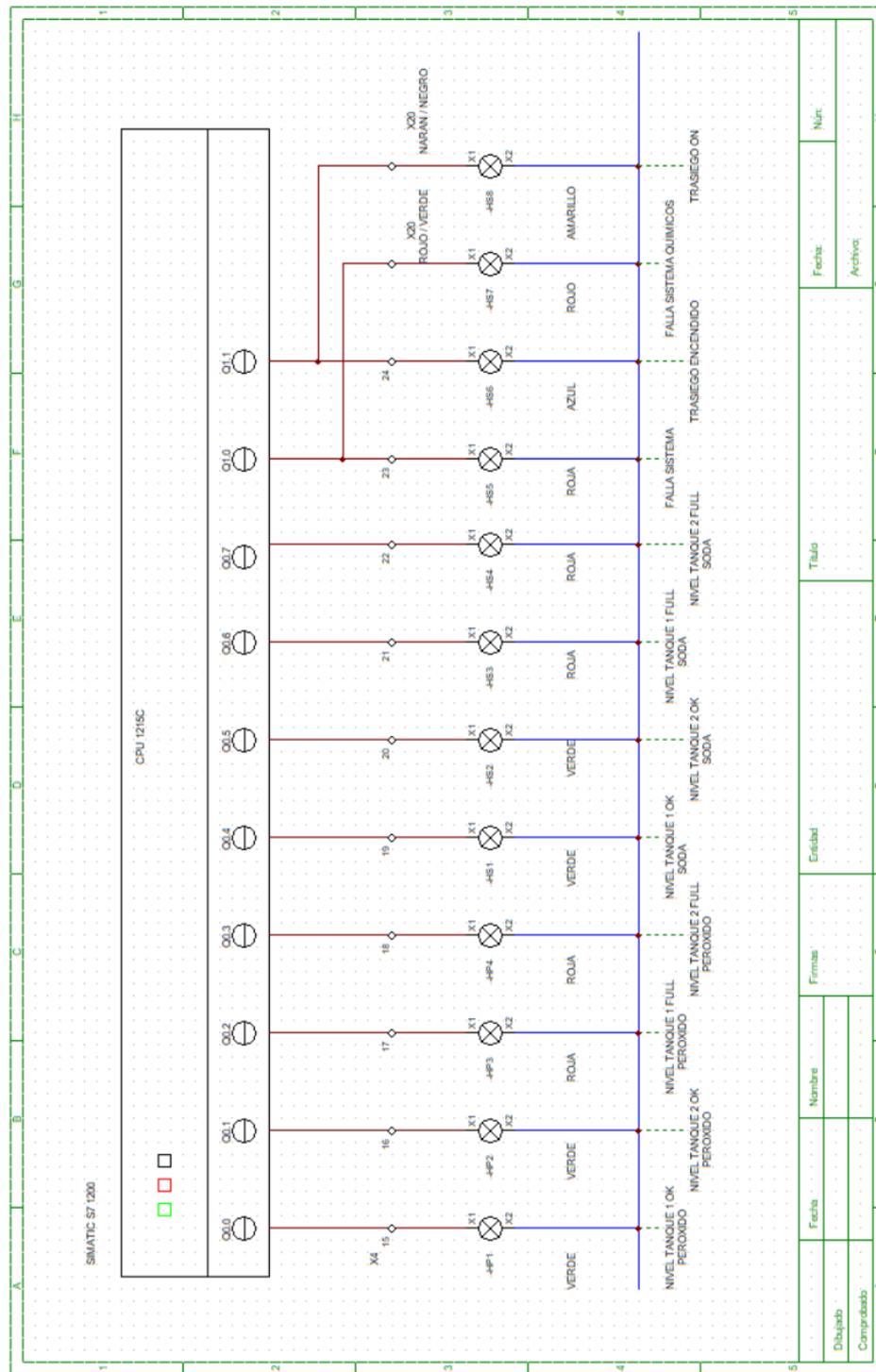
Fuente: Elaboración propia utilizando CAdE_SIMU versión 1.0.0.1

9.3 Esquemático de control de tablero 2



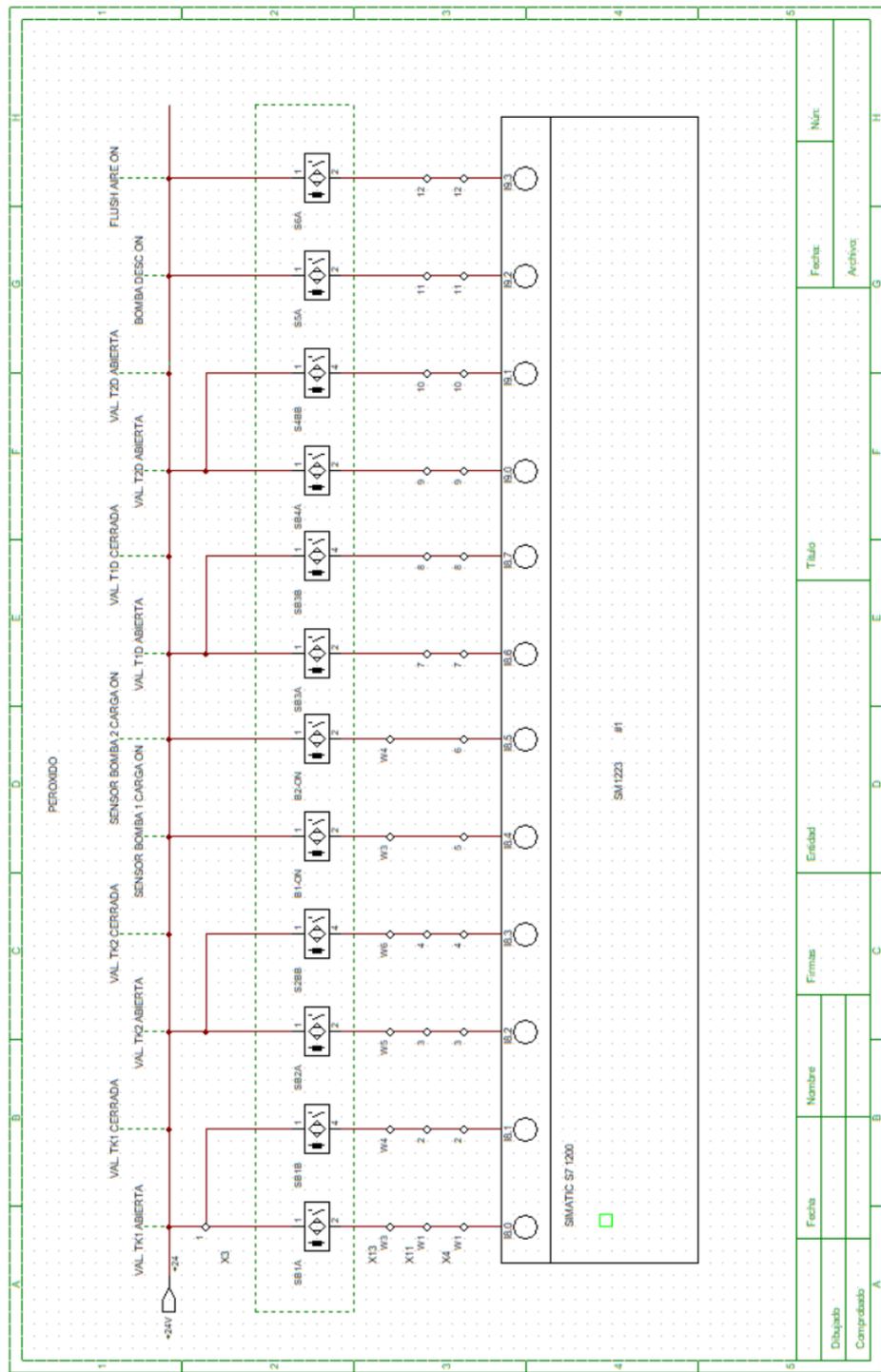
Fuente: Elaboración propia utilizando CAdE_SIMU versión 1.0.0.1

9.4 Esquemático de salidas del PLC



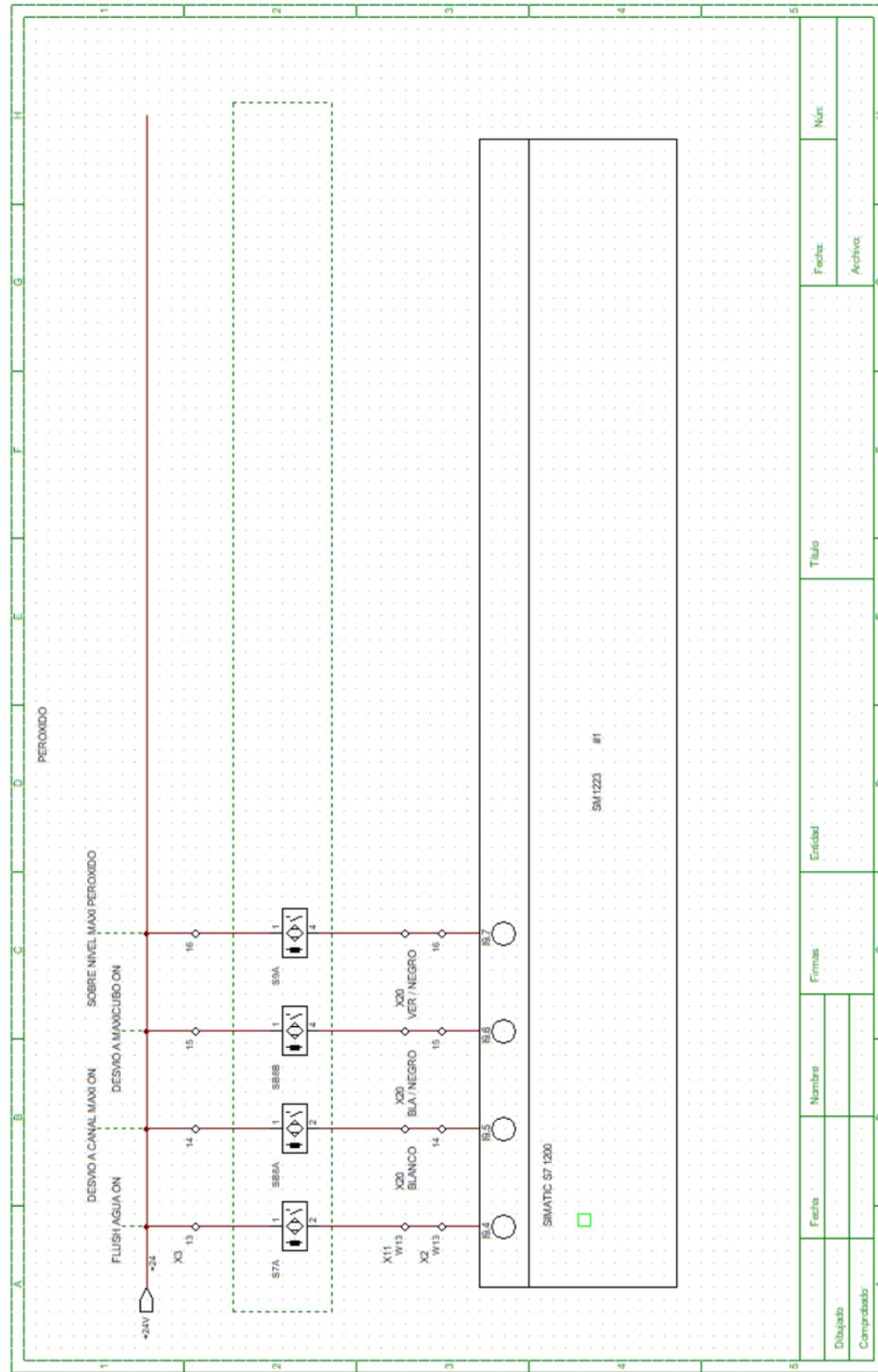
Fuente: Elaboración propia utilizando CAdE_SIMU versión 1.0.0.1

9.5 Esquemático de entradas control de peróxido de hidrógeno



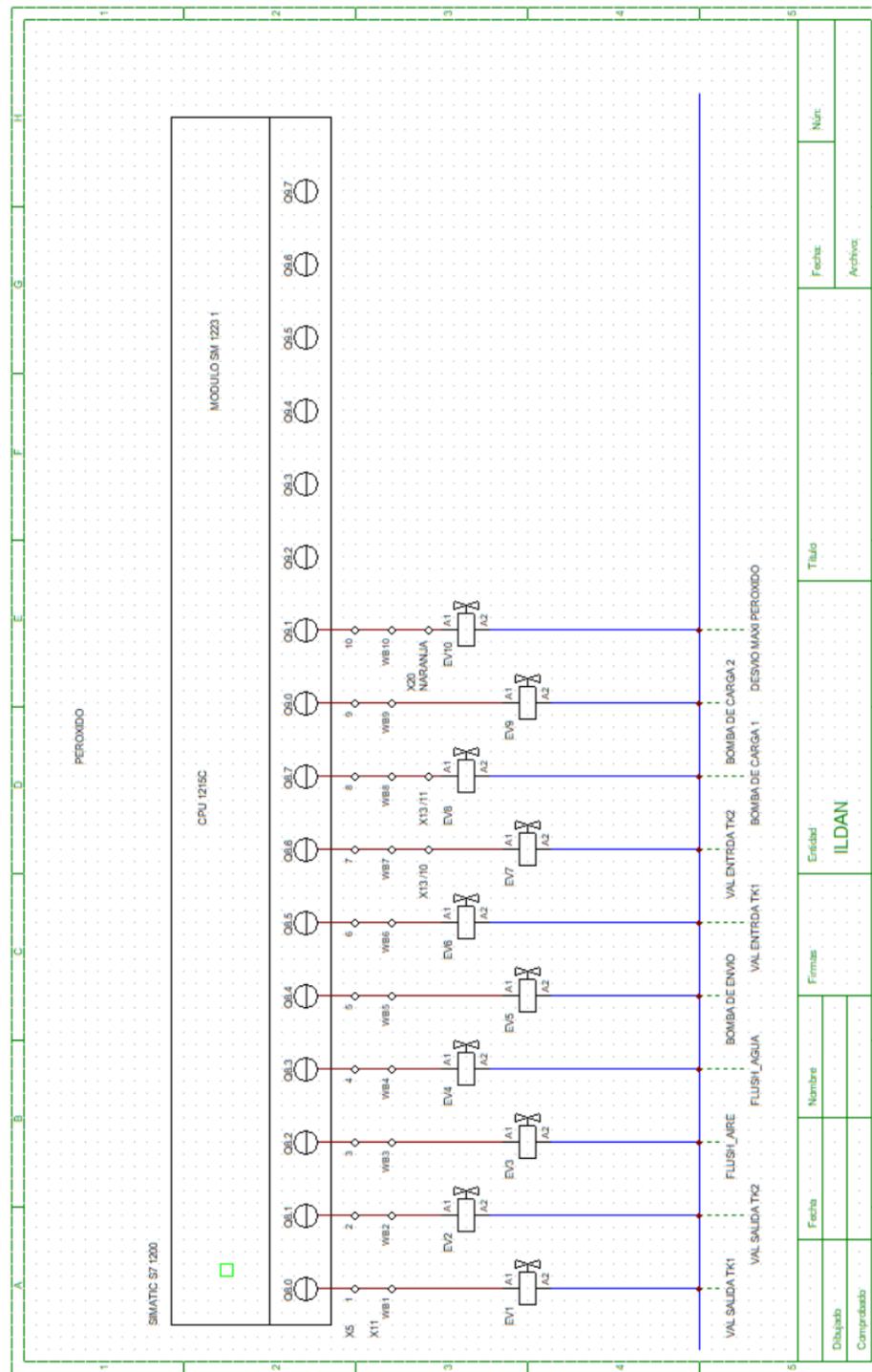
Fuente: Elaboración propia utilizando CAdE_SIMU versión 1.0.0.1

9.6 Esquemático de entradas control de peróxido de hidrógeno 2



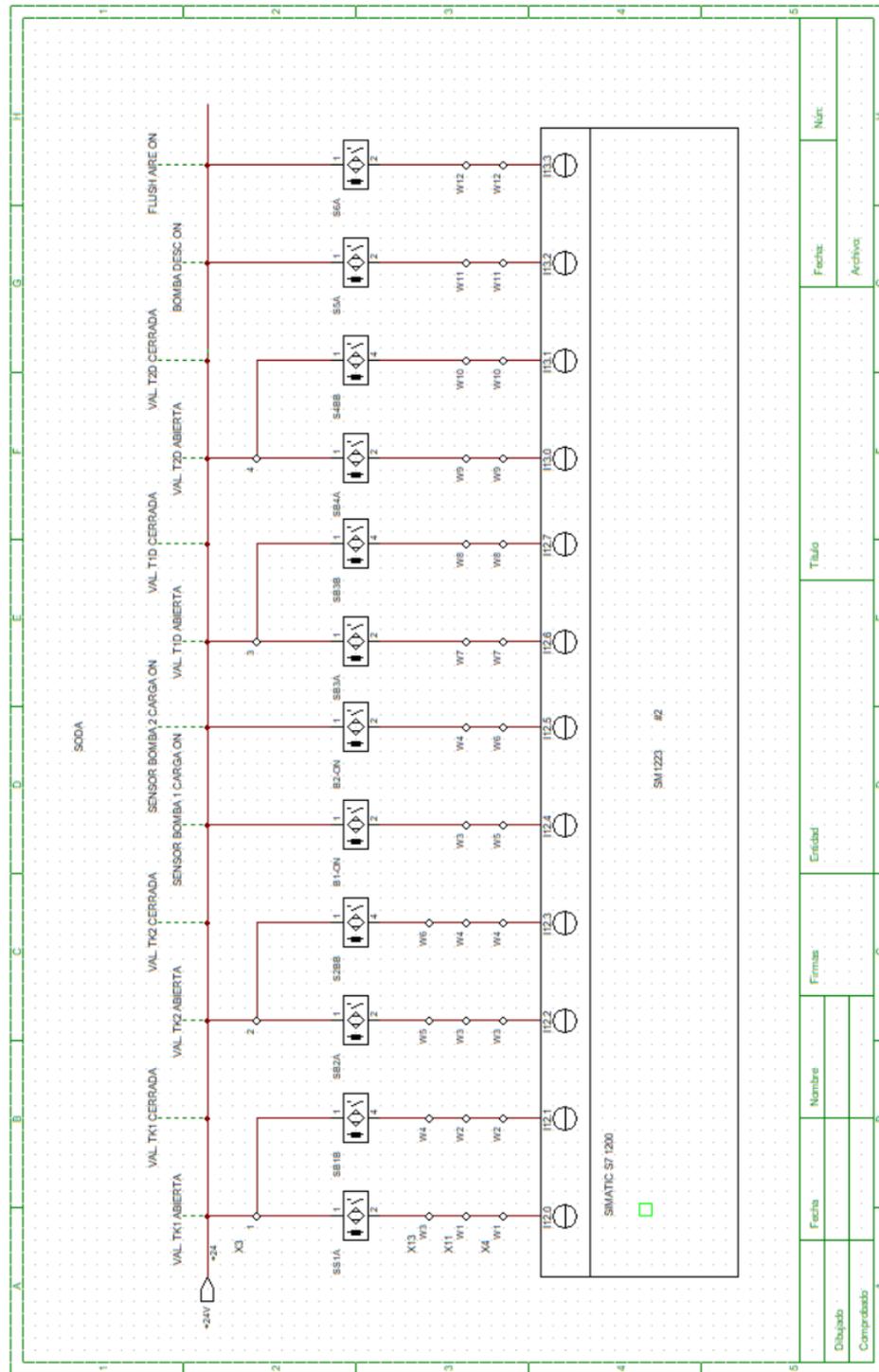
Fuente: Elaboración propia utilizando CAdE_SIMU versión 1.0.0.1

9.7 Esquemático de salidas control de peróxido de hidrógeno



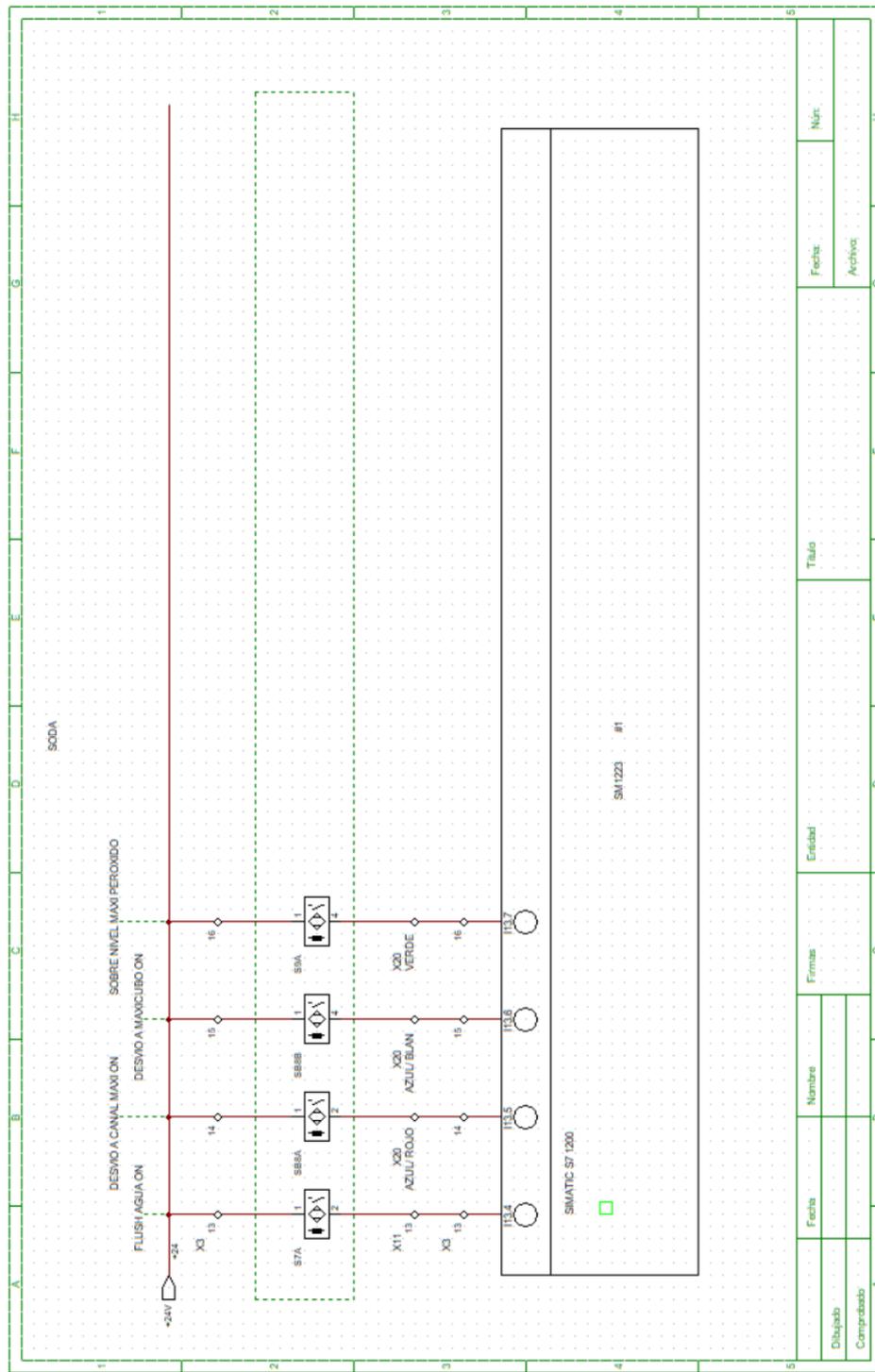
Fuente: Elaboración propia utilizando CAdE_SIMU versión 1.0.0.1

9.8 Esquemático de entradas control de soda cáustica



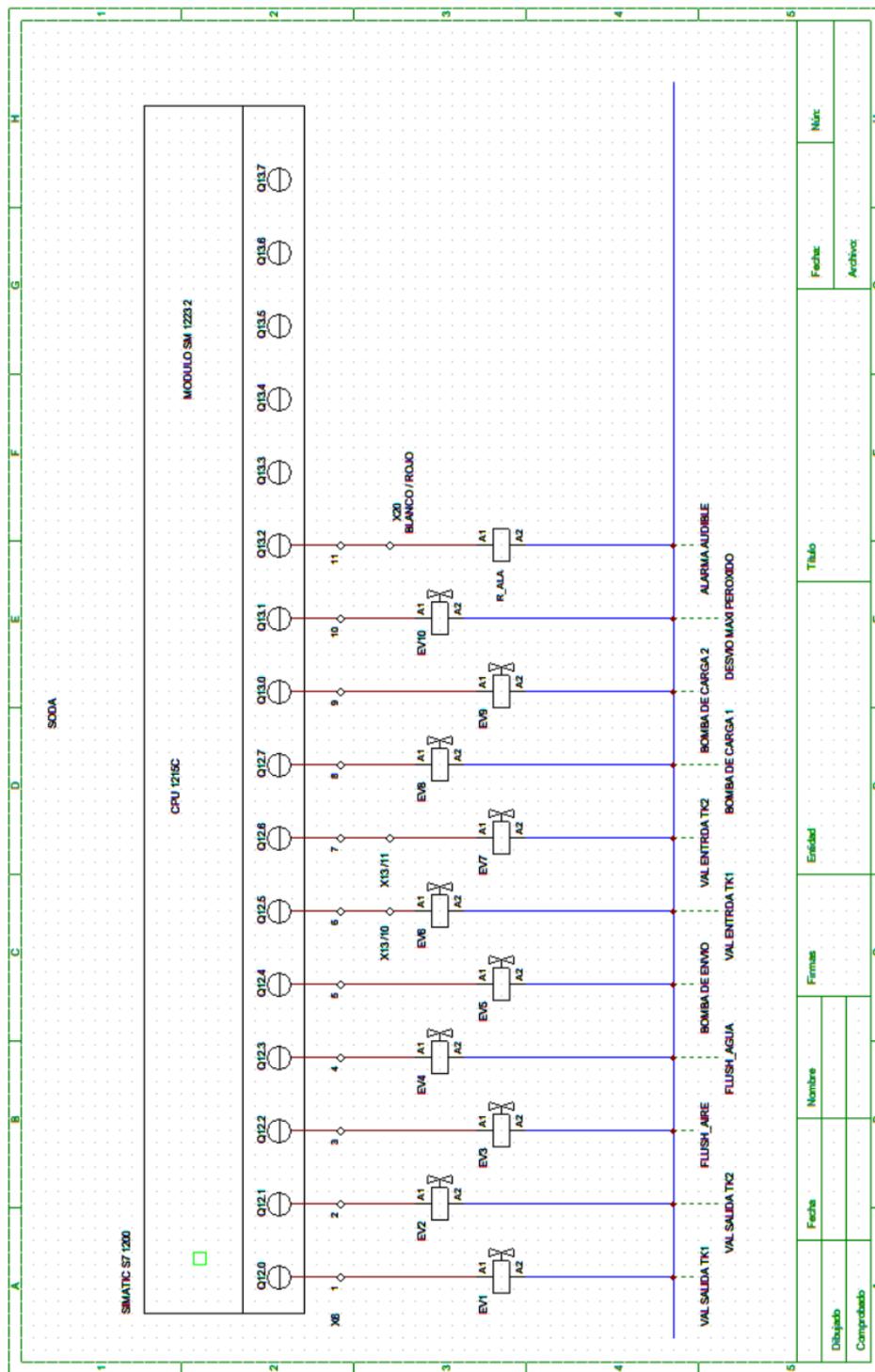
Fuente: Elaboración propia utilizando CAdE_SIMU versión 1.0.0.1

9.9 Esquemático de entradas control de soda cáustica 2



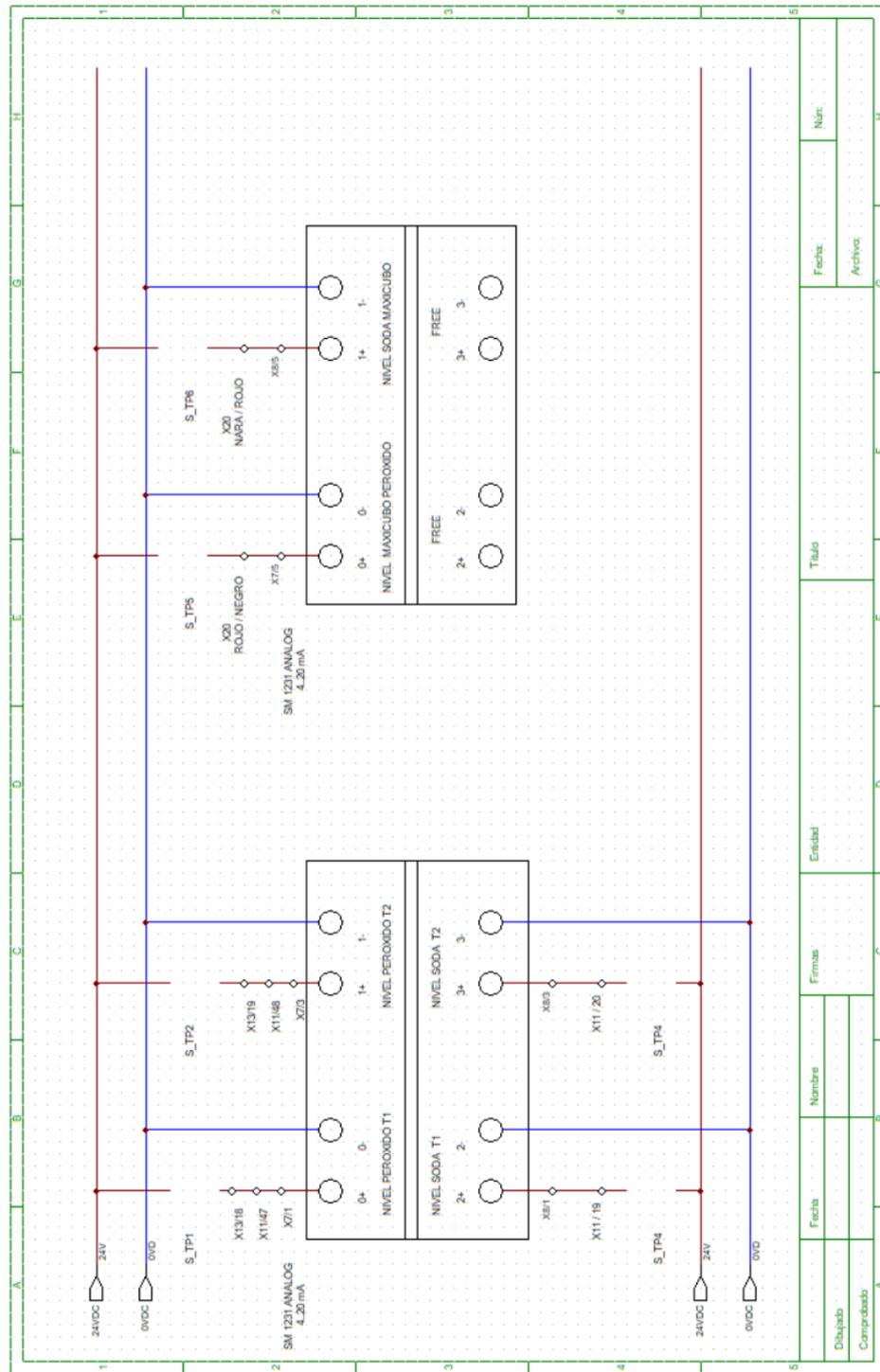
Fuente: Elaboración propia utilizando CADe_SIMU versión 1.0.0.1

9.10 Esquemático de salidas control de soda cáustica



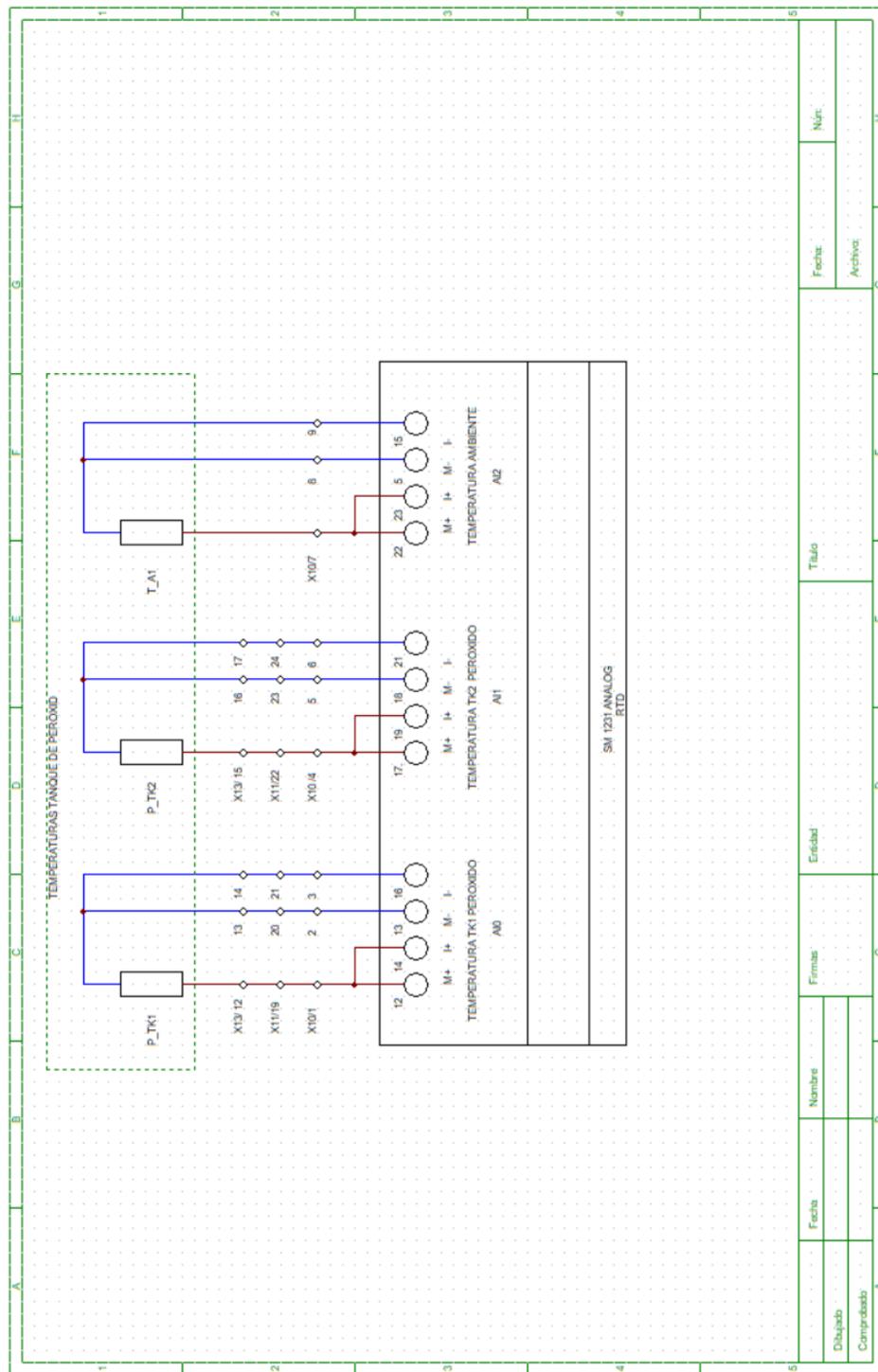
Fuente: Elaboración propia utilizando CAdE_SIMU versión 1.0.0.1

9.11 Esquemático de entradas analógicas de sensores de presión



Fuente: Elaboración propia utilizando CAdE_SIMU versión 1.0.0.1

9.12 Esquemático de RTD entradas de PT100



Fuente: Elaboración propia utilizando CADe_SIMU versión 1.0.0.1