

INFORME TECNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

En este proyecto se logró reunir la información necesaria para poder implantar un sistema de purificación de agua eficiente, ya que los beneficios serian tener un control de mayor calidad en la dureza del agua y evitar errores humanos que lleven a pérdidas de tiempo y afecten la calidad del agua.

Automatización del sistema de tratamiento de agua de la empresa lácteos de Chiapas.



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MEXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ



**AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE
LA EMPRESA LÁCTEOS DE CHIAPAS.**

INGENIERÍA MECÁNICA

ASESORES

DR. ROBERTO CARLOS GARCÍA GÓMEZ
ING. CUTBERTO DE JESUS VÁZQUEZ VALDIVIEZO

ALUMNO:

DE LA CRUZ DE LA CRUZ YOVANI ALONSO

N° DE CONTROL: 13270066

PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL ENERO-JUNIO 2017

Tuxtla Gutiérrez Chiapas, 08 de junio de 2017.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1 JUSTIFICACIÓN	5
1.2 OBJETIVOS	5
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	5
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.3 NOMBRE Y UBICACIÓN DE LA EMPRESA	6
1.4 GIRO Y TIPO DE CAPITAL	6
1.5 HISTORIA DE LA EMPRESA.	7
1.6 MISIÓN	7
1.7 VISIÓN	8
1.8 POLÍTICA	8
1.9 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	8
1.10 ALCANCES.	9
2. INFORMACIÓN SOBRE EL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA.	10
2.1 FUNCIONES DE LOS SUAVIZADORES.	11
2.1.1 TIPOS DE SUAVIZADORES.	11
2.2 LA DUREZA DEL AGUA.	13
2.2.1 EFECTOS NEGATIVOS DEL AGUA DURA.	13
2.3 REGENERACIÓN DE SUAVIZADORES.	14
2.3.1 CICLO DE SERVICIO.	16
2.3.2 CICLO PARA RETROLAVADO	17
2.3.3 CICLO DE REGENERACIÓN DE LA RESINA.	18
2.3.4 CICLO DE ENJUAGUE LENTO.	19
2.3.5 CICLO DEL ENJUAGUE RAPIDO.	20
2.3.6 CICLO DE LLENADO DEL TANQUE DE SALMUERA.	21
2.4 CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE (PLC).	22
2.4.1 HISTORIA	22
2.4.2 DEFINICIÓN Y PRINCIPIOS DE OPERACIÓN.	22
2.4.3 PROGRAMACIÓN LADDER BÁSICA	23
2.5 ELECTROVÁLVULAS	29
2.5.1 TIPO DE ELECTROVÁLVULAS	29
2.5.1.1 ACCIÓN DIRECTA	29
2.5.1.2 ACCIÓN INDIRECTA	30
2.5.1.3 ACCIÓN MIXTA	30

3. AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA.	32
3.1 AUTOMATIZACION DE SUAVIZADORES EN LA EMPRESA LÁCTEOS DE CHIAPAS S.A DE C.V.	33
3.2 PROGRAMA DE AUTOMATIZACIÓN EN PLC.....	35
3.3 DIAGRAMA DEL DISEÑO DEL SISTEMA.....	38
4. PROPUESTAS DE MEJORA DEL PROCESO.	41
4.1 LAVADO PERIÓDICO DE LA RESINA EN SUAVIZADORES.....	42
4.2 VOLUMEN DE LA RESINA ADECUADO.....	42
4.3 CANTIDAD DE SAL ADECUADA.....	42
5. RESULTADOS.....	44
6. CONCLUSIÓN.....	48
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

1. INTRODUCCIÓN

En el presente informe se pretende dar a conocer habilidades y aplicar conocimientos obtenidos a lo largo de la formación profesional, obtenida en el instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, en la carrera de ingeniería mecánica con especialidad en sistemas mecatrónicos.

El lugar de desempeño de la residencia profesional será en la empresa lácteos de Chiapas S.A de C.V, que es una de las plantas ultra pasteurizadoras que está ubicada en el municipio de Berriozábal Chiapas.

En la actualidad debido a los altos estándares de calidad que cuenta la empresa Lácteos de Chiapas, debido a que sus productos son del consumo humano, se necesita monitorear todo el proceso y los errores humanos siempre están presentes, es por esto que surge la necesidad de la automatización, para evitar dichos errores esto se pretende evitar desde el inicio del proceso, con la automatización del sistema de tratamiento de agua, cabe señalar que esta agua es utilizada en el área de proceso de la planta, pasando por el sistema de tratamiento de agua y siendo almacenada en la cisterna de proceso.

La automatización es la mejor opción para garantizar la calidad del agua después del proceso de purificación, esto con la finalidad de evitar problemas en los equipos debido a la acumulación de sarro.

El agua utilizada es sustraída de pozos y llevada a una cisterna, después purificada a través de filtros de arena, carbón activado y suavizador.

1.1 JUSTIFICACIÓN

La planta Lácteos de Chiapas siempre está en constante modernización, con la finalidad de garantizar la calidad de sus productos. Es por esto que se deben cumplir con todos los estándares de calidad. El agua que se utiliza en el área de proceso es para lavar los equipos y en ocasiones como vapor, es por esto, que el agua debe contar con gran calidad.

El proyecto realizado ayudará a cumplir con el objetivo de mejorar la calidad del agua, al llevarse a cabo el proceso de purificación de una manera automática así evitando errores humanos, y posibles daños a los equipos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Automatizar el sistema de tratamiento de agua con el fin de mejorar la calidad a la entrada del proceso, así también reducir errores humanos al operar el equipo de forma manual.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comprender el funcionamiento del sistema de tratamiento de agua.
- Estudiar el manejo de software de diseño que permitan simular el proceso.
- Familiarización con la filosofía de operación de la planta.
- Reducir la dureza del agua.
- Controlar los parámetros estándar del agua utilizada (dureza de agua y pH).

1.3 NOMBRE Y UBICACIÓN DE LA EMPRESA

Lácteos de Chiapas S.A de C.V.

La planta se localiza en la carretera berriozabal-ocozocoautla km 3.5

Berriozábal, Chiapas, México.

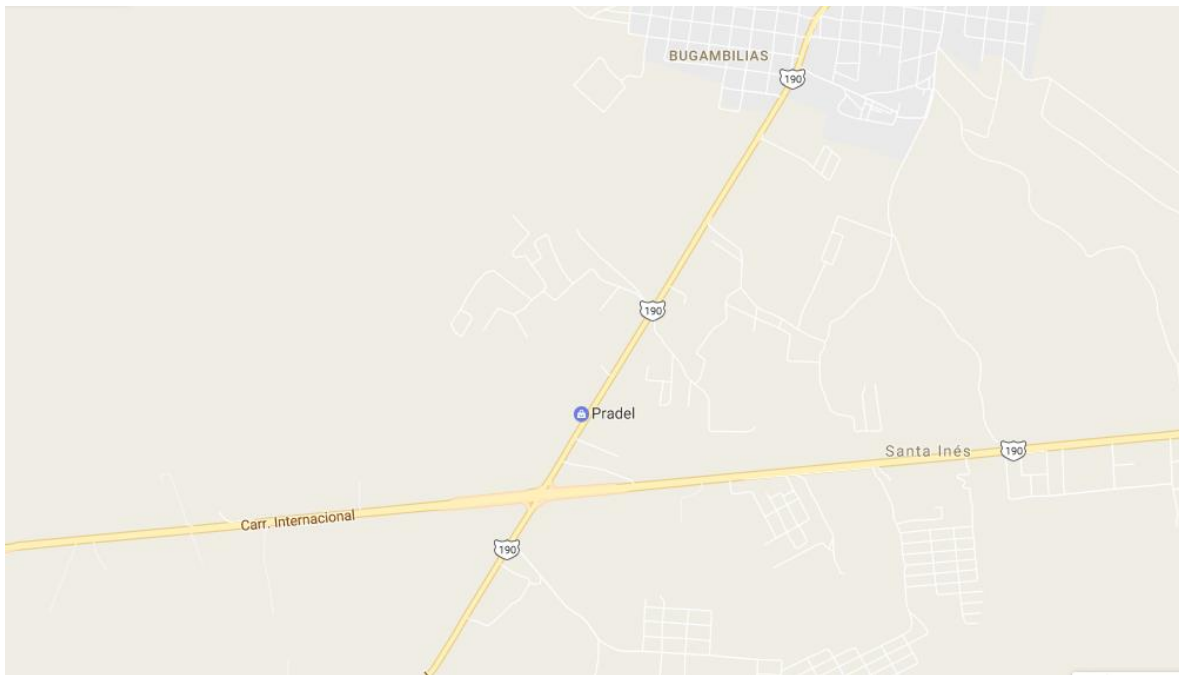


Imagen 1.1 ubicación de la planta lácteos de Chiapas S.A de C.V.

1.4 GIRO Y TIPO DE CAPITAL

El giro al que pertenece la empresa es industrial, se trata de una planta dedicada a la elaboración de productos derivados de la leche.

El tipo de capital de la empresa es privado.

1.5 HISTORIA DE LA EMPRESA.

El estado de Chiapas representa el 19% del total de la producción nacional de leche, la actividad económica predominante en el estado es la ganadería y la agricultura, con una participación del 49% del resto de las actividades económicas, así mismo cuenta con las condiciones agro climatológicas para incrementar las cuencas, lecheras.

La unión ganadera regional del estado representada por el ingeniero agrónomo Sergio Zuarth Rojas, llevo a cabo convocatorias a las asociaciones ganaderas de la entidad para solucionar los bajos precios de comercialización de la leche fresca y de acuerdo al estudio de viabilidad comercial con precios estables y con incrementos en el consumo de la leche ultrapasteurizada, nace el proyecto Lácteos de Chiapas, S.A. de C.V. que se constituye el 22 de septiembre del año 2000. Empresa a la que se lograron sumar a más de mil productores ganaderos de las distintas regiones lecheras del estado de Chiapas y conformar la tenencia accionaria de la sociedad. Actualmente somos 1,200 socios.

La planta ultrapasteurizadora está ubicada en el municipio de Berriozábal, Chiapas como punto estratégico de las distintas regiones de producción lechera del estado de Chiapas y de las principales ciudades de consumo de leche industrializada. Inició operaciones el 4 de julio del año 2003. [16]

1.6 MISIÓN

Ser un medio de comercialización de la leche de los socios productores para darle un valor agregado al trabajo en el campo a través del crecimiento y rentabilidad de la planta ultrapasteurizadora, produciendo alimentos de alta calidad y logrando la absoluta satisfacción de los clientes y el desarrollo de nuestra gente.

1.7 VISIÓN

Ser la planta de Ultra pasteurización que surta la mayor demanda de productos de larga vida. En el sureste del país con calidad y rentabilidad.

1.8 POLÍTICA

Promover en todos los niveles el desarrollo en dirección a la calidad total a través de la capacitación constante y la actualización tecnológica.

1.9 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La empresa lácteos de Chiapas se encarga de procesar leche natural y convertirlas en productos lácteos en este proceso se utiliza vapor que anteriormente es agua suave bajando la dureza de agua extraída de posos a través de un sistema de purificación de agua, este sistema consiste de una cisterna y un depósito de salmuera un filtro de arena un filtro de carbón activado y dos suavizadores que contienen resina catiónica.

El proceso de purificación es con la finalidad de bajar la dureza del agua y así evitar el deterioro de los equipos utilizados en proceso a causa de elementos como calcio y magnesio.

El proceso inicia al circular salmuera por dos horas a través de un purificador con el fin que la resina catiónica se cargue con moléculas de calcio y magnesio positivas después de las dos horas se apaga la bomba de salmuera y se enciende la bomba de la cisterna que contiene agua extraída de poso esta agua con el fin de lavar el suavizador y no queden partículas de sal dentro de este, después de los 6 minutos de lavado se abren as válvulas que dejan que el agua entre a proceso.

Hay que tener en cuenta que para que este proceso se lleve a cabo hay una serie de válvulas que deben abrirse y cerrarse cada determinado tiempo y un operador es el encargado de llevar a cabo el proceso es por esto que siempre se encuentra

con errores humanos que ocasionan pérdidas de tiempo al no estar el agua en los parámetros de calidad normal.

1.10 ALCANCES.

Para simular el funcionamiento del sistema de purificación de agua se utilizara un programa en donde se efectuaran las pruebas correspondientes.

Posteriormente se diseñara un prototipo en un programa de simulación el cual funcionara de manera automática.

CAPITULO 2

2. INFORMACIÓN SOBRE EL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA.

2.1 FUNCIONES DE LOS SUAVIZADORES.

Los suavizadores son los que se encargan de eliminar el exceso de sales y minerales en el agua evitando así las incrustaciones de sarro o de óxido en tuberías, calentadores, torres de enfriamiento o cualquier superficie que entre en contacto con este tipo de agua.

Los suavizadores tienen la finalidad de remover dureza del agua. Esto quiere decir que el calcio y magnesio, que producen la dureza, serán removidos casi por completo del agua que se va a tratar.

2.1.1 TIPOS DE SUAVIZADORES.

Dentro de la gama de suavizadores que existen en la industria, podemos encontrar cinco principales tipos:

Suavizadores catalíticos.

Con el uso de aleaciones especiales de metales y con el cambio de presión y turbulencia a los que se somete el agua dura se aumenta el pH y esta a su vez induce la precipitación de las sales y minerales, formando con ellos cristales que son arrasados por la corriente del agua, evitando su incrustación en las tuberías.

Suavizadores mecánicos.

Los suavizadores mecánicos utilizan membranas semipermeables, que al ser sujetas a altas presiones, permiten únicamente el paso del agua dejando las sales y minerales en las membranas. Uno de los principales usos de los suavizadores mecánicos es en la purificación del agua para beber.

Suavizadores químicos.

Aquí el agua se hace fluir a través de dos roscas que tienen un sentido inverso a las que se les llama Rácor, por lo tanto, el agua fluye por el Rácor de zeolita, el cual sustituye las sales y minerales por sodio o potasio, logrando así, la eliminación de incrustaciones y manchas de óxido.

Suavizadores eléctricos.

Este método implica someter a las tuberías a un campo magnético que altera la composición química de las sales y minerales, manteniéndolas flotando y evitando de esa manera que se incrusten, el funcionamiento de este método depende tanto del diámetro de la tubería, la composición química y demás elementos que sería necesario ajustar dependiendo de las necesidades.

Suavizadores por resina catiónica.

El suavizador hace su función a través de resinas de intercambio iónico de tipo catiónicas que sustituyen el calcio y magnesio del agua por sodio. Para esto las resinas requieren una regeneración con sal (industrial) para recuperar su capacidad de intercambio.

Hay varios tipos de suavizadores.

Por tipo de resina: normal y de alta eficiencia (AE) (ahorran sal);

Por tipo de flujo: sencillos (de un tanque para flujos interrumpidos), twin o dúplex (de dos tanques para flujos continuos); y múltiples que son sistemas de 3 o 4 suavizadores sencillos, donde la primera válvula (maestra) dirige a las restantes, para que operen de modo alternado o en paralelo secuencial.

Por tipo de controles: de reloj por tiempo y controles de consumo o demanda (con medidor de flujo).

Los suavizadores para agua son paquetes listos para ser armados e instalados y constan de un tanque de fibra de vidrio, o dos si es un twin o dúplex; una válvula de montaje superior, o dos si es un dúplex, que puede ser automática o manual, de regeneración por tiempo o por consumo de agua (los twin o dúplex solo manejan esta opción); un distribuidor y colector interno por tanque; resina catiónica normal o ahorradora de sal (suavizadores AE de alta eficiencia); y un tanque de salmuera (para la sal de regeneración) completo.

Para el diseño de un suavizador de agua, es necesario conocer la dureza del agua, mediante un simple análisis de laboratorio, y el flujo del agua a utilizar, con estos dos parámetros es posible conocer las dimensiones de un suavizador, la frecuencia con que se tiene que regenerar la resina de intercambio iónico y el consumo de sal pelet o industrial (sodio).

2.2 LA DUREZA DEL AGUA.

La dureza del agua se puede definir como la concentración total de iones calcio y de iones magnesio (Ca^{2+} y Mg^{2+}), los dos cationes divalentes más habituales en un agua natural; en realidad, podríamos definir la dureza como la suma de todos los cationes polivalentes, pero son con mucha diferencia calcio y magnesio los que tienen importancia en la dureza global de un agua. Así, podríamos escribir, simplemente:

$$\text{Dureza (M)} = [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]$$

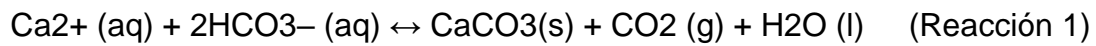
Sin embargo, es muy frecuente que esta dureza se determine o se indique como masa de carbonato cálcico en miligramos por cada litro de disolución, es decir, mg CaCO_3/L . ¿Significa esto que todo el calcio presente en un agua dura proviene de carbonato cálcico? No, solo que, por convenio, suele tratarse como si así fuera; es más, se considera como si todo el calcio estuviese en forma de carbonato calcio y el magnesio también fuese carbonato cálcico. Así, existe otra fórmula que permite indicar la dureza en mg/L de CaCO_3 conociendo las concentraciones en mg/L de Ca^{2+} y de Mg^{2+} , que es la siguiente:

$$\text{Dureza (mg/L) CaCO}_3 = 2,50 [\text{Ca}^{2+}] + 4,16 [\text{Mg}^{2+}]$$

Los coeficientes indicados se deben a la relación existente entre la masa del calcio y del magnesio con la masa del carbonato cálcico (100/40 para el calcio, 100/24 para el magnesio).

2.2.1 EFECTOS NEGATIVOS DEL AGUA DURA.

La presencia de bicarbonatos en el agua hace que, cuando se calienta el agua dura, se formen precipitados de carbonato cálcico que dan lugar a las llamadas costras calcáreas, según la reacción siguiente:



Estas costras calcáreas se pueden eliminar provocando la reacción química inversa a la anterior, es decir, que forme nuevamente calcio soluble y bicarbonato. Esto se puede lograr, por ejemplo, añadiendo un exceso de dióxido de carbono o un ácido débil, como ácido acético (vinagre) o ácido cítrico. Muchos preparados de limpieza para eliminar la cal se basan, de hecho, en un pH ligeramente ácido.



Imagen 2.1. Acumulación de carbonato cálcico en el interior de una tubería. “Tubería calcio” by Josefus2003 – Own work. Licensed under CC BY 3.0 via Wikimedia Commons.

2.3 REGENERACIÓN DE SUAVIZADORES.

Los suavizadores de agua cumplen la función de remover la dureza del agua mediante un proceso que se conoce como intercambio iónico (ion Exchange). El medio por medio del cual se realiza el intercambio iónico se llama resina catiónica, la cual son granos de poliestireno con carga negativa, además esta resina es cargada con iones de sodio o potasio.

Cuando la dureza (Mg^{+2} y Ca^{+2}), entran en contacto con la resina los iones son capturados por las cargas negativas de la resina, liberando a los iones de Sodio " Na^{+} " o potasio " K^{+} ".

En la figura adjunta se muestra los cationes típicos en el agua de alimentación y cuáles de estos iones son capturados por la resina catiónica. [8]

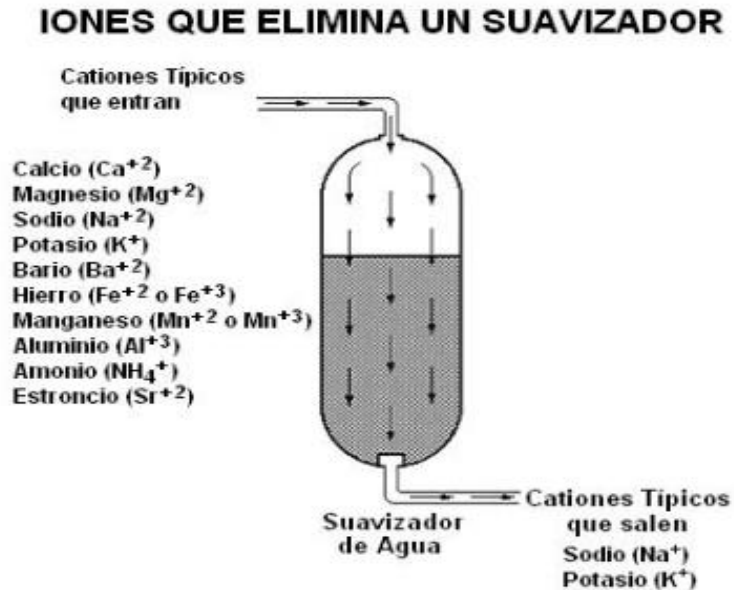


Imagen 2.2. Iones que elimina una resina catiónica.

Para que un suavizador de agua opere adecuadamente se requiere que el mismo realice los siguientes ciclos:

1. Ciclo de servicio.
2. Ciclo de retrolavado.
3. Ciclo de regeneración.
4. Ciclo de lavado lento.
5. Ciclo de lavado rápido.
6. Ciclo de llenado del tanque de salmuera.

2.3.1 CICLO DE SERVICIO.

Durante este ciclo el suavizador está en su operación normal, el agua pasa a través de la válvula instalada en la parte superior del tanque, el agua pasa a través de la resina desde la parte superior de la resina hacia el colector localizado en la parte inferior del tanque. En este ciclo es cuando la resina retiene la dureza del agua.

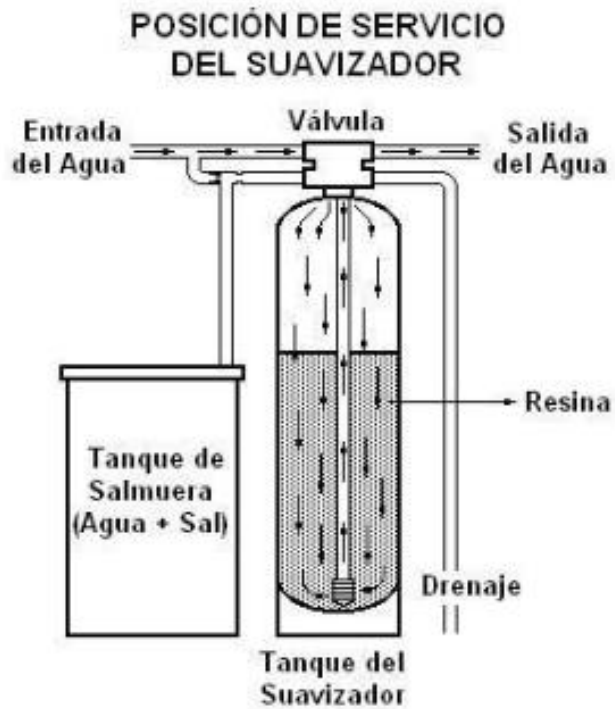


Imagen 2.3. Ciclo de servicio.

2.3.2 CICLO PARA RETROLAVADO

El ciclo de retrolavado es el primer paso para que se realice el proceso de regeneración de la resina. El agua pasa por la válvula y es encausada a fluir por el tubo central de aspiración de arriba hacia abajo, lo que provoca una expansión de la resina.

El flujo de agua ascendente a través del tanque del suavizador, elimina la turbidez y otros sedimentos que se acumulan durante el ciclo de servicio y los elimina del sistema por el drenaje.

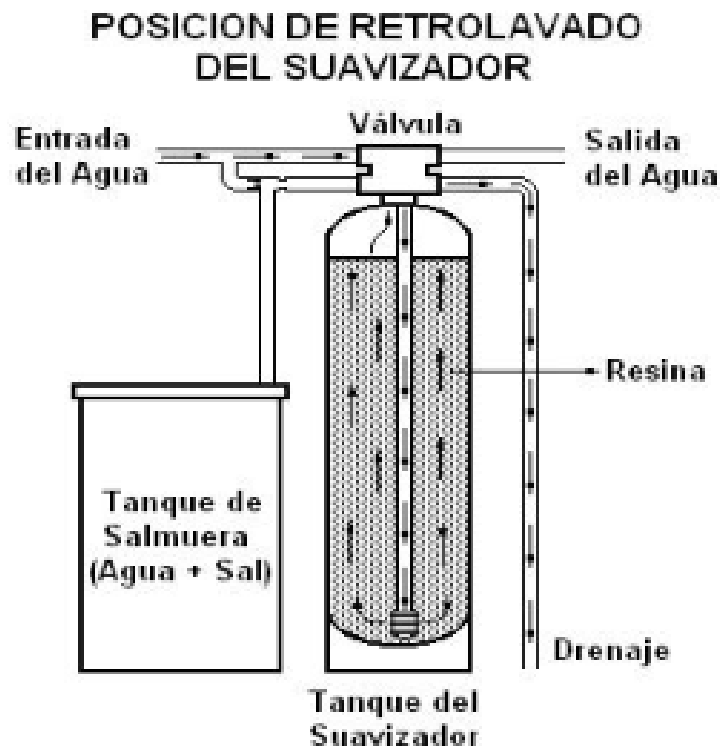


Imagen 2.4. Ciclo de retrolavado

2.3.3 CICLO DE REGENERACIÓN DE LA RESINA.

Durante este ciclo la salmuera que se encuentra en el tanque de salmuera, se aplica por medio de un inyector que la aplica a la resina. La aplicación es desde la parte superior hacia la parte inferior para luego pasar por el tubo central para que se descargue en el drenaje.

La función de este ciclo es eliminar los iones de Calcio (Ca^{+2}) y Magnesio (Mg^{+2}) por los iones de Sodio (Na^{+}), esto para que cuando el suavizador entre de nuevo en el ciclo de servicio pueda capturar la dureza del agua.

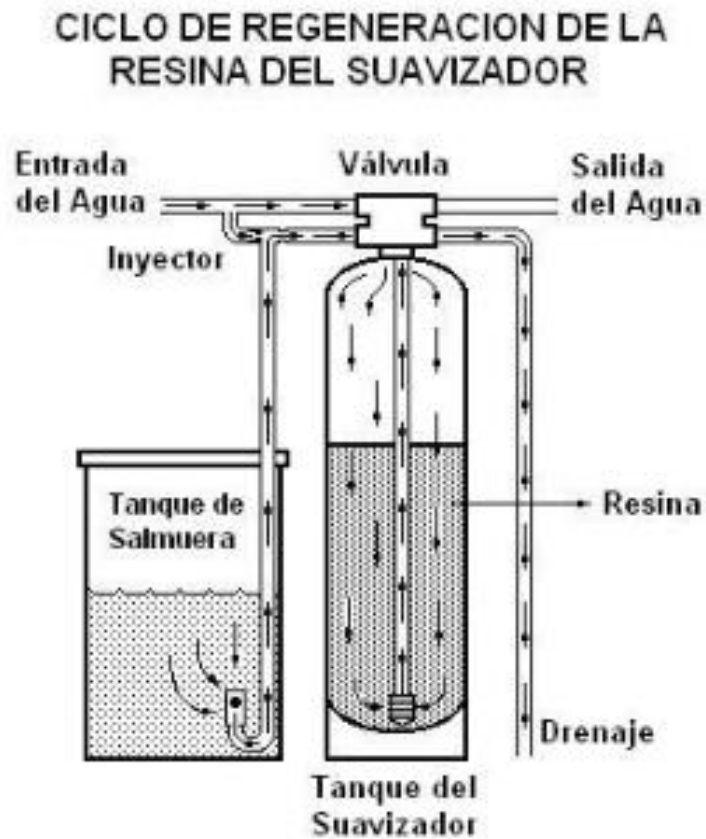


Imagen 2.5. Ciclo de regeneración de la resina.

2.3.4 CICLO DE ENJUAGUE LENTO.

El ciclo de enjuague lento se inicia una vez concluido el ciclo de regeneración, el agua sigue fluyendo por el inyector que se encuentra en la parte superior del tanque del suavizador pasando por la resina, donde el agua es evacuada por el tubo central hacia el drenaje tal como se muestra en la figura 2.6.

La importancia de este ciclo es eliminar el exceso de salmuera y de dureza que quede residual en la resina, la limpieza y eliminación de los residuos se hace por medio de un enjuague de la resina. [8]

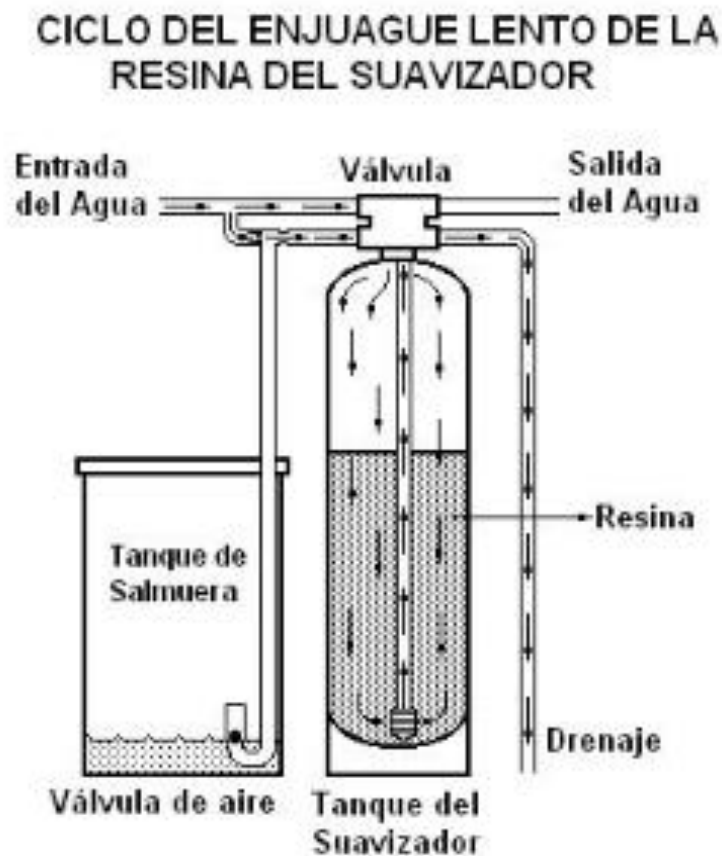


Imagen 2.6. Ciclo de enjuague lento.

2.3.5 CICLO DEL ENJUAGUE RAPIDO.

Durante el ciclo del enjuague rápido, el agua fluye desde la parte superior del tanque hacia la parte inferior para ser evacuada por el drenaje por el tubo central de aspiración.

La función de este ciclo es compactar la resina para que quede listo para el ciclo de servicio.

CICLO DEL ENJUAGUE RAPIDO DE LA RESINA DEL SUAVIZADOR

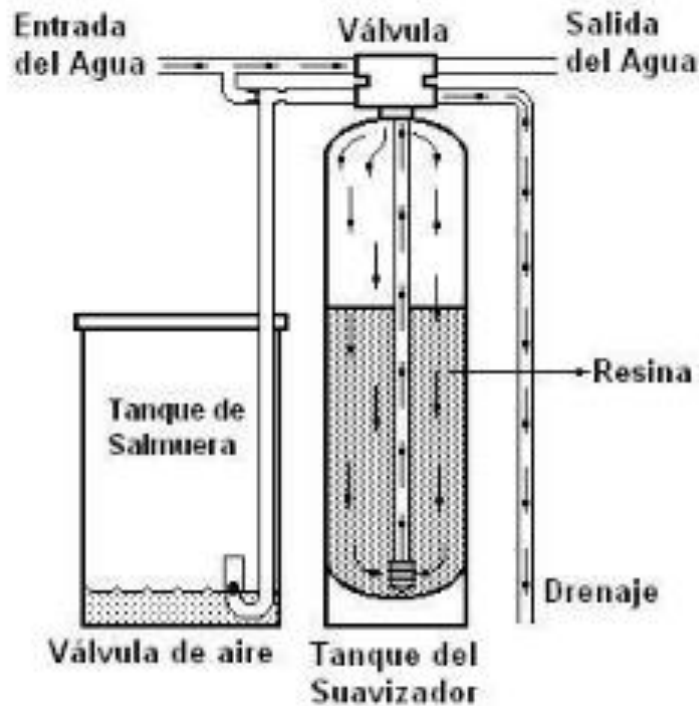


Imagen 2.7. Ciclo de enjuague rápido.

2.3.6 CICLO DE LLENADO DEL TANQUE DE SALMUERA.

Durante el llenado del tanque de salmuera, el agua va directo al tanque de salmuera y el remanente del agua se va por el drenaje. Cada galón (3.785 litros) de agua puede disolver hasta 3 libras de sal (1.36 Kg). El suavizador en este proceso continúa en el ciclo de enjuague rápido al mismo tiempo que está en el proceso del llenado del tanque de salmuera. Una vez que concluye el llenado del tanque de salmuera el suavizador retorna al ciclo de servicio. [4]

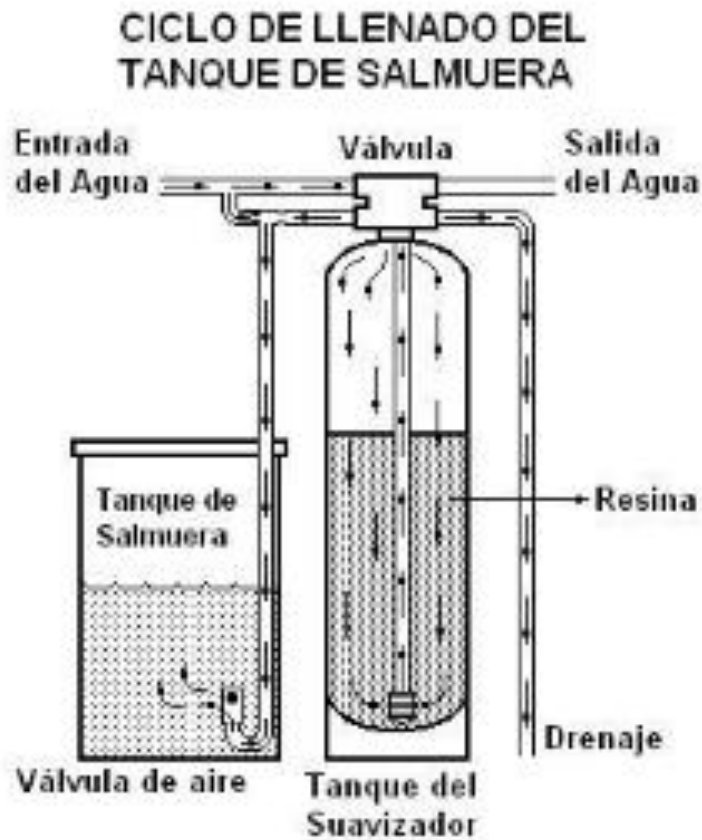


Imagen 2.8. Ciclo llenado del tanque de salmuera.

2.4 CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE (PLC).

La ingeniería de control se ha desarrollado a través del tiempo. En el pasado los humanos eran el método para controlar los sistemas. En tiempos recientes la electricidad se ha utilizado para el control, los primeros controles eléctricos fueron los relevadores. Los relevadores permiten encender o apagar un circuito eléctrico sin necesidad de un interruptor mecánico. Fue inventado por Joseph Henry en 1835.
[4]

2.4.1 HISTORIA

Los Controladores Lógico Programables (PLC) fueron inventados como respuesta a las necesidades de la industria automotriz. Inicialmente fueron adoptados por las empresas para sustituir la lógica cableada. En 1968 GM Hydramatic (la división de transmisiones automáticas de General Motors) emitió una solicitud para realizar una propuesta que sustituyera la lógica cableada. La propuesta ganadora fue realizada por Bedford Associates. El primer PLC fue el MODICON 084.

2.4.2 DEFINICIÓN Y PRINCIPIOS DE OPERACIÓN.

Un controlador lógico programable (Programmable Logic Controller PLC) es un dispositivo operado digitalmente, que usa una memoria para el almacenamiento interno de instrucciones con el fin de implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas, para controlar a través de entradas/salidas digitales o analógicas, varios tipos de máquinas o procesos.



Imagen 2.9. PLC Siemens

El funcionamiento del PLC es un continuo ciclo cerrado, primero el sistema operativo inicia la vigilancia de tiempo de ciclo, después el CPU escribe los valores de imagen de proceso de las salidas en los módulos de salida, a continuación la CPU lee el estado de las entradas en los módulos de entrada y actualiza la imagen de proceso de las entradas, el CPU procesa el programa del usuario en segmentos de tiempo y ejecuta las operaciones indicadas en el programa, al final de un ciclo el sistema realiza las tareas pendientes por ejemplo carga y borrado de bloques.

2.4.3 PROGRAMACIÓN LADDER BÁSICA

Existen distintos tipos de lenguaje de programación de un PLC, quizás el más común sea la programación tipo escalera o ladder. Los diagramas de escalera son esquemas de uso común para representar la lógica de control de sistemas industriales. Se le llama diagrama "escalera" porque se asemejan a una escalera, con dos rieles verticales (de alimentación) y "escalones" (líneas horizontales), en las que hay circuitos de control que definen la lógica a través de funciones. De esta manera Las principales características del lenguaje ladder son:

- Instrucciones de entrada se introducen a la izquierda
- Instrucciones de salida se situarán en el derecho.
- Los carriles de alimentación son las líneas de suministro de energía L1 y L2 para los circuitos de corriente alterna y 24 V y tierra para los circuitos de CC
- La mayoría de los PLC permiten más de una salida por cada renglón (Rung).
- El procesador (o "controlador") explora peldaños de la escalera de arriba a abajo y de izquierda a derecha.

Las instrucciones de entrada son las condiciones que tiene el circuito para dejar o no dejar pasar la corriente de una línea a la otra. Estas condiciones se manejan comúnmente con contactos normalmente abierto o normalmente cerrados los cuales interpretan las señales de alto y bajo de sensores o interruptores. Si las condiciones son verdaderas la corriente llega a las instrucciones de salida las cuales generan acciones como energizar la bobina de un motor o energizar una lámpara por ejemplo. De esta forma el paso de la corriente a las bobinas de salida están condicionadas por la lógica que manejen las instrucciones de entradas. [6]

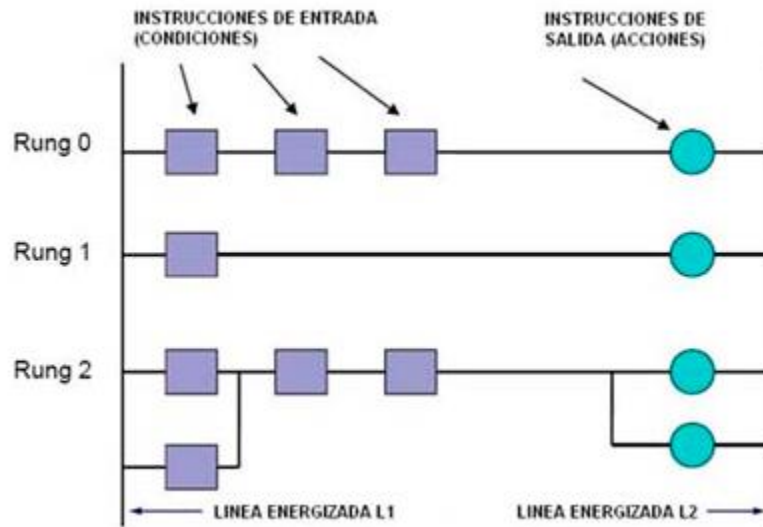


Imagen 2.10 diseño de programación básica ladder.

Un PLC tiene muchas terminales "de entrada" y también muchos terminales de salida, a través de los cuales se producen las señales "alta" o "baja" que se transmiten a las luces de energía, solenoides, contactores, pequeños motores y otros dispositivos que se prestan a control on / off. En un esfuerzo por hacer PLC fácil de programar, el lenguaje de programación ladder fue diseñado para asemejarse a los diagramas de lógica de escalera. Por lo tanto, un electricista industrial o ingeniero eléctrico, acostumbrados a leer esquemas de lógica ladder se sentirán más cómodos con la programación de un PLC si se maneja con el lenguaje ladder.

2.4.3.1 LÓGICA LADDER Y SU CONEXIÓN

Las conexiones de las señales y estándares de programación varían un poco entre los diferentes modelos de PLC, pero los conceptos son los mismos, así que tanto el cableado de alimentación como la programación son de alguna forma genéricos.

La siguiente ilustración muestra un PLC simple, como podría parecer desde una vista frontal. Dos terminales de tornillo proporcionan una conexión a 120 voltios de corriente alterna para alimentar los circuitos internos del PLC, L1 y L2. Seis terminales de tornillo en el lado izquierdo permiten conectar dispositivos de entrada,

cada terminal que representa una entrada diferente "canal" con su propio "X" de la etiqueta. La terminal de tornillo inferior izquierda es un "común" de conexión, que suele ser vinculado a la L2 (neutral) de la fuente de alimentación de 120 VCA.

Dentro del PLC, conectado entre los bornes de entrada y el terminal común, está un dispositivo opto-acoplador que proporciona una señal de "alto" al circuito interno del PLC cuando hay una señal de 120 VCA aplicada entre el terminal de entrada correspondiente y el terminal común. Un LED indicador en el panel frontal del PLC da una indicación visual de una "energía" de entrada:

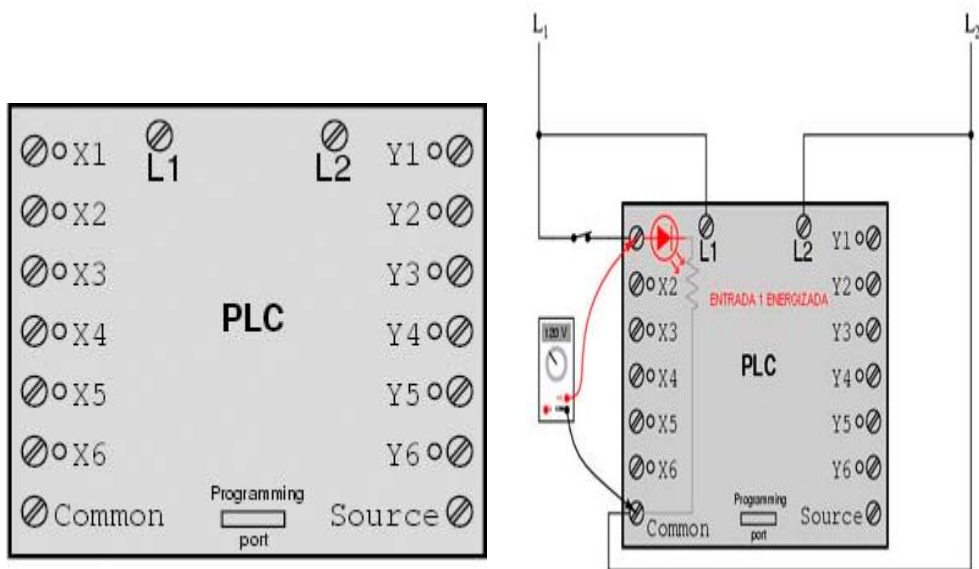


Imagen 2.11 diagrama de conexión de lógica ladder

Las señales de salida son generadas por el circuito de la CPU del PLC que activa un dispositivo de conmutación (transistor, TRIAC, o incluso un relé electromecánico), conectando la "fuente" a cualquier terminal de la terminales de salida "Y". La "Fuente" de los terminales, en consecuencia, es por lo general relacionada con L1 de la fuente de alimentación de 120 VCA. Al igual que con cada entrada, un LED indicador en el panel frontal del PLC da una indicación visual de una "energía" de salida:

La lógica real del sistema de control se establece en el PLC por medio de un software. Este software determina qué salida se energiza en qué condiciones de entrada. Aunque el programa en sí parece ser un diagrama de lógica ladder, con los

símbolos de interruptores y relés, no hay contactos de interruptores reales o bobinas de relés dentro del PLC para crear las relaciones lógicas entre la entrada y salida. Estos contactos y bobinas son imaginarios. El programa se carga en el PLC y es visto a través de una computadora personal conectada al puerto de programación del PLC.

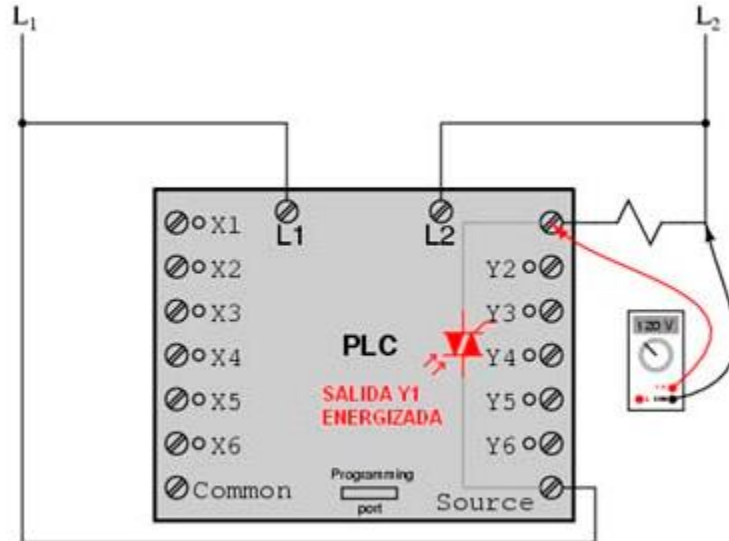


Imagen 2.12 diagrama de alimentación al plc.

Para tener más claro el concepto de cómo se relaciona la lógica ladder con el cableado del PLC considere el siguiente circuito y el programa del PLC:

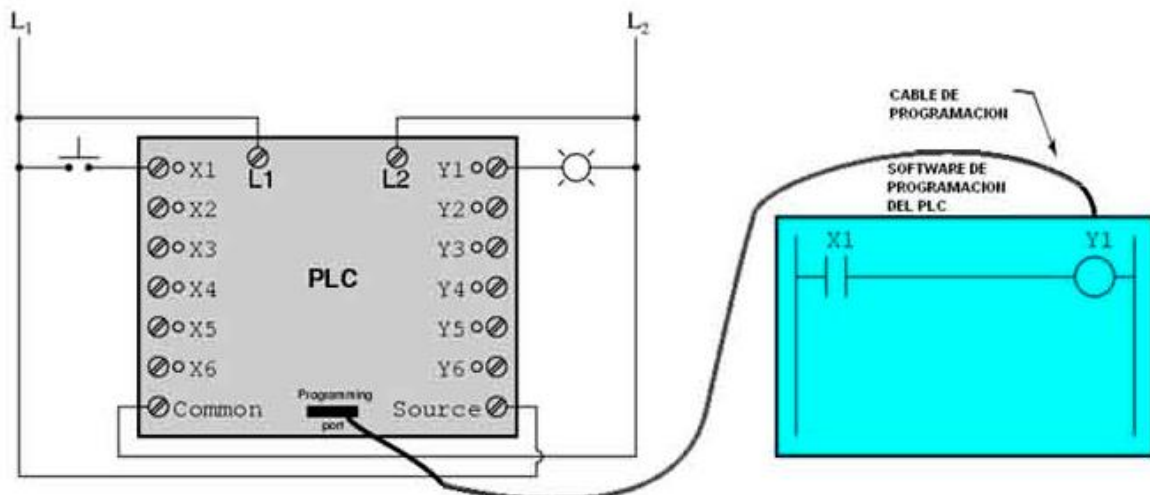


Imagen 2.13 ejemplo del cableado en una programación ladder

Cuando el interruptor de botón no es presionado (desactivado), no hay corriente en la entrada X1 del PLC. En el software se muestra un contacto normalmente abierto X1 en serie con una bobina Y1. Mientras en la entrada X1 no se encuentre una señal "alto" no se enviará ninguna corriente a la bobina Y1 puesto que el contacto es normalmente abierto. Por lo tanto, la salida asociada a Y1 sigue desenergizada y la lámpara sigue apagada.

Si el interruptor de botón se presiona la corriente circula por el contacto, que ahora cambia de estado ha cerrado, y se envía una señal "alto" a la entrada X1 del PLC. Todos y cada uno de los contactos X1 que aparecen en el programa asumirá el accionamiento (no normal), como si se tratara de contactos del relé accionado por la excitación de una bobina de relé denominada "X1". En este caso, la activación de la entrada X1 hará que el contacto X1 normalmente abierto se cierre y así permita el paso de corriente a la bobina Y1. Cuando la bobina Y1 del programa se "energiza", la salida Y1 real se energiza, y así la lámpara tiene energía para iluminar.

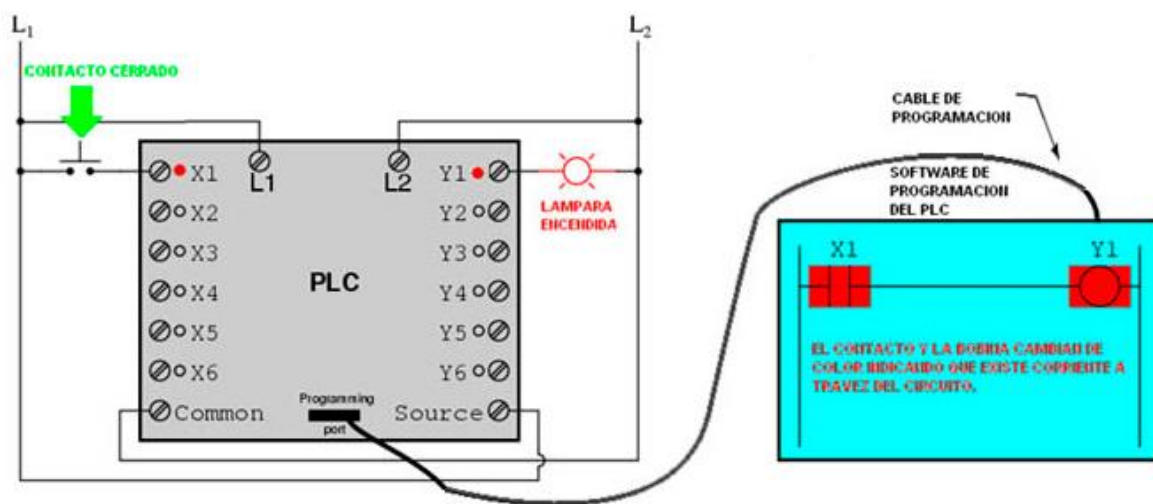


Imagen 2.14 ejemplo del funcionamiento de un programa de plc.

El verdadero poder y la versatilidad de un PLC se revela cuando queremos modificar el comportamiento de un sistema de control. Dado que el PLC es un dispositivo programable, que puede alterar su comportamiento cambiando sus instrucciones de lógica interna sin tener que volver a configurar los componentes eléctricos conectados al mismo. Por ejemplo, supongamos que lo que se quería hacer con la lámpara era una conmutación invertida: pulsando el botón para que la lámpara se apague, y soltarlo para que se prenda. La solución vista desde el "hardware"

requeriría que un pulsador normalmente cerrado se sustituirá por el interruptor normalmente abierto puesto en el circuito. La solución vista desde el "software" es mucho más fácil: basta con modificar el programa para que el contacto X1 sea normalmente cerrado en vez de normalmente abierto. Además de esto, puesto que cada salida en el PLC no es más que un bit en su memoria, podemos asignar contactos en programa del PLC "comandados" por una salida (Y) de estado. Tomemos, por ejemplo, un circuito de control de arranque-parada de un motor:

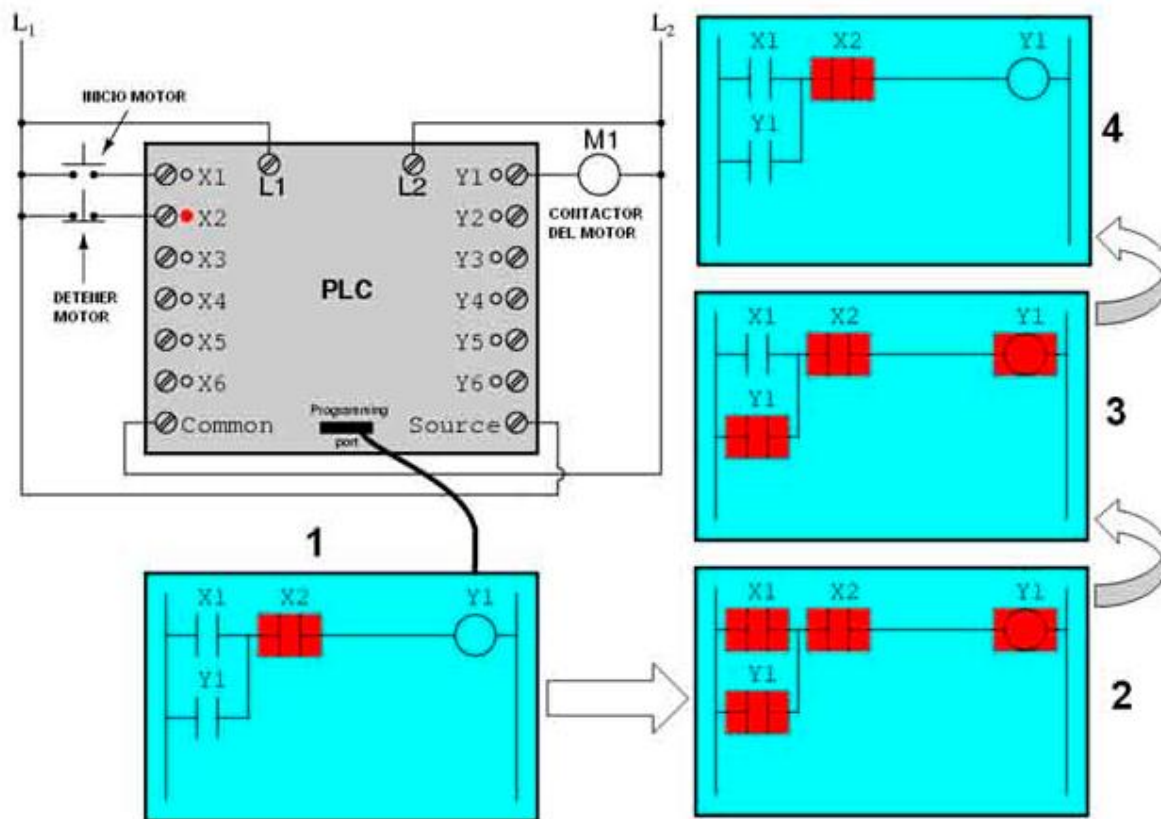


Imagen 2.15 Ejemplo del arranque y paro de un motor utilizando plc.

El botón del interruptor conectado a la entrada X1 funciona como el interruptor de "inicio", mientras que el interruptor conectado a X2 de entrada sirve como el "Stop". Otro contacto en el programa, llamado Y1, utiliza el estado de la bobina de salida como un sello de contacto de manera que el contactor del motor seguirá siendo energizado después de que el botón de "Inicio" sea liberado. En el estado inicial (secuencia 1) se puede ver el contacto normalmente cerrado X2 en un bloque de color, mostrando que se encuentra en un estado cerrado ("conduciendo electricidad").

Si se presiona el botón "Inicio" (secuencia 2) se energiza la entrada X1 del PLC, por lo que se cierra el contacto X1 en el programa, y así el envío de corriente a la bobina Y1. De esta forma se energiza también la salida real Y1 y se aplican los 120 voltios de CA al contactor de la bobina del motor. El contacto Y1 paralelo también se "cierra", con lo que se enclava el "circuito", es decir si se libera el botón de inicio, el contacto normalmente abierto X1 volverá a su estado "abierto", pero el motor seguirá funcionando debido a que el contacto Y1 sigue proporcionando la "continuidad" a la corriente de la bobina Y1, manteniendo así la salida Y1 energizada, (Secuencia 3).

Para detener el motor, se debe pulsar el botón "Stop", que activará la entrada X2 y abrirá el contacto normalmente cerrado, rompiendo la continuidad de la corriente hacia la bobina Y1. Cuando el "Stop" botón se libere la entrada X2 se desactivará, volviendo al contacto X2 a su estado normal, cerrado. El motor, sin embargo, no se reanuda hasta que el botón "Start" se active, porque el contacto que lo enclavaba se desenergizó con el rompimiento de continuidad en el circuito al oprimir el botón Stop.

2.5 ELECTROVÁLVULAS

Una electroválvula también conocida como válvula solenoide de uso general es una válvula que abre o cierra el paso de un líquido en un circuito. La apertura y cierre de la válvula se efectúa a través de un campo magnético generado por una bobina en una base fija que atrae el émbolo. [2]

2.5.1 TIPO DE ELECTROVÁLVULAS

2.5.1.1 ACCIÓN DIRECTA

En esta familia de válvulas el flujo electromagnético actúa directamente en el émbolo que cierra o abre el orificio permitiendo que el líquido pase o pare (presión mínima requerida = 0 bar) [5]

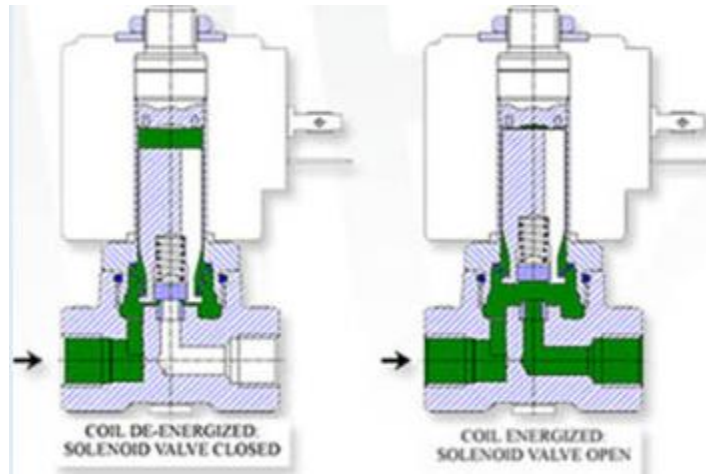


Imagen 2.16 electroválvulas de accionamiento directo.

2.5.1.2 ACCIÓN INDIRECTA

El orificio principal es abierto por el desequilibrio entre las presiones en las superficies del diafragma superior e inferior (o del pistón). Cuando se energiza la bobina el movimiento del émbolo causa la apertura del orificio de piloto y descarga el compartimiento superior del diafragma: el desequilibrio de la presión mueve el diafragma que abre el orificio principal (la presión mínima requerida es de 0.2 bar).

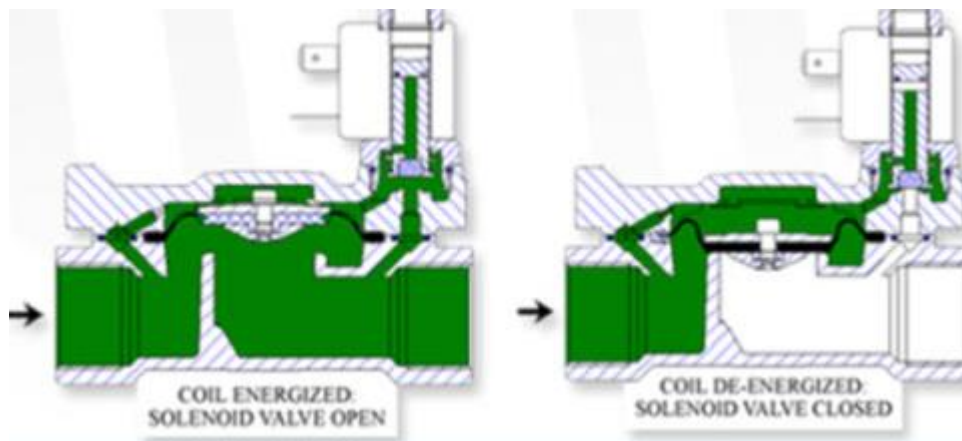


Imagen. 2.17 Electroválvula de accionamiento indirecta.

2.5.1.3 ACCIÓN MIXTA

En esta familia de válvulas la apertura del orificio principal es efectuada por el desequilibrio de presiones entre el cuerpo superior y el inferior combinando con la acción directa del émbolo que está fijo al diafragma mediante un resorte (presión mínima requerida = 0 barras)

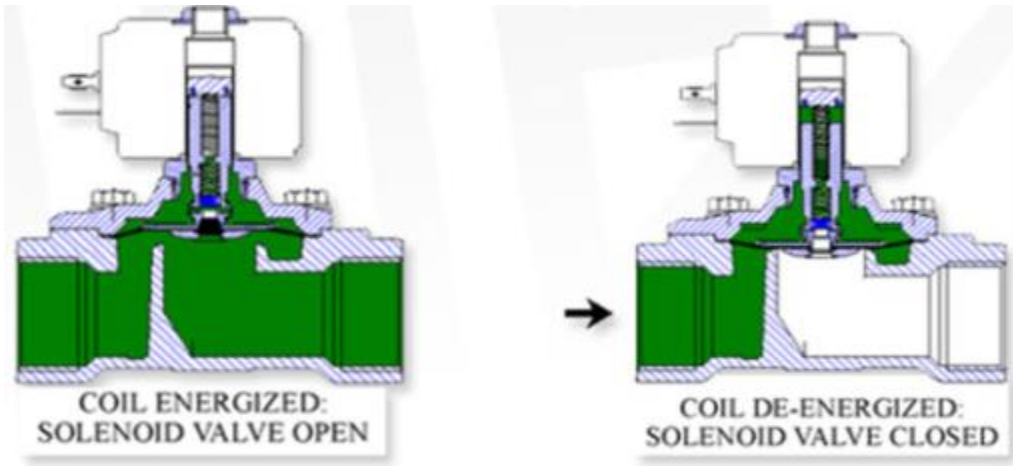


Imagen 2.18 Electroválvula accionamiento mixto.

CAPITULO 3

3. AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA.

3.1 AUTOMATIZACION DE SUAVISADORES EN LA EMPRESA LÁCTEOS DE CHIAPAS S.A DE C.V.

El agua utilizada en el área de producción para lavado de los equipos y utilizados en calderas es extraída de pozos profundos los cuales por su naturaleza tienen alto contenido de dureza cada pozo cuenta con una bomba que permite extraer agua y ser almacenada en una cisterna de servicio con capacidad de 135,000 litros. Después esta agua pasa a través de los filtros y suavizadores para finalmente llegar a la cisterna de producción donde la dureza máxima permitida es de 50 ppm (partes por millón).

El proceso de regeneración de suavizadores y de purificación de agua se verifica visualmente es decir un operador es encargado de llevar los tiempos y de monitorear la dureza del agua.

Usar métodos visuales tienen sus desventajas como son pérdida de tiempo del operador, no existe un control exacto sobre la dureza del agua, errores humanos del operador pueden causar que la dureza del agua exceda los parámetros establecidos.

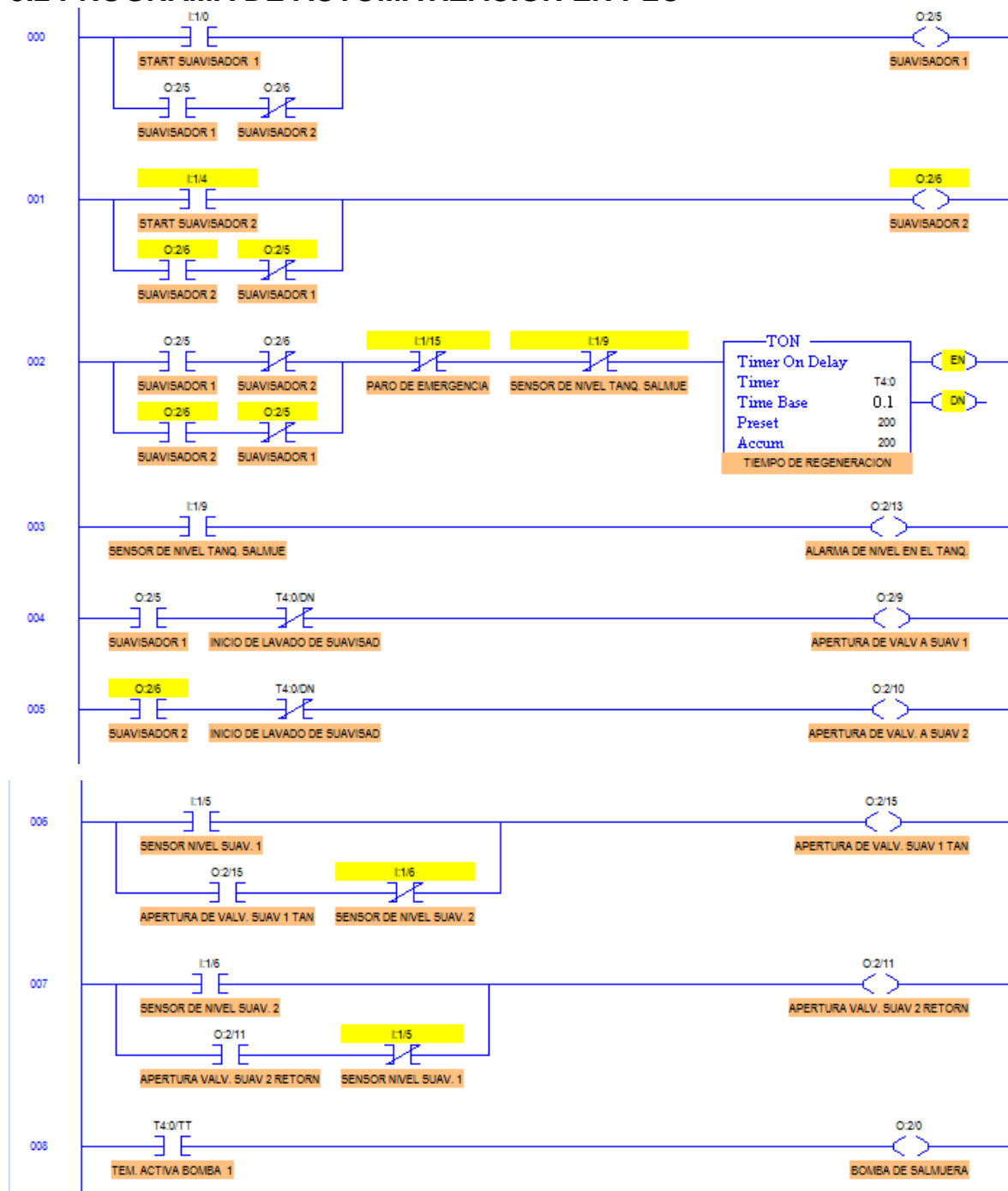
En la actualidad una empresa dedicada a la elaboración de productos de consumo humano debe contar con un sistema de automatización que monitoree la calidad del agua que es usada en el área de proceso. La ingeniería de medición y control se puede definir como el empleo de instrumentos para la detección y el procesamiento de los datos obtenidos y en casos la corrección de dichos datos.

Para la empresa láctea de Chiapas S.A de C.V se propone un sistema de automatización del sistema de tratamiento de agua.

- Controlar mediante un plc las bombas y electroválvulas

- Colocar un sensor de proximidad en el tanque de salmuera con la finalidad de que siempre exista un nivel en dicho tanque y si el nivel no es óptimo no arrancara la bomba para evitar daños en la bomba.
- Colocar sensores en los suavizadores para llenarlos completamente de salmuera y vaciarlos cuando estén completamente llenos y así aumentar la eficiencia de la regeneración.

3.2 PROGRAMA DE AUTOMATIZACIÓN EN PLC



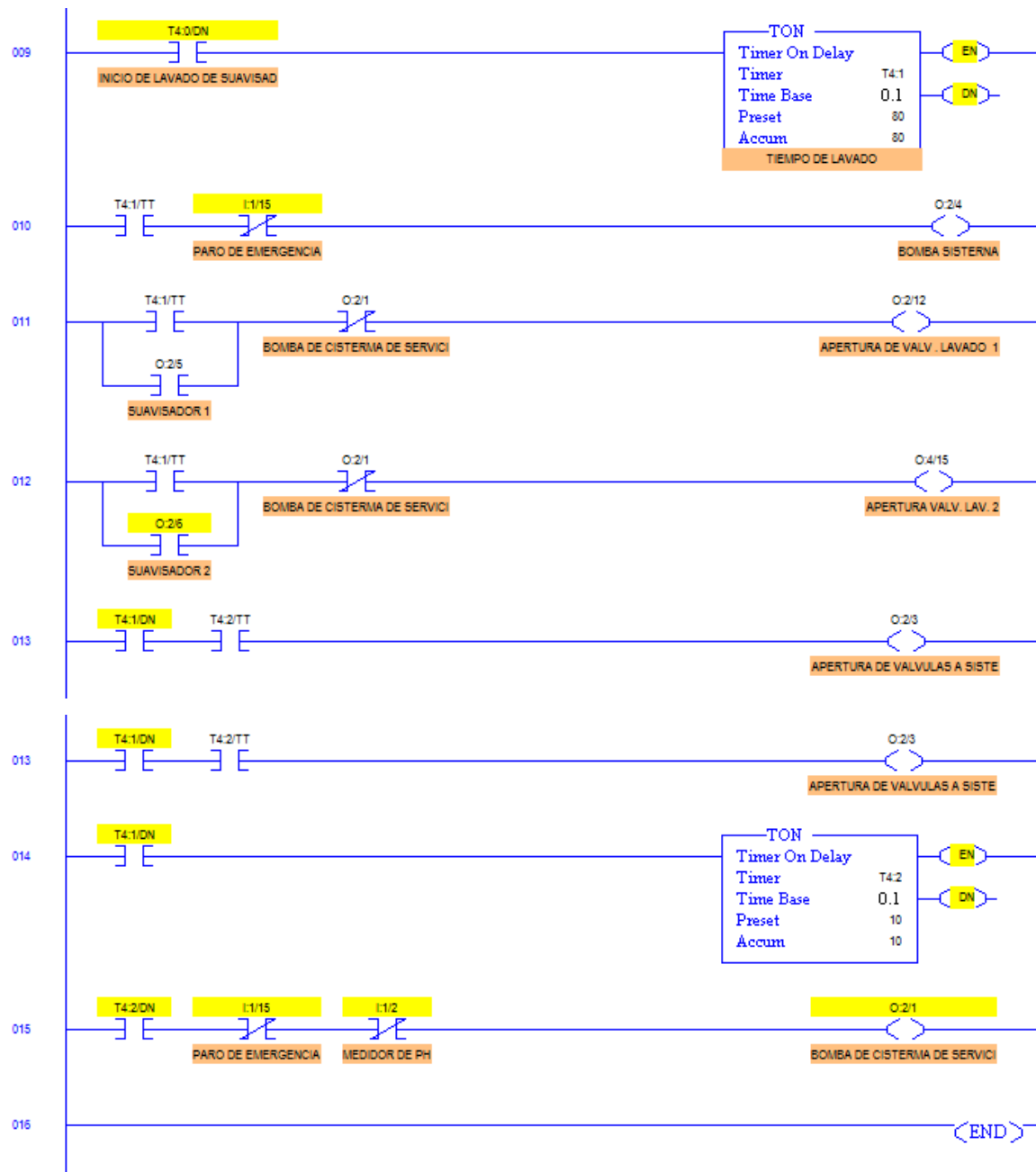


Imagen 3.1 programa propuesto para la simulación del sistema de purificación de agua en la planta lácteos de Chiapas S.A de C.V. utilizando programa de simulación LogixPro programa para programar plc de la marca Allen Bradley.

- Línea 000: arranque de regeneración de suavizador 1.
- Línea 001: arranque de regeneración de suavizador 2.
- Línea 002: temporizador encargado del tiempo de regeneración para ambos suavizadores.
- Línea 003: Alarma del tanque de salmuera un sensor se encarga de detectar el nivel bajo del tanque sirviendo como protección de la bomba y evitar que la bomba trabaje en vacío si el sensor detecta nivel bajo la bomba no encenderá.
- Línea 004: Apertura de la válvula para regeneración de suavizador 1.
- Línea 005: Apertura de la válvula para regeneración de suavizador 2.
- Línea 006: Sensor de nivel de suavizador 1 para una mayor calidad de regenerado es recomendado dejar llenar el suavizador con salmuera y cuando este está lleno se abre la válvula de retorno al tanque de salmuera iniciando el ciclo de regeneración este sensor es el encargado de detectar el nivel en el suavizador y abrir la válvula.
- Línea 007: sensor de nivel en suavizador 2.
- Línea 008: arranque de la bomba del tanque de salmuera.
- Línea 009: inicio del ciclo de lavado del suavizador.
- Línea 010: arranque de la bomba de cisterna de servicio.
- Línea 011: Apertura de válvulas para el lavado de suavizador 1.
- Línea 012: Apertura de válvulas para el lavado de suavizador 2.
- Línea 013: apertura de válvula a cisterna de proceso.
- Línea 014: temporizador de ajuste para abrir válvulas antes de encender la bomba de la cisterna de servicio.
- Línea 015: arranque de bomba de servicio pasando por todo el proceso de purificación para finalmente llegar a la cisterna de proceso con una dureza permitida de 50ppm (partes por millón), esta bomba será apagada por un medidor de pH

3.3 DIAGRAMA DEL DISEÑO DEL SISTEMA.

En el siguiente diagrama se pretende tener un diseño del sistema de tubería del sistema de tratamiento de agua, las líneas de color rojas son las tuberías de regeneración partiendo del tanque de salmuera, dicho tanque se propone instalar un sensor de nivel bajo, que se pretenda cumpla la función de protección del motor de la bomba ya que si el sensor detecta un nivel bajo la bomba no encenderá.

Los suavizadores cuentan con un sensor de nivel alto encargado de eficientar la regeneración llenado el suavizador completamente y la electroválvula de retorno al tanque de salmuera se abrirá solo cuando el sensor detecte el nivel alto es decir que el suavizador está completamente lleno de salmuera. Es ton el fin de un mejor regenerado de suavizadores incrementando su tiempo de duración en trabajo.

La línea azul es la tubería del retrolavado después de la regeneración se lavan los suavizadores con el fin que no quede restos de sal en la resina catiónica.

Las líneas punteadas son las tuberías de agua que vienen de la cisterna de servicio a la cisterna de proceso pasando por proceso de purificación del agua. Una bomba instalada en la cisterna de servicio será la encargada de bombear el agua y se desactivara cuando un medidor de pH instalado a la entrada de la cisterna de proceso detecte el máximo valor de dureza permisible para estar seguros que la dureza del agua no salga fuera de los parámetros permisibles.

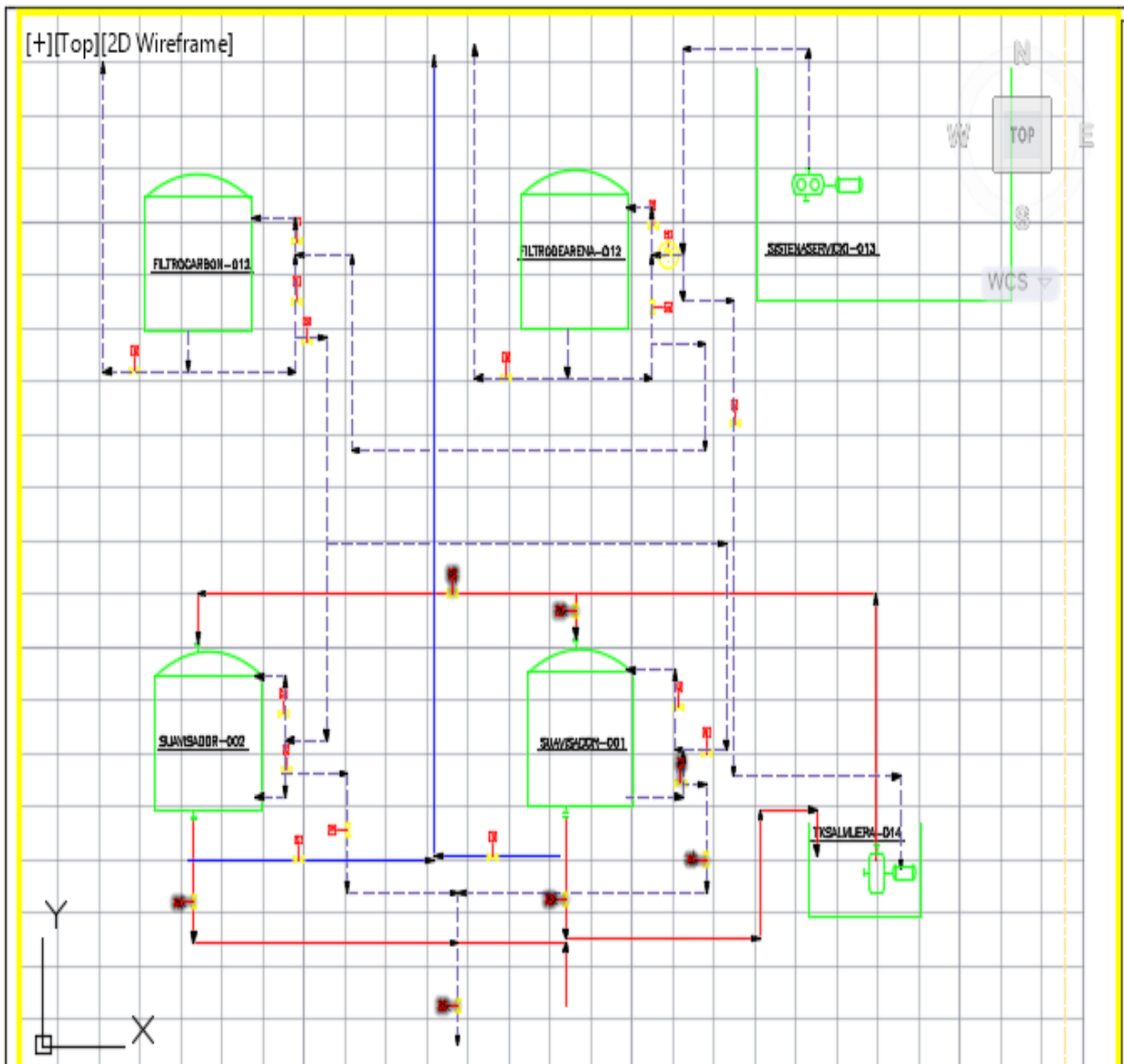
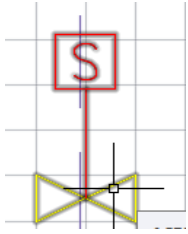
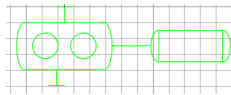


Imagen 3.2 diseño del sistema de tratamiento de agua utilizando programa de diseño. (AUTOCAD PLANT 3D)

Simbología del diseño del sistema de tratamiento de agua.



Electroválvula normalmente cerrada.



Bomba centrífuga.

CAPITULO 4

4. PROPUESTAS DE MEJORA DEL PROCESO.

De acuerdo a los datos obtenidos en la investigación realizada se encuentra puntos destacados para poder mejorar la eficiencia de los suavizadores y filtros por ejemplo para alargar la vida de los componentes de los filtros o que las resinas eviten gastar mucha sal con la regeneración, estas propuestas tienen que ser desde una modificación de la dureza del agua antes de pasar por el sistema de purificación o modificaciones mismas en las tuberías y filtros.

4.1 LAVADO PERIÓDICO DE LA RESINA EN SUAVIZADORES.

Lavado de la resina en los suavizadores una vez a la semana para evitar que debido al intercambio catiónico estas se adhieren a la suciedad lo cual hace imposible el trabajo, bajando notablemente la eficiencia de los suavizadores.

4.2 VOLUMEN DE LA RESINA ADECUADO.

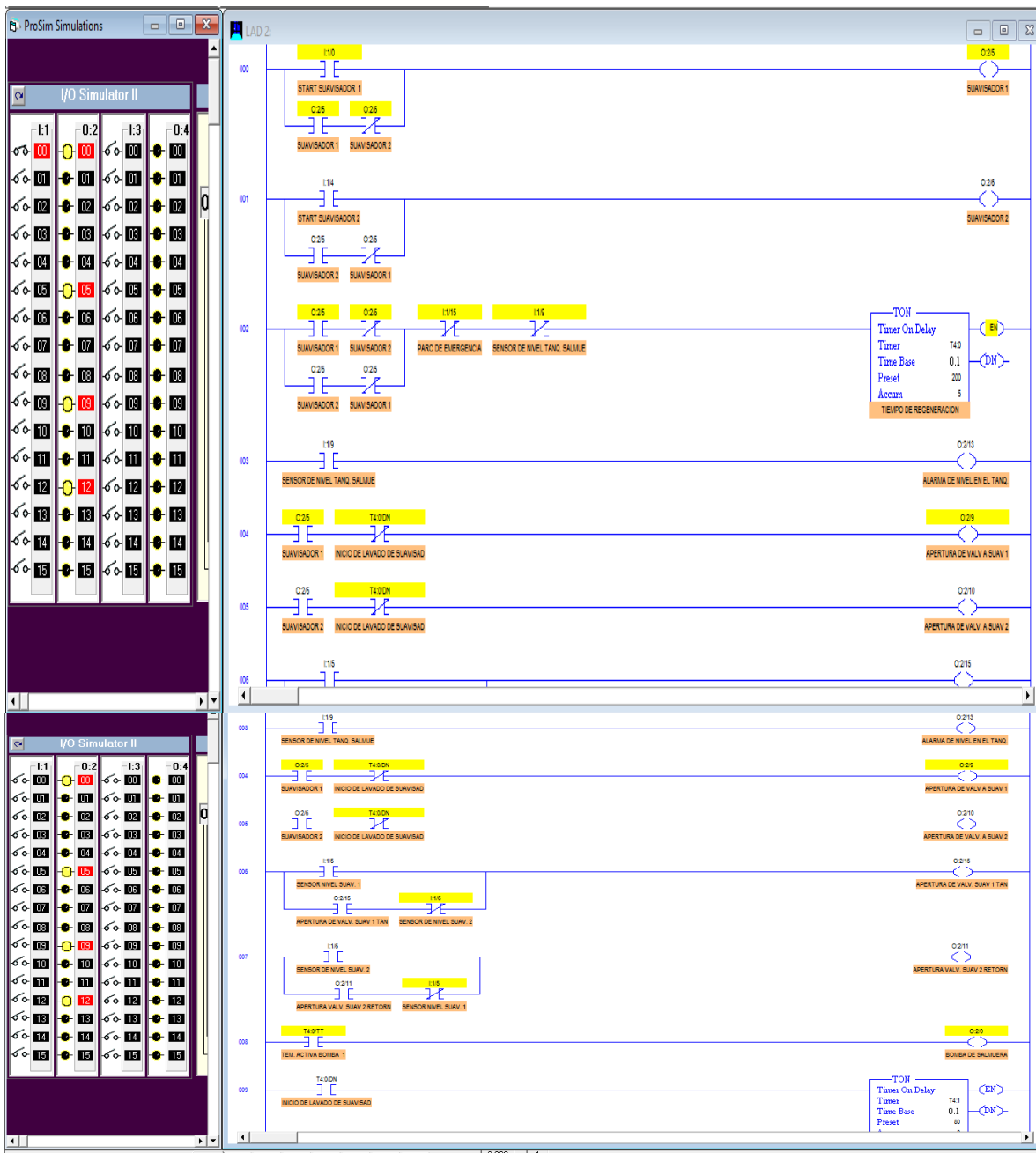
El tamaño del tanque debe ser suficiente para que contenga el volumen de resina necesario y el volumen que ocupa la resina dentro del tanque no debe de exceder del 80% del volumen total del tanque.

4.3 CANTIDAD DE SAL ADECUADA.

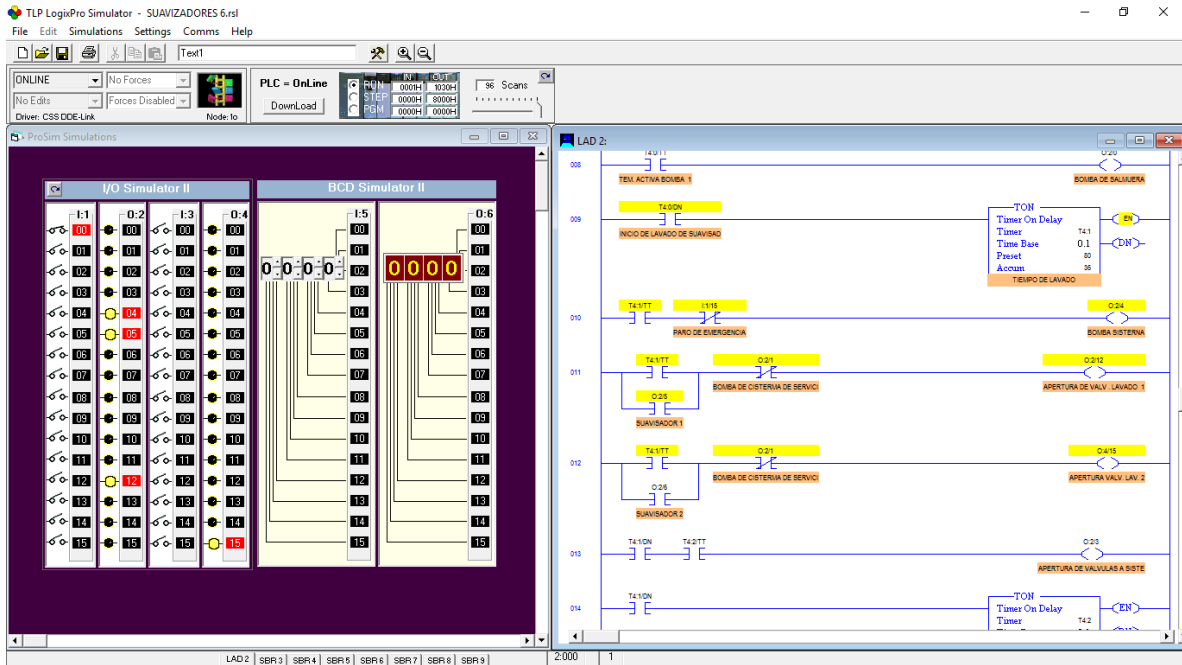
Debido a la investigación realizada se llega a la conclusión que la cantidad de sal óptima por cada m³ de resina es 150 kg.

CAPITULO 5

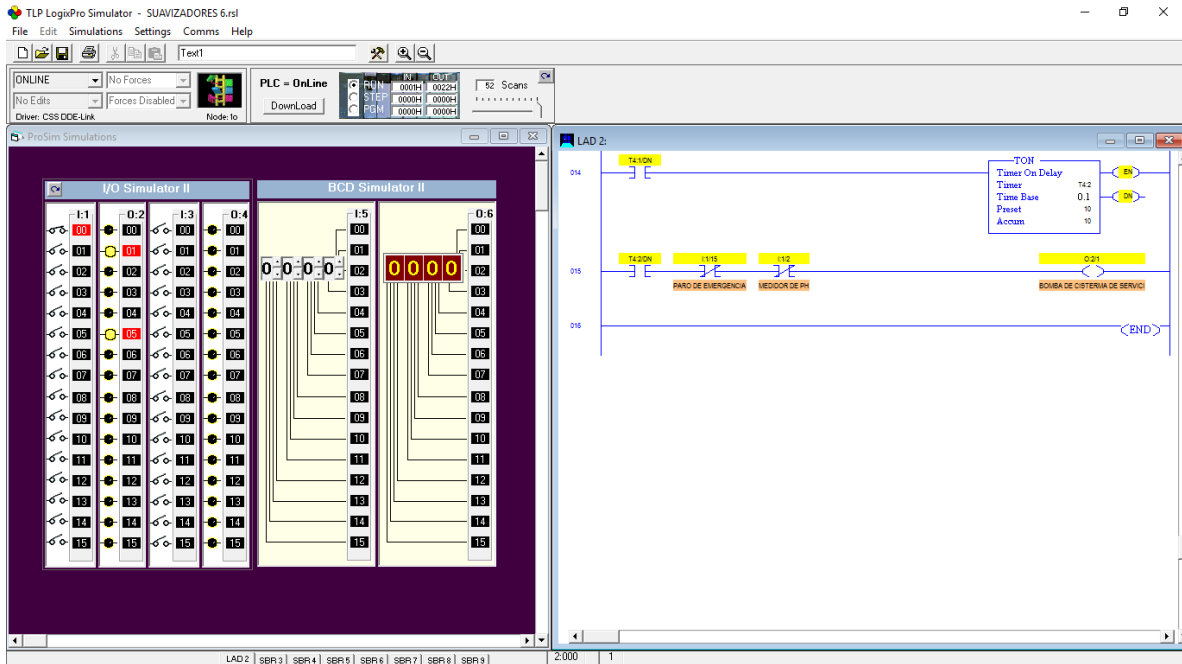
5. RESULTADOS.



Al correr la simulación para suavizador 1 el temporizador comienza la cuenta del tiempo de regeneración y abre la válvula a suavizador 1. Encendiendo la bomba de salmuera. Las válvulas de retorno al tanque de salmuera se abren solo si el sensor detecta un nivel alto dentro del suavizador.



Un segundo contador es encargado del lavado del suavizador encendiendo la bomba de la cisterna de servicio y abriendo las válvulas de salida del agua.



Finalmente un contador detiene el proceso con el fin de abrir y cerrar las válvulas para que finalmente el agua dura pase a través de los filtros y suavizador con la única condición que la bomba se detendrá hasta que el medidor de pH detecte el valor máximo permisible, y este proceso se repita con el suavizador 2.

CAPITULO 6

6. CONCLUSIÓN.

En este proyecto se logró reunir la información necesaria para poder implantar un sistema de purificación de agua eficiente, ya que los beneficios serian tener un control de mayor calidad en la dureza del agua y evitar errores humanos que lleven a pérdidas de tiempo y afecten la calidad del agua.

Es necesario mencionar que este tipo de proyectos puede llevarse a cabo en cualquier otra empresa que requiera del tratamiento de aguas duras y automatizar el proceso mejorando notablemente la calidad del proceso.

La automatización es la mejor herramienta para mejorar cualquier proceso y el uso de plc cada día pasa a ser una necesidad debido a que con estas herramientas se puede automatizar cualquier proceso por más complejo que parezca y las industrias buscan cada vez eficientar más sus procesos.

Finalmente con este proyecto se logra disminuir los tiempo de regeneración de suavizadores, así también la aportación para eficientar los procesos y la automatización y control del proceso con el único fin de mejorar la calidad comprobando todo lo realizado a través de una investigación teórica y una simulación utilizando programas de simulación y efectuando pruebas para constatar los resultados.

CAPITULO 7

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- [1]. <http://www.sefiltra.com/filtros-de-arena.php>
- [2]. <http://www.altecdust.com/soporte-tecnico/que-son-las-electrovalvulas>
- [3]. <http://automatizacionavanzada.com/soluciones.php?secc=soluciones&lin=2&sec3&IdCat=11&IdSub=94&n1=Agua&n2=Sistema+de+Automatizaci%F3n+para+Plantas+de+Tratamiento+de+Agua+Potable>
- [4]. <http://www.desmineralizadores.com/tipos.html>
- [5]. <http://www.altecdust.com/soporte-tecnico/que-son-las-electrovalvulas>
- [6]. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/65/Programacion de controladores logicos \(PLC\).pdf](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/65/Programacion_de_controladores_logicos_(PLC).pdf)
- [7]. <http://instrumentacionycontrol.net/cursos-libres/automatizacion/plc-rslogix5000-int-avanz/item/709-demostrando-las-capacidades-de-diagnostico-diferenciado-de-i-o-parte-1.html>
- [8]. <http://www.hidroagua.com.mx/suavizadores.html>

[9]. <http://www.altecdust.com/productos/electrovalvulas/valvula-proporcional-21ia-gp2.html>

[10]. <http://www.bonsaimenorca.com/articulos/articulos-tecnicos/parametros-de-calidad-de-las-aguas-de-riego/>

[11]. <http://tarwi.lamolina.edu.pe/~dsa/Formuladecalculo.htm>

[12]. <http://pradel.com.mx/pradel.php?id=historia>

[13]. Tratamiento de aguas industriales, Miguel Rigola Lapeña, editorial

Marcombo