



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO



FACULTAD DE CIENCIAS FISICAS Y MATEMATICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRONICA

DISEÑO DE SISTEMA AUTOMATICO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA
PURIFICADA EN LABORATORIOS FARMACÉUTICOS MARKOS S.A-ATE –
LIMA.

TESIS

Para Optar el Título Profesional De Ingeniero Electrónico

Presentada por:

NEYRA TINEO, WILSON HELI

TORRES HUAMAN, DEMAR

JURADO CALIFICADOR

Ing. Hugo Javier Chiclayo Padilla

Presidente

Ing. Nombra Lossio Martín Augusto

Secretario

Oscar U. Romero Cortez

Vocal

TESIS

Para Optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

Presentada por:

Bach. Neyra Tineo Wilson Helí

Bach. Torres Campos Demar

Aceptada por la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica

Ing. Hugo Javier Chiclayo Padilla
Presidente

Ing. Martín Augusto Nombera Lossio
Secretario

Ing. Oscar U. Romero Cortez
Vocal

Ing. Lucia Isabel Chamán Cabrera
Asesor

LAMBAYEQUE – PERU

2017

TESIS

Para Optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

Presentada Por:

Wilson Helí Neyra Tineo
Tesista

Demar Torres Huamán
Tesista

LAMBAYEQUE – PERU

2017

Agradecer a Dios ante todo,
también a mi familia fuente de apoyo
constante e incondicional en toda mi vida
y más aún en mis duros años de carrera profesional

INDICE

CAPÍTULO I.....	11
1. ASPECTO INFORMATIVO.....	11
1.1. DATOS INFORMATIVOS.....	11
1.1.1. Título.....	11
1.1.2. Autores.....	11
1.1.3. Asesor.....	11
1.1.4. Centro De Investigación.....	11
1.1.5. Área De Investigación.....	12
1.1.6. Lugar De Investigación.....	12
1.1.7. DURACIÓN ESTIMADA.....	12
1.2. MARCO LOGICO.....	12
1.2.1. Situación Problemática.....	12
1.2.2. ANTECEDENTES.....	14
1.2.3. PROBLEMA.....	22
1.2.4. HIPÓTESIS.....	22
1.2.5. OBJETIVOS.....	23
1.2.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
CAPITULO II.....	26
2. MARCO TEORICO.....	26
2.1. AGUA DE USO FARMACEUTICO.....	26
2.2. CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE AGUA.....	26
2.2.1. AGUA PURIFICADA.....	26
2.2.2. AGUA ALTAMENTE PURIFICADA.....	27
2.2.3. AGUA PARA PREPARACIONES INYECTABLES.....	27
2.3. Control Industrial.....	28
2.3.1. Según la información que recibe el sistema de control.....	29
2.3.2. Según la naturaleza de las señales que intervienen en el proceso.....	29
2.3.3. Según el sistema de producción que se quiera controlar.....	30
2.3.4. Según la distribución de los elementos de control.....	31
2.4. PCL'S MAS USADOS EN LA INDUSTRIAS FARMACEUTICA.....	32
2.5. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS Y CONCEPTOS.....	33
CAPITULO III.....	40
3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.....	40
3.1. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL.....	40
3.1.1. Sistema de almacenamiento.....	40
3.1.2. Sistema de Bombeo.....	50

3.1.3.	Sistema de calentamiento y enfriamiento	56
3.1.4.	Sistema de desinfección y filtración	59
3.1.5.	Sistema de distribución.....	64
3.1.6.	Sistema de control y monitorización	67
3.2.	Costos y presupuestos del proyecto	81
CAPITULO IV		83
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
4.1.	Conclusiones:	83
4.2.	Recomendaciones:	84
BIBLIOGRAFIA.....		85
Anexo – A: Fotos de las Máquinas y Equipos		87
Anexo – B: Diagramas De Flujo, Eléctricos y de Instrumentación		100
Anexo – C: Fotos del Sistema Scada.....		116
Índice de Imágenes		119
Índice de tablas.....		121

INTRODUCCION.

En el presente proyecto de investigación se ha realizado la evaluación del actual funcionamiento del Proceso de Distribución de agua purificada en Laboratorios Farmacéuticos Markos S.A, con el fin de mejorar su producción empleando los avances tecnológicos en el área de automatización y de esta manera obtener un producto final de acuerdo a las exigencias de DIGEMID.

El objetivo principal de este proyecto es Diseñar e implementar un sistema automatizado utilizando un PLC y una pantalla HMI para controlar y monitorizar la distribución de agua purificada en el Laboratorio Farmacéutico Markos S.A – Lima.

En el primer capítulo denominado PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO se describe la realidad problemática de la empresa, el planteamiento del problema, la justificación de la investigación, los objetivos de la investigación así como la formulación de la hipótesis.

En el segundo capítulo denominado MARCO TEÓRICO, se describe el agua de uso farmacéutico y su clasificación de tipos de agua, así como también toda la base teórica de los sistemas de control automático, sistemas de supervisión y sus componentes.

En el tercer capítulo denominado DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL, se describe el tipo de diseño de control, la propuesta del Sistema automatizado de Agua Purificada, la elección de los instrumentos y equipos a utilizar y finalmente la programación y simulación del sistema SCADA.

En el cuarto capítulo denominado CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES se presentan las conclusiones del trabajo de investigación y las recomendaciones para su implementación y mejoramiento.

RESUMEN

El objetivo de este proyecto tiene como fin principal diseñar e implementar un sistema automatizado utilizando un PLC y una pantalla HMI para controlar y monitorizar la distribución de agua purificada en el Laboratorio Farmacéutico Markos S.A – Lima, para hacerlo más eficiente.

Esta investigación surge debido a que en la actualidad el laboratorio Farmacéutico Markos S.A carece de un adecuado sistema de distribución de agua purificada a las área de fabricación, al carecer de un sistema eficiente para llevar a cabo esta tarea muy importante, se pierde mucho tiempo y por ende dinero.

Para lograr nuestro objetivo se diseñó el sistema de control utilizando el PLC V1040 OPLCs, Sensor ultrasónico microsonic mic +130/XX/TC, Caudalímetro Gery Anderson MOD. KTP, modelo Ktp 1.0 BPBTAI-010, controlador de conductividad seleccionado es el BL-983320 y la sonda HI 7634-00 de la marca Hanna Instruments, 2 bombas de impulsión marca SALSOM de 4 etapas de 2200 Watts, variador de velocidad VFD- 037E23A de DELTA ELECTRONICS, Chiller marca Alfa Laval, modelo M6-MBASE, lámpara UV marca Vicua modelo SC-600/2; y el sistema de supervisión se realizó utilizando el software Visilogic 1.7.9 de Unitronics.

Finalmente se pudo concluir que la investigación realizada nos permitió mejorar y demostrar que la implementación de sistema automatizado utilizando un PLC y una pantalla HMI para controlar y monitorizar la distribución de agua purificada en el Laboratorio Farmacéutico Markos S.A – Lima. Nos permite acelerar el proceso de fabricación de los productos y la calidad de estos.

ABSTRACT

The objective of this project is mainly aimed to design and implement an automated system using a PLC and one HMI screen to control and monitor the distribution of purified water in the Pharmaceutical Laboratory Markos SA - Lima, to make it more efficient.

This research arises because currently the pharmaceutical company Markos SA lacks a proper distribution system purified to the manufacturing area, the lack of an efficient system to carry out this very important task, water can be time consuming and hence money.

To achieve our goal control system was designed using the PLC

V1040 OPLCs, microsonic ultrasonic sensor mic + 130 / XX / TC, Flowmeter Gery Anderson MOD. KTP, model Ktp 1.0 BPBTAI-010 driver selected conductivity is the BL-983 320 and probe HI 7634-00 Hanna Instruments brand, 2 brand SALSOM drive pumps 4 stages of 2200 Watts, variable speed VFD- 037E23A DELTA ELECTRONICS, Chiller Alfa Laval M6 model-MBASE, Vicua brand UV lamp SC-600/2; and the monitoring system was performed using the software Visilogic Unitronics 1.7.9.

Finally it was concluded that the investigation allowed us to improve and demonstrate the implementation of automated system using a PLC and one HMI screen to control and monitor the distribution of purified water in the Pharmaceutical Laboratory Markos SA - Lima. It allows us to accelerate the process.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO METODOLOGICO

CAPÍTULO I

1. ASPECTO INFORMATIVO

1.1. DATOS INFORMATIVOS

1.1.1. Título

DISEÑO DE SISTEMA AUTOMATICO DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PURIFICADA EN LABORATORIOS FARMACÉUTICOS MARKOS S.A-ATE – LIMA.

1.1.2. Autores

NEYRA TINEO WINSON HELI

Bachiller en Ingeniería Electrónica

wilson00774@hotmail.com

TORRES HUAMÁN DEMAR

Bachiller en Ingeniería Electrónica

demar_20@hotmail.com

1.1.3. Asesor

ING.LUCIA ISABEL CHAMÁN CABRERA - Docente de la Universidad

Nacional Pedro Ruiz Gallo

lchaman@unprg.edu.pe

1.1.4. Centro De Investigación

Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo; Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas; Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica.

1.1.5. Área De Investigación

Área de Electrónica Aplicada a la Automatización.

1.1.6. Lugar De Investigación

Laboratorios Farmacéuticos Markos S.A –AV. Separadora Industrial–
Ate-Lima –Perú.

1.1.7. DURACIÓN ESTIMADA

04 Meses

1.2. MARCO LOGICO

1.2.1. Situación Problemática

Laboratorios Farmacéuticos Markos S.A es una empresa ubicada en Av. Separadora Industrial Ate-Lima, la cual se dedica a la elaboración de productos farmacéuticos y alimenticios bajo la normativa BPM (Buenas prácticas de manufactura) y las guías de la ISPE (International Society for Pharmaceutical Engineering) las cuales son un conjunto de herramientas que se implementan con el objetivo central de obtener productos seguros para el consumo humano.

Como toda empresa en crecimiento tienen la necesidad de mejorar y optimizar sus proceso de producción y entre esos está, el sistema de distribución de agua purificada hacia las áreas de fabricación, ya que en la actualidad se viene haciendo de forma manual, en baldes y

cubetas claro con el cuidado debido pero con el riesgo de que el agua se contamine y se pierda el lote de producción a fabricar.

En vista a esta situación vamos hacer la investigación para poder darle solución aplicando la automatización, diseñando un sistema en base a sensores, HMI, PLC, variadores, bombas etc. para que este proceso sea automático y fiable.

Por lo tanto esta investigación tiene como objetivo mejorar la distribución de agua purificada haciéndola que sea automatizada, fiable, y sobre todo que se respalde bajo las normas internacionales BPM y las guías de la ISPE las cuales rigen el mundo farmacéutico.

1.2.2. ANTECEDENTES

ANTECEDENTE 01:

TITULO :

REDISEÑO DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE AGUA DEL PASTEURIZADOR 3 DE PLANTA LOS CORTIJOS EN ENVASADORA, CERVECERÍA POLAR (SARTENEJAS – CARACAS-VENEZUELA 2006)

AUTORES:

GORDON REYES, MIGUEL ANGEL

OBJETIVO:

El presente proyecto tiene como objetivo principal desarrollar el diseño en Ingeniería para el proyecto “Rediseño del sistema de Recuperación de Agua del Pasteurizador 3 de Planta Los Cortijos en Envasado, Cervecería Polar”, en la planta Los Cortijos, cervecería Polar, C.A. Estado Miranda, Venezuela. Adicionalmente se estudian y realizan cada uno de los alcances propuestos por la Gerencia de Envasado, así como también se desarrollan las actividades que deberán ser ejecutadas para la realización de cada uno de los trabajos que permitirán tener un sistema eficiente y

confiable para la recuperación de agua del Pasteurizador 3, disminuyendo los costos tanto operativos como de mantenimiento asociados a este sistema y garantizado la continuidad de los procesos tanto de la línea de producción como de la plata PTAR.

CONCLUSIONES:

Mediante las instalaciones propuestas, se garantiza manejar de una manera confiable y segura el agua recuperada, evitando así el incremento del índice de consumo de agua de los Pasteurizadores y los incurridos por la reposición de esta agua.

Con el nuevo sistema se garantiza la continuidad de los procesos de la planta de tratamientos de aguas residuales, ya que al contar con un sistema confiable de recuperación de agua se eliminarán los constantes drenajes de agua caliente a través de las cañerías que pueden ocasionar paradas de esta planta.

Con las modificaciones realizadas al tanque receptor se logrará tener un mayor volumen aprovechable del agua, minimizando la cantidad de arranques por horas del motor de la bomba y se garantizará un agua recuperada

pre-filtrada, evitando así que lleguen a los filtros de arena en la PTAB desperdicios de los Pasteurizadores.

En cuanto al diseño de las tuberías se determinaron las rutas de las líneas de proceso necesarias para instalar la nueva bomba centrífuga, tanque receptor y otros. Tomando en cuenta la soportería existente en la planta, se realizaron los isométricos de la línea de descarga de la bomba de recuperación de agua y otros planos requeridos de acuerdo a la disponibilidad de espacio y a los resultados de análisis flexibilidad.

ANTECEDENTE 02:

TITULO :

AUTOMATIZACIÓN DE ESTERILIZADORES PARA
PRODUCTOS ALIMENTICIOS ENLATADOS
(CARACAS-VENEZUELA-2008)

AUTORES:

RANGEL B., RIGEL N.

OBEJTIVO:

Se plantea el diseño de un sistema de control automatizado para el manejo de cuatro (4) máquinas esterilizadoras para productos enlatados. El diseño antes mencionado se implementó como parte de la primera fase de un sistema control y supervisión; en donde se cumplió con la etapa de la automatización, la programación del controlador lógico programable y la coordinación de todos los factores necesarios para que el control del sistema fuese posible. Finalizada la fase inicial, el sistema fue capaz de esterilizar productos, basándose en un sistema automático manejado por un grupo de parámetros inmersos en una lista de recetas seleccionables por el operador e impuestas por el departamento de producción y calidad de la empresa

cliente. Posterior a la implementación y funcionamiento del sistema, se generan las proyecciones de una segunda etapa para ampliar las características de comunicación del sistema en vista de una posible conexión remota con el centro de control de la planta, para su supervisión, recolección y registro de información para el manejo de los históricos de los procesos de cada una de las máquinas.

CONCLUSIONES:

El desarrollo, diseño e implementación de un sistema de control automático de máquinas esterilizadoras para productos alimenticios enlatados fue satisfactorio, en otras palabras, las cuatro (4) máquinas se encuentran realizando procesos completos de esterilización de forma automática e independiente.

Las etapas dentro del diseño del control automático, salvo ciertas modificaciones explicadas en las secciones anteriores, se pudieron aplicar y poner en funcionamiento de manera exitosa, por lo que la estructuración del sistema y del proceso permitió una buena y eficiente ejecución de la fase de implementación, solo generándose ciertos problemas e

inconvenientes propios de un proyecto de tal envergadura.

El manual de operación fue enviado a la empresa cliente para su revisión y posterior crítica, las cuales fueron tomadas e incluidas en la versión final del manual de operaciones del sistema “Automatización de cuatro esterilizadores para productos alimenticios enlatados”, por lo que se logra el objetivo de dotar a la empresa cliente de la documentación necesaria para la comprensión, operación y mantenimiento del sistema.

La fase inicial del proyecto comprendía el sistema que se encuentra actualmente implementado, lo que abre el camino para el desarrollo de las próximas fases posibles. Para proyectar una siguiente etapa, se ha rescatado durante la implementación los posibles faltantes y/o integraciones que se tengan con la planta en general, así como requerimientos informalmente presentados por la empresa cliente, dentro de los cuales se puede mencionar una posible expansión de los límites actuales, es decir, complementar el sistema actual con la inclusión del registro de variables críticas y comunicaciones ampliadas para la supervisión desde la sala de control de la planta.

ANTECEDENTE 03:

TITULO :

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE
AGUA POTABLE PARA LAS COMUNIDADES SANTA
FE Y CAPACHAL, PÍRITU, ESTADO ANZOÁTEGUI
(VENEZUELA -2009)

AUTOR :

RAÚL JOSÉ LÓPEZ MALAVÉ

OBJETIVO :

En este trabajo se diseñó el sistema de abastecimiento de agua potable de las comunidades de Santa Fe y Capachal. Para tal diseño se realizaron cálculos de hidráulica, estableciéndose como parámetro fijo el número de habitantes a los cuales se les prestará el servicio, determinándose el caudal aproximado que requieren esas comunidades, y así, poder satisfacer las necesidades domésticas de esas poblaciones. Conocido el caudal necesario se estudió la proyección y distribución de la tubería con el fin de determinar las pérdidas que deben vencer las bombas para poder seleccionarlas dependiendo de las especificaciones

técnicas del fabricante. Y, por último, simular el sistema con el programa PIPEPHASE 8.1 para poder verificar el funcionamiento del mismo y obtener unos resultados más satisfactorios. En el diseño del sistema se obtuvieron los siguientes resultados: a) Una distribución apropiada del caudal en cada comunidad lo cual garantiza el suministro diario requerido, b) las bombas seleccionadas fueron las centrífugas, debido a que es un tipo de máquina más versátil y puede mover grandes o pequeñas cantidades de agua a una gama muy grande de presiones.

CONCLUSIONES:

El caudal del río (258 l/s) en la temporada de sequía es suficiente para satisfacer y asegurar el abastecimiento de agua a las comunidades durante todo el año.

La red de tuberías propuesta en este trabajo tiene como objetivo principal que el sistema no generara muchas pérdidas de carga ya que estas comunidades no cuentan con una buena red de energía eléctrica, por lo que las bombas no pueden ser de mucha potencia.

La bomba que se seleccionó para cada sistema fue de mayor potencia a la requerida por dicho sistema, ya

que el fabricante tiene una gama de potencias fijas, a las cuales hubo que ajustarse a la hora de la selección.

La alcaldía de Píritu colocó un tanque de 100 m³ en cada población por razones presupuestarias.

Se seleccionaron las bombas centrífugas ya que este tipo de máquinas es relativamente pequeña, fácil de transportar, fácil de conseguir y su funcionamiento e instalación es simple en comparación con otro tipo de bomba.

Con el programa de simulación PIPEPHASE 8.1 se pudo comprobar el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua y realizar algunas modificaciones al mismo para mejorar su eficiencia.

1.2.3. PROBLEMA

¿Cómo el diseño e implementación de un sistema automático de distribución de agua purificada disminuirá el riesgo de contaminación, derrame y los retrasos significativos en la producción en los Laboratorios Farmacéuticos Markos S.A.- Ate -Lima?

1.2.4. HIPÓTESIS

Si se diseña e implementa un sistema automático de distribución de agua purificada, utilizando PLC y HMI disminuirá el riesgo de contaminación, derrame y los retrasos significativos en la producción en los Laboratorios Farmacéuticos Markos S.S.- Ate –Lima

1.2.5. OBJETIVOS

1.2.5.1. OBJETIVOS GENERALES

Diseñar e implementar un sistema automático de distribución de agua purificada, utilizando PLC, HMI y sensores, etc para disminuir el riesgo de contaminación, derrame y los retrasos significativos en la producción en los Laboratorios Farmacéuticos Markos S.A.- Ate –Lima

1.2.5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Realizar el estudio del riesgo de contaminación, derrame y los retrasos significativos en la producción.
- ✓ Realizar el levantamiento de planos en la distribución de agua.
- ✓ Realizar el dimensionamiento utilizando un PLC y una pantalla HMI del sistema automático de distribución de Agua
- ✓ Implementar el sistema automático de distribución de agua purificada, utilizando PLC y HMI

1.2.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación surge debido a que en la actualidad el laboratorio Farmacéutico Markos S.A carece de un adecuado sistema de distribución de agua purificada a las área de fabricación, al carecer de un sistema eficiente para llevar a cabo esta tarea muy importante, se pierde mucho tiempo y por ende dinero .

Como toda empresa en crecimiento tienen la necesidad de mejorar y optimizar sus proceso de producción y entre esos está, el sistema de distribución de agua purificada hacia las áreas de fabricación, ya que en la actualidad se viene haciendo de forma manual, en baldes y cubetas claro con el cuidado debido pero con el riesgo de que el agua se contamine y se pierda el lote de producción a fabricar.

En vista a esta situación vamos hacer la investigación para poder darle solución aplicando la automatización, diseñando un sistema en base a sensores, HMI, PLC, variadores, bombas etc. para que este proceso sea automático y fiable.

Por lo tanto esta investigación tiene como objetivo mejorar la distribución de agua purificada haciéndola que sea automatizada, fiable, y sobre todo que se respalde bajo las normas internacionales BPM y las guías de la ISPE las cuales rigen el mundo farmacéutico.

Con el resultado de esta investigación se pretende cambiar la realidad antes descrita, controlado y monitorizado por un PLC y una pantalla HMI, donde la línea de distribución de agua purificada comience con un tanque de almacenamiento que se ubicará en el tercer piso del edificio; desde el tanque se iniciara y culminara la red de circulación del líquido elemento , a través de tubos inoxidable grado sanitario, recorriendo las diversas áreas de producción, que abarcan el primer y segundo piso , colocando en cada uno de los puntos de uso, una válvula de diafragma.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. AGUA DE USO FARMACEUTICO

El agua en la industria farmacéutica y biotecnológica es la sustancia más usada tanto para producción (integrando o no la producción) como para el lavado de equipos, envases, o recipientes. El agua no existe pura en la naturaleza ya que tiene la capacidad de absorber suspender o disolver (gracias a la capacidad que tiene de formar puentes de hidrógeno) diferentes compuestos. El agua de uso farmacéutico está clasificada dependiendo de la vía de administración de los productos farmacéuticos.

2.2. CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE AGUA

2.2.1. AGUA PURIFICADA

Agua destinada a la preparación de medicamentos que no deben ser necesariamente estériles ni estén exentos de pirógenos.

- ✓ Agua purificada a granel: Se prepara por destilación, por intercambio iónico, por ósmosis inversa o por cualquier otro procedimiento adecuado, a partir de agua que satisface las normativas sobre agua destinada al consumo humano reguladas por la autoridad competente.

- ✓ Agua purificada envasada: Es agua purificada a granel que se envasa y conserva en condiciones que aseguren la calidad microbiológica requerida. Está exenta de sustancias añadidas.

2.2.2. AGUA ALTAMENTE PURIFICADA

Agua destinada a la preparación de medicamentos cuando se necesita agua de alta calidad biológica (purificación y separación final de ciertos fármacos biotecnológicos, cultivos celulares, etc), excepto cuando se requiere agua para preparaciones inyectables. Esta agua se obtiene a partir de agua que satisface las normativas sobre agua destinada al consumo humano regulada por la autoridad competente. Los métodos de producción actuales incluyen, por ejemplo, la ósmosis inversa de doble pasó acoplada a otras técnicas como la ultrafiltración y la deionización.

2.2.3. AGUA PARA PREPARACIONES INYECTABLES

Agua destinada a la preparación de medicamentos para administración parenteral cuando se usa como vehículo (agua para preparaciones inyectables a granel) y para disolver o diluir sustancias o preparaciones para la administración parenteral (agua esterilizada para preparaciones inyectables). En función del uso inmediato de dicha agua, la RFE distingue dos tipos:

- ✓ Agua para preparaciones inyectables a granel: Se obtiene a partir de agua que satisface las normativas sobre agua destinada al consumo humano regulada por la autoridad competente o a partir de agua purificada por destilación en un aparato en el que las partes en contacto con el agua son de vidrio neutro, de cuarzo o de un metal adecuado.

- ✓ Agua esterilizada para preparaciones inyectables: Es agua para preparaciones inyectables a granel distribuida en envases adecuados, cerrados y esterilizados por calor en condiciones tales que el producto siga cumpliendo el ensayo de endotoxinas bacterianas. Además está exenta de sustancias añadidas. Cada envase contiene una cantidad de agua para preparaciones inyectables suficiente como para suministrar el volumen nominal.

2.3. Control Industrial

Es la manipulación indirecta de las magnitudes de un sistema denominado planta a través de otro sistema llamado controlador o sistema de control.

El objetivo de un sistema de control es el de gobernar la respuesta de una planta, sin que el operador intervenga directamente sobre sus elementos de salida. Dicho operador manipula únicamente las magnitudes denominadas de consigna y el sistema de control se encarga de gobernar dicha salida a través de los accionamientos.

Clasificación

2.3.1. Según la información que recibe el sistema de control

a. Control de lazo abierto

La salida no tiene efecto sobre la acción de control. Así, en estos sistemas, a cada valor de referencia le corresponde una operación fija. El sistema no reacciona ante perturbaciones.

b. Control de lazo cerrado

Se mantiene una relación de determinada entre la salida y la entrada de referencia, comparándolas y usando el error (diferencia) como medio de control. El sistema de control reacciona ante las perturbaciones corrigiéndolas.

2.3.2. Según la naturaleza de las señales que intervienen en el proceso

a. Sistemas analógicos

- Señales de tipo continuo, con un margen de variación determinado.
- Suelen representar magnitudes físicas del proceso como presión, temperatura, velocidad.
- Mediante un tensión o corriente proporcional a su valor como son 0 a 10VDC, o de 4 a 20mA.

b. Sistemas digitales

- Señales todas o nada, señales binarias, que sólo pueden presentar dos estados o niveles.
- Estos niveles o estados se suelen representar por variables lógicas o bits, cuyo valor puede ser sólo 1 o 0(álgebra de Boole)
- Se pueden distinguir dos grupos:
 - ✓ Automatismos lógicos que trabajan con variables de un solo bit.
 - ✓ Automatismos digitales que procesan señales de varios bits.

c. Sistemas Híbridos Analógicos-Digitales

- Procesan a la vez señales analógicas y digitales.
- Se tiende a que la unidad de control sea totalmente digital y basada en microprocesador.

2.3.3. Según el sistema de producción que se quiera controlar

a. Control de procesos continuos

Un proceso continuo se caracteriza porque las materias primas están constantemente por un extremo del sistema, mientras el otro extremo se obtiene de forma continua un producto terminado.

Un ejemplo: La extracción del petróleo

b. Control de procesos discretos

El producto de salida se obtiene a través de una serie de operaciones, muchas de ellas con gran similitud entre sí. La materia prima sobre la que se trabaja es habitualmente un elemento discreto que se trabaja de forma individual.

Ejemplo: fabricación de una pieza mecánica.

c. Control de procesos discontinuos o por lotes

Se reciben a la entrada del proceso las cantidades de las diferentes piezas discretas que se necesitan para realizar el proceso.

Sobre este conjunto se realizan las operaciones necesarias para producir un producto acabado o un producto intermedio listo para un procesamiento posterior.

Ejemplo: La fabricación de automóviles

2.3.4. Según la distribución de los elementos de control

a. Centralizado

Por el contrario en un sistema de control centralizado existe un único controlador donde confluyen todas las señales de entrada a muestrear, se procesan realizando todos los algoritmos necesarios de control y se generan todas las señales necesarias de salida. Los sistemas centralizados dan lugar a costosos y pesados cableados punto a punto (desde cada sensor o actuador hasta el sistema centralizado) y a la utilización de redes analógicas (4-20mA) tanto para la conexión de sensores dedicados a la captación de señales de entrada como para la activación de indicadores.

b. Distribuido

Un Sistema de Control Distribuido consiste en el enlace, por medio de una red de comunicaciones, de diversos nodos distribuidos físicamente, dotados de capacidad de proceso y enlazados a sensores y/o actuadores. Estos sistemas se caracterizan por que el proceso de control tiene lugar en estos nodos de manera coordinada. Las redes de comunicaciones orientadas al enlace de estos nodos son conocidas también como buses de comunicaciones o redes multiplexadas. Un nodo es un procesador autónomo con su propio hardware: procesador (CPU), memoria, oscilador de reloj, interfaz de comunicaciones, e interfaz hacia el subsistema que controla.

2.4. PCL'S MAS USADOS EN LA INDUSTRIAS FARMACEUTICA

- **SIEMENS:**

- S7200 (CPU 224XP)**

- Tarjeta de memoria para data logging, administración de recetas, almacenamiento de proyecto Micro/WIN, archivo de la documentación en formatos diversos.
 - Función PID Auto Tune
 - 2 puertos integrados amplían las posibilidades de comunicación
 - 14 entradas digitales
 - 10 salidas digitales

- **UNITRONICS**

- V120-22-UN2**

- 10 entradas digitales incluyendo 3 entradas que pueden funcionar como contadores, ya sea de alta velocidad, encoders, medidores de frecuencia o como entrada digital norma.
- 1 entrada analógica (0-20ma / 0-10V)
- 6 salidas a relay
- Pantalla grafica
- 2 puertos de comunicación RS232/RS485.
- Modbus.
- Fuente de alimentación 12/24VDC.

V350-35-R4

- 20 entradas digitales incluyendo 3 entradas que pueden funcionar como contadores, ya sea de alta velocidad, encoders, medidores de frecuencia o como entrada digital norma.
- 2 Entradas digitales(0-20ma/0-10v)
- 12 salidas a relay
- 1 puerto de comunicación RS232/RS485
- 1 puerto opcional para la comunicación serial o Ethernet
- 1 puerto opcional para la comunicación CANbus
- Fuente de alimentación 24VDC
- Pantalla touch

2.5. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS Y CONCEPTOS

ACERO INOXIDABLE

El acero inoxidable es una clase de acero que resiste la corrosión, ya que contiene cromo que posee gran afinidad por el oxígeno y

reaccionando con él, formando una capa pasivadora, que evita la corrosión del hierro.

AGUA POTABLE

Llamamos agua potable al agua que podemos consumir o beber sin que exista peligro para nuestra salud. El agua potable no debe contener sustancias o microorganismos que puedan provocar enfermedades o perjudicar nuestra salud.

AGUA PURIFICADA:

El agua purificada, como su nombre lo dice es agua potable que se somete a diferentes procesos de purificación, para poder lograr los estándares de calidad que le dan el nombre de agua purificada, que generalmente son más estrictos que los del agua potable normal.

AUTOMATIZACIÓN

Automatización es el uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias y/o procesos industriales sustituyendo a operadores humanos. La automatización como una disciplina de la ingeniería es más amplia que un mero sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores y transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

CONTROL

Hace referencia al dominio, mando y preponderancia, o a la regulación sobre un sistema.

DIGEMID

La Dirección General de Medicamentos Insumos y Drogas, es una institución técnico normativa que tiene como objetivo fundamental, lograr que la población tenga acceso a medicamentos seguros, eficaces y de calidad.

GOOD MANUFACTURING PRACTICE (GMP)

Las buenas prácticas de fabricación(BPM) son guías aplicables a las operaciones de fabricación de medicamentos, cosméticos, productos médicos, alimentos y drogas, en sus formas definitivas de venta al público incluyendo los procesos a gran escala en hospitales y la preparación de suministros para el uso de ensayos clínicos para el caso de medicamentos.

HMI

HMI significa “Human Machine Interface”, es decir es el dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona (operador) y la máquina (proceso).

OSMOSIS

El fenómeno de la Ósmosis está basado en la búsqueda del equilibrio. Cuando se ponen en contacto dos fluidos con diferentes concentraciones de sólidos disueltos se mezclarán hasta que la concentración sea uniforme. Si estos fluidos están separados por una membrana permeable (la cual permite el paso a su través de uno de los fluidos), el fluido que se moverá a través de la membrana será el de menor concentración de tal forma que pasa al fluido de mayor concentración.

OSMOSIS INVERSA

Si se utiliza una presión superior a la presión osmótica, se produce el efecto contrario. Los fluidos se presionan a través de la membrana, mientras que los sólidos disueltos quedan atrás.

Para poder purificar el agua necesitamos llevar a cabo el proceso contrario al de la ósmosis convencional, es lo que se conoce como Ósmosis Inversa. Se trata de un proceso con membranas. Para poder forzar el paso del agua que se encuentra en la corriente de salmuera a la corriente de agua con baja concentración de sal, es necesario presurizar el agua a un valor superior al de la presión osmótica. Como consecuencia a este proceso, la salmuera se concentrará más.

PLC

El PLC es un dispositivo electrónico que puede ser programado por el usuario y se utiliza en la industria para resolver problemas de

secuencias en la maquinaria o procesos, ahorrando costos en mantenimiento y aumentando la confiabilidad de los equipos.

SISTEMA

Es una combinación de componentes que actúan juntos y realizan un objetivo determinado. Un sistema no necesariamente es físico. El concepto de sistema se aplica a fenómenos abstractos y dinámicos, tales como los que se encuentran en la economía. Por lo tanto la palabra sistema debe interpretarse como una implicación de sistemas físicos, biológicos, económicos y similares.

USP

La Convención de la Farmacopea de Estados Unidos (USP) es una organización independiente sin fines de lucro que establece estándares de calidad, pureza, identidad y potencia de medicamentos, ingredientes alimenticios y suplementos dietarios fabricados, distribuidos y consumidos en todo el mundo. La Administración de Drogas y Alimentos es el organismo encargado de hacer cumplir los estándares de fármacos de USP en los Estados Unidos, y estos estándares se desarrollan y aplican en más de 140 países en todo el mundo.

Un grupo internacional de más de 900 voluntarios expertos que trabajan con USP bajo normas estrictas para evitar conflictos de intereses, desarrolla y revisa los estándares de USP. Desde su fundación en 1820, USP ha ayudado a garantizar la calidad del

suministro de fármacos estadounidenses. Sobre la base de ese legado, USP trabaja actualmente con científicos, médicos y entes reguladores de muchas naciones para ayudar a proteger la salud pública en todo el mundo.

CAPITULO III

DISEÑO DEL SISTEMA DE

CONTROL

CAPITULO III

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

3.1. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL

Para una mejor explicación y entendimiento al sistema en mención lo dividiremos en 6 sub sistemas.

3.1.1. Sistema de almacenamiento

En Laboratorios Farmacéuticos Markos SA el consumo promedio diario de agua purificada es 950 lts.

Área de Fabricación	Consumo (Lts)
Control de calidad	150
Líquidos	400
Sólidos	200
Semisólidos	100
Galénicos	100

Tabla 1: Tabla de consumo

A raíz de lo expuesto, se ha diseñado un tanque de 1200Lts de capacidad útil, con el cual se garantiza el abastecimiento del agua purificada para todas las áreas de fabricación.

A. Descripción

El tanque de almacenamiento ha sido fabricado de lámina de acero inoxidable C-316-L, con acabado sanitario, pulido interna (Ra=menor a 0.8 micras) y externamente.

El proceso de soldado en este equipo se ha realizado con soldadura TIG, lo que asegura una completa fusión de para ambas caras de la lámina. El acabado de equipo se realiza eliminando los relieves dejados por la soldadura, alisando completamente las paredes y finalizando con el pulido de estas.

- Cuerpo laminar de acero inoxidable A-316-L, de 3 mm de espesor.
- 04 patas de tubo circular.
- Tapa hermética superior, con 06 bulones volcables de acero inoxidable.
- Tubería de descarga de 2" OD.
- 01 Válvula sanitaria tipo mariposa de 2"OD para dar pase a la recirculación
- 01 válvula sanitaria tipo mariposa de 2" OD para el drenaje durante la limpieza.

En la parte superior se ubican los puntos de ingreso de agua, retorno del anillo, filtro de venteo con soporte ferrul de 1"; sensor de nivel con conexión clamp de 2"; tapa hermética (man hoole).

En la parte inferior se ubica el punto de descarga. Que se realiza mediante un tubo de 2" OD, acondicionada con una T, con salidas

hacia las bombas de impulsión y el otro punto hacia la limpieza y drenaje.

En el interior del tanque se ubica un spray ball, necesario para la limpieza de las paredes internas del tanque, mientras se realiza el proceso de sanitización.

B. Partes

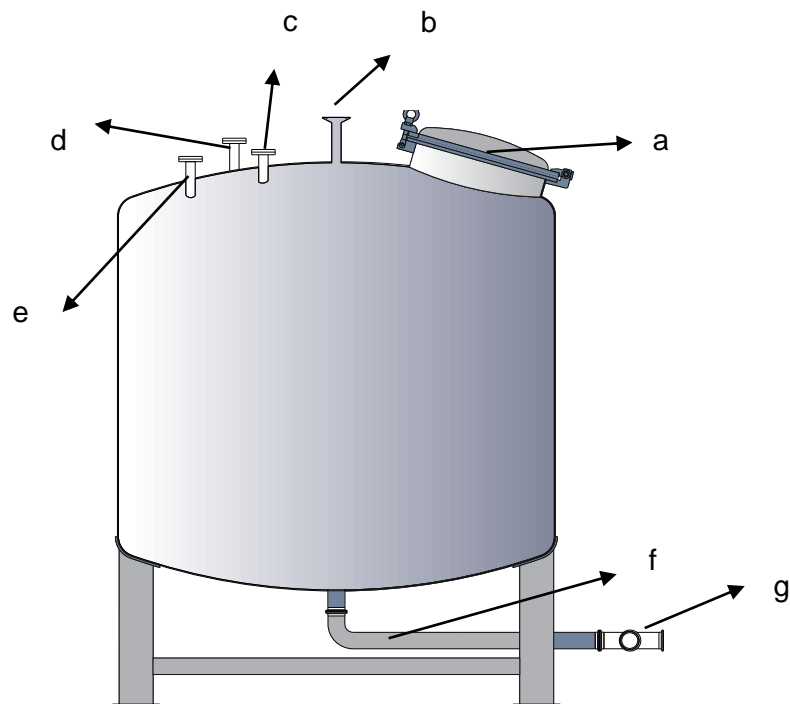


Figura 3.1.1-1: Tanque de almacenamiento

a) Tapa hermética: Tapa de 400mm de diámetro con seguros volcables y empaquetadura de silicona sanitaria.

b) Retorno de agua purificada: Tramo de tubería de una pulgada que ha ambos extremos se ha soldado ferrulas de 1", que el lado exterior del tanque se acopla al loop de recirculación y el extremo interno se acopla al spray ball.

c) Sensor Ultrasónico: Elemento necesario para medir el nivel del agua purificada contenido por el tanque.

Consta de un tubo de pulgadas soldado al tanque, con una ferrula de 2 pulgadas en un extremo.

d) Alimentación de agua purificada: Tramo de tubería de una pulgada por donde se verterá agua purificada nueva desde la planta de generación.

e) Filtro de venteo: Elemento que cumplirá la función de no dejar que se presurice el tanque y evitar que el sistema se contamine por aire que ingrese del medio ambiente.

f) Salida de agua purificada: Punto de inicio del loop, este tramo está constituido por tubería de 2" OD., el cual se conecta al Sistema de bombeo.

g) Punto de drenaje: Tramo acoplado a la salida del tanque constituida por 2 válvulas sanitarias tipo mariposa y una T de, lo cual nos permitirá votar el agua del tanque.



Figura 3.1.1–2: Punto de drenaje

C. Diseño de control

a) Controlador de conductividad

Para medir la conductividad del agua purificada con la que se alimenta al tanque se ha instalado un controlador de conductividad, si el valor del parámetro es mayor al permitido (1.3uS/cm) el sistema mandara una alarma visual y audible. El controlador seleccionado es el BL-983320 y la sonda HI 7634-00 de la marca Hanna Instruments.



Figura 3.1.1–3: Controlador de conductividad



Figura 3.1.1–4: Controlador de conductividad

a.1) Especificaciones

Rango	0.0 a 199.9 $\mu\text{S/cm}$
Resolución	0.1 $\mu\text{S/cm}$
Consumo de energía	10VA
Alimentación	12Vdc
Dimensiones	83x53x99 mm

Tabla 2

a.2) Descripción

✓ Panel Frontal

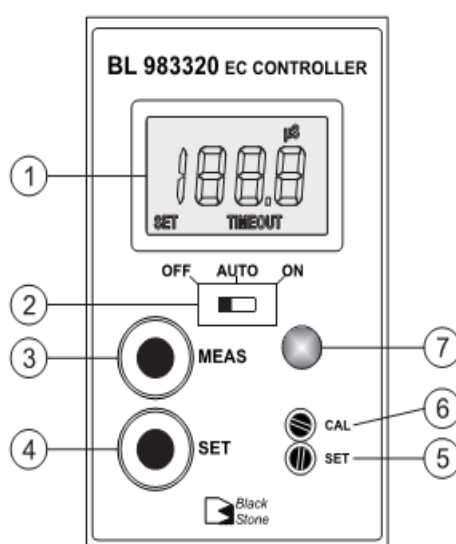


Figura 3.1.1–5: Descripción del controlador c

1. LCD
2. Switch para selección de modo de trabajo.
 - **Off:** Dosificación deshabilitada
 - **Auto:** Dosificación automática, dependiente del setpoint asignado.
 - **On:** Dosificación siempre activa
3. Botón para poner al instrumento en modo de medición.
4. Botón para mostrar y establecer el valor de consigna.
5. Perilla de ajuste del valor de consigna.
6. Perilla para la calibración del instrumento.
7. Led indicador
 - **Verde:** Instrumento en modo medición.
 - **Naranja/Amarillo:** Dosificación en progreso
 - **Red, intermitente:** Indicador en condición de alarma.

✓ Panel posterior

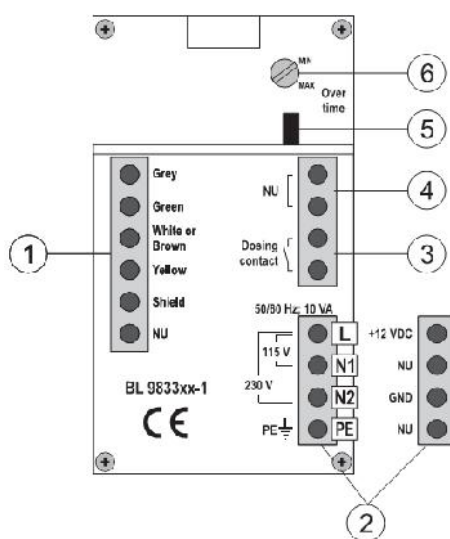


Figura 3.1.1–6: Descripción del controlador de conductividad (posterior)

a.3) Configuración del instrumento para el Sistema.

- ✓ Modo de trabajo Auto.
- ✓ Setpoint configurado 1.3 uS/cm.
- ✓ El contacto de dosificación será utilizado para enviar la señal al PLC.

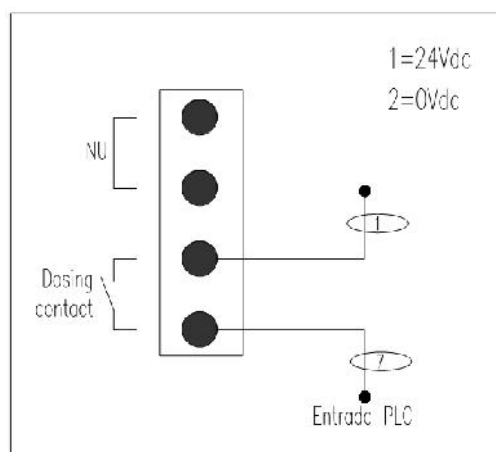


Figura 3.1.1–7: Configuración del controlador de conductividad

b) Controlador de nivel

Para control del nivel del tanque se ha elegido el sensor ultrasónico **mic+130/IU/TC** marca microsonic.



Figura 3.1.1–8: Controlador de nivel

b.1) Especificaciones

Rango	200-2.000 mm
Señal de salida	Corriente:4 a 20mA Tensión:0-10 V
Diseño	Cilíndrico M30 cuerpo de acero inoxidable
Tipo de protección	IP 67
Temperatura de trabajo	-15°C a + 70°C
Alimentación	9V a 30 Vcc
Peso	110g

Tabla 3

b.2) Descripción

Dispositivo que cuenta para su configuración con 2 botones de presión más un indicador LED de 3 dígitos, el transductor ultrasónico está fabricado de resina epoxi con partículas de fibra de vidrio, su cuerpo roscado (M30x1,5) está fabricado de acero inox sanitario tiene una geometría cilíndrica con dos

tuerca de ajuste, fácil modo de conexión enchufe M12 de 5 clavijas(pines).

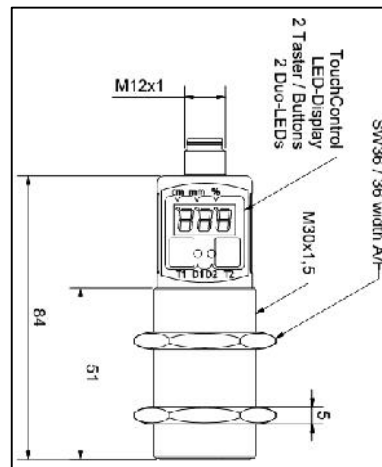


Figura 3.1.1–9: Descripción del controlador de nivel

b.3) Configuración del instrumento para el Sistema

- ✓ Para montar el sensor sobre el tanque se tendrá que maquinar una pieza de acero inox c-316, orificio roscado pasante del mismo diámetro del sensor, con ferrula de 2 pulgadas en un extremo.
- ✓ En esta pieza se roscara el sensor y se asegurará con la contratuerca que trae el sensor.

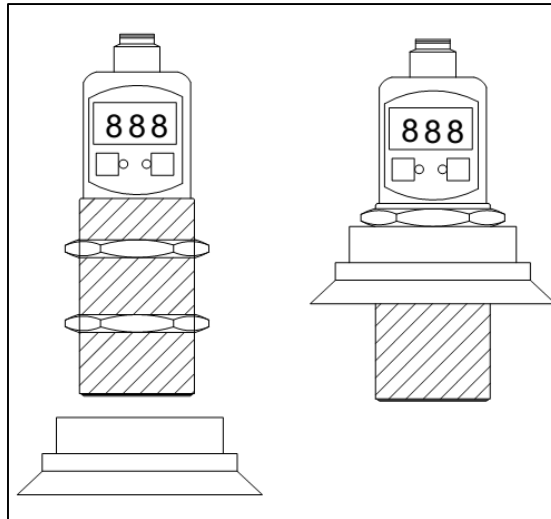


Figura 3.1.1–10: Configuración del controlador de nivel

- ✓ El extremo de la pieza que tiene la ferrula de 2 pulgadas nos permitirá acoplar el sensor al tanque, para hacer esto se pondrá un empaque de silicona del diámetro de las ferrulas luego se colocara la pieza con el sensor roscado y se asegura con una abrazadera clamp.

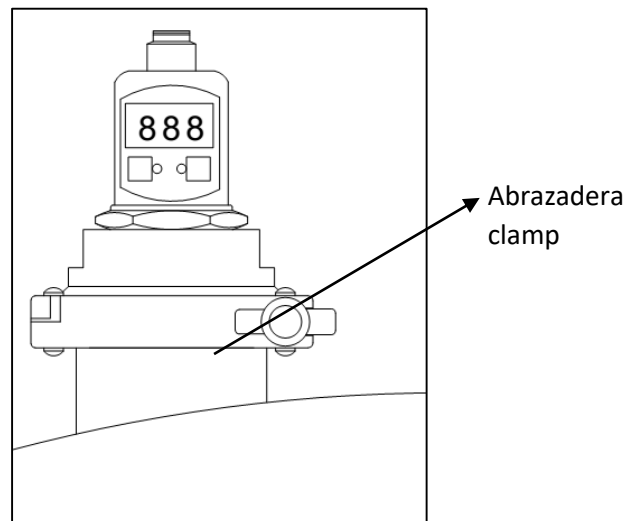


Figura 3.1.1–11: Configuración del controlador de nivel

- ✓ Se usar la salida analógica por corriente de 4-20mA.

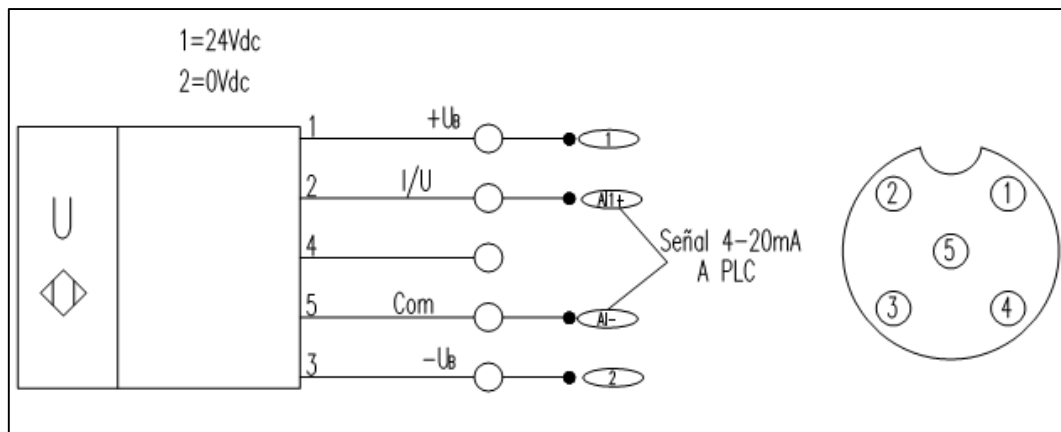


Figura 3.1.1-12: Conexión del controlador de nivel

3.1.2. Sistema de Bombeo

A. Descripción

El sistema cuenta con 2 bombas de impulsión marca SALSOM de 4 etapas de 2200 Watts, instaladas en serie.

Cada bomba cuenta ferrul clamp de 2" OD tanto a la entrada como a la salida el uso de estas bombas es pilotado desde el panel de control y controlado a través de variadores de velocidad.

La velocidad de giro de las bombas responden a una proporción de la diferencia entre el valor deseado del caudal, ingresado por el operador, menos el valor del proceso, medido en el flujo de agua retornante; mientras más positiva sea la diferencia, la bomba girará con mayor rapidez y mientras más negativa sea la diferencia, con menor rapidez girará la bomba.

Ejemplo 01:

Valor deseado: 2000 l/h

Valor medido: 1800 l/h

Error: 200 l/h

Acción de control: Aumento de la velocidad de la bomba.

Ejemplo 02:

Valor deseado: 2000 l/h

Valor medido: 2100 l/h

Error: -100 l/h

Acción de control: Disminución de la velocidad de la bomba.

B. Partes

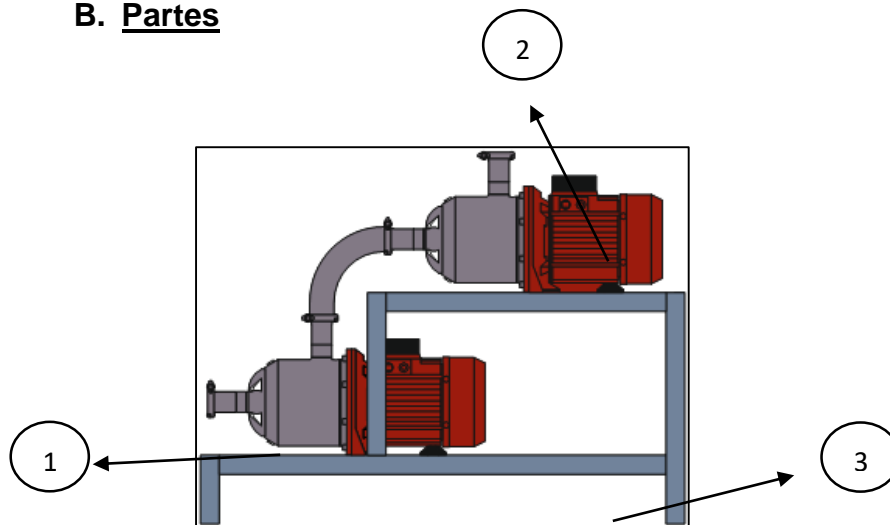


Figura 3.1.2–1: Bomba de impulsión

1. Bomba de impulsión 01
2. Bomba de impulsión 02
3. Mueble Porta bombas

C. Diseño de control

a) Bombas Impulsoras

a.1) Especificaciones

Caudal máximo	19 m3/h
Tensión de alimentación	220Vac/3ph
Frecuencia de trabajo	60Hz
Tipo de protección	IP 54
Amperaje	9.2Amp
Potencia	2.2KW
Temperatura de trabajo	-15°C a + 110°C

Tabla 4

a.2) Instalación de las bombas en el Sistema

La bombas serán instalas en serie y se colocaran sobre el mueble porta bombas, su trabajo será alternado de acuerdo al tiempo que se establezca desde el HMI.

Estas bombas serán controladas mediante variadores de frecuencia los cuales a su vez se comandaran desde el PLC.

b) Variador de frecuencia

Para el dimensionamiento del variador de frecuencia se usara la siguiente formula.

$$P_v = 1.2 \times P_m$$

Donde:

P_v: Potencia del variador

P_m: Potencia del motor.

$$P_v = 1.2 \times 3HP$$

$$P_v = 3.6HP$$

Según la formula la potencia del variador debería ser de 3.6 HP pero por motivos de seguridad y además porque no hay variadores comerciales de esa potencia se ha elegido usar un variador de 5 HP.

El variador a usar será el VFD- 037E23A de DELTA ELECTRONICS

b.1) Especificaciones

Entrada	3PH /200-240V /50-60Hz/20.6A
Salida	3PH/0-240V/17A
Potencia	3.7KW/5HP
Rango de frecuencia	1-600 Hz

Tabla 5

b.2) Descripción

Dispositivo electrónico fabricado con componentes y materiales de alta calidad e incorpora la más alta tecnología disponible en microprocesadores.

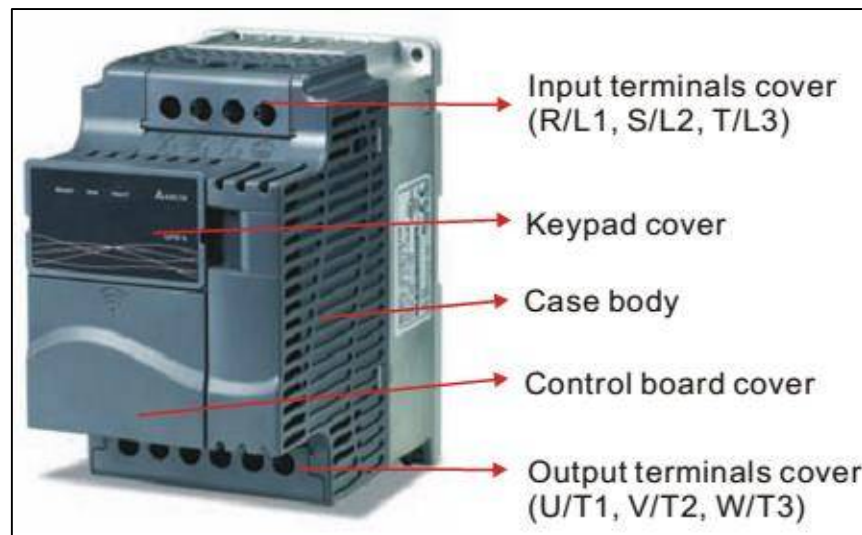


Figura 3.1.2–2: Variador de frecuencia

Cuenta con una cubierta de plástico, disipador de calor de aluminio el cual permite montar el dispositivo sobre el tablero de control, cooler para su ventilación, teclado más display para su configuración y terminales de control para enlazarlo con el PLC.

b.3) Instalación

Los variadores de velocidad serán instalados con su respectiva llave termomagnética y contactor.

- ✓ La llave termomagnética será trifásica del mismo amperaje del variador (20 Amp).,marca siemens.
- ✓ El contactor elegido será de la marca siemens en AC-3 (25Amp), bobina de 220 Vac sin contactos auxiliares.

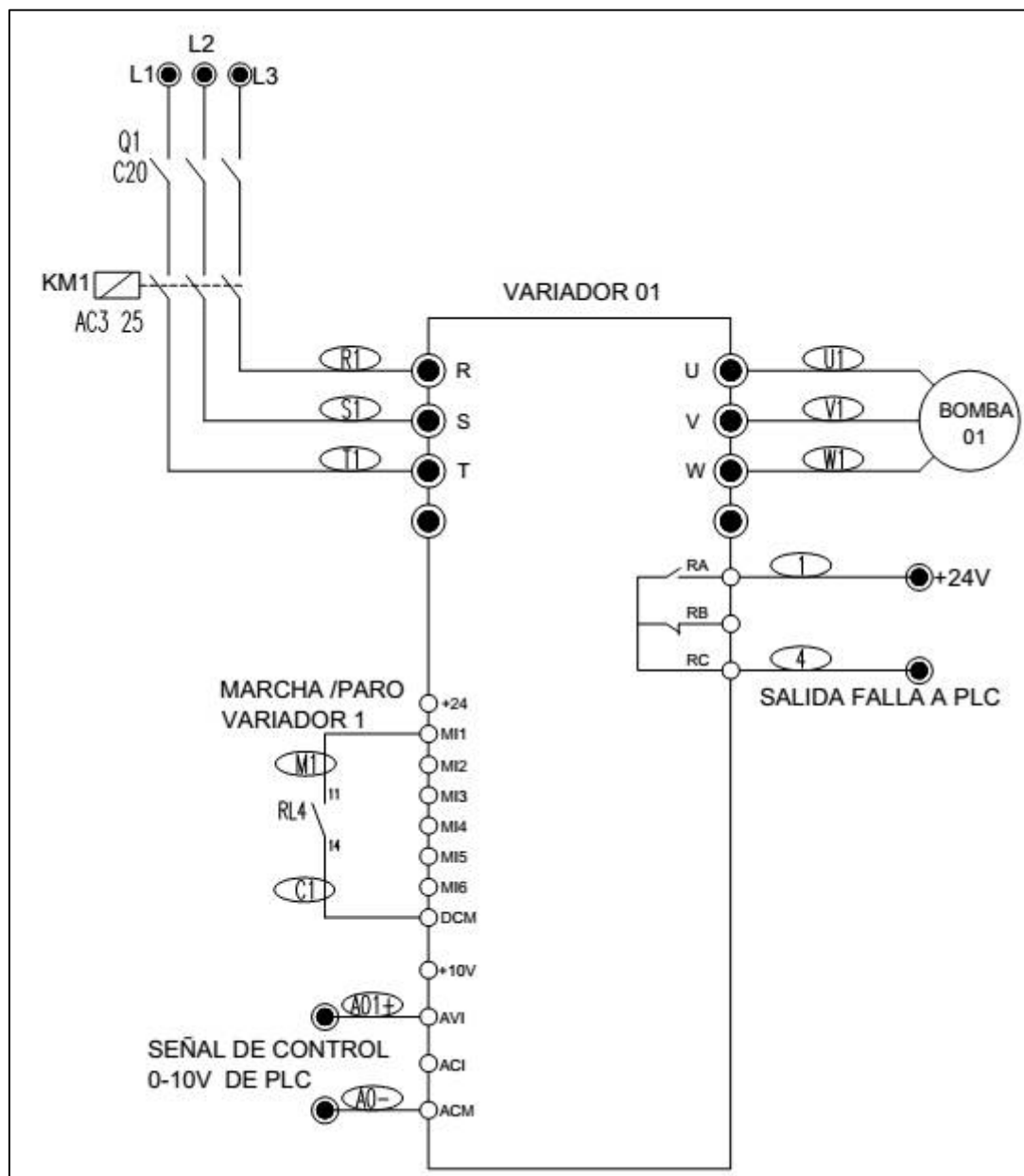


Figura 3.1.2-3: Instalación del variador de frecuencia 01

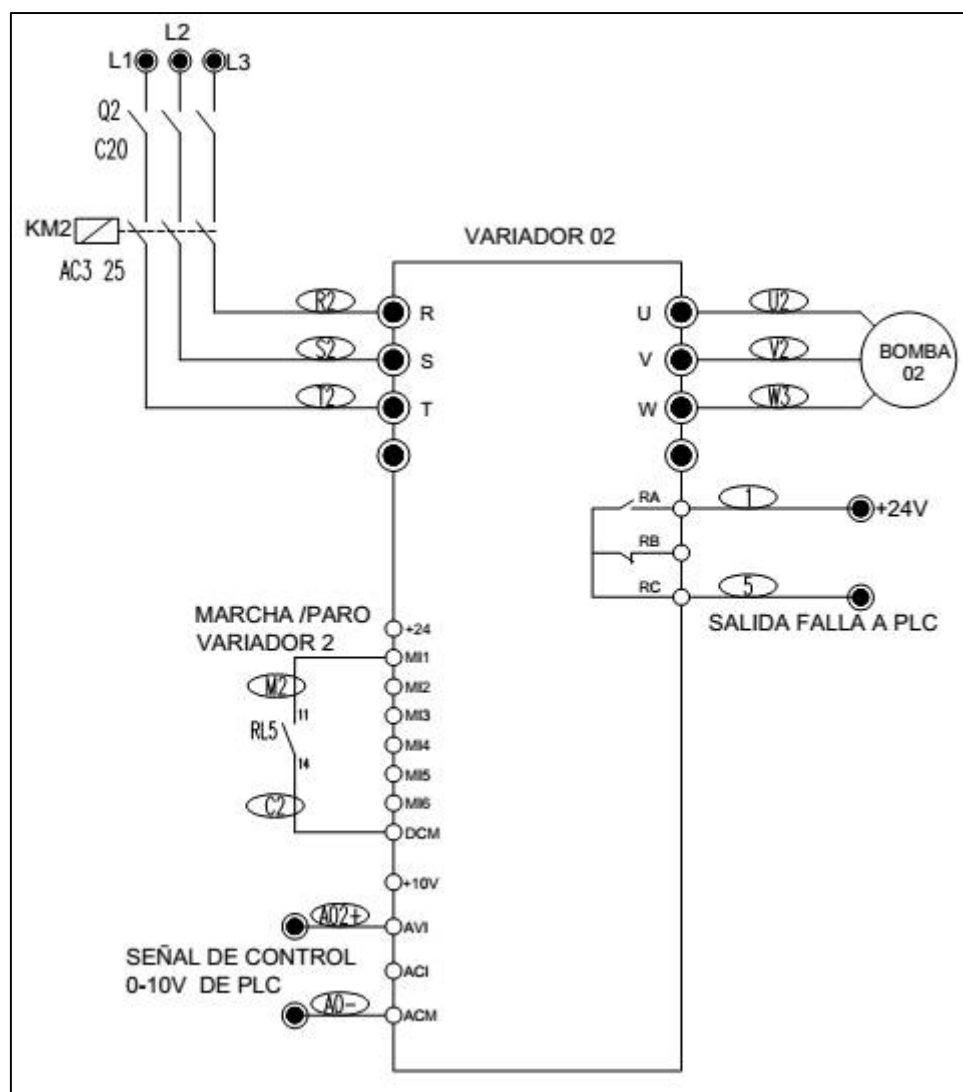


Figura 3.1.2-4: Instalación del variador de frecuencia 02

3.1.3. Sistema de calentamiento y enfriamiento

En el loop de recirculación se dispuso el uso de un intercambiador de calor de placas para la sanitización térmica y en el caso de la sanitización y recirculación mantener al agua en $21\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

a. Especificaciones

Modelo	M6-MBASE	
Fabricante	Alfa Laval	
Entrada---salida	T2 → S1	S4 → T3
Volumen	2.6L(9.36m ³ /h)	3.0L(10m ³ /h)
Presión de diseño	0/10 bar(145,4 psi)	0/10 bar(145,4psi)
Temperatura de diseño	0/120 °C	0/120 °C
Presión de prueba	14.3 bar	14.3 bar

Tabla 6

b. Descripción

El intercambiador de calor de placas consta de un conjunto de placas metálicas acanaladas que cuentan con orificios destinados a permitir el paso de los dos fluidos entre los que se realiza la transferencia de calor y frío. Las placas están provistas de una junta que sella el canal y envía los fluidos a otros canales.

Para obtener la mayor eficacia posible, se crea un flujo completo a contracorriente. El acanalado de las placas permite el paso entre las mismas, sujeta cada placa con la placa adyacente y aumenta la turbulencia.

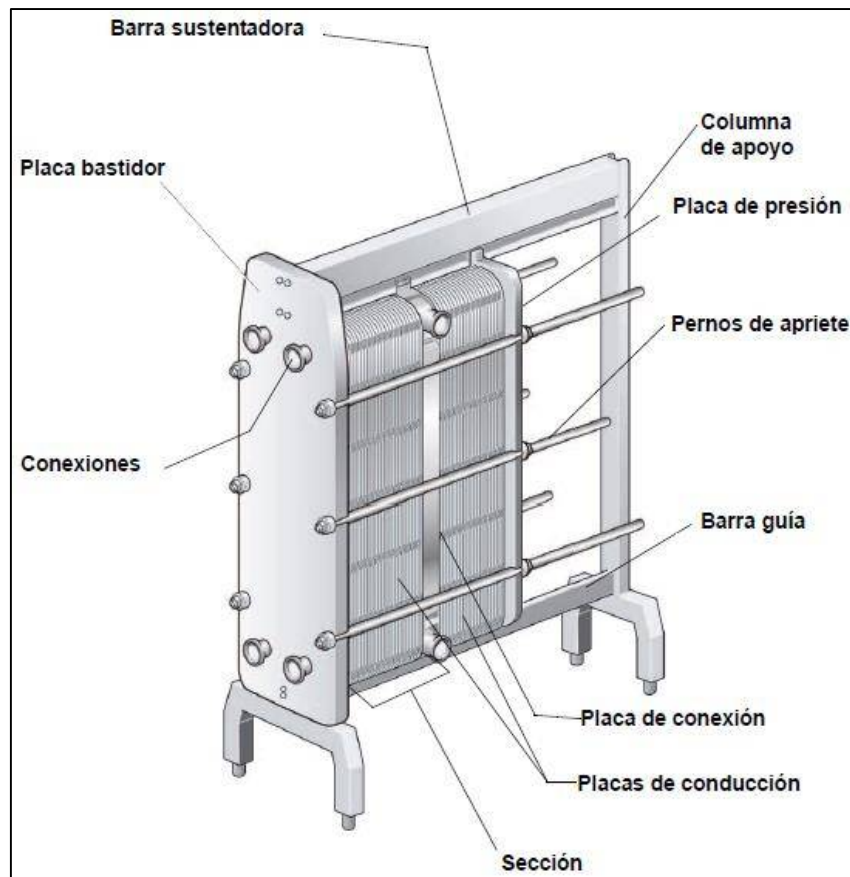


Figura 3.1.3–1: Sistema de calentamiento y enfriamiento

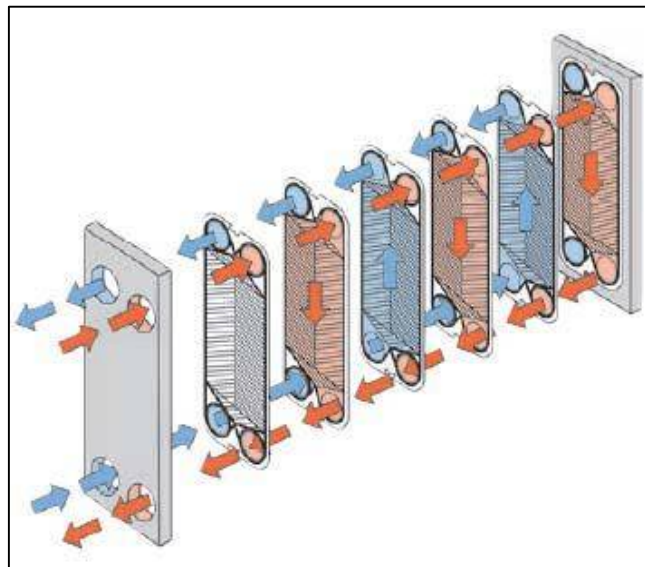


Figura 3.1.3–2: Sistema de calentamiento y enfriamiento (línea de vapor y agua fría)

El intercambiador de calor para llevar acabo el trabajo de calentar y enfriar el agua del proceso tendrá que contar con 02 sistemas de apoyo como son una línea de vapor y un sistema de agua fría chiller.

3.1.4. Sistema de desinfección y filtración

En el loop de recirculación se ha puesto una lámpara de luz ultravioleta para la desinfección más tres filtros tipo cartucho para la filtración del líquido elemento.

a. Lámpara UV

La lámpara ultravioleta está ubicada después del sistema de calentamiento /enfriamiento, su cuerpo es totalmente de acero inoxidable cuenta con un balastro que registra la horas de uso de la lámpara y un cartucho de cuarzo que rodea a la luz UV

✓ Especificaciones

Marca	Vicua
Modelo	SC-600/2
Capacidad 24GPM	24GPM
Potencia de lámpara	65 watts
Carcaza	Acero inoxidable
Presión máxima	125 PSI(8 bar)
Conexiones al loop	1" MNPT

Tabla 7

✓ Partes



Figura 3.1.4-1: Lámpara UV

b. Filtros tipo cartucho

Los filtros de cartucho son aquellos que se componen de un elemento contenedor llamado porta cartucho al cual se le conoce también como vaso housing o carcasa, y un elemento filtrante llamado cartucho, también conocido como bujía.

b.1) Filtro de 0.45 micras

Filtro ubicado posterior a la lámpara UV, el elemento filtrante es el MPX0.45-20S1E de SHELCO FILTERS.

- **Características del elemento filtrante**

Código de producto	MPX
Porosidad	0.45um
Longitud	20"(508mm)
Diámetro externo	2.67"(67.8mm)
Diámetro interno	1.0"(25.4mm)
Material de fabricación	Polipropileno EPDM
Eficiencia	99.98%

Tabla 8

- **Housing**

El porta filtro está fabricado en acero inoxidable 316-L, tiene un acabado y pulido sanitario. Consta de las siguientes partes:

Cuerpo:

Tipo capuchón fabricado de acero inoxidable calidad 316-L con acabado sanitario y pulido espejo.

Tapa superior:

Fabricado en acero inoxidable 316-L acabado y pulido sanitario. Se encuentra las conexiones de ingreso y salida a la línea con uniones clamp diámetro 1"OD, está cerrada

herméticamente con seguros volcables de acero inoxidable y empaque sanitario.

Tapa inferior:

Fabricado en acero inoxidable acabado y pulido sanitario, bridado, oring sanitario, cerrado totalmente hermético. Está permite la fácil limpieza y cambiado de los filtros.

Columnas laterales y placa de ajuste

De acero inoxidable 316-L acabado sanitario, estas columnas soportan la placa de ajuste (fijación) donde va alojado el filtro.

Dimensiones

Largo → 700mm

Diámetro → 190mm

- **Funcionamiento**

El agua purificada realiza su primer filtrado; entrando al interior del housing rodeando al elemento filtrante; luego ingresa a su interior y sale a la línea por la parte central, dejando los sedimentos e impurezas, para luego realizar su segundo filtrado.

El cambio del filtro se debe realizarse cuando haya un aumento de presión en la línea de 2.4bar (35 psi), para esto se ha puesto un manómetro de glicerina antes del filtro.

b.2) Filtros de 0.45 micras

Estos filtros están ubicados, uno posterior al filtro de 0.45µm y el otro antes del tanque de almacenamiento, los elementos filtrantes que se han elegido son FPP-0.2-20-DOE de FLOW-MAX.

- **Características del elemento filtrante**

Serie	HP
Porosidad	0.2µm
Longitud	20"(508mm)
Diámetro externo	2.5"(63.5mm)
Diámetro interno	1.0"(25.4mm)
Material de fabricación	Polipropileno EPDM
Eficiencia	99.98%

Tabla 9

- **Housing**

Tienen el mismo porta filtro que el filtro de 0.45 µm.

- **Funcionamiento**

El agua purificada realiza su segundo filtrado; entrando al interior del housing rodeando al elemento filtrante; luego

ingresa a su interior y sale a la línea por la parte central, dejando los sedimentos e impurezas, para luego ingresar al tramo de la recirculación.

Si en el recorrido del agua purificada por los puntos de uso sufriera alguna contaminación, se ha considerado un tercer filtro antes del ingreso del tanque de almacenamiento para evitar esto.

El cambio del filtro se debe realizarse cuando haya un aumento de presión en la línea de 2.4bar (35 psi), para esto se ha puesto un manómetro de glicerina antes de cada filtro.

3.1.5. Sistema de distribución

a) Descripción

El sistema está constituido por el tendido de la tubería de acero inoxidable calidad 316-L ASTM sin costura pulido interno ($R_a=0.8$ micrones) de 1"OD hacia todos los puntos de uso, ubicados en la planta de producción del primer piso, segundo piso y control de calidad; el mismo que está conformado por 09 válvulas sanitarias tipo diafragma de 1"OD y 04 válvulas sanitarias de diafragma de 1" OD para los puntos de muestreo.

La tubería de todo el anillo de distribución instalada es de diámetro 1"OD, de disposición completamente drenables(con pendiente), con radio de curvatura de 100mm en los cambios de dirección, unidas

entre sí mediante clamp de 1" OD, con empaquetadura de silicona blanco sanitario.

b) Soldadura

La soldadura realizada es de PROCESO TIG CON CAMARA, la soldadura solo se aplico para soldar las ferrulas en los extremos de los tubos, como se muestra en la siguiente imagen.



Figura 3.1.5-1: Bisel de tubo y ferrul

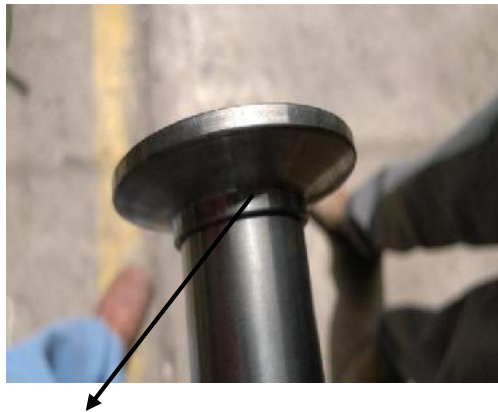
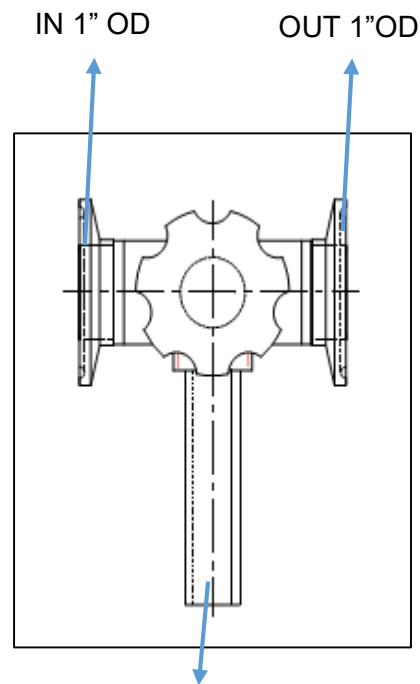


Figura 3.1.5-2: Borde externo de tubo y ferrul

c) Válvulas sanitarias(puntos de uso)

En todos los puntos de uso cuentan con válvulas sanitarias de acero inox calidad 316 L de diafragma de cero punto muerto de 1" OD x 1" OD x 1/2" de salida, con apertura lenta, unida al sistema mediante clamp.



Salida 1/2"
Figura 3.1.5-3: Válvula sanitaria

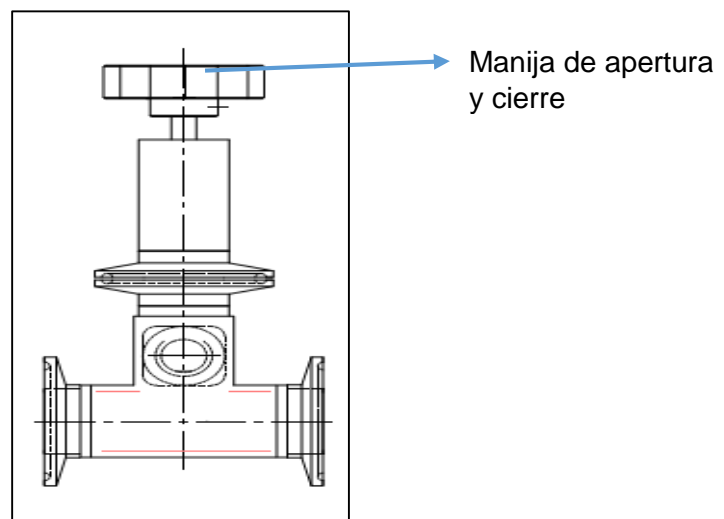


Figura 3.1.5-4: Válvula sanitaria

3.1.6. Sistema de control y monitorización

a. Tablero eléctrico

Espacio donde van alojados los dispositivos de control y maniobra de los circuitos eléctricos de la instalación

Para el dimensionamiento adecuado del tablero eléctrico se ha seguido los siguientes pasos:

- ✓ Dibujar a mano alzada y bosquejar el sistema eléctrico.
- ✓ Apoyarnos en un software de diseño para dibujar el tablero y sus componentes en tamaño real en este caso se ha usado la herramienta de AUTOCAD.
- ✓ Con las medidas obtenidas del software de diseño se manda a fabricar la omega y el gabinete.
- ✓ El siguiente paso consiste en fijar los elementos en la omega.
- ✓ Cablear e etiquetar poniendo terminales tipo pin en cada extremo de cada cable.
- ✓ Hacer pruebas preliminares antes de montar el tablero en el gabinete, para corregir descartar cualquier problema.

A continuación presentamos una figura de cómo está constituido el tablero eléctrico para más referencia ver los planos eléctricos en los anexos.

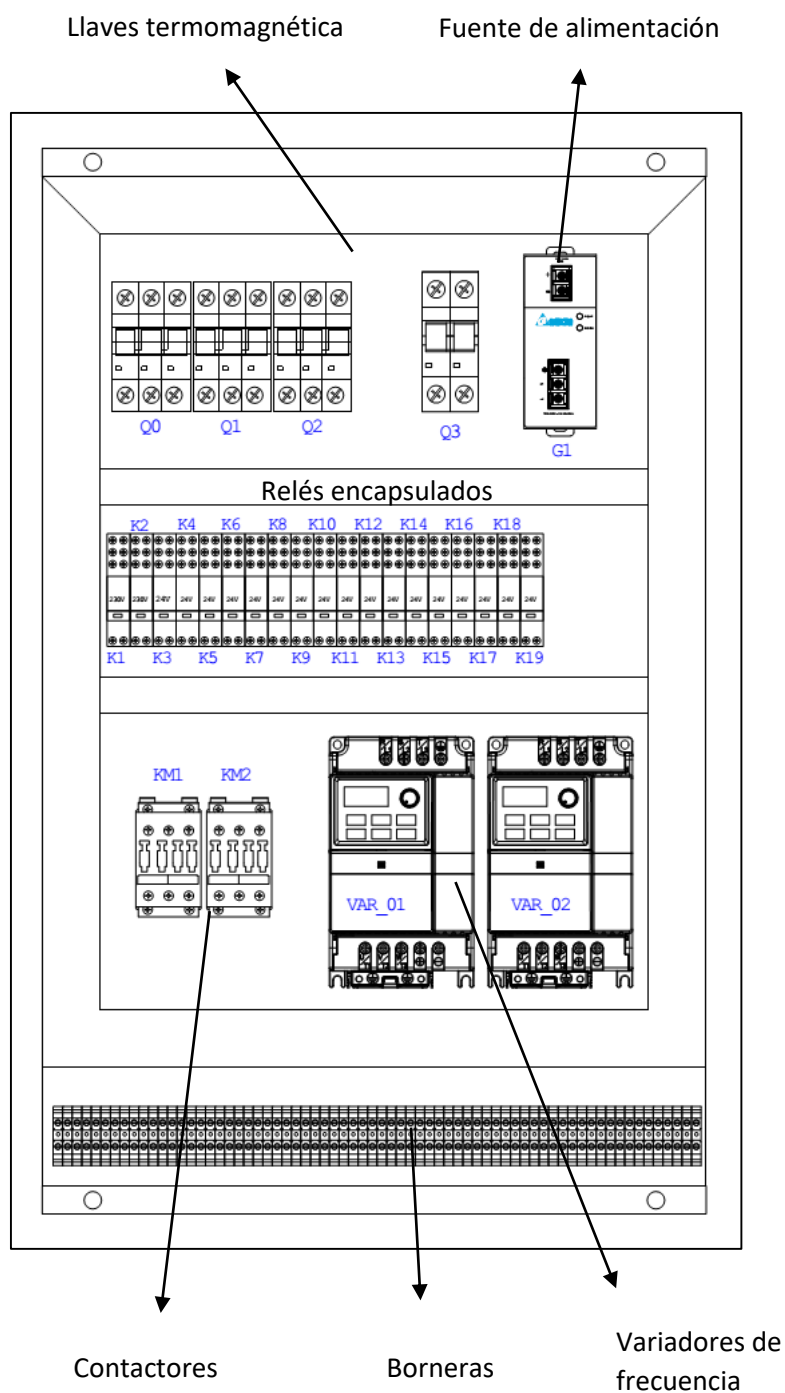


Figura 3.1.6–1: Tablero eléctrico

b. Instrumentación/actuadores

b.1. Sensores de temperatura

✓ Características

PT-100 CLASE " A "
Funda de acero inoxidable 316L
Bulbo fijo $\varnothing 1/4$ X 3" de largo
Cable teflonado color negro de 2.50mts
Resorte de protección de cable

Tabla 10

✓ Instalación a la línea loop de recirculación

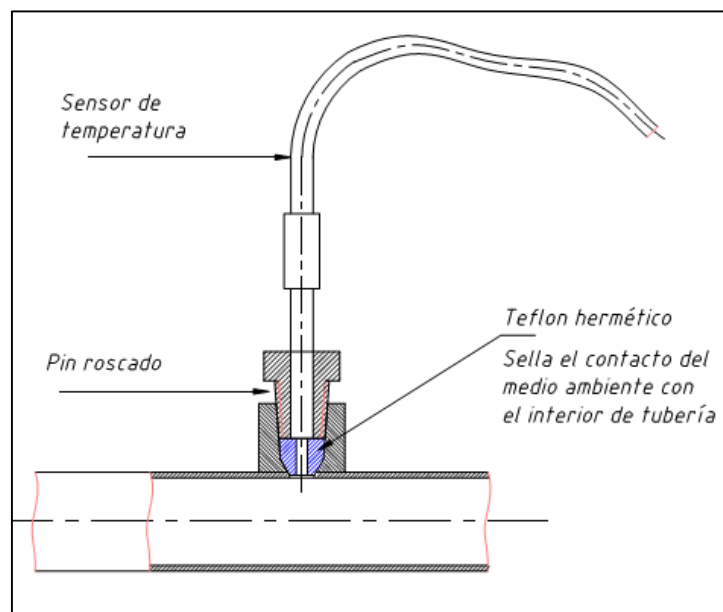


Figura 3.1.6–2: Sensor de temperatura

✓ Ubicación y función

- S-PT1: Ubicado a la entrada antes de las bombas de impulsión, elemento que servirá para monitorizar la temperatura del tanque de almacenamiento.
- S-PT2: Ubicado después del intercambiador de calor, elemento que servirá para monitorizar la temperatura de la línea de recirculación.

b.2. Sensor TOC (S-TOC)



Figura 3.1.6–3: Sensor TOC

✓ **Características**

Marca	General Electric
TOC rango	0.05-1000 ppb C
Conductividad rango	0 - 1.4 μ S/cm
Presión de trabajo	15-100psi(1-6.9 bar)
Temperatura de trabajo	10°C-90°C
Temperatura ambiente	10 °C-40 °C
Salidas(conexión PLC)	4-20mA ,Ethernet(Modbus TCP/IP)
Display	LCD
Dimensiones	Largo:25,40 Ancho:30,48cm Alto:15,24cm
Grado de protección	IP 23

Tabla 11

✓ **Instalación en el loop**

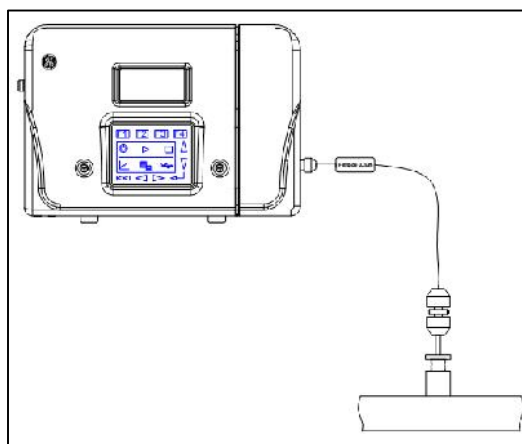


Figura 3.1.6–4: Instalación del sensor TOC

✓ **Ubicación y función**

El sensor está ubicado después del segundo filtro de 0.2µm, este elemento es muy importante que cumple una función vital en el sistema ya que permite monitorizar las propiedades físico-químicas en línea del agua como son la conductividad y el TOC (carbono orgánico total).

b.3. Caudalímetro (S-CA)

✓ **Características**

Marca	Ktp1.0 BPBTAI-010
Rango de medición	0.53 a 10m ³ /h
Señal de salida	0-10V(PLC)
Presión de trabajo	16bar
Interconexión en el loop	Clamp 1"
Temperatura de trabajo	85 °C
Grado de protección	IP 68

Tabla 12

✓ **Instalación**

La instalación al loop se va hacer mediante clamp, mientras que la conexión al PLC se cuenta con un transmisor el cual convierte la señal de frecuencia de pulsos enviada por el Caudalímetro a una señal de 0-10V.

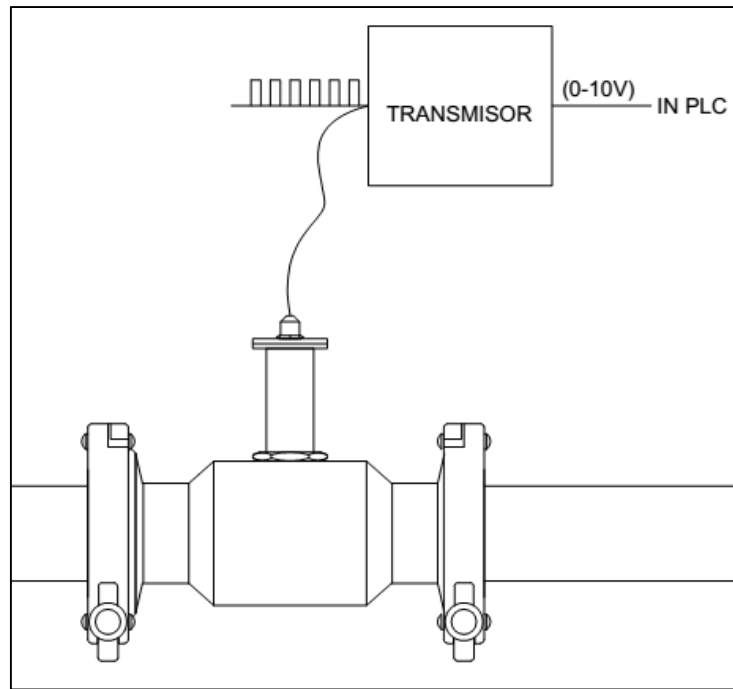


Figura 3.1.6–5: Caudalímetro

✓ **Ubicación y función**

Elemento ubicado antes del tercer filtro de $0.2\mu\text{m}$, cumple un rol muy importante que va a permitir monitorizar y controlar el caudal de la línea

b.4. Válvulas de 3/2 (actuador)

✓ **Características**

Marca	VAA INTERNATIONAL INC
Activación	neumática
Presión máxima	120Psi(8 Bar)
Número de vías	3
Número de posiciones	2

Tabla 13

✓ **Ubicación y función**

En el sistema se contará con 02 válvulas, estos elementos se encuentran ubicados en la red vapor/agua chiller que ingresa al intercambiador de calor.

La función cumplirá la función de dejar pasar al intercambiador de calor ya sea vapor o agua chiller según lo que se requiera.

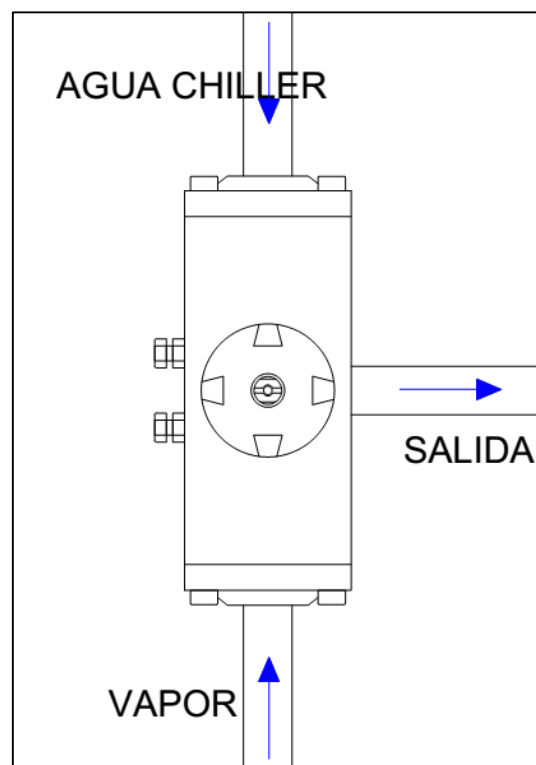


Figura 3.1.6–6: Válvulas de 3/2 (actuador)

b.5. Válvula proporcional con posicionador electro neumático

✓ Características válvula

Marca	RTK
Modelo	PV6211
Conexión	1"Ø NPT

Tabla 14

✓ Características del posicionador

Marca	Power-Genex
Rango de presión	6 bar(90PSI)
Señal de entrada	4-20 mA
Protección	IP66
Conexión neumática	G1/4 NPT
Temperatura de operación	-20 a 80 °C

Tabla 15



Figura 3.1.6–7: Válvula proporcional con posición electro neumático

- ✓ Esta válvula reguladora será la encargada de controlar el paso de vapor o agua fría al intercambiador de calor según la función que se esté realizando.

c. HMI-PLC

Para seleccionar el controlador apropiado es necesario antes saber el número de entradas y salidas que se requieren para automatizar el sistema

Entradas Digitales	
I0	Parada de emergencia
I1	Alarma bomba 01
I2	Alarma Bomba 02
I3	Alarma TOC
I4	Alarma sensor de conductividad
I5	Falla bomba Chiller
Entradas Analógicas	
AI0	Entrada de sensor se nivel (4-20mA)
AI1	Checkpoint conductividad(4-20mA)
AI2	Checkpoint TOC (4-20mA)
AI3	Flujometro (0-10Vdc)
Salidas digitales	
O0	Activación contactor variador 01
O1	Marcha Variador 01
O2	Activación contactor variador 02
O3	Marcha Variador 02

O4	Encender el sensor TOC
O5	Libre
O6	Libre
O7	Bomba de recirculación de agua chiller
O8	Valvula de 3/2 ingreso
O9	Libre
O10	Libre
O11	Luz verde –pilarete
O12	Luz roja plarete
O13	Buzzer
O14	Libre
O15	Run /stop sensor TOC
O16	Libre
Salidas Analógicas	
OA1	Variador 01 0-10V
OA2	Variador 02 0-10V
OA2	Sensor válvula moduladora
OA3	

Tabla 16

Para el control y la monitorización del sistema se ha elegido el GOP&PLC V1040 de unitronics, el cual es un dispositivo que integra un HMI y PLC en un mismo bloque; además se contara con un módulo IOPT400 el cual servirá para la interconexión de los sensores PT100 para el control de la temperatura.

✓ **Características HMI**

Marca	Unitronics
Voltaje	24VDC/420mA
Pantalla de visualización gráfica	3. Tipo de LCD TFT 4. Resolución : 800x600(SVGA) 5. Tamaño:10.4 6. "Pantalla táctil resistiva. 7. Teclado virtual
Teclado	9 teclas de función programable
Comunicación	8. 2 puertos configurables para el estándar RS232/RS485 9. Puerto mini-USB 2.0.
I/Os	Tarjeta SNAP que se instale para este proyecto se ha visto conveniente instalar la tarjeta V200-18-E4XB.
Dimensiones	10. 289X244.5X59.1mm 11. Peso 1.5kg
Montaje	Vía soportes
Grado de protección	12. Interior de gabinete IP/NEMA 1 (case) 13. Montaje de panel IP65/NEMA4X.

Temp. de operación	0 a 50°C (32 a 122 °F)
Temp. ambiente	-20 a 60 °C(-4 a 140°F)

Tabla 17

✓ **Características tarjeta snap V200-18-E4XB**

Tarjeta que se monta en la parte de atrás del HMI V1040.

Voltaje de alimentación	24VDC
Entradas digitales	18 entradas digitales (pnp o npn)
Salidas digitales	17 salidas a transistor pnp
Entradas analógicas	4 entradas configurables <ul style="list-style-type: none"> • Corriente(4-20mA) • Voltaje(0-10V) • Entradas RTD(pt100) • Termocuplas
Salidas Analógicas	4 salidas analógicas <ul style="list-style-type: none"> • Corriente(4-20mA) • Voltaje(0-10V)

Tabla 18

✓ **IO-PT400**

Tarjeta que se monta en la parte de atrás del HMI V1040.

Número de entradas	4
Unidades de temperatura	°C y °F

Resolución	12-bit(4096)
Rango de temperatura	-50C° a 460C°

Tabla 19

d. Programación

Para la programación del PLC V1040 se ha usado el software **VISILOGIC V. 9.7.9**, de licencia libre el cual se puede descargar de la página de **UNITRONICS**.

Para este propósito se usa el lenguaje de programación escalera (ladder).

El programa se ha dividido en 3 funciones principales.

Para más referencia ver anexos diagrama de flujo **programa principal**.

d.1) Proceso: Esta función es la encargada de llevar a cabo la tarea de distribución y recirculación de agua, como a la vez monitorizar que los parámetros críticos estén dentro del rango de operación correcta.

d.2) Sanitización : Función en la cual el sistema calentará el agua a 80 °C y se recirculará de 1 a 2 horas para luego pasar a enfriarla a una temperatura adecuada para poder drenarla al desagüe.

d.3) Mantenimiento: Función que nos permite comandar los elementos del sistema desde el HMI de forma manual pulsante.

3.2. Costos y presupuestos del proyecto

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

SRS. LABORATORIO FARMACEUTICOS MARKOS S.A.

PROYECTO: RED DE DISTRIBUCION DE AGUA PURIFICADA

#	CANT	DESCRIPCION	PRECIO S/.	TOTAL
MATERIALES				
1	1	PLC-HMI V1040-T20B - UNITRONICS	S/. 4,400.00	S/. 4,400.00
2	1	TARJETA SNAP-ON V200-18-E4XB UNITRONICS	S/. 1,400.00	S/. 1,400.00
3	1	TARJETA ETHERNET V200-19-ET1	S/. 340.00	S/. 340.00
4	1	SENSOR ULTRASONICO	S/. 1,750.00	S/. 1,750.00
5	2	VARIADORES VFD-E 5HP	S/. 800.00	S/. 1,600.00
6	1	SENSOR CHECK POINT PHARMA - GE	S/. 74,590.31	S/. 74,590.31
7	1	INTERCAMBIADOR DE CALOR - ALFA LAVAL	26885.00	S/. 26,885.00
8	2	BOMBAS SANITARIAS SALMSON	S/. 2,687.20	S/. 5,374.40
9	2	SENSOR PT100	S/. 56.60	S/. 113.20
10	1	SENSOR DE CONDUCTIVIDAD	S/. 1,163.13	S/. 1,163.13
11	1	CAUDALIMETRO GERY ANDERSON 0-10VDC	S/. 4,413.21	S/. 4,413.21
12	1	TUBOS 1"OD ASTM A270 + FERRULAS	S/. 11,320.00	S/. 11,320.00
13	2	SPRAY BALL 1"OD	S/. 283.00	S/. 566.00
14	1	ELEMENTO FILTRANTE 0.45 um, 2.5" x 20"	S/. 367.90	S/. 367.90
15	2	ELEMENTO FILTRANTE 0.2 um, 2.5" x 20"	S/. 452.80	S/. 905.60
16	1	ESTERILIZADOR UV	S/. 2,745.10	S/. 2,745.10
17	1	FILTRO DE VENTEO 0.2UM, 2.5" X 10"	S/. 283.00	S/. 283.00
18	1	CHILLER DE AGUA FRIA	S/. 20,800.50	S/. 20,800.50
19	4	VALVULAS MARIPOSAS 1"x1"	S/. 237.72	S/. 950.88
20	4	VALVULAS MARIPOSAS 1"x1" / SOLDABLE	S/. 135.84	S/. 543.36
21	2	VALVULAS MARIPOSAS 2"x2"	S/. 271.68	S/. 543.36
22	60	TUBOS 1"OD ASTM A270	S/. 185.11	S/. 11,106.60
23	1	TANQUE DE ALMACENAMIENTO 1200Lts	S/. 16,980.00	S/. 16,980.00
24	1	MANO DE OBRA	S/. 12,000.00	12000.00
TOTAL PARCIAL			S/. 201,141.55	

Tabla 20: Presupuesto del Proyecto

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones:

- El origen del proyecto se dio por una necesidad legal implantada por la DIGEMID que basándose en la normativa de buenas prácticas de manufactura (GMP) exigió implementar un anillo de recirculación de agua purificada.
- Al incluir una interfaz hombre máquina(HMI) se logró mejorar el control y el monitoreo del **proceso de distribución de agua purificada** dando a conocer el estado interno del sistema, entradas y salidas así como la evolución de las señales controladas (temperatura, caudal y nivel). Gracias a esta interfaz es posible detectar fallas y por lo tanto mejorar el sistema.
- La automatización del **proceso de distribución de agua purificada** ayudó a que el operador solo se encargue de cargar agua al tanque de almacenamiento desde el sistema de generación de agua purificada.
- Se debe entender que para que el sistema instado mantenga las variables no controladas (conductividad y TOC) en sus rangos normales dependerá mucho de la generación del agua purificada y si se hace las sanitaciones térmicas de rutina.

4.2. Recomendaciones:

- La variación de presión del vapor, hará que el proceso de la santificación térmica que se hace al sistema instalado sea más lento, se recomienda aumentar la presión del caldero a 35 a 40 psi.
- Se recomienda automatizar el sistema de generación de agua purificada para que se pueda controlar las variables de conductividad y TOC, antes de que ingresen al sistema instalado.
- Si en caso la producción aumentara se recomienda solo cambiar el sistema de generación de agua purificada porque el sistema de distribución instalado en la actualidad está trabajando al 57.89%(11m³/h aprox).

BIBLIOGRAFÍA

- [1] BENJAMIN C.Kuo .*Sistemas de control automático*. 7 ed México /Prentice-Hall Hispanoamericana SA Enrique Jacob 20,Col. El Conde 53500 Naucalpan de Juárez,Edo de México.,ISBN 968-880-723-0
- [2] ANTONIO CREUS. *Instrumentación Industrial*. 8 ed. Colombia, Bogotá: C/Santafé 23 2420: Alfaomega grupo editor, S.A. de C.V., 2010. 1139 p. ISBN 978-84-267-1668-2.
- [3] OGATA, Katsuhiko. *Modern control engineering*. 5 ed. España, Madrid: C/Ribera de loira, 28 28042: Pearson educación S.A, 2010. 904 p. ISBN: 978-84-8322-660-5.
- [4] Sistemas SCADA – Aquilino Rodríguez Penin. Marcombo, 2007.
- [5] Dirección General de Salud Ambiental del Ministro de Salud, Reglamento de la calidad del Agua para el Consumo Humano, Lima, Perú: J.B. GRAFIC E.I.R.L., 2011.
- [6] DIGEMID Ministro de Salud, INFORME TÉCNICO N° 12-2012, Lima Perú, 12-2012.

Links de búsqueda:

<http://www.unitronics.com/plc-hmi/plc-vision-enhanced/v1040->

<http://www.unitronics.com/docs/pdf/v200-18-e4xb.pdf?sfvrsn=0>

<http://pdf.directindustry.com/pdf/shelco-filters/microvantage-mpx-series/23428-278431.html>

<http://www.microsonic.de/es/Products/micplus/STANDARD-SENSORS/mic130IUTC.htm>

Anexo – A: Fotos de las Máquinas y Equipos

Antes y Después del Proyecto



Figura A 1: Instalación de soporteria



Figura A 2: Instalación de soporteria



Figura A 3: Instalación de ducteria



Figura A 4: Instalación de ducteria



Figura A 5: Configuración del analizador y sensor TOC



Figura A 6: Armado de la línea de vapor



Figura A 7: Soldadura entre tubo y férulas clamp



Figura A 8: Instalación de soldadura



Figura A 9: Fabricación de tanque de almacenamiento



Figura A 10: Fabricación de tanque de almacenamiento



Figura A 11: Fabricación de porta filtros



Figura A 12: Instalación de gabinete de control



Figura A 13: Instalación de tanque de almacenamiento



Figura A 14: Instalación de tanque de almacenamiento



Figura A 15: Instalación de los porta filtros



Figura A 16: Instalación de los porta filtros



Figura A 17: Instalación del intercambiador de calor



Figura A 18: Instalación del sensor y analizador TOC



Figura A 19: Instalación de sensor de nivel



Figura A 20: Instalación de chiller



Figura A 21: Instalación de chiller



Figura A 22: Instalación del controlador de conductividad



Figura A 23: Instalación del controlador de conductividad



Figura A 24: Instalación de bombas



Figura A 25: Instalación de línea de vapor



Figura A 26: Cuarto de maquinas

Anexo – B: Diagramas De Flujo, Eléctricos y de Instrumentación

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA PRINCIPAL

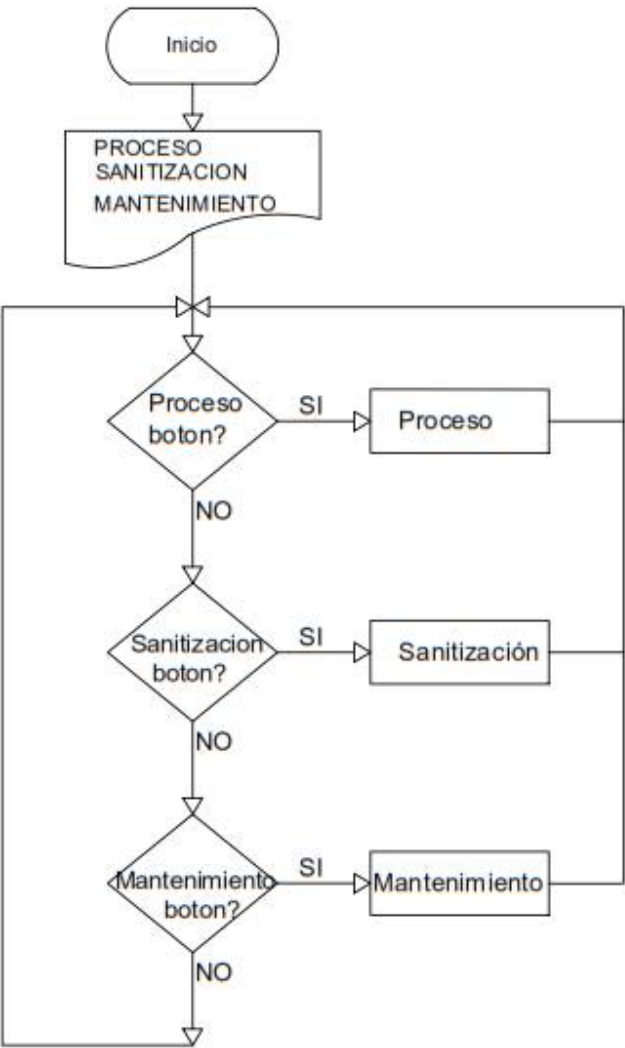


Figura B 1: Diagrama del Programa Principal

DIAGRAMA DE FLUJO
DE LA FUNCION
PROCESO

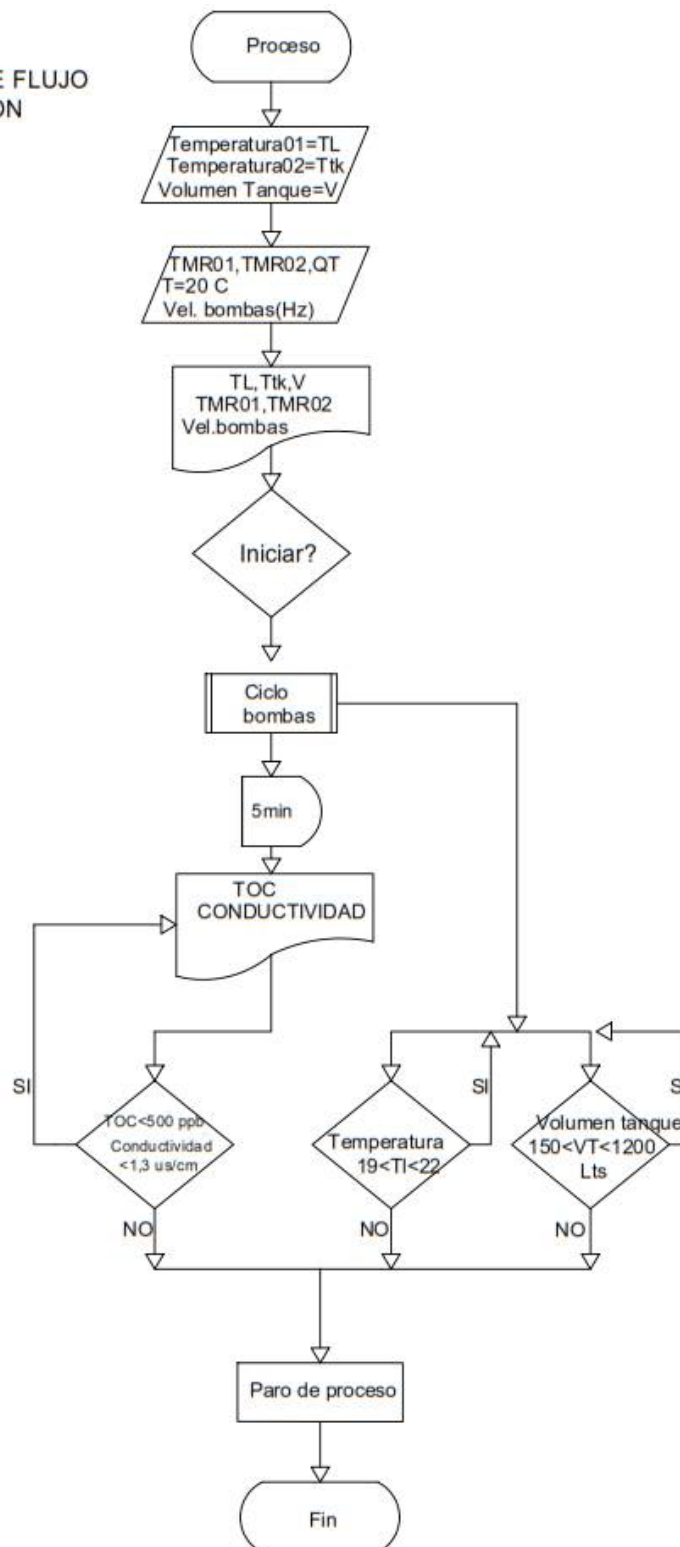


Figura B 2: Diagrama de Flujo de la función Proceso

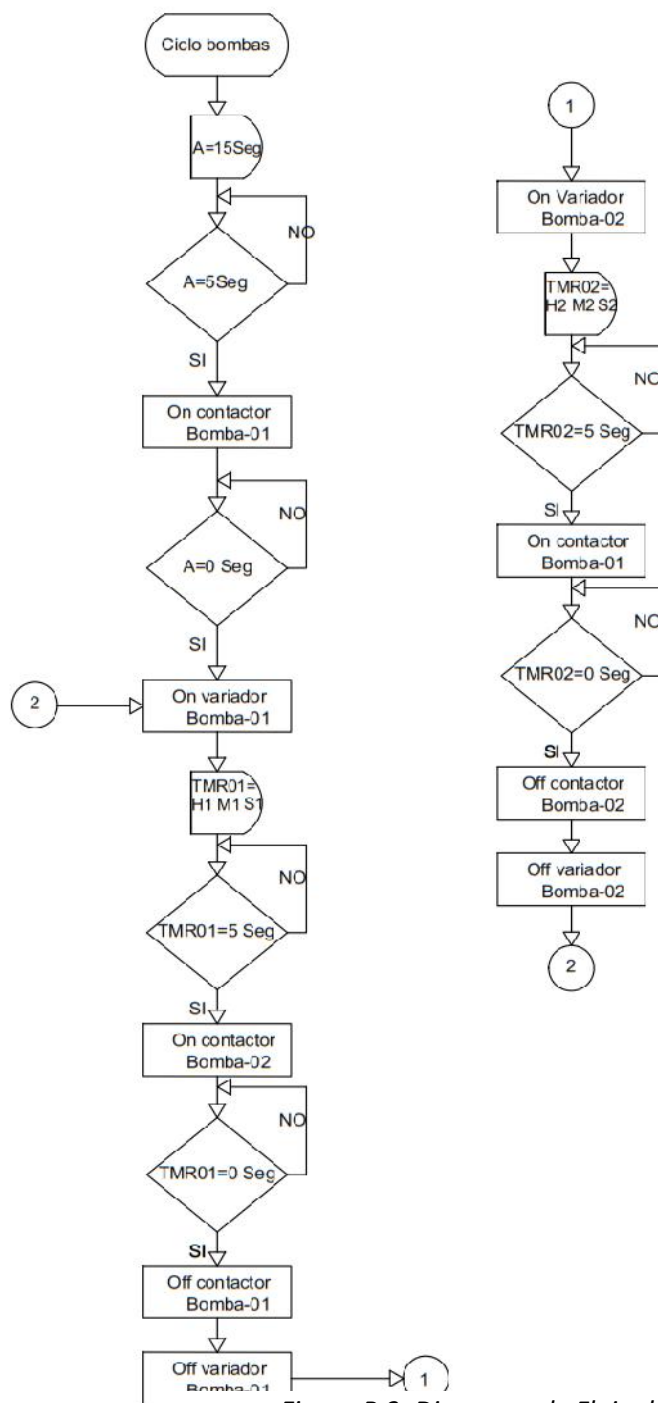


Figura B 3: Diagrama de Flujo de rutina de trabajos de las bombas

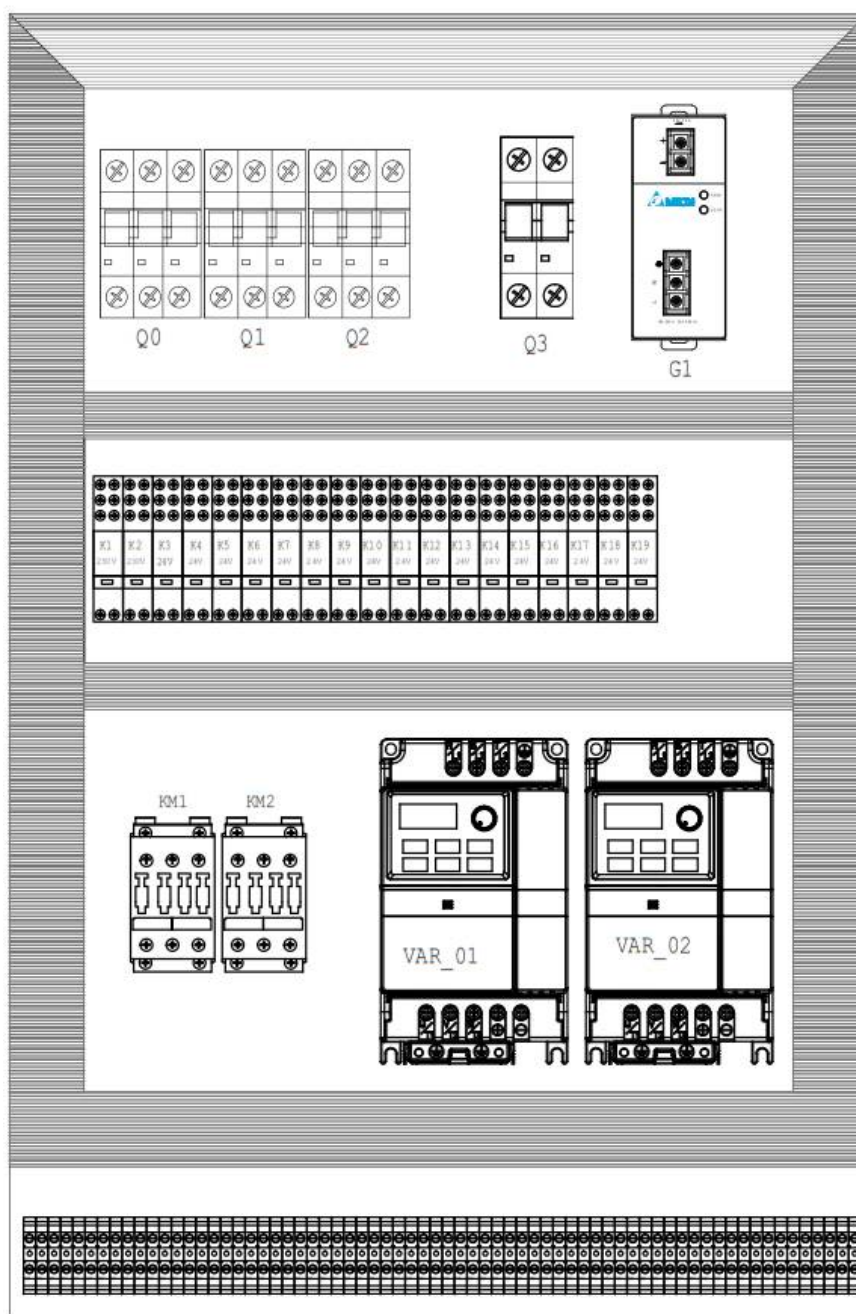


Figura B 4: Tablero eléctrico

Tablero eléctrico	
Q0	Llave termomagnética trifásica siemens de 32 Amp
Q1	Llave termomagnética trifásica siemens de 25 Amp
Q2	Llave termomagnética trifásica siemens de 25 Amp
Q3	Llave termomagnética monofásica siemens de 6 Amp
G1	Fuente de voltaje delta 24v /2.5Amp
K1-K2	Relé encapsulado relpol bobina de 230 Vac
K3-K19	Relé encapsulado relpol bobina de 230 Vac
KM1	Contactor siemens sirius 3RT1026-1A
KM2	Contactor siemens sirius 3RT1026-1A
VAR-1	Variador de frecuencia delta serie VFD-E
VAR-2	Variador de frecuencia delta serie VFD-E

Figura B 5: Componentes del tablero eléctrico

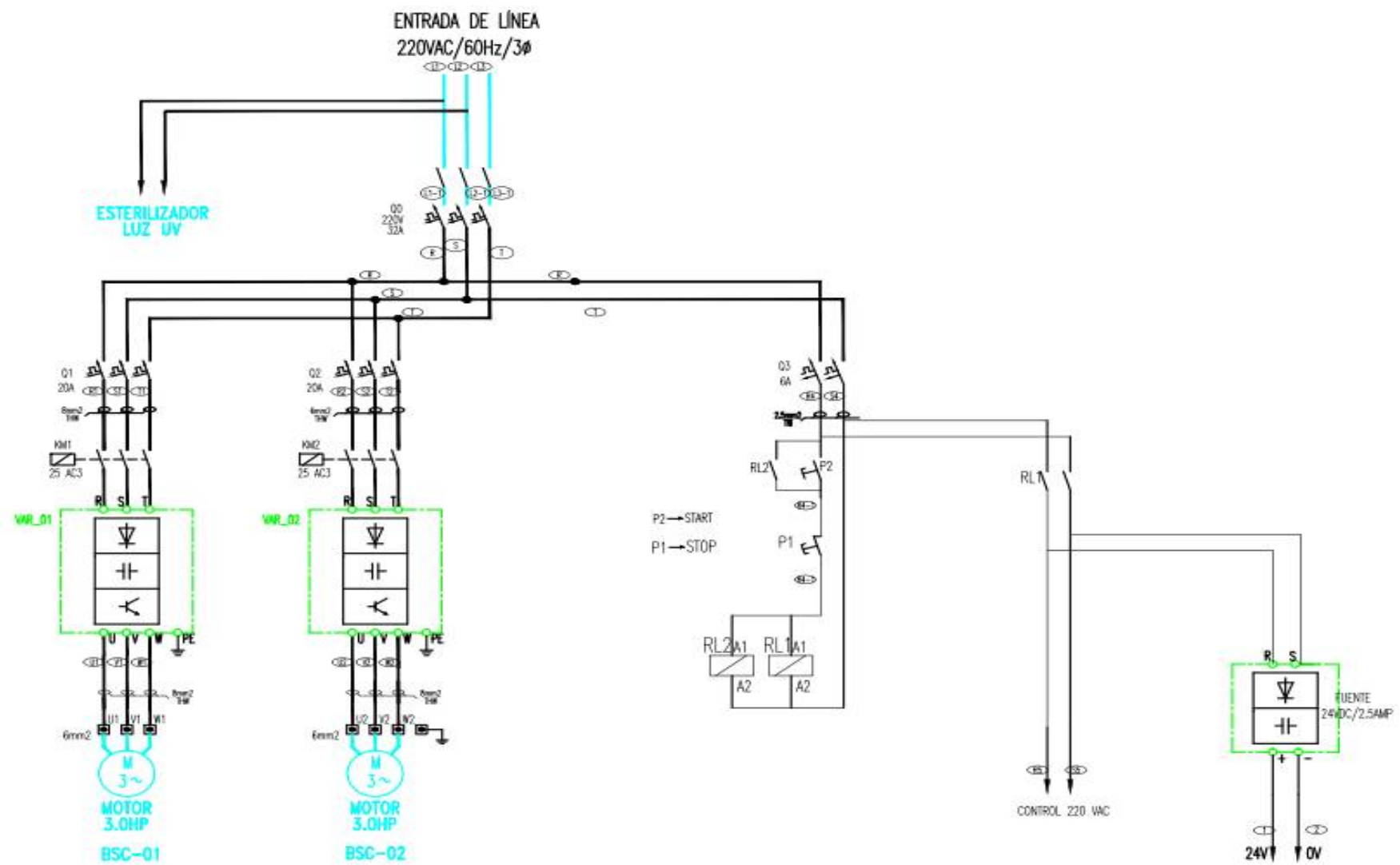


Figura B 6: Diagrama de fuerza

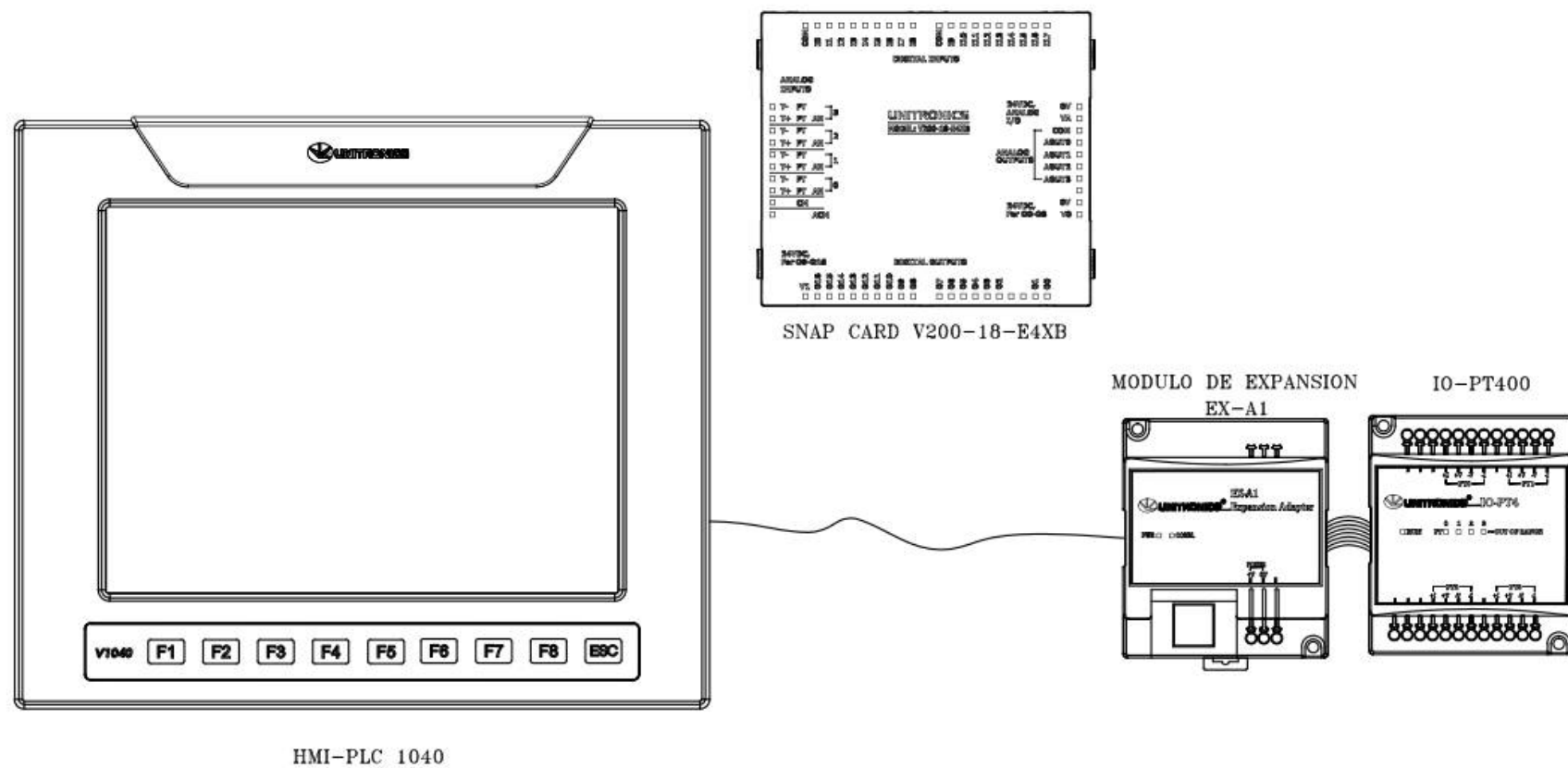
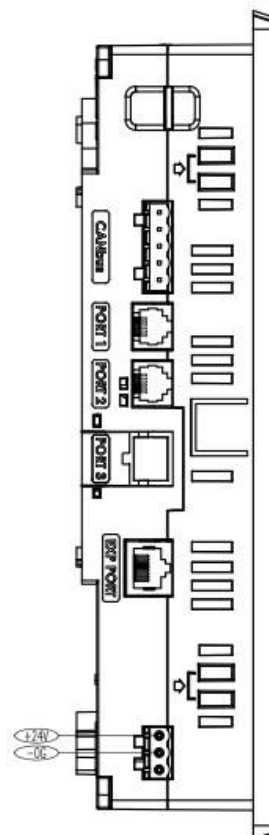
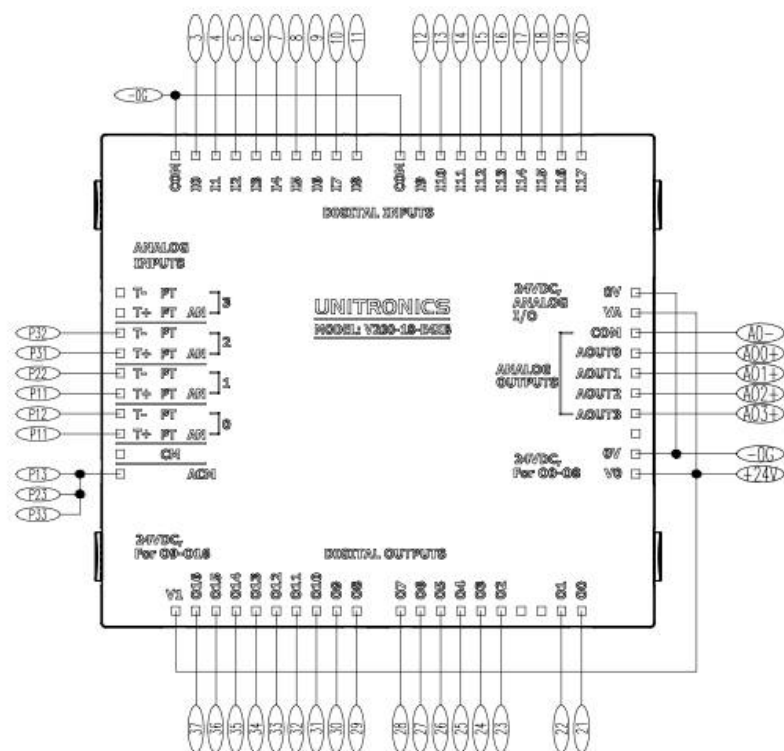


Figura B 7: Dispositivos electrónicos

ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES

V1040-T20B / SNAP CARD V200-18-E4XB



FUENTE DE ALIMENTACIÓN

- 1 24 VDC
- 2 0 VDC

DETALLE DE ENTRADAS DIGITALES

- 3 PARADA DE EMERGENCIA
- 4 FALLA VARIADOR 1
- 5 FALLA VARIADOR 2
- 6 FALLA SENSOR TOC
- 7 ALARMA SENSOR DE CONTIVIDAD
- 8 FALLA CHILLER
- 9 FALLA BOMBA DE ALIMENTACIÓN
- 10 FALLA PRESOSTATO HONEYWELL
- 11 LIBRE
- 12 LIBRE
- 13 LIBRE
- 14 LIBRE
- 15 LIBRE
- 16 LIBRE
- 17 LIBRE
- 18 LIBRE
- 19 LIBRE
- 20 LIBRE

DETALLE DE SALIDAS

- 21 ENCENDER VARIADOR 01
- 22 MARCHA VAR 01
- 23 ENCENDER VARIADOR 02
- 24 MARCHA VAR 02
- 25 ENCENDER SENSOR TOC
- 26 LIBRE
- 27 BOMBA/ALIMENTACION DE AGUA
- 28 BOMBA RECIRCULACION AGUA CHILLER
- 29 VAL. 3/2 - INGRESO VAPOR/AGUA
- 30 LIBRE
- 31 LIBRE
- 32 LUZ VERDE - FUNCIONAMIENTO
- 33 LUZ ROJO - FALLA
- 34 BUZZER
- 35 LIBRE
- 36 RUN / STOP SENSOR TOC
- 37 LIBRE

Figura B 8: Detalles de entradas y salidas digitales

ENTRADAS Y SALIDAS ANALÓGICAS

SNAP CARD V200-18-E4XB

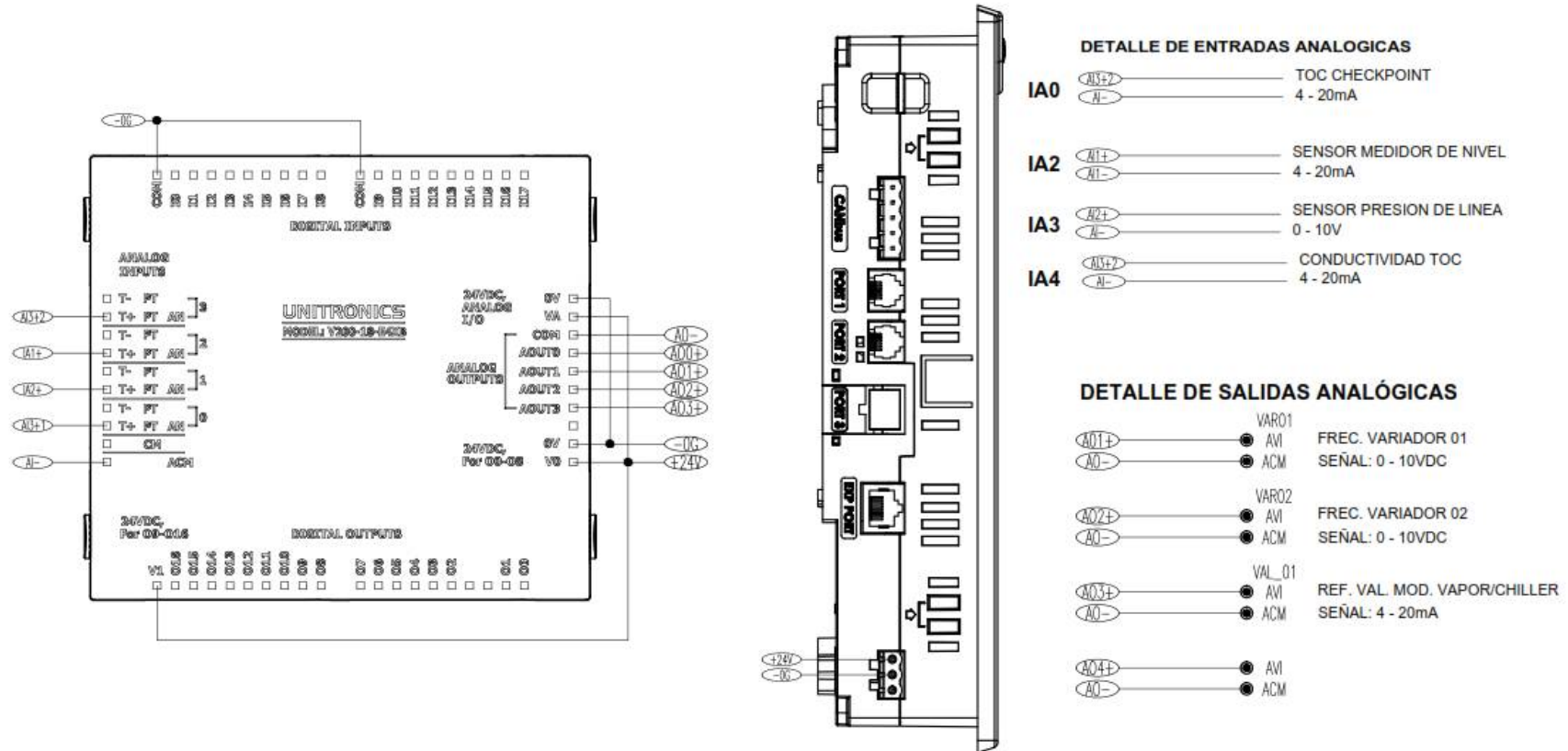
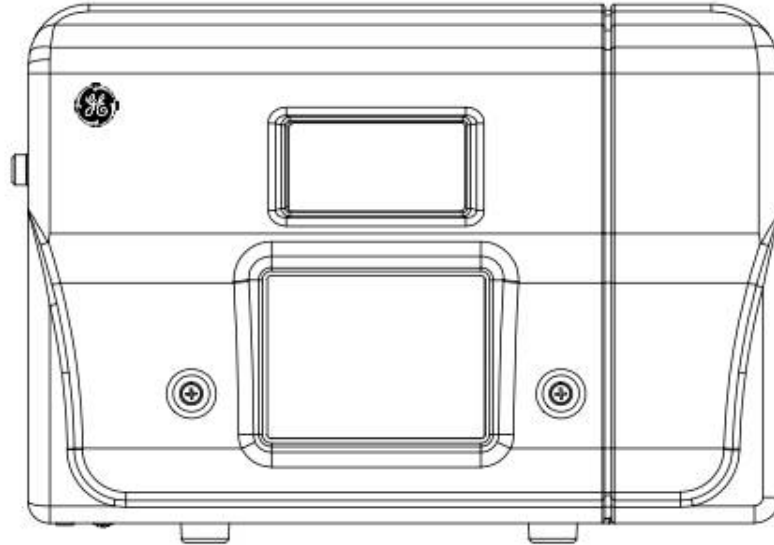
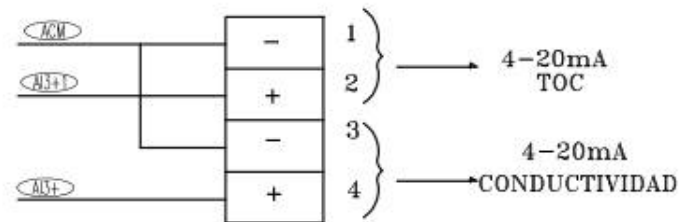


Figura B 9: Entradas y salidas analógicas



DETALLES DE SALIDAS ANALOGICAS TOC



CONEXION DE ENTRADA DIGITALES TOC

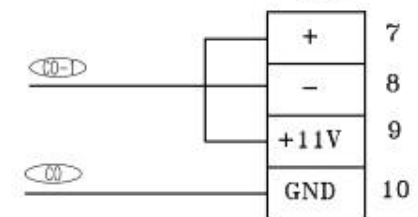


Figura B 10: Conexión del sensor TOC y el PLC

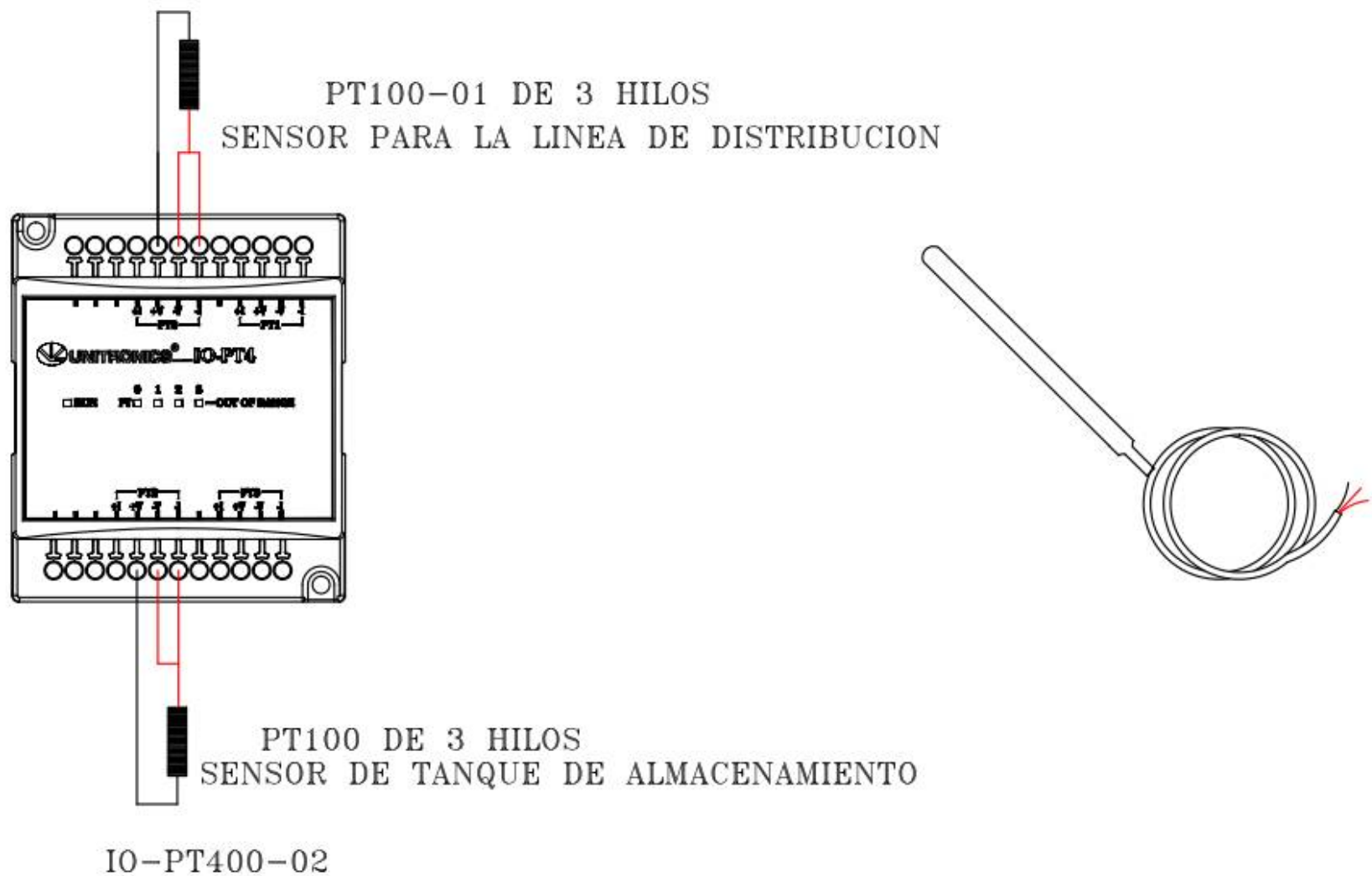


Figura B 11: Conexión de sensores de temperatura

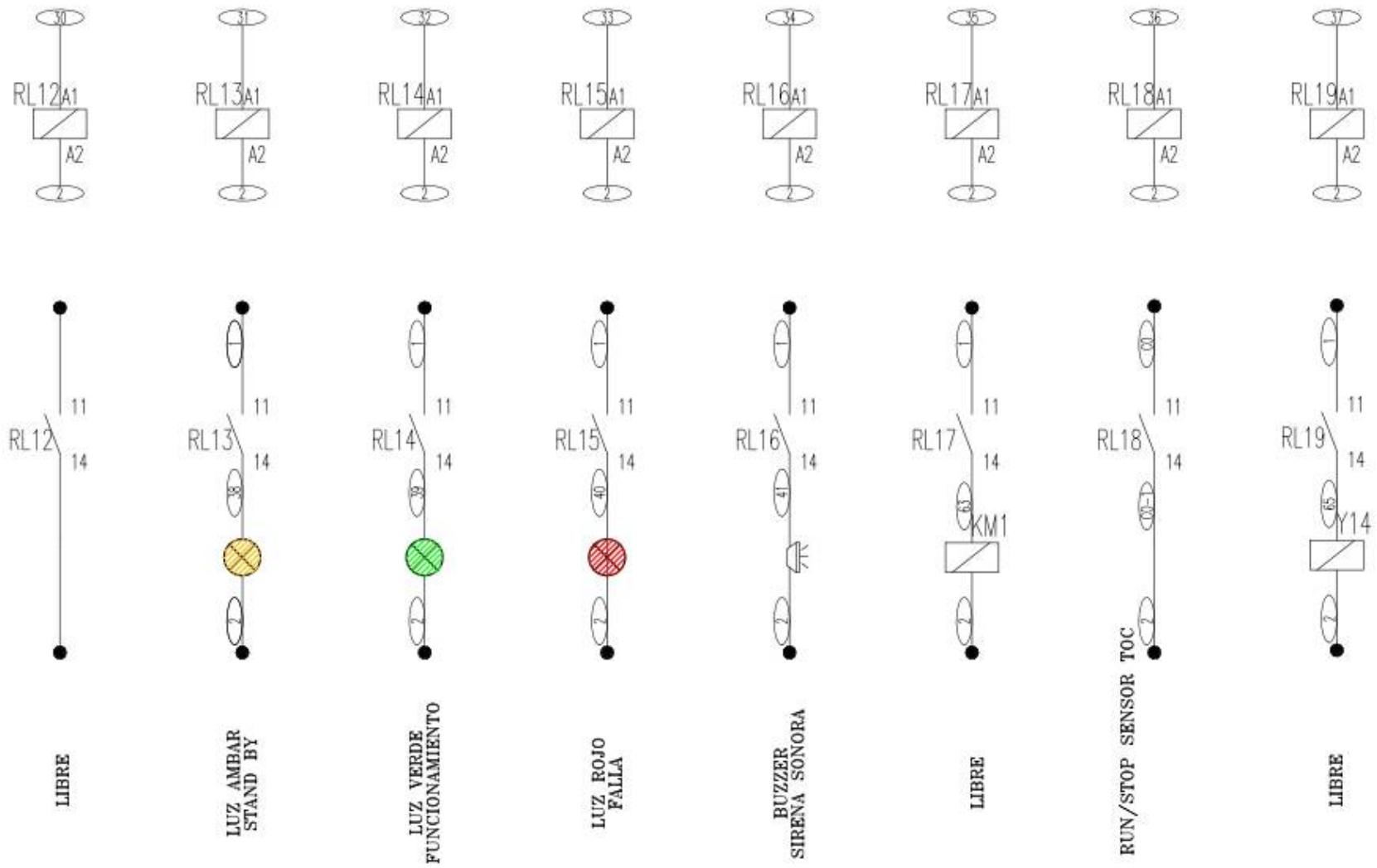


Figura B 13: Detalle de relés encapsulados 02

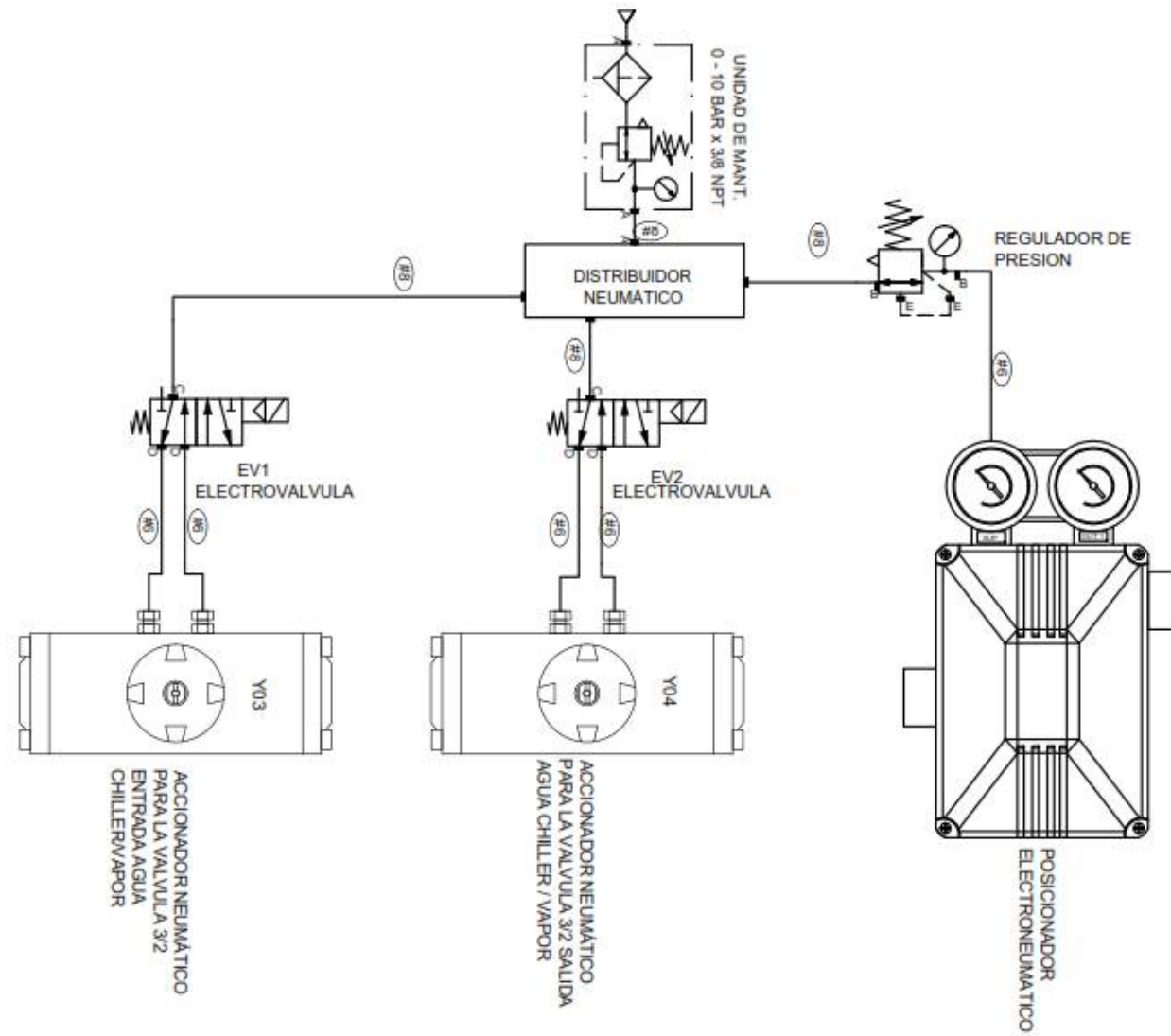


Figura B 14: Plano neumático del sistema

EXCHANGER MODEL - ALFA LAVAL

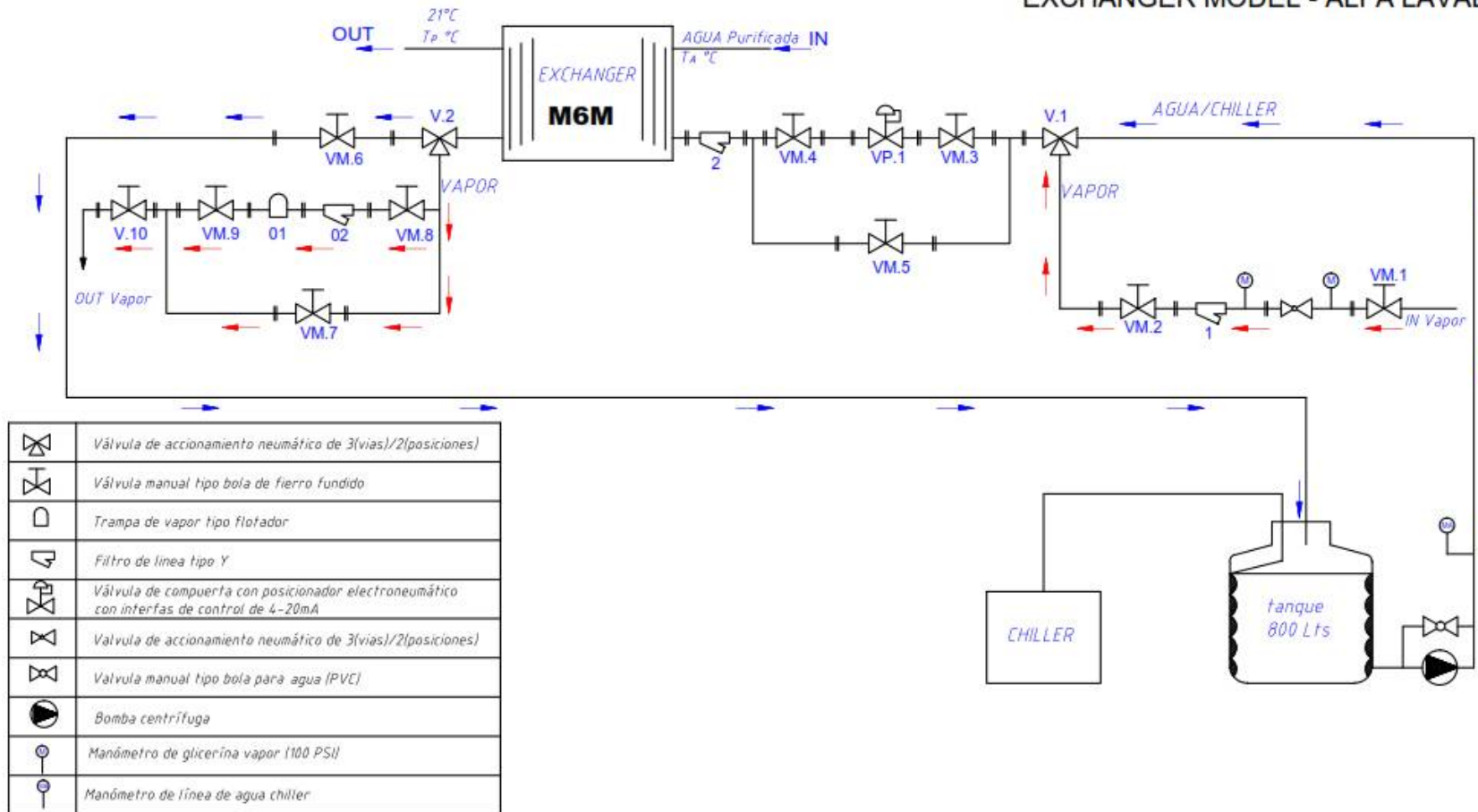


Figura: Sistema del calentamiento / Enfriamiento

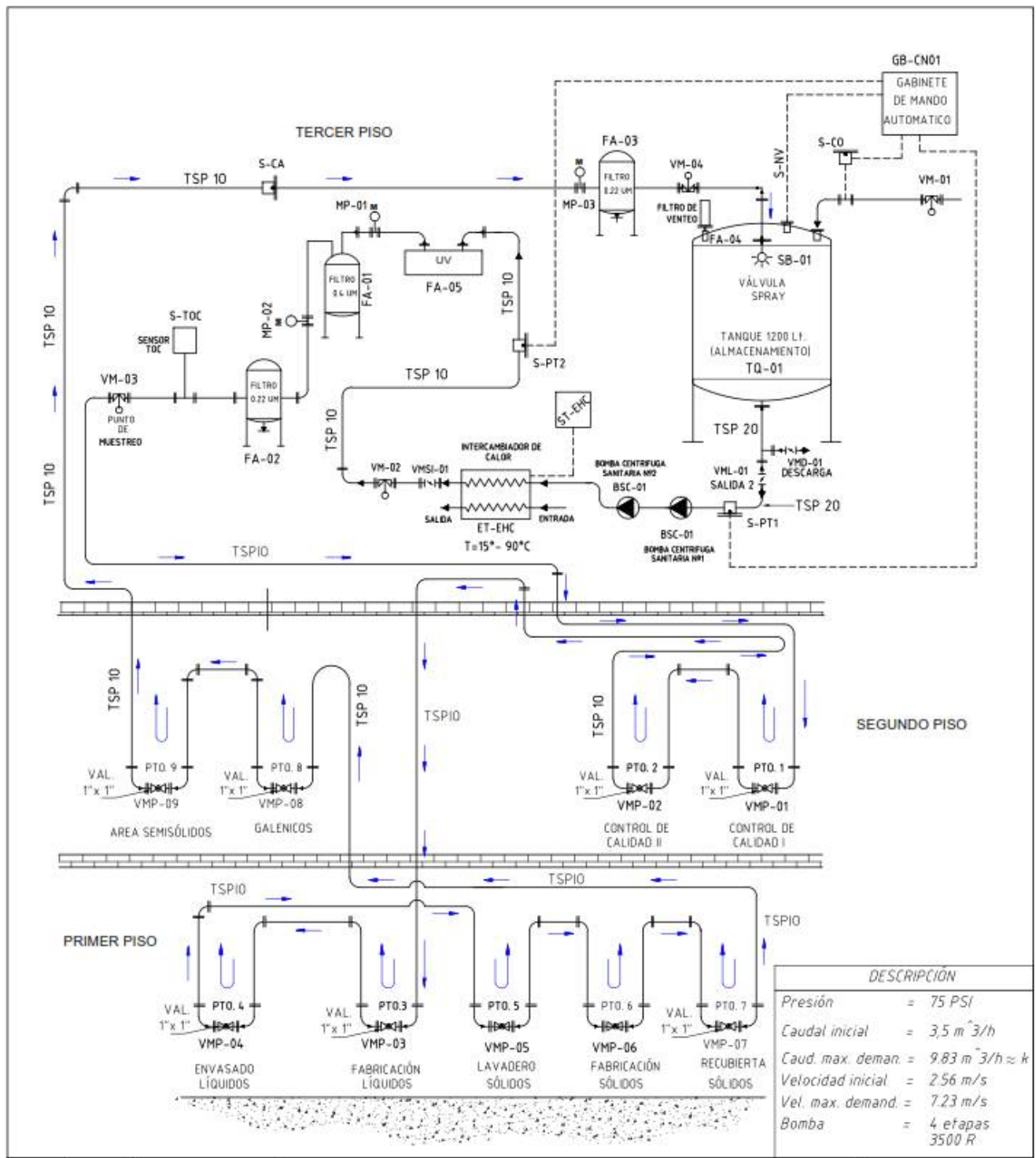


Figura B 15: Plano general del proyecto

Anexo – C: Fotos del Sistema Scada



Figura C 1: Menú del sistema

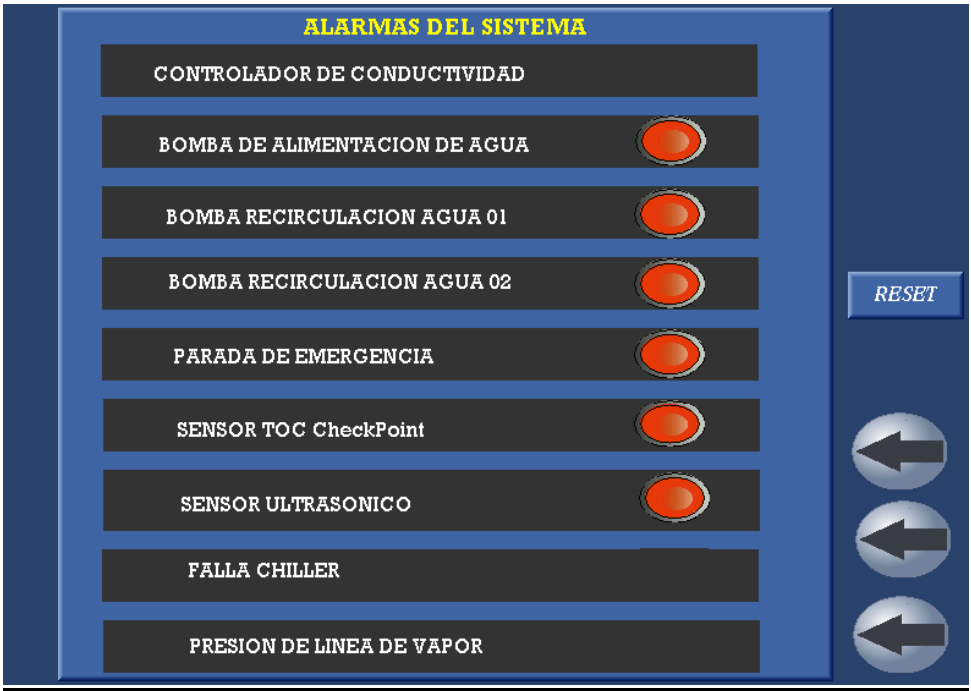


Figura C 2: Alarmas del sistema

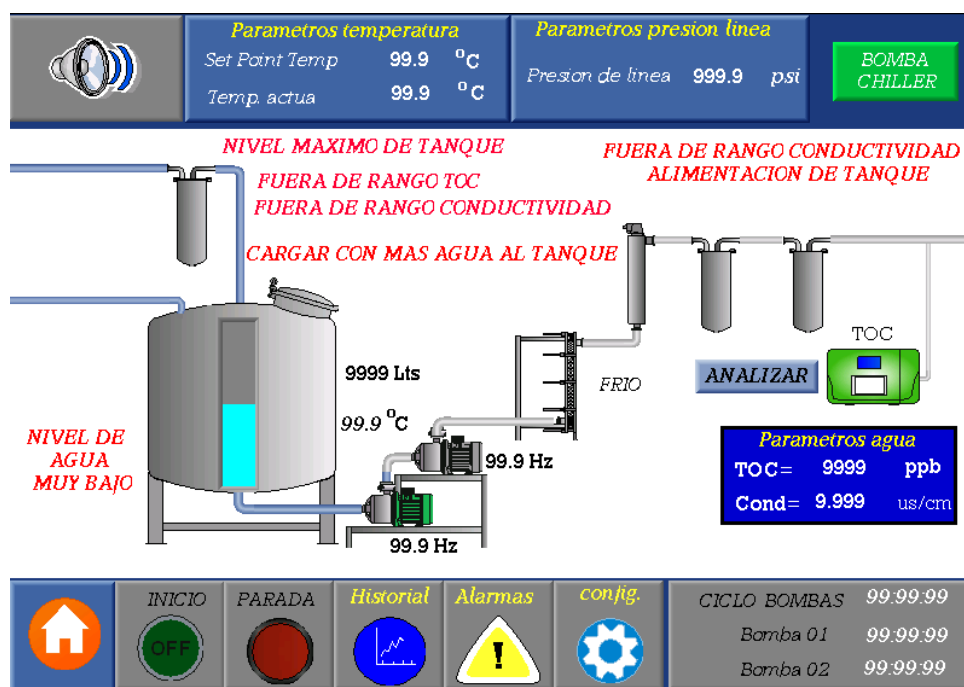


Figura C 3: Parámetros del sistema

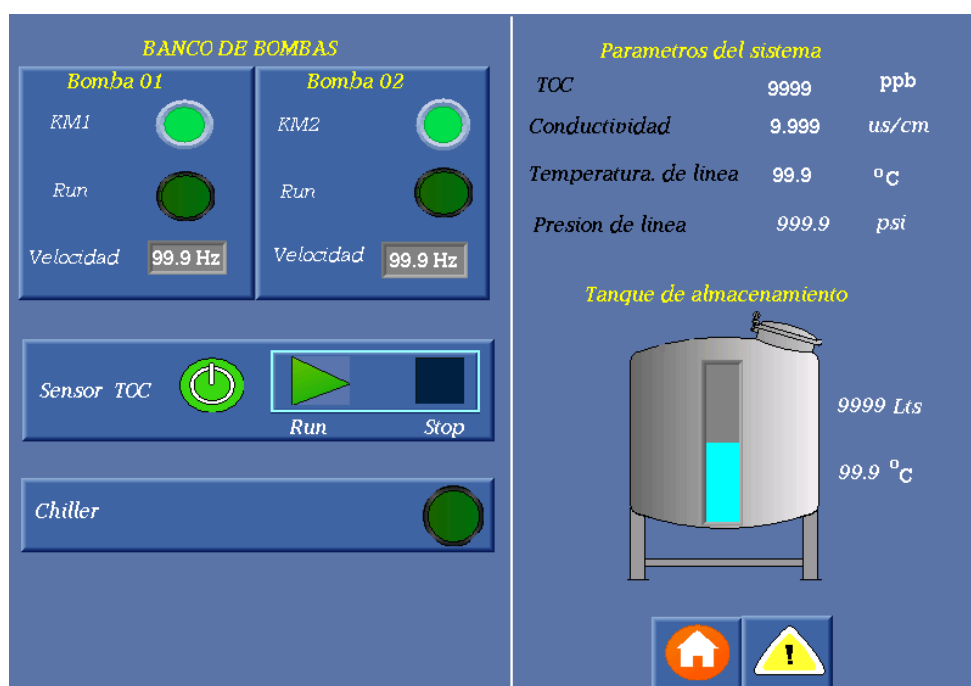


Figura C 4: Banco de bombas

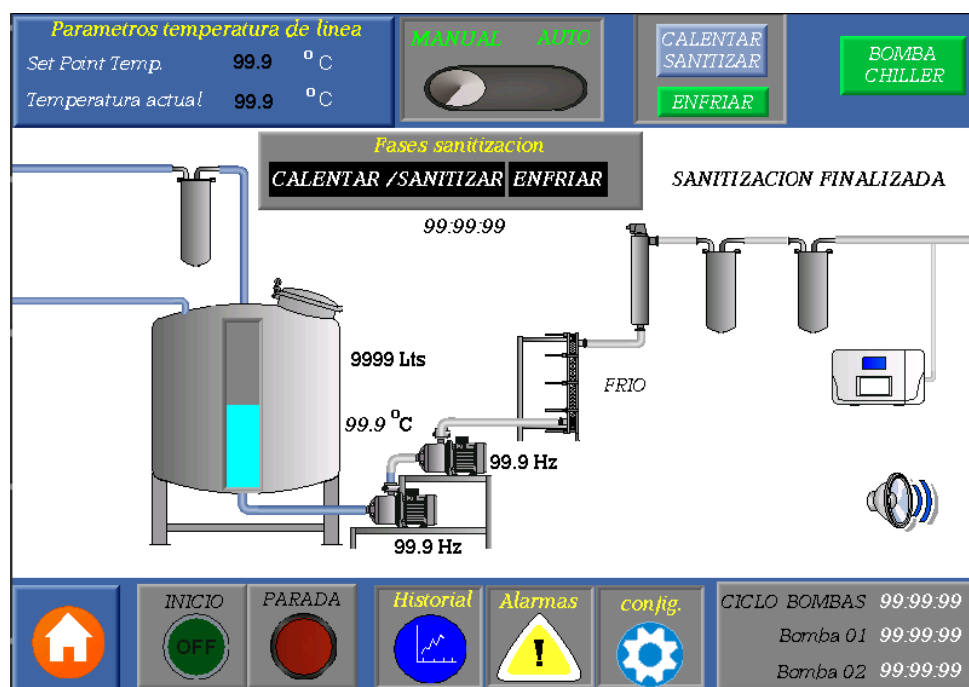


Figura C 5: Parámetros de temperatura de línea

Índice de Imágenes

Figura 3.1.1–1: Tanque de almacenamiento.....	42
Figura 3.1.1–2: Punto de drenaje.....	43
Figura 3.1.1–3: Controlador de conductividad	44
Figura 3.1.1–4: Controlador de conductividad	44
Figura 3.1.1–5: Descripción del controlador de conductividad (frontal)	45
Figura 3.1.1–6: Descripción del controlador de conductividad (posterior)	46
Figura 3.1.1–7: Configuración del contralor de conductividad.....	46
Figura 3.1.1–8: Controlador de nivel.....	47
Figura 3.1.1–9: Descripción del controlador de nivel	48
Figura 3.1.1–10: Configuración del controlar de nivel.....	49
Figura 3.1.1–11: Configuración del controlador de nivel.....	49
Figura 3.1.1–12: Conexionado del controlador de nivel	50
Figura 3.1.2–1: Bomba de impulsión.....	51
Figura 3.1.2–2: Variador de frecuencia.....	54
Figura 3.1.2–3: Instalación del variador de frecuencia 01	55
Figura 3.1.2–4: Instalación del variador de frecuencia 02	56
Figura 3.1.3–1: Sistema de calentamiento y enfriamiento	58
Figura 3.1.3–2: Sistema de calentamiento y enfriamiento (línea de vapor y agua fría)	58
Figura 3.1.4–1: Lámpara UV	60
Figura 3.1.5–1: Bisel de tubo y ferrul	65
Figura 3.1.5–2: Borde externo de tubo y ferrul	65
Figura 3.1.5–3: Válvula sanitaria	66
Figura 3.1.5–4: Válvula sanitaria	66
Figura 3.1.6–1: Tablero eléctrico	68
Figura 3.1.6–2: Sensor de temperatura	69
Figura 3.1.6–3: Sensor TOC	70
Figura 3.1.6–4: Instalación del sensor TOC	71
Figura 3.1.6–5: Caudalímetro.....	73
Figura 3.1.6–6: Válvulas de 3/2 (actuador)	74
Figura 3.1.6–7: Válvula proporcional con posición electro neumático.....	75
Figura A 1: Instalación de soporteria	87
Figura A 2: Instalación de soporteria	87
Figura A 3: Instalación de ducteria.....	88
Figura A 4: Instalación de ducteria.....	88
Figura A 5: Configuración del analizador y sensor TOC.....	89
Figura A 6: Armado de la línea de vapor	89
Figura A 7: Soldadura entre tubo y férulas clamp.....	90
Figura A 8: Instalación de soldadura	90
Figura A 9: Fabricación de tanque de almacenamiento.....	91
Figura A 10: Fabricación de tanque de almacenamiento.....	91
Figura A 11: Fabricación de porta filtros	92
Figura A 12: Instalación de gabinete de control	92
Figura A 13: Instalación de tanque de almacenamiento.....	93
Figura A 14: Instalación de tanque de almacenamiento.....	93

Figura A 15: Instalación de los porta filtros.....	94
Figura A 16: Instalación de los porta filtros.....	94
Figura A 17: Instalación del intercambiador de calor	95
Figura A 18: Instalación del sensor y analizador TOC.....	95
Figura A 19: Instalación de sensor de nivel.....	96
Figura A 20: Instalación de chiller	96
Figura A 21: Instalación de chiller	97
Figura A 22: Instalación del controlador de conductividad	97
Figura A 23: Instalación del controlador de conductividad	98
Figura A 24: Instalación de bombas	98
Figura A 25: Instalación de línea de vapor	99
Figura A 26: Cuarto de maquinas.....	99

Figura B 1: Diagrama del Programa Principal.....	100
Figura B 2: Diagrama de Flujo de la función Proceso	101
Figura B 3: Diagrama de Flujo de rutina de trabajos de las bombas.....	102
Figura B 4: Tablero eléctrico.....	103
Figura B 5: Componentes del tablero eléctrico.....	104
Figura B 6: Diagrama de fuerza	105
Figura B 7: Dispositivos electrónicos.....	106
Figura B 8: Detalles de entradas y salidas digitales.....	107
Figura B 9: Entradas y salidas analógicas	108
Figura B 10: Conexión del sensor TOC y el PLC	109
Figura B 11: Conexión de sensores de temperatura	110
Figura B 12: Detalle de relés encapsulados 01.....	111
Figura B 13: Detalle de relés encapsulados 02.....	112
Figura B 14: Plano neumático del sistema	113
Figura B 16: Plano general del proyecto	115

Figura C 1: Menú del sistema	116
Figura C 2: Alarmas del sistema	116
Figura C 3: Parámetros del sistema.....	117
Figura C 4: Banco de bombas	117
Figura C 5: Parámetros de temperatura de línea.....	118

Índice de tablas

Tabla 1: Tabla de consumo..... 40

Tabla 2 45

Tabla 3 47

Tabla 4 52

Tabla 5 53

Tabla 6 57

Tabla 7 59

Tabla 8 61

Tabla 9 63

Tabla 10 69

Tabla 11 71

Tabla 12 72

Tabla 13 73

Tabla 14 75

Tabla 15 75

Tabla 16 77

Tabla 17 79

Tabla 18 79

Tabla 19 80

Tabla 20: Presupuesto del Proyecto 81