



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL
ESCUELA DE POSGRADOS “ESPOG”
MAESTRÍA EN: ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN
Resolución: RPC-SO-09-No.265-2021
PROYECTO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE MAGÍSTER

| |
|---|
| Título del proyecto: |
| Sistema automático de monitoreo y control de la calidad del agua para la torre de enfriamiento de la empresa Interquimec |
| Línea de Investigación: |
| Electrónica y automatización |
| Campo amplio de conocimiento: |
| Automatización industrial |
| Autor/a: |
| Córdova Delgado Jaime Humberto |
| Tutor/a: |
| Cortijo Leyva René Ernesto |

Quito – Ecuador

2022

APROBACIÓN DEL TUTOR



Yo, Mg. **René Ernesto Cortijo Leyva** con C.I: **1719010108**, en mi calidad de Tutor del proyecto de investigación titulado: **“Sistema automático de monitoreo y control de la calidad del agua para la torre de enfriamiento de la empresa Interquimec”**.

Elaborado por: **Jaime Humberto Córdova Delgado**, de C.I: **040573639**, estudiante de la Maestría: **Electrónica y Automatización**, de la **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL (UISRAEL)**, como parte de los requisitos sustanciales con fines de obtener el Título de Magister, me permito declarar que luego de haber orientado, analizado y revisado el trabajo de titulación, lo apruebo en todas sus partes.

Quito 11 de septiembre del 2022

Firma

DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL ESTUDIANTE



Yo, Jaime Humberto Córdova Delgado con C.I: 0401573639, autor/a del proyecto de titulación denominado: Desarrollar un sistema automático de monitoreo y control de la calidad del agua para la torre de enfriamiento de la empresa Interquimec. Previo a la obtención del título de Magister en Electrónica y automatización.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar el respectivo trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Tecnológica Israel los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor@ del trabajo de titulación, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital como parte del acervo bibliográfico de la Universidad Tecnológica Israel.
3. Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de prosperidad intelectual vigentes.

Quito D.M., 12 de septiembre 2022

Firma

Tabla de contenidos

| | |
|---|----|
| APROBACIÓN DEL TUTOR | 2 |
| DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL ESTUDIANTE | 3 |
| Tabla de contenidos | 4 |
| Índice de tablas | 7 |
| Índice de figuras | 8 |
| INFORMACIÓN GENERAL | 1 |
| CONTEXTUALIZACIÓN DEL TEMA | 1 |
| PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | 1 |
| OBJETIVO GENERAL | 3 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 3 |
| VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD Y BENEFICIARIOS DIRECTOS: | 3 |
| CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | 4 |
| 1.1. CONTEXTUALIZACIÓN GENERAL DEL ESTADO DEL ARTE | 4 |
| 1.2. PROCESO INVESTIGATIVO METODOLÓGICO | 9 |
| CAPÍTULO II: PROPUESTA | 10 |
| 2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS APLICADOS | 10 |
| PLC S7-1200 | 16 |
| PLC Logo V8.2 | 16 |
| MÓDULO DE ENTRADAS ANÁLOGAS LOGO AM2 | 16 |
| MÓDULO DE SALIDAS ANÁLOGAS LOGO AM2 | 16 |
| COMUNICACIÓN S7 | 16 |
| COMUNICACIÓN PROFINET | 17 |
| SWITCH INDUSTRIAL | 17 |
| TRANSMISOR DE PH | 17 |
| TRANSMISOR DE CONDUCTIVIDAD | 17 |
| TRANSMISOR DE TEMPERATURA | 17 |
| VÁLVULAS MODULANTES DE CONTROL PROPORCIONAL | 18 |
| VÁLVULAS DE CONTROL ON-OFF CON ACTUADOR NEUMÁTICO | 18 |
| TRANSMISOR DE FLUJO | 18 |
| HMI KTP-700 | 19 |
| SERVIDOR WEB | 19 |
| PÁGINAS HTML | 19 |
| 2.2 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA | 20 |
| Analyzer 2850Si Silica 1/Enc/PO4 | 20 |
| Analizador de sílice | 20 |
| Liquiline System CA80SI | 20 |
| Hach 5500 sc Analizador de sílice - Colorimétrico | 20 |
| a. Estructura general | 22 |

| | | |
|-----|--|----|
| B. | EXPLICACIÓN DEL APORTE | 25 |
| C. | ESTRATEGIAS Y/O TÉCNICAS | 26 |
| | CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS | 28 |
| | DESARROLLO DE PROGRAMACIÓN DE PLC LOGO V8.2! | 28 |
| | COMUNICACIÓN S7 CLIENTE-SERVIDOR | 30 |
| | CONFIGURACIÓN DE PLC S7-1200 | 30 |
| | CONFIGURACIÓN PH Y CONDUCTIVIDAD | 31 |
| | CONTROL PID PURGA DE TORRE | 32 |
| | CONFIGURACIÓN DE MEDIDOR FLUJO Y TEMPERATURA | 35 |
| | CONFIGURACIÓN DE VÁLVULA DE PURGA DE LODOS | 36 |
| | CONFIGURACIÓN DEL HMI HMI KTP 700 BASIC PN | 36 |
| | CONFIGURACIÓN SERVIDOR WEB | 37 |
| | CONFIGURACIÓN DE LA BASE DE DATOS | 39 |
| 2.3 | VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA | 42 |
| 2.4 | MATRIZ DE ARTICULACIÓN DE LA PROPUESTA | 47 |
| 2.5 | ANÁLISIS DE RESULTADOS. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN. | 49 |
| | CONCLUSIONES | 56 |
| | RECOMENDACIONES | 57 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 58 |
| | ANEXO 1 DIAGRAMA CONEXIÓN LOGO V8 | 60 |
| | ANEXO 2 DIAGRAMA MASTER S7-1200 | 61 |
| | ANEXO 3 DIAGRAMA GABINETE ELÉCTRICO | 62 |
| | ANEXO 4 DIAGRAMA DISTRIBUCIÓN DEL MASTER S7-1200, HMI, Y ELEMENTOS | 63 |
| | ANEXO 5 DIAGRAMA DISTRIBUCIÓN TOPOLOGÍA DE RED | 64 |
| | ANEXO 6 DIAGRAMA DISTRIBUCIÓN DE TRANSMISORES EN PROCESO | 65 |
| | ANEXO 7 CONFIGURACIÓN DE PLC LOGO V8 | 66 |
| | ANEXO 8 CONFIGURACIÓN PLC S7-1200 PROGRAMACIÓN COMPLETA | 68 |
| | ANEXO 9 CONFIGURACIÓN PID | 73 |
| | ANEXO 10 CONFIGURACIÓN HMI | 76 |
| | ANEXO 11 SERVIDOR WEB, CONFIGURACIÓN DE PÁGINA HTML | 79 |
| | ANEXO 12 DATA LOGGER | 82 |
| | ANEXO 13 TABLAS DE VARIABLES DE PLC | 86 |
| | ANEXO 14 TABLAS DE VARIABLES HMI | 90 |
| | ANEXO 15 COSTOS DEL PROYECTO | 92 |
| | ANEXO 16 FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS | 93 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1 Elementos contaminantes del agua | 11 |
| Tabla 2 Parámetros químicos del agua natural. | 12 |
| Tabla 4 Equipos evaluados para medición de sílice en proceso. | 20 |
| Tabla 5 Descripción de perfil de validadores | 42 |
| Tabla 6 Criterios de valuación | 43 |
| Tabla 7 Matriz de articulación | 47 |
| Tabla 8 Pruebas efectuadas en el lazo de voltaje y corriente | 49 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 Grado de incrustación de intercambiadores de formol, (Interquimec, 2022). | 5 |
| Figura 2 Concentración de Sílice (ppm) a lo largo del tiempo en el Agua de Recirculación de la Torre Protón. | 13 |
| Figura 3 Conductividad (μs) a lo largo del tiempo en el Agua de Recirculación de la Torre Protón. | 14 |
| Figura 4 Topología de red estrella implementada, donde se va acoplar el monitoreo y control de calidad de agua Torres de enfriamiento, (Córdova, 2022). | 15 |
| Figura 5 Relación entre la sílice y la conductividad. | 21 |
| Figura 6 Flujograma de nuevas variables a controlar en el proceso de monitoreo de calidad de agua de la torre de enfriamiento. | 23 |
| Figura 7 Esquema de conexión de PLCs S7-1200 con nuevas variables a medir, (Cordova, 2022). | 24 |
| Figura 8 Esquema de conexión de PLCs Logo V8 con nuevas variables a medir, (Cordova, 2022). | 24 |
| Figura 9 Ejemplo de programación instalada en la actualidad en PLC s7-1200 1214C DC/DC/DC | 27 |
| Figura 10 HMI configurado en la topología de red a usar. | 28 |
| Figura 11 Programación de bloques de función en LOGOSoft Comfort V8.2 del programa de monitoreo. | 29 |
| Figura 12 Mapeo de red en el PLC Logo V8.2 | 29 |
| Figura 13 Segmentos de programación por bloques de sensores TIA PORTAL V16. | 32 |
| Figura 14 Configuración del bloque PID_Compact | 32 |
| Figura 15 Salida 4-20mA para control de la válvula modulante automática. | 34 |
| Figura 16 Puesta en servicio de PID_Compact | 34 |
| Figura 17 Configuración de señales de flujo y temperatura | 36 |
| Figura 18 Configuración de la pantalla HMI KTP-700 | 37 |
| Figura 19 Pantalla del servidor Web con visualización de parámetros de procesos. | 39 |
| Figura 20 Pantalla de Web Server de acceso al registro de datos | 41 |
| Figura 21 Error de la señal de conductividad entre el valor medido y teórico. | 50 |
| Figura 22 Error de la señal de PH entre lo medido y teórico. | 51 |
| Figura 23 Señal de Flujo error entre señal de campo y valor calculado | 52 |
| Figura 24 Señal de temperatura error entre valor medido y calculado | 53 |
| Figura 25 Base de datos captada de datta Logger. | 54 |

INFORMACIÓN GENERAL

Contextualización del tema

Interquimec S.A es una Industria Química dedicada a la fabricación de resinas ureicas y adhesivos en varias gamas, dispone de varios procesos productivos, en un proceso de producción continua se fabrica formol al 48% y concentrado de urea formol al 80% como producto intermedio, en este proceso se usa agua de enfriamiento para la reducción de etapas de alta temperatura en los intercambiadores de calor de placas y el agua proviene de torres de enfriamiento de tiro inducido mediante un sistema de bombeo.

El agua de enfriamiento en Interquimec S.A tiene altas concentraciones de sílice acorde a las mediciones realizadas en campo, el máximo rango permitido es de 160 ppm, estos valores sobrepasan el máximo y genera incrustaciones en los elementos aguas arriba.

Al ser un sistema en equilibrio, al existir una variación en el proceso se producen deficiencias y pérdidas productivas, en el caso de uso de agua de enfriamiento con alta concentración de sílice se genera mayores incrustaciones de sólidos en la superficie del lado de agua, se incrementa las temperaturas del proceso, y se filtra agua al lado del producto, generando serios problemas en el producto final, y actividades correctivas por mantenimiento.

No se dispone de monitoreo continuo de las variables de agua usada para enfriamiento, se lo ejecuta una vez por día con apoyo de un operador, y no se tiene control sobre el proceso.

Con base en esto se ve como necesidad efectuar un monitoreo en línea con visualización de las variables del proceso, control y medición de flujo de purga y alarmas de desviación del proceso para actuar en el tratamiento químico.

Problema de investigación

Para garantizar el control de la calidad del agua debe realizarse pruebas periódicas y sistemáticas en diferentes puntos del sistema. El análisis del agua cuantifica la cantidad de impurezas disueltas en ella y determina ciertas propiedades físico – químicas tales como: PH, índice de estabilidad, cloruros, dureza, alcalinidad, sulfatos, fosfatos, sílice, dióxido de carbono, etc.).(Araujo, 2015).

La planta de fabricación de formol es el corazón de Interquimec, en las etapas de enfriamiento de formol se utilizan intercambiadores de placas por su alta eficiencia de intercambio de calor.

Al existir alta cantidad de sílice en el agua de enfriamiento la incrustación aumenta, la superficie de contacto disminuye, esto se refleja en el incremento de temperaturas en todo el proceso, el formol en su fabricación pasa de un proceso gaseoso a líquido en torres de destilación, al incrementar las temperaturas existe mayor emanación de gases al sistema de quemador de gases a la atmósfera y el producto final sale de rango en sus especificaciones que la operación ajusta a medida de los cambios.

A mayor incrustación las frecuencias de mantenimiento incrementan para actividades de limpieza e inspección cuando los valores de temperatura superan los 55°C.

Al no tener una certeza de la velocidad de incrustación, en muchos casos es necesario intervenir de manera emergente, por temas de filtración de agua al producto, por el desequilibrio de presiones que genera soplido de empaques.

Los costos de limpieza de placas impactan en el costo de mantenimiento al realizarlo de manera externa al incrementarse la frecuencia de intervención, adicional si se presenta una emergencia durante la etapa de limpieza no hay stock para recambio aumentando los tiempos de baja producción del proceso continuo.

Los intercambiadores de placas no se fabrican a nivel local, a mayor frecuencia de intervención mayor daño de empaques y deformación de placas, y por importación los repuestos demoran en llegar de 6 a 8 semanas.

El costo de los intercambiadores no es bajo, son equipos costosos por las características del fluido formol que es corrosivo en materiales de no acero inoxidable.

Al ser una prioridad 1, el proceso reduce su producción diaria, existen costos indirectos ligados a los trabajos emergentes, los costos de mantenimiento crecen, se deja de hacer otros trabajos planificados de mantenimiento preventivo para atender la emergencia, con base a la experiencia de Interquimec S.A en el último año se ha intervenido Intercambiadores en una relación de tendencia de dos por mes por correctivo, por lo mencionado surge la necesidad de desarrollar el monitoreo y control de la calidad de agua de la torre de enfriamiento, para disponer de monitoreo en tiempo real y poder actuar con brevedad en caso de desviaciones del proceso.

Objetivo general

Desarrollar un sistema automático de monitoreo y control de la calidad del agua para la torre de enfriamiento de la empresa Interquimec.

Objetivos específicos

Establecer los sensores actuadores y dispositivos de control para el sistema automático de monitoreo de la calidad de agua de la torre.

Diseñar el sistema de control basado en PLC, sensores de PH, conductividad, temperatura, Flujo y actuadores de control proporcional y on-off.

Diseñar la visualización de las señales del proceso mediante HMI y servidor Web.

Validar mediante pruebas de funcionamiento con un equipo calibrador de funciones que permite simular el comportamiento de transmisores de las señales de corriente o voltaje.

Vinculación con la sociedad y beneficiarios directos:

La intervención por mantenimiento en intercambiadoras de calor implica reducción de eficiencia de la producción de planta de formol por filtración de agua al proceso, se genera emanaciones de residuos de gases de formol al ambiente en la apertura del equipo, se deja de intervenir otros equipos de planta para corregir los problemas del proceso, el costo de intervención son cuatro personas por tres horas que da un total 70 dólares, limpieza de placas 250 dólares entre costos directos, pérdida de producción de 5000 dólares, esto nos da un valor estimado 5320 USD por ahora de trabajo correctivo.

Al trabajar con este proyecto se quiere lograr menores intervenciones al poder validar las variables del proceso de agua en tiempo real, evitar que las emanaciones de gases sean las necesarias cuando se lo requiera intervenir y no por emergencias, reducir los sólidos acumulados en limpieza que es un beneficio al medio ambiente.

CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1. Contextualización general del estado del arte

La empresa Interquimec S.A para las etapas de sus procesos usa agua de proceso que es refrigerada en torres de enfriamiento por evaporación de tiro inducido.

Esta agua debe ser tratada previamente para minimizar las incrustaciones en intercambiadores, tubos de agua, camisas de reactores, etc.

Es importante conocer las características del proceso, para evaluar la mejor alternativa del tratamiento, a pesar que en la industria realiza un tratamiento previo del agua natural esto aun así contiene ciertos parámetros químicos que pueden afectar la vida útil del equipo donde está trabajando, incremento de costos de mantenimiento, pérdidas de eficiencia en el proceso.

Acorde a la empresa Galipquim que brinda servicio de venta y acompañamiento de productos de tratamiento químico destacan que, en las visitas técnicas realizadas desde el arranque de la planta en febrero 2022, se ha obtenido valores de sílice en la recirculación de 198 y 218 ppm el 02 y 08 de marzo respectivamente, teniendo en cuenta que el límite máximo indicado para la operación de la torre es de 160 ppm, la toma de caudal de la purga se encuentra en 5 m³/día.

El 14 y 15 de marzo los valores medidos son de 190 y 165 ppm de sílice, se procede a abrir la válvula bypass del intercambiador en un 50%; a partir del 16 de marzo y con las variaciones de purga hasta mantenerla en 20,7 +/- 1 m³/día, las concentraciones de sílice en la recirculación se han mantenido bajo el límite máximo permitido de 160 ppm, encontrándose en un rango de 99 a 160 ppm, hasta el 05 de abril que se procedió a bajar la purga a 19 m³/día. Sin embargo, al verificar que la sílice incrementó más allá del límite permitido, aumentó la purga nuevamente al valor anterior de 20,7 +/- 1 m³/día el viernes 08 de abril.

En las fechas mencionadas se presenta anomalías en los intercambiadoras de placas del proceso, como se evidencia en la figura existe alta contaminación o incrustación en las paredes de las placas en el lado de agua, esto genera que el proceso incremente sus temperaturas, sea menos eficiente, segundo estas incrustaciones generan que se soplen los empaques, el agua de enfriamiento se filtre al lado de formol, generando que el producto no esté rangos aceptables para poder seguir las siguientes etapas.

Figura 1

Grado de incrustación de intercambiadores de formol, (Interquimec, 2022).



Nota. Se puede visualizar el grado de acumulación de incrustación por alto porcentaje de sílice en el agua de enfriamiento. Adaptada de Fotografías de registro de Interquimec S.A.

Implica intervenir por correctivo los intercambiadores, mover los recursos de otras actividades para focalizar esta emergencia, costos extras de mantenimiento porque estos rubros ocurren fuera de horario laboral, y por limpieza de placas.

El monitoreo de parámetros de agua lo efectúa una persona dedicada 6 horas los 6 días de la semana hasta poder estabilizar el proceso hasta la actualidad, depende únicamente si se mide en campo los parámetros del agua para conocer cómo está la calidad de agua.

Se pretende al implementar este proyecto de medición de parámetros de agua de enfriamiento, para disponer de un monitoreo en línea en tiempo real, con alarmas en caso de desviación de proceso, que la purga se auto regule con la conductividad del agua mediante una válvula de control modulante, visualización en HMI y computador donde se genera un servidor web.

Al disponer de monitoreo en tiempo real se pretende que si existen desviaciones en el proceso se evalúe a tiempo si el tratamiento químico es el adecuado o necesita ser modificado para evitar paros de proceso, pérdidas de negocio e intervenciones correctivas.

Por otra parte, para realizar esta investigación fue necesario hacer una revisión de trabajos relacionados con las variables estudiadas con la finalidad de tener una idea clara sobre las soluciones planteadas con anterioridad por otros investigadores, en ese sentido se presenta el trabajo titulado “Prototipo para el monitoreo automatizado de parámetros de calidad del agua en una granja de camarón”, lo realizó Mauricio Olivo Gutiérrez en el estado la Colima país de México en el año 2017. Implementaron tecnología de microcontroladores y tecnologías de comunicación inalámbrica por medio radio transceptor Xbee y anclando sensores PH, oxígeno disuelto, conductividad, temperatura, como son sectores sin energía eléctrica fuentes de energía solar. Se obtiene como resultado la puesta en operación de este prototipo muestra que cuenta con la funcionalidad para llevar a cabo la medición de parámetros y recabar estos datos. Lo antes mencionado, convierte a este prototipo en una alternativa para los productores acuícolas a pequeña escala que quieran contar con un prototipo de bajo costo para automatizar la medición de parámetros de calidad del agua en sus granjas acuícolas. Sirve de aporte para esta investigación la selección de sensores que realiza el autor y validar con este proyecto si estos cumplen con los requisitos técnicos o es necesario verificar equipos industriales. (Olivo, 2018).

Por otra parte, se tiene el trabajo “Prototipo de un sistema de monitoreo de calidad del agua subterránea en instalaciones de captación de una localidad rural del municipio de Tibaná – Boyacá”. Lo realizó Angee Daniela Arévalo Junco en el sector de la agricultura en el monitoreo de pozos de agua en Boyacá-Colombia en el año 2018. Con tecnología de arquitectura IOT, como controlador un microcontrolador donde la información de los sensores de PH, temperatura y turbidez son procesadas, y mediante módulo Wifi EPS 32 esta información es llevada a la nube. Se logra con esta implementación con su tecnología IoT, su sencilla portabilidad y fácil manera de uso permite realizar mediciones en diferentes instalaciones de captación y saber de manera inmediata la calidad del agua y el uso que se le pueda dar a esta, pues gracias al repositorio en la nube se puede entender de forma sencilla por medio de gráficas y un mensaje de alerta en qué condiciones se encuentra el agua, ya sea para indicar si es apta para humanos, animales o riego, o por lo contrario si se debe evitar darle uso. Para nuestra investigación se analizó el tema de la adquisición de datos, los procesos necesitan ser validados con sus tendencias para poder encontrar oportunidades de mejora en el proceso. (Arévalo, 2018).

Para el desarrollo del proyecto se evalúa el tema “Diseño de un programa de control automatizado para la calidad del agua en el proceso acuícola de la tilapia en namballe – san Ignacio”, de Heiser Gerardo Carrión Ortega y César Daniel Guerrero Palomino desarrollado en Perú en el año de 2019, el problema se usan los sistemas extensivos que son de baja producción y subsistencia. Como lo solucionó con la selección de elementos de venta extensa en el mercado como un PLC logo V8.2 con sensor PH, temperatura, turbidez, amonio y oxígeno disuelto, se obtiene como resultado un sistema de fácil integración al mercado y de bajo costo. Esto aporta desde el punto de vista que se usa un Logo como centrador de señales y conocer cuáles son los alcances del autómeta Logo y siempre verificar cuando es la capacidad de entradas, salidas y ampliación de módulos. (Granados, Ortega, & Palomino, 2019)

Por otra parte, se toma el siguiente tema “Implementación de un sistema HMI controlado por un PLC S7-1200 para el proceso de recepción de materia prima en la planta de balanceados Pronaca”, desarrollado por William Geovanni Gómez Coro en el año del 2020, se establece un problema nace al ser un sistema antiguo que genera muchos conflictos de mantenimiento, y al ser manual tiene inconvenientes de control y visualización, que no es fácil identificar anomalías. Lo resolvió mediante la implementación de un sistema de monitoreo y control mediante el uso de PLC S7-1200, HMI, y reemplazo de actuadores mecánicos. Como resultado logra mejorar el proceso al disponer de una interfaz en tiempo real del proceso, modernizar la parte mecánica y ejecutar las maniobras remotas. En referencia a mi trabajo me aporta la verificación de la programación y generación de pantallas Siemens, debido al uso un PLC S7-1200 y una pantalla KTP700 con programación en el TIA PORTAL V16. (Gómez, 2020).

Finalmente se toma el proyecto “Sistema automatizado con control Scada para la visualización del proceso de tratamiento de agua en la planta Eternit ecuatoriana S.A.”, desarrollado por Borja Hidalgo Edgar Efraín en el año 2020. Presenta la necesidad de realizar un control de la planta de tratamiento de agua para que no se desperdicie el agua tratada ya que este recurso es fundamental, y esto produce pérdidas en la empresa en materia prima y energía eléctrica, se resolvió con la implementación de un sistema de control y adquisición de datos SCADA que contempla medición de volumen, caudal, presión, sistemas de bombeo a un programador central o autómeta y se lleva a la informa a interfaz de visualización de adquisición de datos en tiempo real, para este trabajo sirve la validación de sensores de campo utilizados y cómo utilizo la integración

de señales y la comunicación más viable a evaluar para desarrollar el proyecto. (Borja, 2020).

La revisión de la información previa para el desarrollo del proyecto, permite evaluar desde un punto de vista técnico las diferentes alternativas y caminos que puede enfocarse el plan.

La tecnología que se va usar consiste en autómatas programables de la marca Siemens, con una comunicación profinet, realizando un sistema esclavo-maestro, con una interfaz HMI, y la activación de un Servidor Web para visualización del entorno de trabajo del proceso.

El foco mientras se revisa la información es el tema del control PID los cálculos necesarios, ajuste en el proceso para que el control sea fino, la selección de los sensores que van en el proceso acorde a la caracterización del proceso, tipo de comunicación de los sensores al programador, el tipo de anclaje para sensores, los parámetros necesarios para medición en tiempo real que se visualiza en la interfaz.

1.2. Proceso investigativo metodológico

Para el proceso de investigación en el enfoque de la investigación en la rama cuantitativa es necesario evaluar los datos de laboratorio de las mediciones del proceso tomadas y registradas de la calidad de agua de las torres de enfriamiento, para garantizar una selección oportuna de equipos de monitoreo instalados en el proceso.

El tipo de investigación será correlacional para comprobar las variables de investigación que generan problemas en el proceso, con esto tener claro el resultado, el diseño no experimental por ser un proceso continuo no se tiene control sobre las variables, solo recolección de datos que permite ejecutar ajustes y tendencias del proceso, y longitudinal, tendencia la recolección de datos se necesita efectuar en un intervalo de tiempo en diferentes momentos.

En la población y muestra en la rama no probabilístico, porque se evalúa las causas que generan problemas en el proceso detallado en este documento y por cuotas para evaluar diferente información recolectada para un análisis de la caracterización del problema.

Los métodos, técnicas e instrumentos se enfocan en trabajo con grupos focales al verificar la información en grupos de personas con mayores conocimientos en el área y validez es decir que clara y realmente mida las variables que se pretende medir.

CAPÍTULO II: PROPUESTA

2.1 Fundamentos teóricos aplicados

El siguiente estudio se va a desarrollar en el área de automatización y control para monitoreo de variables de parámetros químicos del agua de la torre de enfriamiento de la empresa Interquimec S.A.

Interquimec S.A es una empresa especializada en la fabricación de resinas y Adhesivos que se adapta a las necesidades de sus clientes, cuenta con procesos de producción continuos y por batches. Para la fabricación de producto terminado necesita de ciertos productos intermedios como materia prima base, estos son desarrollados en una planta de producción continúa denominada de formol, se procesa Formol al 48% y urea-formol al 80% (UFC).

La fabricación de Formol y UFC inician con la adición de metanol y aire en un precalentador, esta mezcla pasa a un reactor con una temperatura mayor a 300°C donde entra en contacto con un catalizador de Molibdeno y por reacción química exotérmica sale gases de formol a la salida del reactor, pasa por un enfriamiento primario en un intercambiador de coraza y tubos, a posterior ingresa a una columna de absorción donde los gases se van condensado y el líquido que cae al fondo es recirculado por un conjunto de bombas centrífugas, los gases que no logra condensarse pasan a una segunda columna de absorción donde igual la parte líquida es recirculada, en los sistemas de bombeo para que el fluido que se encuentra a unas temperaturas entre 70 a 90°C se reduce su temperatura entre 40 a 55°C en intercambiadores de calor tipo placa, el agua utilizada para la transferencia de calor es acondicionada en torres de enfriamiento de tiro inducido.

El enfriamiento ha sido utilizado desde la antigüedad como medio de conservación de los alimentos, y en la actualidad como medio de transferencia de calor de procesos con una temperatura elevada para la reducción de deltas de temperatura aguas abajo.

Las torres de enfriamiento son equipos de transferencia de masa y energía que constituyen un enfoque de mejoramiento e implementación de nuevos dispositivos mecánicos dentro de los procesos industriales actuales. Ayudan al estudio de la fenomenología para la transferencia de energía y materia simultánea. Tienen como finalidad enfriar una corriente de agua por vaporización parcial a través del intercambio

calórico latente y sensible de una corriente de aire seco y frío que circula por el mismo equipo. (Cengel & Boles, 2012).

El agua utilizada para los procesos de enfriamiento debe ser acondicionada previamente a su uso, pero antes de hablar de este tema es importante conocer ciertos aspectos.

Existen muchos parámetros para determinar la calidad del agua, el agua en estado natural puede contener una gran cantidad de impurezas, acorde a cada proceso Industrial se necesita que el agua tenga ciertas propiedad y tratamiento para evitar daños en equipos o procesos que genere productos intermedios o finales fuera de rango.

Podemos determinar algunos elementos contaminantes en las tablas 1 y 2:

Tabla 1

Elementos contaminantes del agua

| Contaminantes | Detalle |
|-------------------------------------|--|
| Gases disueltos | Nitrógeno, amoniac, dióxido de carbono, etc. |
| Materiales en suspensión | Arena, arcilla, restos de vegetales, fango, etc |
| Materiales emulsionados | Aceites, hidrocarburos, suspensiones coloidales. |
| Sales minerales en disolución | Carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, nitratos, silicatos, etc, combinadas con metales alcalinos, etc. |
| Organismos vivos | |
| Metales pesados y tóxicos orgánicos | |

Tabla 2

Parámetros químicos del agua natural.

| Parámetro | Definición |
|------------------------------|--|
| PH | Es la concentración de iones de hidrógeno, es de naturaleza ácida y alcalina |
| Dureza | Presencia de sales disueltas calcio y magnesio, mide la capacidad del agua de producir incrustaciones. |
| Alcalinidad | La capacidad para neutralizar ácidos. |
| Coloides | Es una medida en suspensión de agua de tamaños 10-4 y 10-5 mm. |
| Sólidos disueltos | Es la cantidad de materia disuelta en el agua, después de ser filtrada. |
| Sólidos en suspensión | Medida de los sólidos sedimentables que no disueltos que pueden ser retenidos en el filtro. |

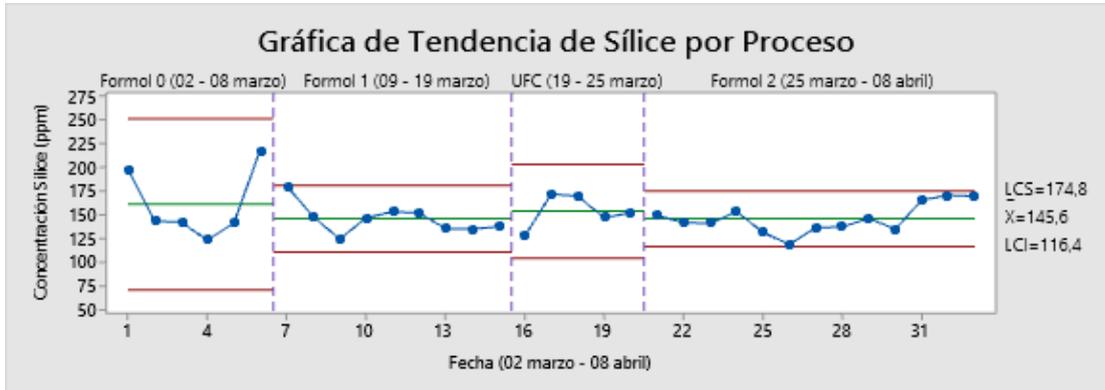
Acorde a las mediciones efectuadas el sílice medida en torres de enfriamiento varía acorde al tamaño de purga de la torre, en la siguiente figura 2 se puede observar la medición efectuada durante un periodo de 30 días.

La sílice está presente en todas las aguas y tiene una característica de causar estragos en la eficiencia y planificación de mantenimiento.

Sílice es un compuesto químico que se conoce como dióxido de silicio y básicamente es un compuesto natural que se forma de la combinación de silicio y el oxígeno en una fórmula química de (SiO₂) a manera de estructura de tetraedros. (GEOLOGIAWEB, 2022).

Figura 2

Concentración de Sílice (ppm) a lo largo del tiempo en el Agua de Recirculación de la Torre Protón.



Nota. Adaptada de concentración de sílice a lo largo del tiempo de pruebas de laboratorio.

En referencia al proceso de producción de formol (Figura 2), la concentración de sílice más alta fue de 218 ppm el 08 de marzo, fecha en la que se inició la prueba y donde se encontró una purga de 5 m³/día, a partir de esta fecha la concentración bajó, hasta encontrarse debajo del límite máximo permitido de 160 ppm con una purga entre 23,3 m³/día hasta 20,7 m³/día.

Durante la etapa de medición de parámetros del proceso de agua enfriamiento se lleva una medición de los siguientes parámetros:

Tabla 3

Rangos de muestreo del agua de proceso de enfriamiento.

| Medida | Rango |
|------------------|----------------------------|
| PH | 8 a 10 |
| Sílice | < 160 ppm |
| Conductividad | 200 a 950 uS |
| Temperatura | 18 a 24 °C |
| Volumen de purga | 5 a 22m ³ / día |

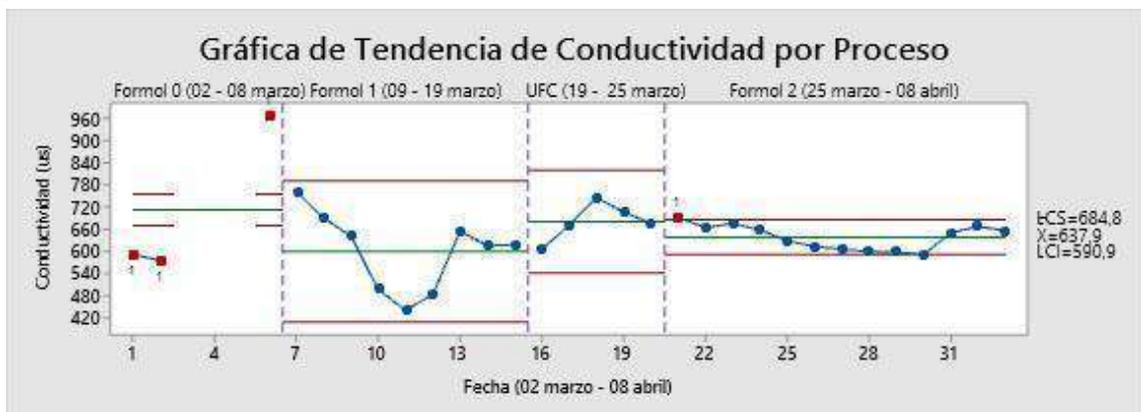
Nota. Estos valores son los recomendados para que la calidad de agua brinde condiciones óptimas de trabajo en el proceso.

Análisis – conductividad en sistema de enfriamiento

El análisis de la sílice se realiza conjuntamente con el análisis de la conductividad, la tendencia de la misma durante todo el período de prueba se muestra a continuación.

Figura 3

Conductividad (μ s) a lo largo del tiempo en el Agua de Recirculación de la Torre Protón.



Nota. Se observa la tendencia de la conductividad durante la medición de 31 días en laboratorio.

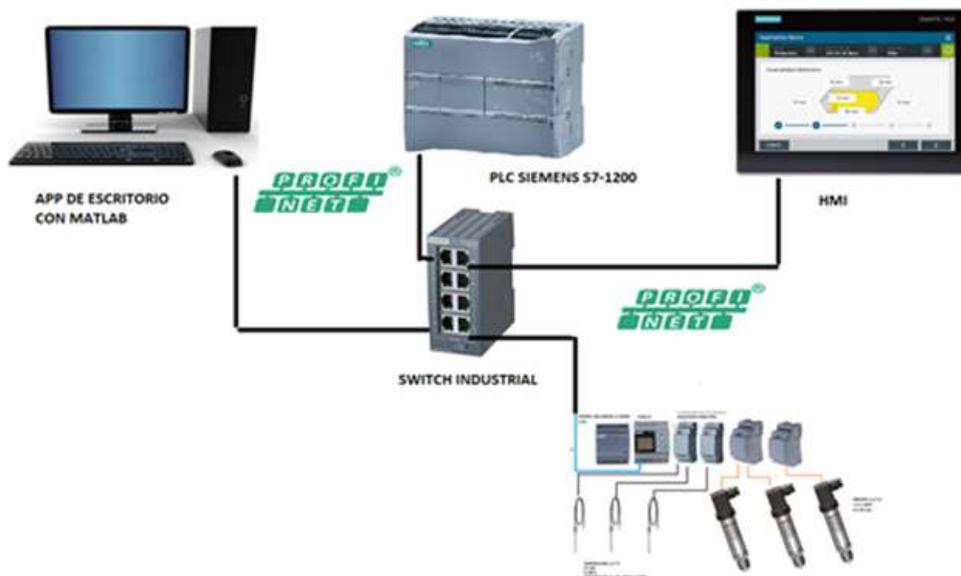
Puede observarse (figura 3) que al iniciar la prueba la conductividad se encontraba disparada con un valor de 950 μ s el 08 de marzo, con el pasar de los días la misma llegó a su punto más bajo de 440 μ s, hoy en día la conductividad se encuentra en un rango de 590 a 685 μ s. Al estar directamente relacionada la conductividad con la sílice, puede

verificarse que en este rango la sílice de la torre resulta en valores bajo el límite permitido.

Para el desarrollo de este proyecto y optimizar recursos, se plantea trabajar en una línea base instalada en la planta de Interquimec S.A, que contempla la implementación de un LOGO V8 como concentrador de señales, tres módulos de entradas análogas AM2, mediante comunicación profinet se integra a un PLC S7-1200, existe una red de comunicación con una Interfaz HMI KTP 700 y un computador que cumple la función de servidor, que mide las señales del proceso del sistema de adición de aire en el proceso de fabricación de formol que son tres compresores de lóbulos, en estos se miden la temperatura descarga y presión de vacío de la succión, estos parámetros permiten validar si existe alta temperatura de gases y si los filtros de aire se están saturando.

Figura 4

Topología de red estrella implementada, donde se va acoplar el monitoreo y control de calidad de agua Torres de enfriamiento, (Córdova, 2022).



Nota. La topología mostrada se encuentra instalada en la actualidad en la empresa, que cuenta con la medición de temperatura en la descarga del sistema de adición de aire al proceso de fabricación de formol y presión de la succión de tres compresores de lóbulos.

Para el desarrollo del proyecto es necesario conocer los siguientes aspectos:

PLC S7-1200

Se trata de un controlador lógico programable para el desarrollo de actividades sencillas pero de alta precisión, desarrollado por Siemens.

- Alta capacidad de procesamiento. Cálculo de 64 bits.
- Interfaz Ethernet / PROFINET integrado.
- Entradas analógicas integradas.
- Bloques de función para control de ejes conforme a PLCopen.
- Programación mediante la herramienta de software STEP 7 Basic V16 para la configuración y programación no sólo del **S7-1200**, sino de manera integrada los paneles de la gama Simatic Basic Panels. (SIMATIC S7-1200, 2019).

PLC Logo V8.2

¡LOGO! Micro PLC es una familia de módulos lógicos para la automatización de los procesos de control fabricado por Siemens. El sistema se presta sobre todo para pequeñas tareas de control.

¡Base de cada sistema LOGO! es el relé lógico LOGO! ¡Las aplicaciones deseadas se pueden programar fácilmente con el software LOGO!, (¡LOGO! Micro PLC, 2022).

Módulo de entradas análogas Logo AM2

Es un módulo de ampliación para la conexión de entradas analógicas de voltaje de 0 a 10V y en lazo de corriente de 0-4-20mA, y señales de temperatura tipo RTD, solo permite cada módulo máximo de dos entradas, y el PLC logo como un máximo de 8 entradas, para su conexión y evitar problemas de daños es importante apagar la energía de alimentación de la fuente del Logo.

Módulo de salidas análogas Logo AM2

Es un módulo desarrollado por la empresa Siemens específicamente para los relés programables Logo, permite salida en corriente y voltaje máximo dos por ampliación, y se puede ampliar un máximo de 4 por PLC.

Comunicación S7

¡Este protocolo es propiedad de Siemens y se utiliza para conectarse con otros LOGO!, para la conexión con autómatas de la gama SIMATIC como el S7-1200 y el S7-1500 y para la conexión con otras pantallas Siemens.

Comunicación profinet

PROFINET es el estándar abierto de Ethernet Industrial de la asociación PROFIBUS Internacional (PI) según IEC 61784-2 (*Communication Profile Family 3 (PROFIBUS & PROFINET) – RTE communication profiles*); y uno de los estándares de comunicación más utilizados en redes de automatización.

Profinet está basado en Ethernet Industrial, TCP/IP y algunos estándares de comunicación pertenecientes al mundo TI. Entre sus características destaca que es Ethernet en tiempo real, donde los dispositivos que se comunican por el bus de campo acuerdan cooperar en el procesamiento de solicitudes que se realizan dentro del bus. (Características Y Seguridad En PROFINET | INCIBE-CERT, 2017).

Switch industrial

Es un dispositivo que puede conectar varias computadoras, impresoras y servidores para crear una red de servicios compartidos dentro de una oficina, edificio e industria. El switch actúa como un controlador que permite que diferentes dispositivos compartan información entre sí, al utilizar el concepto industrial se tiene que ser un equipo diseñado para entornos de trabajo fuertes, que su desempeño no se vea alterado por las condiciones de trabajo pesado de un entorno industrial.

Transmisor de PH

El PH es una medida utilizada para validar que una sustancia líquida es alcalina o ácido, el sensor de PH va instalado en el proceso como elemento de medición primaria, para poder enviar la información a una distancia determinada debe ser por medio de un transmisor, que es un elemento electrónico transductor que convierte una señal de campo de PH a una señal eléctrica de voltaje o corriente, o algún tipo de comunicación industrial.

Transmisor de conductividad

La conductividad es la capacidad que posee el agua para poder conducir la electricidad, donde los iones disueltos son las cargas conductoras, para poder llevar la información a una distancia donde está el controlador de proceso se lo realiza por un transmisor que convierte la la relación de conductividad del agua en una señal voltaje o corriente.

Transmisor de temperatura

Los transmisores de temperatura se utilizan principalmente en el sector industrial. Fueron desarrollados con el objetivo de poder transformar las variaciones de tensión o resistencia, que dependen de la temperatura, en otras señales de salida. Entre estas se encuentran las señales de 4-20 mA y 0-10 V.

Válvulas modulantes de control proporcional

Una válvula proporcional de control de flujo modula el mismo en proporción con la señal de entrada que recibe. Estas pueden fácilmente controlar cilindros o motores hidráulicos pequeños en aplicaciones en las que se requiere un control preciso de la velocidad o aceleración y desaceleración controlada. La mayoría de las válvulas de control de flujo son compensadas en presión para minimizar las variaciones en el caudal causadas por cambios en la presión de entrada o salida.

Consisten de los siguientes elementos principales:

- Un solenoide de sección piloto o proporcional,
- Un área de control de flujo donde está la corredera,
- Un dispositivo de posicionamiento electrónico LVDT (linear variable differential transformer). (POWERMOTION, 2019).

Válvulas de control ON-OFF con actuador neumático

Son válvulas diseñadas para control remoto abierto o cerrado de caudal de fluidos. Normalmente este tipo de valvulería opera con pistones, un resorte sesgado y dos posiciones: abierta o cerrada. La presión del caudal ejerce la fuerza al resorte, causando el movimiento de la válvula y fijando una posición.

El actuador neumático utiliza aire como medio de accionamiento y es gobernado por una electroválvula que permite el ingreso y salida de aire de las cámaras.

Transmisor de flujo

Un transmisor de flujo es un dispositivo que se utiliza como medio para medir el flujo de una sustancia específica, generalmente líquida, a través de una serie de tuberías o tubos. Estas mediciones comienzan como señales eléctricas, midiendo cualquier cosa, desde el volumen de sustancia que se empuja a través de la tubería hasta la velocidad a la que se mueve el fluido. Las mediciones se convierten a partir de señales eléctricas

mediante el transmisor de flujo y se envían a un agente receptor designado, como una computadora o una estación de control automatizada. Luego, el transmisor de flujo los traduce para permitir que los operadores de control visualicen la cantidad de líquido que se transfiere a través de las tuberías para regular el flujo y garantizar que se transporten los volúmenes adecuados en todo momento. (Spiegato, 2022).

HMI KTP-700

Un sistema HMI o Interfaz hombre-máquina es un monitor o panel visual capaz de ofrecer información en tiempo real sobre los distintos procesos que se ejecutan en una planta industrial. Estos dispositivos buscan la comunicación entre las máquinas industriales y los humanos que las operan. (Edimar, 2019).

Servidor Web

Un servidor web es una plataforma computacional muy potente que resguarda datos para ser consultados por diversos usuarios. Cuenta con un software que entrega la información solicitada por visitantes o miembros de un grupo de trabajo, a través de un dispositivo conectado a la red. (Coppola, 2022).

Páginas HTML

El Lenguaje de Marcado de Hipertexto (HTML) es el código que se utiliza para estructurar y desplegar una página web y sus contenidos. Por ejemplo, sus contenidos podrían ser párrafos, una lista con viñetas, o imágenes y tablas de datos. Como lo sugiere el título, este artículo te dará una comprensión básica de HTML y cuál es su función. (MDN, 2022).

2.2 Descripción de la propuesta

Para el desarrollo de este proyecto se planteó inicialmente la medición de sílice en línea, en base a consulta de proveedores a nivel local e internacional se llega a la conclusión de que no existen equipos que soporte rangos de medida de más de 100 ppm, acorde a lo verificado en las pruebas de laboratorio se trabaja diluyendo la muestra con agua destilada y realizan una relación con un equipo a préstamo y mide un rango máximo de 100 ppm.

Los equipos miden un rango máximo de 5 ppm, estos equipos tienen un aplicativo en aguas ya efectuadas un tratamiento previo muy riguroso, son utilizadas en termoeléctricas, sistemas de generación de energía nuclear,

Los equipos evaluados fue Analizador de sílice 2850Si de la Marca Metter Toledo, Analizador de sílice Liquiline System CA80SI de Endress Hauser, y Hach 5500 sc Analizador de sílice - Colorimétrico, pero su limitante es un máximo 5ppm y en el proceso se tiene rangos superiores a 160 ppm, como se observa en la tabla 4.

Tabla 4

Equipos evaluados para medición de sílice en proceso.

| Equipo | Imagen referencial | Rango máximo medición | Desventajas |
|---|---|---|--|
| Analyzer 2850Si Silica 1/Enc/PO4 |  | 0.5 ppb - 5,000 ppb 5ppm máximo | No cumple con los rangos de medición en campo. |
| Analizador de sílice Liquiline System CA80SI |  | 0.5 ppb - 5,000 ppb 5ppm máximo | No cumple con los rangos de medición en campo |
| Hach 5500 sc Analizador de sílice - Colorimétrico |  | 0 to 5000 µg/L as SiO ₂ 5 ppm máximo | No cumple con los rangos de medición en campo |

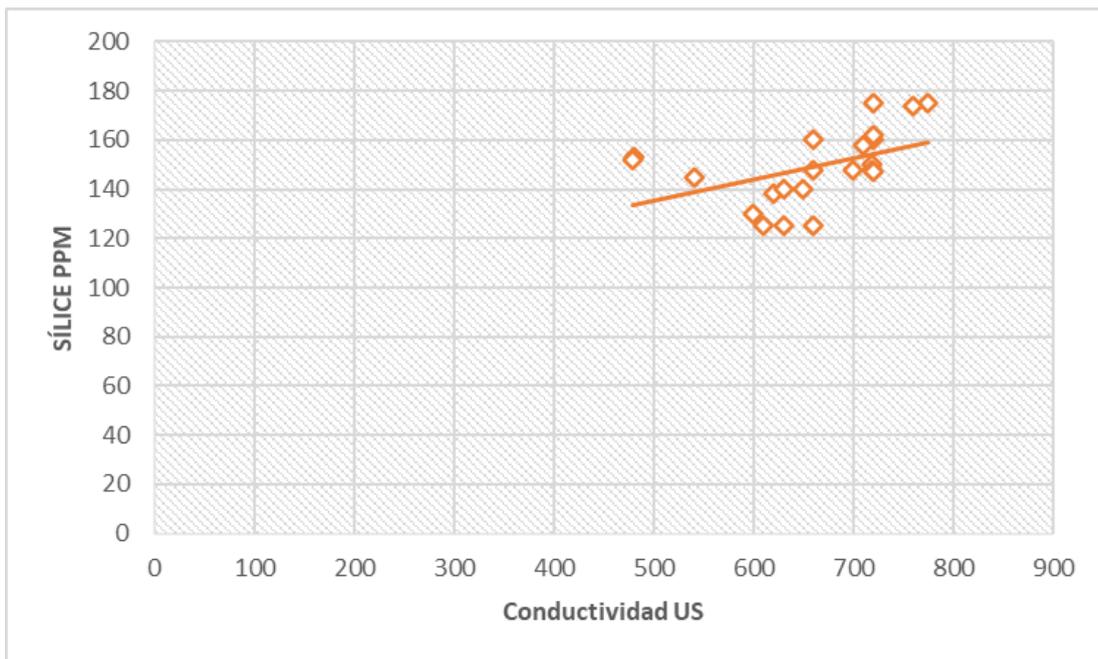
Nota. De los equipos evaluados en el mercado no existe un equipo para el rango de sílice mayores a 5 ppm, es complicado trabajar sobre el proceso actual, estos equipos son de uso donde el tratamiento de agua es muy riguroso previamente.

Se evalúa la Marca HACH que tiene un máximo de 100 ppm, pero solo son equipos de instalación de proceso, por este análisis se concluye que se debe trabajar en base a la conductividad, acorde a las ediciones de laboratorio existe una relación entre los valores de sílice y conductividad.

En la figura 5 observar la relación entre la sílice y la conductividad, acorde a un seguimiento mensual de estas dos variables, se puede ver una tendencia que a menor conductividad el valor de la sílice también lo es.

Figura 5

Relación entre la sílice y la conductividad.



Nota. Se analiza las mediciones mensuales de sílice y conductividad se puede ver una tendencia que a menor sílice la conductividad es menor esto nos permite efectuar una relación a que el parámetro que nos puede ayudar a monitorear la calidad de agua es la conductividad medida en línea.

Para disponer de monitoreo cerca al proceso para el PH y la conductividad se plantea trabajar sobre un transmisor de análisis de líquido con una interfaz configurable los

canales de salida con lazo de corriente 4-20mA, se plantea el uso de un equipo de marca Endress Hauser llamado Liquiline CM442, para evitar interferencias propias de los sensores un cable de medida CYK10 Memosens, se plantea la inmersión a 1 metro con 50 centímetros como se observa en el anexo 5, estas señales de 4 a 20mA ingresan al módulo entradas análogas del Logo.

Para que exista un control sobre los valores máximos de conductividad se instala una sección para ingresar el rango máximo en el proceso para que si existe una desviación una alarma sonora y visual de color rojo alerte que existe anomalías en el proceso.

Para la temperatura y medición de flujo se plantea usar las dos entradas analógicas del PLC S7-1200, se trabaja así para reducción de costos, el PLC Logo permite un máximo de 8 entradas analógicas de voltaje o corriente, como se trabaja con una instalación instalada 6 entradas están copadas y se usan las dos adicionales para PH y la conductividad.

Las entradas del S7 -1200 son de voltaje, pero se puede trabajar con corriente al efectuar la instalación de una resistencia de 500 ohmios en paralelo por cálculos de ley de OHM, se puede trabajar con lazos de corriente que son menos inmunes a interferencias por campos magnéticos del medio aledaño.

Costo estimado del proyecto en compra de sensores, actuadores, y puesta en marcha tiene un valor 25000 dólares americanos sin iva, para mayor detalle se puede observar el anexo 15.

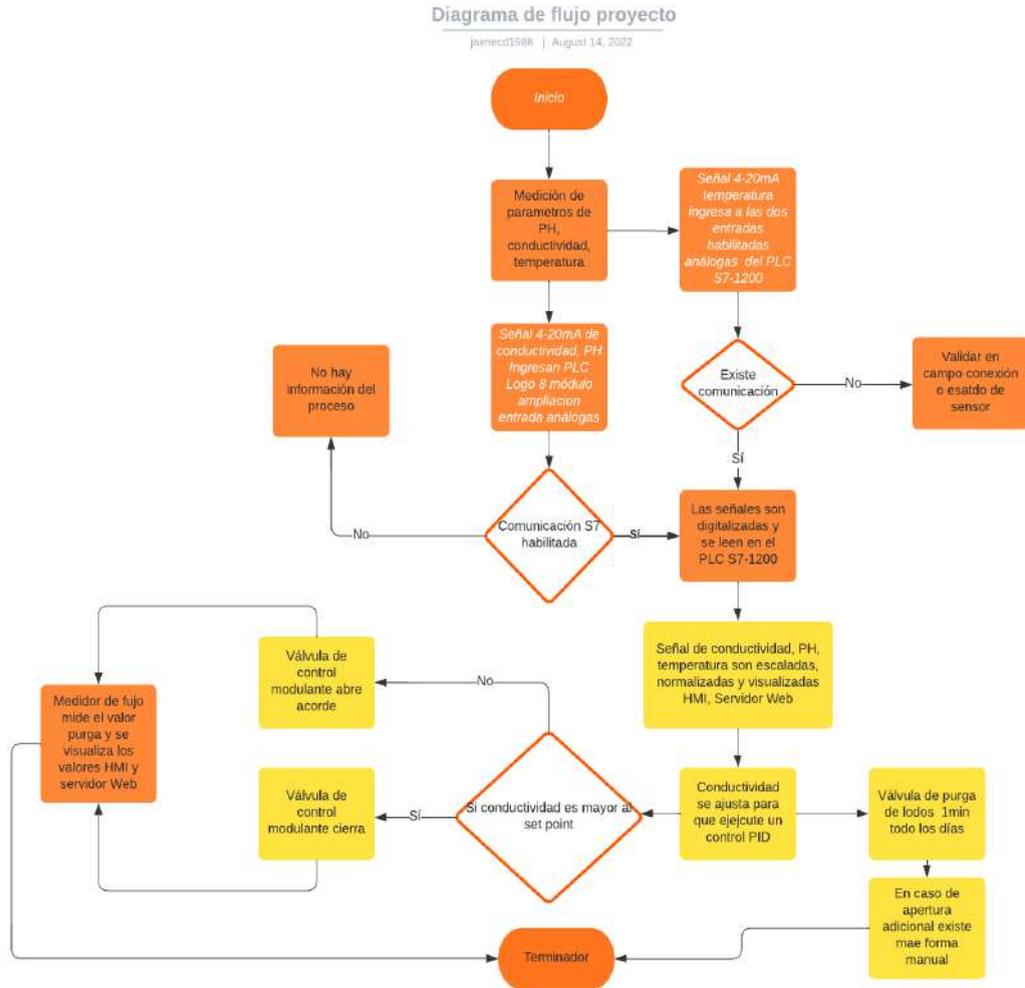
a. Estructura general

En la figura 6 se puede observar el flujo de proceso de las nuevas variables agregadas, cabe recalcar que existen variables ya configuradas y se agregan 5 nuevas señales de monitoreo y control, entre ellas medición de temperatura, flujo de agua de purga, conductividad, PH, control sobre una válvula de control modulante y On-Off.

El análisis parte de la operación manual que se realiza, esta contempla medición diaria en laboratorio de sílice, PH, conductividad, toma de medidas del caudal de purga en un medidor mecánico en caso que a purga este menor o mayor se ajusta manualmente el ángulo de apertura de la válvula, y apertura de válvula para drenado de lodos del fondo de la piscina.

Figura 6

Flujograma de nuevas variables a controlar en el proceso de monitoreo de calidad de agua de la torre de enfriamiento.



La propuesta es usar equipos ya instalados en Interquimec, evaluación de módulos ampliación, selección de sensores y transmisores, elementos de control acorde a la necesidad observado en las etapas manuales que se realizan.

En la figura 7 y 8 se observa una breve topología de lo que se plantea realizar, en el anexo 1 al 5 se puede validar los planos desarrollados para la propuesta.

Figura 7

Esquema de conexión de PLCs S7-1200 con nuevas variables a medir, (Cordova, 2022).

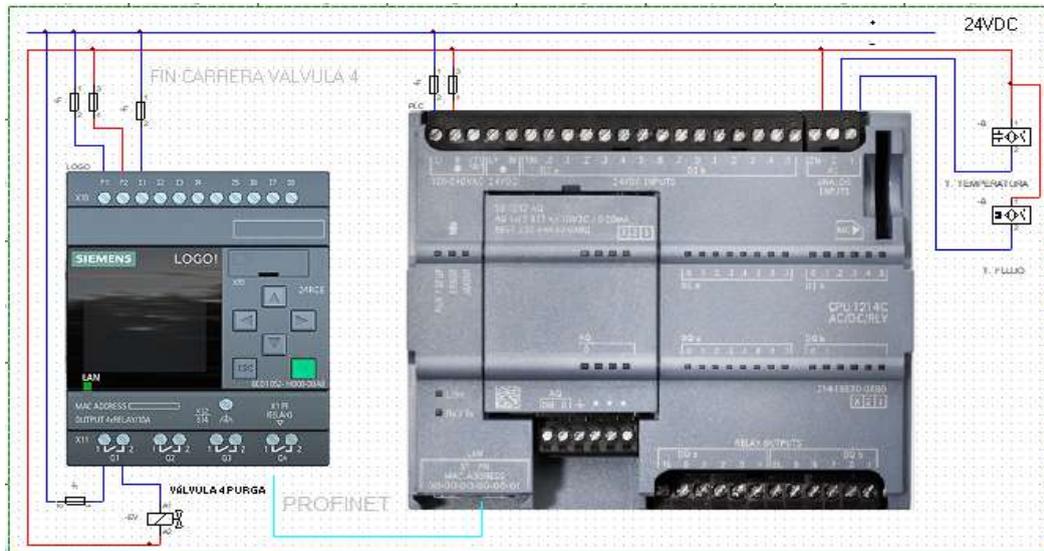
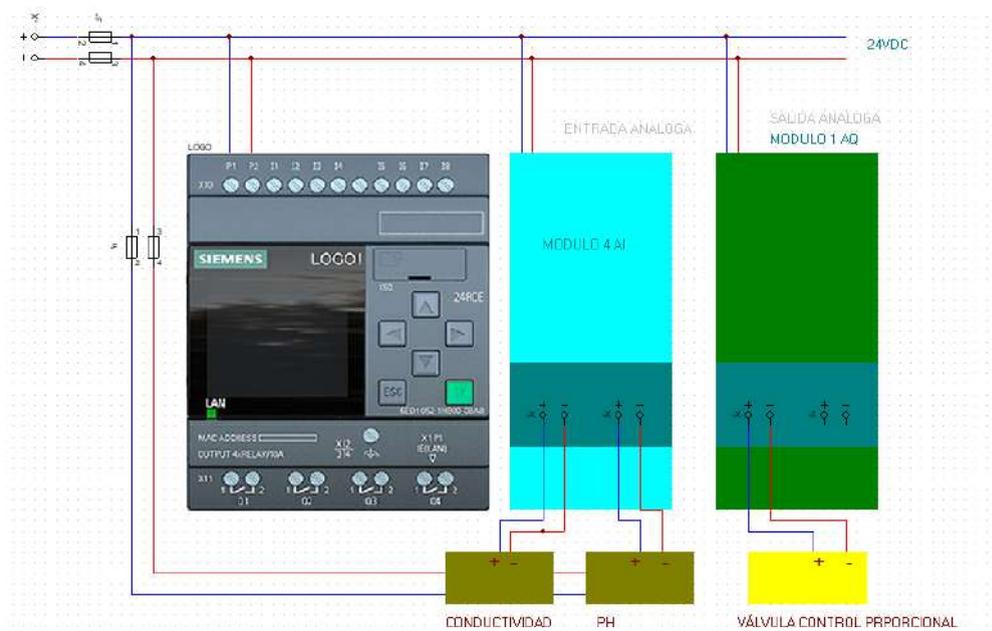


Figura 8

Esquema de conexión de PLCs Logo V8 con nuevas variables a medir, (Cordova, 2022).



b. Explicación del aporte

Para el desarrollo de este proyecto se evalúa en primer lugar los datos de laboratorio de la calidad de agua.

Se trabaja con la evaluación de sensores en el mercado acorde a los rangos de medida máximo y mínimo en el proceso, para mayor detalle validar en la tabla 3.

Uno de los factores claves para la reducción de sílice es la purga diaria de la torre que puede ser entre 5 a 25 m³ diarios, a mayor purga menor concentración de sílice, pero a la vez existen incrementos en costos de facturación de agua, se debe encontrar un equilibrio, por eso se plantea ejecutar un control proporcional, integral y derivativo (PID).

Para eso se analiza la relación que existe entre otros de los valores medidos que es la conductividad que es la capacidad de conducir electricidad en el agua por la cantidad de sales disueltas, mayores sales disueltas la conductividad es mayor, se realiza una relación entre la conductividad (uS/cm) y sílice en (ppm), en la figura 5, se observa que a menor cantidad de sílice la conductividad es menor, se puede trabajar como línea base para el control proporcional de la purga, se trabaja en un bloque PID compacto para el control de la apertura en base a un set point establecido que puede ir entre 550 a 650 uS/cm, se necesita una válvula de control modulante proporcional en la línea de 2 pulgadas cuerpo stainless steel 1.4408(CF8M)/1.4571(AISI 316Ti) Sellos PTFE Posicionador digital, 4-20 mA, 2 hilos, IP65, para mantener una regulación autoajustable de la purga acorde a los valores de referencia establecidos como idóneos para operación.

En el fondo de la torre se acumulan lodos, para eso se plantea trabajar en un sistema de purgado automático diario acompañado de un control manual en caso que se requiera una purga extra, para minimizar que se arrastre aguas abajo y la incrustación sea mayor por sólidos suspendidos.

Para la purga de lodos se plantea la instalación de una válvula de 4 pulgadas de bola con actuador neumático de doble efecto con indicador de posición y válvula tipo namur 5/2 retorno por fuelle bobina 24Vdc, esta es controlado por el Logo mediante un temporizador diario se activa durante un minuto, para validar que el cierre en físico dispone de topes de fin de carrera al cierre que señala un problema en campo, para en

caso que el operador desee manipular de forma manual existe en la interfaz la operación manual.

Las variables del proceso a medir en línea en tiempo real permiten el monitoreo del proceso para conocer si existen desviaciones, para ello se detalla a continuación:

Para la medición de conductividad y PH se instala un sensor Memosens CLS21E y Orbisint CPS11D Memosen sumergido en la piscina 1,5 metros con rango de medición 10 μ S/cm to 20 mS/cm y 0-12 PH, estos son conectado a un transmisor de dos canales modelo Liquiline CM442, con visualización en proceso, dos entradas y salidas analogicas configurables, la señal 4-20mA es enviado al PLC Logo V8 donde es conectada a un módulo de entradas análogas AM2, mediante protocolo S7 de Profinet se comunica a un PLC S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC donde es tratada y se visualiza en una interfaz HMI KTP-700 y servidor web, y se configura a la par sus alarmas desviación con visualización y tono, esto permite tener un control del proceso en caso de existir desviaciones alarme al proceso, y se tome medidas correctivas en el tratamiento o incrementos de purga.

Para la temperatura y el flujo por disponibilidad de máximo 8 entradas al LOGO V8, se opta por cablear hasta al PLC S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC que dispone de dos entradas análogas de voltaje, en este las señales son tratadas y visualizadas en una interfaz HMI-KTP 700 y servidor web.

Transmisor de flujo es un modelo Picomag, DMA50, DN50 2", comunicación IO-LINK, 4-20mA o 2-10V configurable mediante bluetooth, este permite en proceso la medición continua de los valores de agua de purga para disponer un control agua que se desecha.

Para el transmisor de temperatura se selecciona que venga configurado de fábrica de 0 a 150°C, salida 4-20mA, longitud de bulbo 1 metro, termocupla tipo K, esta variable permite conocer si el agua está en un punto idóneo de trabajo entre 15 a 20°C.

Para el proceso de la interfaz se plantea trabajar en HMI KTP-700 y servidor web que permite al acceso a visualización mediante la creación de una página HTML y el registro de datos almacenado mediante la configuración de Data Logger, permite interactuar al usuario con el proceso, para toma decisiones en caso desviaciones

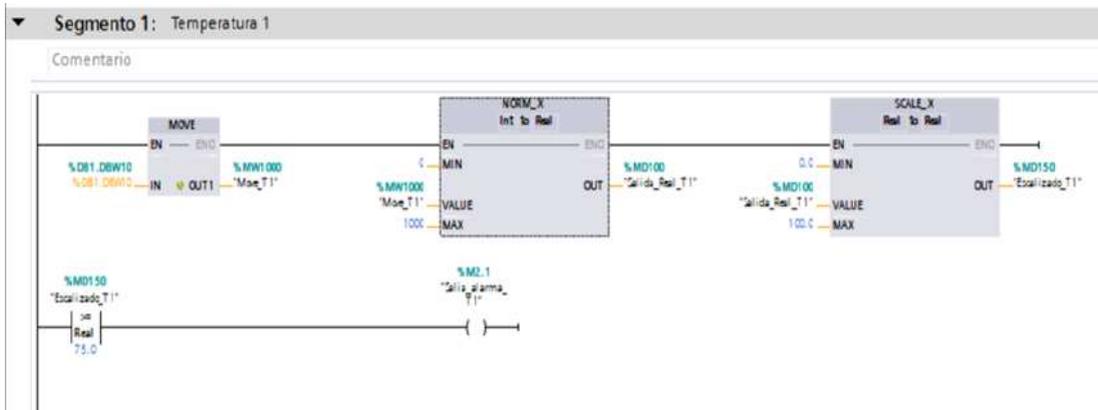
c. Estrategias y/o técnicas

Para el desarrollo de este proyecto como se mencionó en este documento anteriormente se va a trabajar con una instalación ya implementada, que se encarga del monitoreo de parámetros de temperatura y presión del sistema de adición de aire para la fabricación de formol, este sistema de monitoreo está contemplado de un PLC Logo V8 con tres módulos de ampliación de entradas analógicas en este se encuentra configurado seis entradas analógicas con seis salidas en red analógica, el mapeado de red, estas señales son enviadas mediante protocolo S7 con una comunicación profinet a un PLC S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC, en este PLC se realiza el escalado, normalizado de la señal.

En la figura 9 se observa una parte de la lógica ya programada que está operativa en la actualidad.

Figura 9

Ejemplo de programación instalada en la actualidad en PLC s7-1200 1214C DC/DC/DC

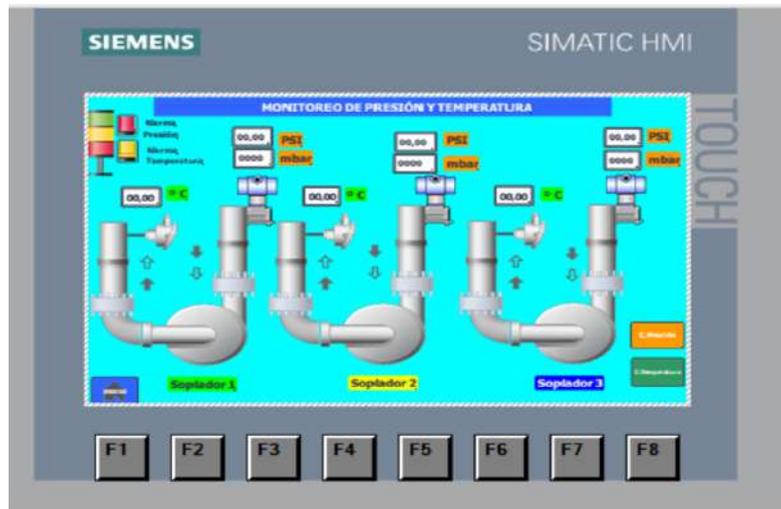


Nota. Existen seis segmentos de programación de las señales analógicas, dos segmentos de alarmas en caso de desviación por alta temperatura y presión, tres segmentos para poder enviar esta información a un OPC kepsver instalado en un computador para poder visualizar en un aplicativo de Matlab.

Se desarrolla una Interfaz en HMI KTP-700 y app matlab para poder tener control de las variables del proceso, como se puede observar en la figura 10 se puede visualizar el desarrollo de HMI en marcha.

Figura 10

HMI configurado en la topología de red a usar.



Para reducción de costos en compra de equipos se plantea efectuar el proyecto en mención utilizando esta arquitectura de red ya instalada, para esto es necesario un módulo de entradas y salidas analógicas AM2, como LOGO permite un máximo de ochos entradas analógicas y usar las dos entradas del PLC S7-1200, activación del protocolo de Servidor Web, generación de una pantalla nueva en el HMI KTP-700, desarrollo de página HTML y registro de datos.

Configuración de equipos

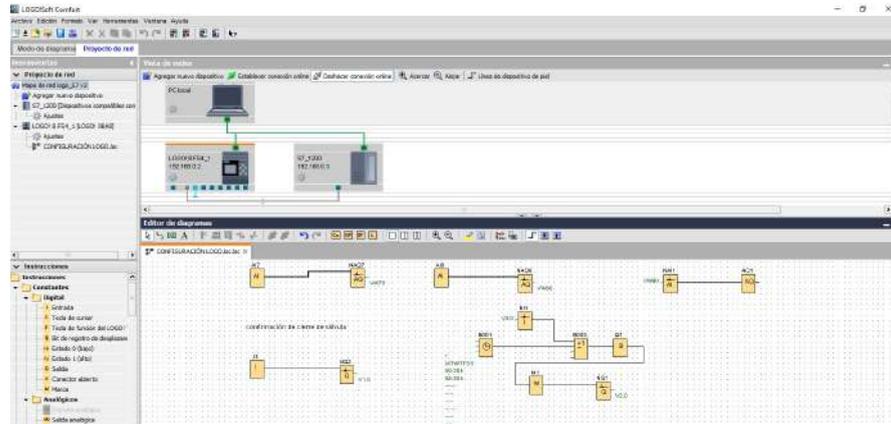
Desarrollo de programación de PLC Logo V8.2!

Para desarrollo de la configuración del PLC Siemens logo V8.2 se lo ejecuta en el programa LOGOSoft Comfort V8.2, ejecutado en diagrama de bloques.

El desarrollo de la nueva configuración parte de una instalación previa desarrollada, se incrementa dos nuevas salidas de red analógicas VW70 y 80, uso de una entrada digital I1 con dos salidas en red digital V1.0, V2.0, y un ingreso de red digital V3.0, para el tema de encendido programado se agrega un contador bloque B001, la salida digital Q1 para encendido de purga, un ingreso de red analógico conectado a una salida física analógica 4-20mA, como se observa en la figura 11.

Figura 11

Programación de bloques de función en LOGOSoft Comfort V8.2 del programa de monitoreo.



Nota. En la figura se observa las nuevas secciones agregadas de configuración, el PLC Logo cumple la función de un dispositivo esclavo que concentra las señales.

Las salidas de red analógica, digital de ingreso y salida se debe efectuar un mapeo de red para asignar una dirección temporal en el Logo con una longitud 4 bytes, el sentido a donde debe viajar la información y la dirección donde será detectada en el PLC master S7-1200, como se observa en la figura 12.

Figura 12

Mapeo de red en el PLC Logo V8.2

| ID | Dirección | Longitud (bytes) | Sentido | Dirección | Longitud (bytes) |
|----|-----------|------------------|---------|-----------|------------------|
| 1 | VB = 3 | 1 | <- | MB10 | 1 |
| 2 | VB = 30 | 4 | <- | DB1.DBB0 | 4 |
| 3 | VB = 10 | 4 | -> | DB1.DBB20 | 4 |
| 4 | VB = 20 | 4 | -> | DB1.DBB20 | 4 |
| 5 | VB = 30 | 4 | -> | DB1.DBB30 | 4 |
| 6 | VB = 40 | 4 | -> | DB1.DBB40 | 4 |
| 7 | VB = 50 | 4 | -> | DB1.DBB50 | 4 |
| 8 | VB = 60 | 4 | -> | DB1.DBB60 | 4 |
| 9 | VB = 70 | 4 | -> | DB1.DBB70 | 4 |
| 10 | VB = 80 | 4 | -> | DB1.DBB80 | 4 |
| 11 | VB = 1 | 1 | -> | MB9 | 1 |
| 12 | VB = 2 | 1 | -> | MB11 | 1 |

Nota. Se asigna una dirección de red en el PLC Logo, la longitud de la información a enviar la señal de 4-20mA tiene una trama de 2 bytes se asigna una banda de 4 para evitar interferencias, la dirección donde viaja la información y la dirección de red a donde llega.

Comunicación S7 cliente-servidor

La comunicación entre el cliente se debe efectuar mediante una comunicación propia desarrollada por Siemens denominada conexión S7 mediante Profinet.

Para la configuración del S7-1200 se usa el programa TIA PORTAL V. 16.

Para que la comunicación S7 se desarrolle se debe ejecutar los siguientes pasos:

1. Ejecuta la configuración IP del Logo (192.168.0.2) y del PLC remoto (192.168.0.3) máscara de subred 255.255.255.0.
2. Deshabilitan las entradas propias del Logo que son 4 entradas de voltaje 0 a 10V, el Logo solo permite un máximo de 8 entradas y salidas analógicas.
3. En el S7-1200 en asignación de redes, en PLC1 CPU 1214C ingresar a propiedades agregar conexión y seleccionar conexión S7.
4. En la opción detalles de direccionamiento asignar el valor TSAP para el caso de S7-1200 se asigna un valor hexadecimal 10 y el Logo un TSAP 20.
5. En propiedades del PLC1 en mecanismos de conexión activar, permite acceso vía comunicación PUT/GET del interlocutor remoto.

Finalizado los pasos de configuración anterior en los dos PLCs, se encuentra activada la comunicación S7 que va a permitir transmitir la información digitalizada de los sensores ya instalados de temperatura, presión más las dos señales adicionales de conductividad y PH.

Configuración de PLC S7-1200

El programa desarrollado **Logo_HMI_S7_KEPSEK_MATLAB** con extensión ap15_1, como se trabajó en una versión anterior del TIA PORTAL se procede actualizar las librerías, está seleccionado un CPU modelo 1214C DC/DC/DC, la dirección de red asignada es la 192.168.0.3 máscara de subred 255.255.255.0.

Configuración PH y conductividad

En bloques de programas en la opción Datos_**Logo** que permite recibir el direccionamiento remoto de las variables mapeadas del Logo, existe generando un vector de tamaño 0 a 70 byte, para poder adicionar las dos nuevas señales se aumenta el tamaño hasta 90 bytes.

El programa se realiza en modo bloques de función ejecutada en un bloque de organización OB1 denominada **Programa_Monitoreo**.

Se usa un bloque move o mover que llama la información del bloque de datos DB1 (**Datos_Logo**) y asignar un parámetro denominado **DB1.DBW0...90**, a un parámetro en una marca temporal de palabra **MW**.

La marca de palabra con un valor numérico se normaliza, se usa un bloque **NORM_X** que permite pasar a un entero de 16 Bits (**int**) a números de coma flotante a real que se le debe asignar una marca temporal de palabra doble **MD**.

El valor mínimo del bloque **NORM_X** es 200 y máximo 1000 por relación que la salida del análogo.

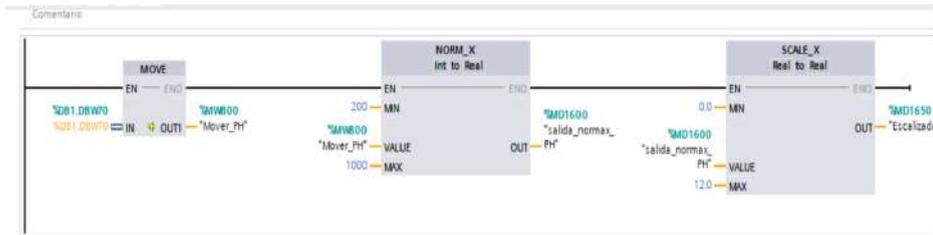
El Logo envía un valor entero de 16bits de 0 a 1000, y la relación de 4mA es 200 y 20mA es 1000.

La señal normalizada se escala en un bloque **SCALE_X** donde se ajusta los rangos de medición del sensor, este valor varía acorde a los rangos de medición, se debe validar en las especificaciones técnicas del producto o equipo.

En la figura de abajo se puede observar la configuración de las dos nuevas señales de monitoreo, con esto se llega al máximo de entradas análogas del PLC logo, para las señales de medición de flujo y temperatura por temas de costo habilitar las dos señales de ingreso análogo IW64 y 66, como se observa en la figura 13 una sección de configuración de tratamiento de la señal analogica.

Figura 13

Segmentos de programación por bloques de sensores TIA PORTAL V16.



Nota. Adaptado de captura de pantalla del TIA PORTAL V16, 2022.

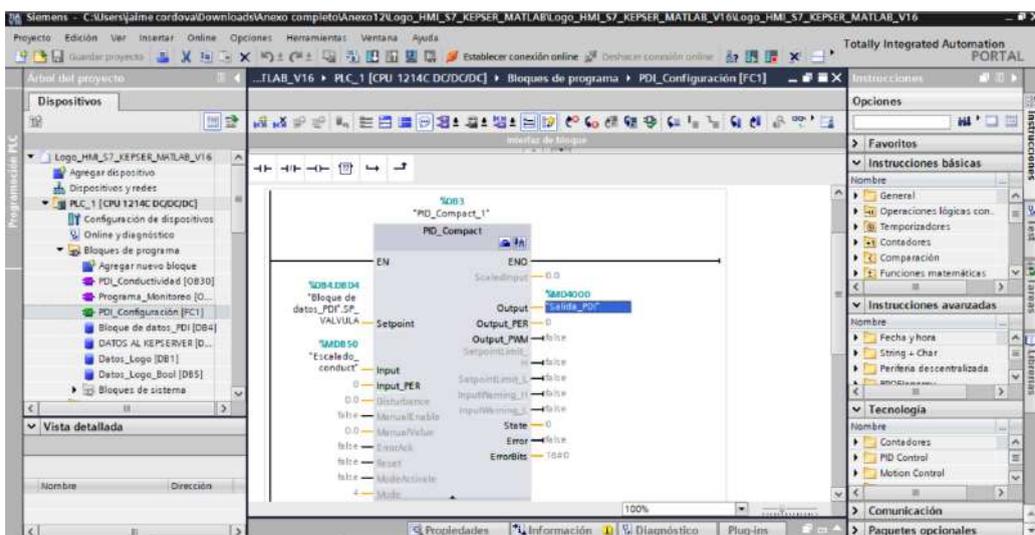
Control PID purga de torre

Para el tema de la configuración de la purga automática se requiere instalar una válvula modulante de 2 pulgadas NPT de 4-20mA falla abierta, para poder controlar el valor de la purga se toma como referencia el valor de transmisor de conductividad acorde a las recomendaciones anteriores existe un valor óptimo encuentra en un rango de 590 a 685 μ s.

Se agrega en un nuevo bloque de función donde se llama en instrucciones, opción tecnología la opción bloque PID_Compact, esta función acorde al sensor instalado en campo se puede seleccionar ya una opción predefinida, caso contrario se arranca desde cero la configuración y puesta en servicio, en la figura 14 se observa la configuración.

Figura 14

Configuración del bloque PID_Compact



Nota. Adaptado de captura de pantalla del TIA PORTAL V16, 2022.

En configuración es importante determinar los siguiente:

1. Tipo de regulación que en nuestro caso es general, pero acorde al sensor puede encontrar de nivel, temperatura, flujo, etc.
2. Parámetros de entrada/salida, que puede ser una entrada física del PLC S7-1200 (Input_PER) o una entrada ya escalada y el tipo salida que puede ser para salida física del PLC (Output_PER), para uso en otra configuración (Output) o modulación por pulsos (Output_PWM), en nuestro caso se trabaja con Output e input.
3. Límites del valor real, acorde a los rangos del sensor.
4. Parámetros del PID, que se calculan o siemens permite la opción puesta en servicio para ajuste inicial o fino.

Para nuestro caso para poder cambiar el parámetro de ganancia se asigna un bloque move para poder variar la este parámetro, que es la distancia que la variable de proceso medida (input) se mueve hasta un cambio en la salida del Controlador (Output).

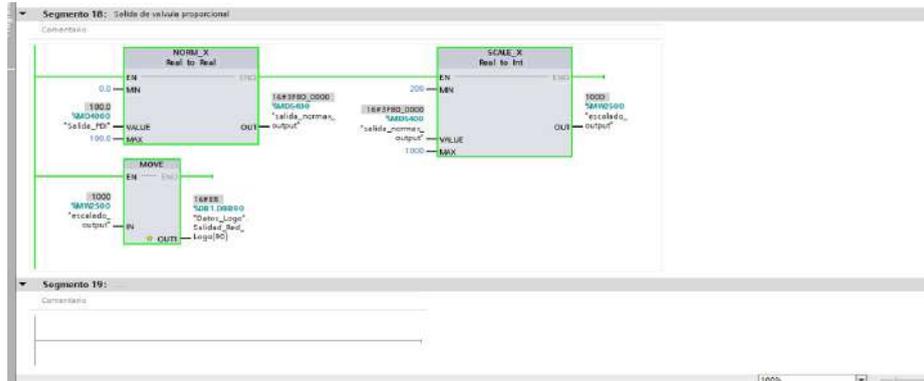
Para que el programa funcione sin problemas se debe estar cargado en un bloque de organización de ciclo interrumpido, el bloque función FC se debe arrastrar hasta el bloque OB.

Para poder enviar la señal de salida al módulo de salida del PLC Logo AM2 AQ se debe normalizar y escalar la señal, el Logo recibe un valor de 0 a 1000 en caso de 0 a 10V o 200 a 1000 en caso de señal de 4-20mA.

Para mover a los bloques de datos se usa un bloque move.

Figura 15

Salida 4-20mA para control de la válvula modulante automática.



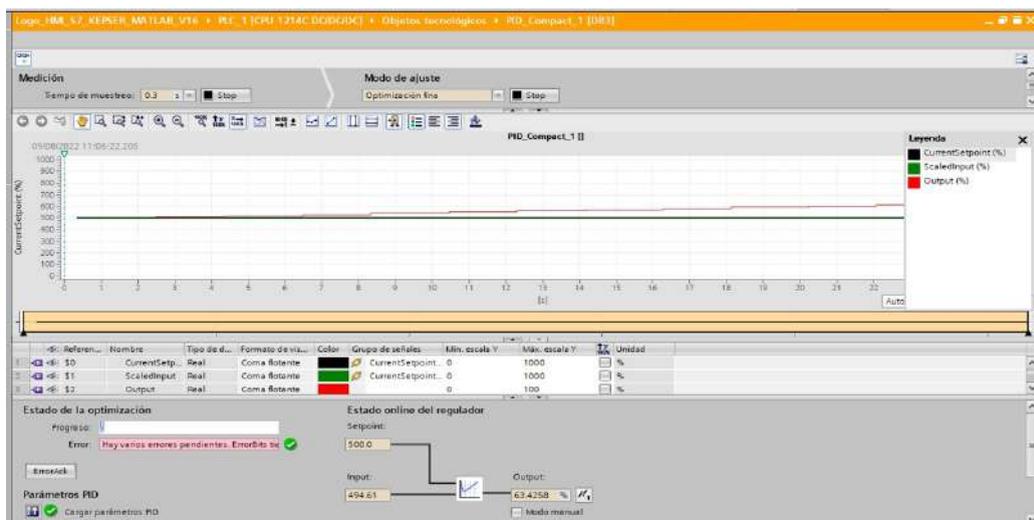
Nota. Adaptado de captura de pantalla del TIA PORTAL V16.

Para poder habilitar la configuración del PID en la opción abre la ventana puesta en servicio inicia con la toma de datos y procede a iniciar PID así de esta manera se optimiza el control.

En la figura 16 se puede observar la optimización del PID, existen dos maneras de efectuarlo, matemáticamente con la fórmula de ganancia o mediante el programa y la puesta en servicio inicial y fino ir ajustando acorde al proceso.

Figura 16

Puesta en servicio de PID_Compact



Nota. Adaptado de captura de pantalla del TIA PORTAL V16.

Para el tema de señalización de alarmas se configura lógica que en caso que el valor de la sílice es mayor suene una alarma y se visualice un foco led rojo, este valor es configurable por el operador acorde a las necesidades del proceso.

Otro factor para poder disminuir la sílice en agua es la relación de agua potable versus agua ablandada, para esto se plantea instalar dos válvulas de 1 pulgadas modulantes, como recomendación en la validación de especialistas, se va a poder manipular desde el HMI el porcentaje de apertura, se configura PID_compacto dos y tres, de manera que la entrada manual quede siempre activada.

Para esto se configura de la siguiente manera:

1. Set point es el valor ingresado manualmente en el HMI.
2. Input es el valor de la conductividad del sensor de proceso.
3. Entrada manual siempre activa con una marca verdadera.
4. Valor manual se asigna del bloque de datos del PID para que su ingreso sea manual y directo del HMI.
5. Se asigna una salida en una relación 0-100 con una marca de doble palabra (MD).
6. En el bloque MAIN principal, se trata la señal para ser redireccionada al PLC Logo, se normaliza en un rango de 0 a 100 y escala en el valor de 200 a 1000 que es el valor que recibe el PLC.
7. Logo V8 se activa dos señales de entradas de red analógicas, conectadas a dos salidas físicas analógicas.

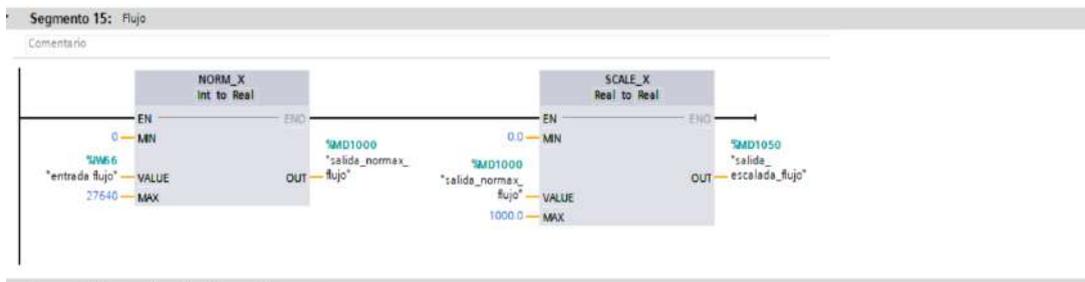
Configuración de medidor flujo y temperatura

Para la configuración de las señales de temperatura y flujo que proviene del transmisor instalado en campo se va usar las dos señales habilitadas el S7-1200 para entradas análogas IW64 y 66 estas señales vienen por default de fábrica de 0 a 10V, para poder ingresar una señal de corriente de 4-20mA se instala una resistencia 470 ohmios, o se solicitan los transmisores con salida de voltaje.

Se usa un bloque NORM_X para el tema de rangos este dado viene de la información técnica del sensor de campo como se observa en la figura 17.

Figura 17

Configuración de señales de flujo y temperatura



Nota. Adaptado de captura de pantalla del TIA PORTAL V16.

Configuración de válvula de purga de lodos

Para esta aplicación se usa una válvula de control ON-OFF de media vuelta de 4 pulgadas con actuador neumático, para este caso se configura en PLC logo y S7 1200, el Logo se configura un contador para encendido automática de lunes a domingo durante un minuto, y la salida Q1 para la conexión de la electroválvula 5/2 con retorno de fuelle.

En el PLC S7-1200 se configura en mando remoto de apertura manual del HMI KTP-700, dos señales que son:

1. Señalizar que un contacto garantice el cierre hermético de la válvula conectada a la entrada I1, visualización HMI como etiqueta o marca.
2. Señalizar con luz verde en caso que la válvula en campo no se cierre adecuadamente para evitar que el nivel de la piscina descienda bruscamente.
3. Señalizar la apertura de la válvula mediante alarma visual color verde para alertar de la apertura.

Configuración del HMI HMI KTP 700 Basic PN

La configuración se debe trabajar con una plantilla raíz donde se va a colocar toda la información del programa, los iconos de acceso al monitoreo, e imágenes.

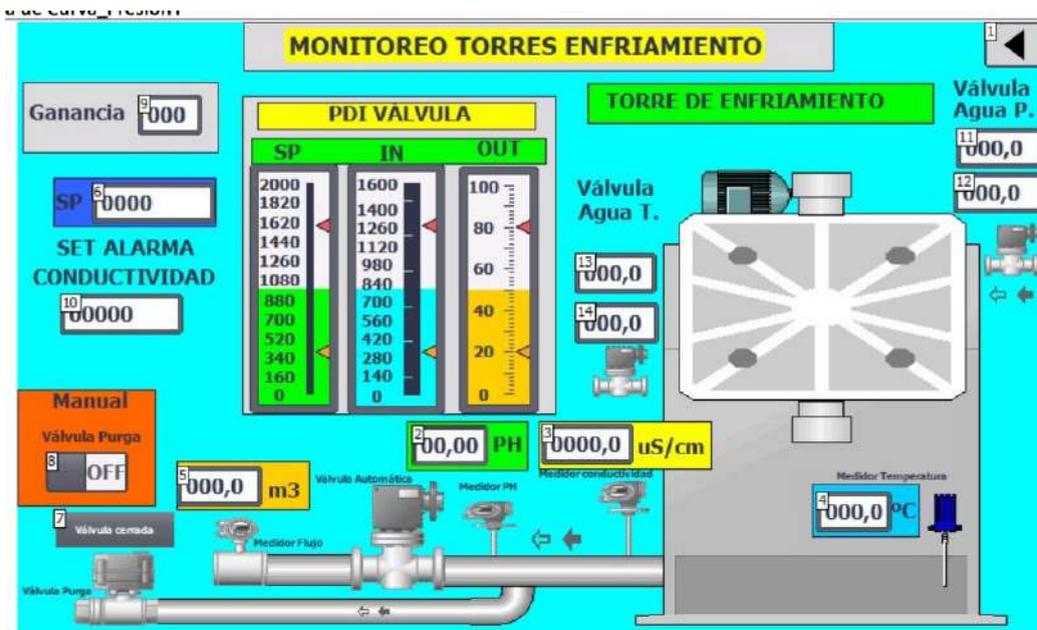
Se trabaja ya en una plantilla de trabajo realizada anteriormente, se selecciona una imagen que no estaba en uso y se procede con la generación de la pantalla.

Se asignan los parámetros de visualización de las señales de sensores de campo con sus respectivas unidades, los tags a medir, se genera una interfaz amigable, de fácil uso para el usuario final.

En la figura 18 se usa imágenes ya establecidas por Siemens, se adapta a un diseño del proceso y se carga la visualización de las variables del proceso, se ajusta el tipo de formato de dato, el tamaño de dígitos y se llama a la variable asignada el anexo 13 de variables del PLC.

Figura 18

Configuración de la pantalla HMI KTP-700



Nota. Adaptado de captura de pantalla del TIA PORTAL V16, 2022.

Se puede validar en anexo 14, las tablas de variables usadas en el HMI.

Configuración servidor web

Para el desarrollo de un servidor web es necesario validar un poco la literatura de desarrollo de páginas web y los conceptos de llamar variables de la información que dispone Siemens referente al tema.

En propiedades del PLC1 validar la opción servidor web, seleccionar:

1. Activar servidor web, activar la casilla.
2. Administración de usuarios, seleccionar todas las opciones para validar funcionamiento, cabe recalcar que ya cuando se entregue el proyecto se debe generar usuario y clave para evitar accesos no utilizados.
3. Páginas de usuarios, previamente debe generar una carpeta ubicada en computador donde se encuentre toda la información desarrollada para la

creación de página Web, en esta opción buscar el link de ubicación de carpeta, en la siguiente opción link de acceso a la página web y después un nombre definido del proyecto.

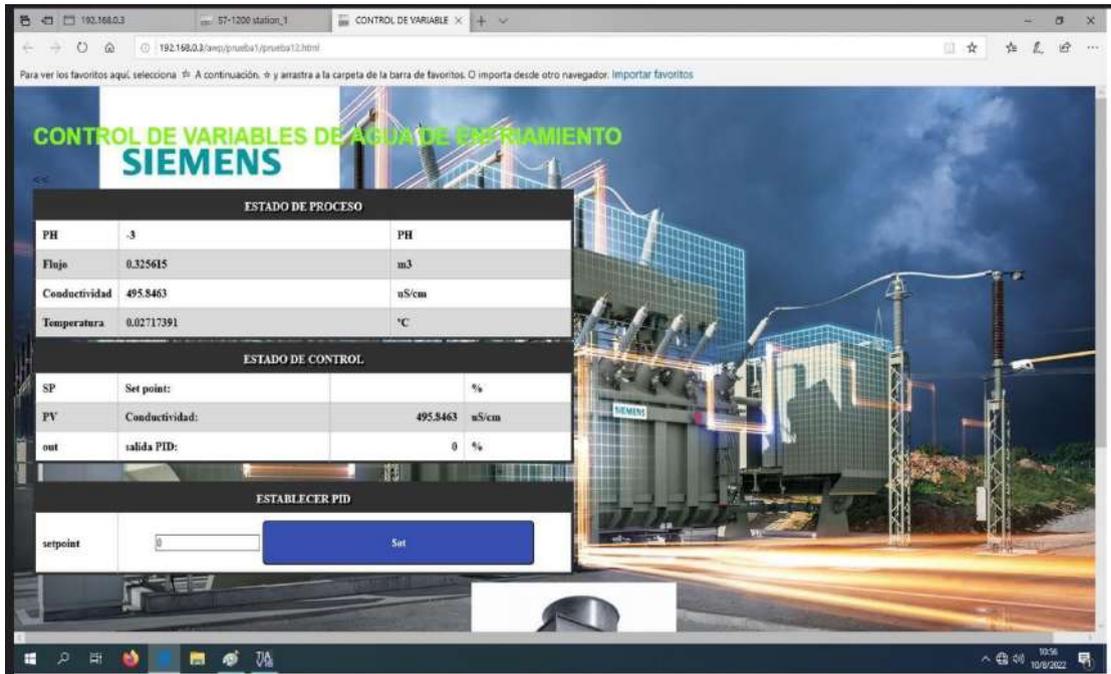
En la sección de bloque de organización donde está desarrollado la configuración del programa, se agrega una sección para llamar un bloque denomina WWW, en la entrada colocar 333 y una marca de palabra para que se guarde la información esa dirección una vez desarrollada estos pasos generar nuevos bloques.

Una vez cargada la configuración del PLC se procede desde un navegador en nuestro caso EDGE colocar la dirección IP 192.168.0.3, esta nos redirecciona a la ventana como habilita la opción administradora tendrá todas las funciones activas, buscar la opción página de usuario en ingresar al link con el nombre colocado anteriormente.

Una vez generado el acceso validar como se visualiza los parámetros del proceso, figura 19 se observa cómo está la visualización en el proceso.

Figura 19

Pantalla del servidor Web con visualización de parámetros de procesos.



Nota. Adaptado de captura de pantalla de Microsoft EDGE.

Anexo 11 se puede visualizar la configuración utilizada para desarrollo de la página WEB se usa el programa Notepad++.

Configuración de la base de datos

Para poder trabajar con el almacenamiento de la información, se trabaja con la configuración de Data Logger para registro de las variables de temperatura, PH, Flujo, conductividad.

En un bloque de información agregar un bloque Startup (OB100), en instrucciones avanzadas localizar el archivo recetas y data logging, ubicar DataLogCreate, se debe configurar los siguientes puntos:

1. *REQ* cambiar a *TRUE*, en este caso se reinicia el registro cuando arranca el CPU.
2. *RECORDS* es la cantidad de líneas de almacenamiento, cuando llegue al límite se vuelve a reinscribir.
3. *FORMAT* selección 1, tipo de archivo que se va almacenar el registro
4. *TIEMESTAP* selección 1.

5. Para *NAME*, *ID*, *HEADER*, *DONE*, *BUSY*, *ERROR*, *STATUS* lo genera un nuevo bloque de datos denominado *DT_Data_logger* acá seleccionar el tipo de dato, para *NAME* es *string*, *ID*, *STATUS* tipo *WORD*, y el resto son tipo *Bool*.

6. En el bloque de datos es importante generar la opción de los datos que se necesitan monitorear lo nombra *MisDatos* en tipo de dato *Struct*, asignar las variables a medir, en este caso *PH*, temperatura, Flujo, Conductividad en tipo de dato *Real*.

7. Para el registro de la información que está en el proceso es necesario efectuarlo en una lógica que se abra el envío de la información, se escriba en el registro y se cierre esa lectura, para esto usar bloques *DataLogOpen*, *DataLogWrite*, *DataLogClose*, esto se controla mediante temporizadores con retardo a la conexión (*TON*), se asigna cuatro tiempos que ingresaran en un orden establecido para que se ejecute de manera organizada se abra la comunicación, se escriba la información y se cierre el envío de información en ese lapso de tiempo.

8. Igual que el *DataLogCreate* se debe asignar un el bloque de datos las opciones *BUSY*, *DONNE*, *ERROR*, *STATUS* para cada nuevo bloque renombrado para que no se asigne un mismo nombre y toda la información se traslape.

Esta lógica se desarrolla en un bloque de función (*FC*) para disponer una sección de configuración única del *Data Logger*.

Es importante finalizar la configuración arrastrar a la configuración a un bloque de organización principal donde está la programación que reconoce el *PLC*, si no se ejecuta esto al descargar al *CPU* genera problemas de carga y se cancela la descarga.

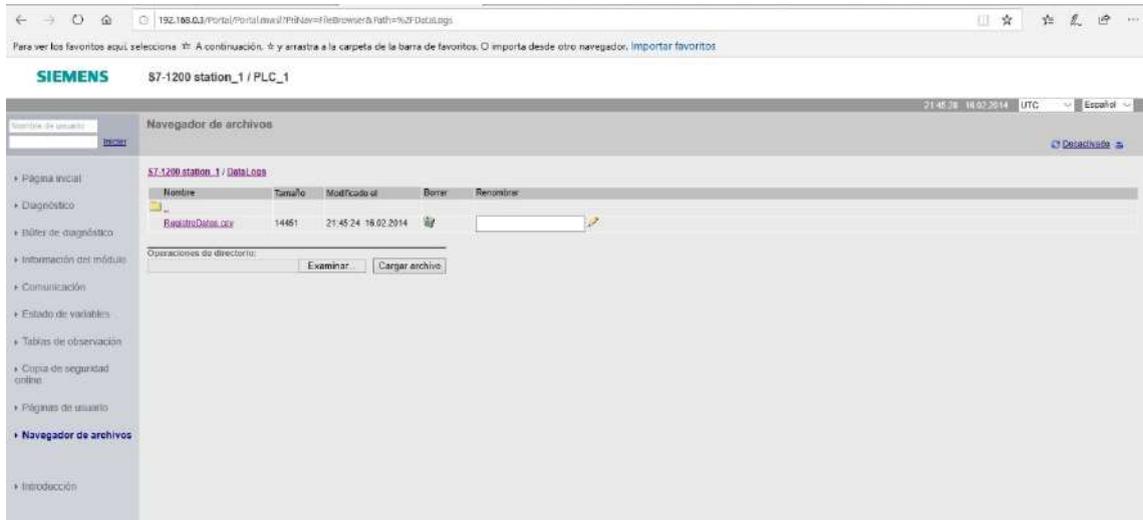
Se puede observar a detalle la configuración en el anexo 12.

En la siguiente figura observar como se muestra el archivo de registro de datos desde el *Web Server*, esta permite descargar y abrir en archivo de *Excel*.

Figura 20 se observa la pantalla en el servidor web para descarga del registro de datos.

Figura 20

Pantalla de Web Server de acceso al registro de datos



Nota. Se puede observar desde la página de acceso al Web Server, desde Navegador de archivos, la opción DataLogger, el registro de datos en formato CVS, que permite ser llamado en Excel de manera organizada y efectuar el análisis de la información.

2.3 Validación de la propuesta

Para la validación de la propuesta se la realiza con personal que tiene experiencia en la parte química de los procesos, y mantenimiento.

En la tabla 5 se observa el perfil del validadores de la parte práctica.

Tabla 5

Descripción de perfil de validadores

| Nombres y Apellidos | Año de experiencia | Titulación Académica | Cargo |
|---------------------------------|---------------------------|--|---|
| José Adolfo Martínez Zapata | 33 años | Ingeniero Industrial Magister en procesos | Jefe de mantenimiento y proyectos Interquimec |
| Deysi Mariela Berrones Zuñiga | 8 años | Ingeniera Química Magister Sistema Gestión integral y eficiencia energética | Ingeniera de productividad y servicio Interquimec |
| Christian Ricardo Salgado Rojas | 12 años | Ingeniero mecánico. Magister en gerencia empresarial | Asesoría, Inspección, Venta, Puesta en marcha y Mantenimiento Impellering |

Para la evaluación del proyecto se trabaja con los parámetros de la siguiente tabla en un rango de un valor totalmente en desacuerdo de acuerdo.

En la tabla 6 se puede observar los criterios de selección.

Tabla 6*Crterios de valuación*

| Crterios | Descripción |
|-------------------|---|
| Impacto | Representa el alcance que tendrá el modelo de gestión y su representatividad en la generación de valor público. |
| Aplicabilidad | La capacidad de implementación del modelo considerando que los contenidos de la propuesta sean aplicables |
| Conceptualización | Los componentes de la propuesta tienen como base conceptos y teorías propias de la gestión por resultados de manera sistémica y articulada. |
| Actualidad | Los contenidos de la propuesta consideran los procedimientos actuales y los cambios científicos y tecnológicos que se producen en la nueva gestión pública. |
| Calidad Técnica | Miden los atributos cualitativos del contenido de la propuesta. |
| Factibilidad | Nivel de utilización del modelo propuesto por parte de la Entidad. |
| Pertinencia | Los contenidos de la propuesta son conducentes, concernientes y convenientes para solucionar el problema planteado. |

A continuación se puede observar la revisión de los validadores, para esta se considera dos personas internas, una encargada del área como responsable del del proceso de tratamiento de agua y monitoreo, el jefe de mantenimiento que con su amplia experiencia conoce sobre el manejo de inversiones y puesta marcha de mejoras y solución de problemas, una persona externa que brinda servicios de mantenimiento, ventas de repuestos, para validar su punto de vista externo de una persona que no está involucrada en el proceso puede dar sugerencias que no se observaron en el análisis.

Escala de revisión de la Ing. Deysi Mariela Berrones Zuñiga. MSc

| Revisor | Ing. Deysi Mariela Berrones Zuñiga. Msc | | | | |
|-------------------|--|---------------|--------------------------------------|------------|-----------------------|
| CRITERIOS | EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD | | | | |
| | En Total | En Desacuerdo | Ni de Acuerdo Ni en desacuerdo | De Acuerdo | Totalmente Acuerdo |
| Impacto | | | | | ✓ |
| Aplicabilidad | | | | | ✓ |
| Conceptualización | | | | | ✓ |
| Actualidad | | | | | ✓ |
| Calidad Técnica | | | | | ✓ |
| Factibilidad | | | | | ✓ |
| Pertinencia | | | | | ✓ |



Firma

Ing. Deysi Berrones. Msc

Fecha: 30/08/2022

Observaciones:

La propuesta y aplicabilidad de la presente propuesta es muy útil y evitará tiempos perdidos del operador, calidad en el tratamiento de aguas y automatización.

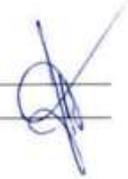
Escala de revisión de la Ing. José Martínez Zapata. MSc

| Revisor | Ing. José Adolfo Martínez Zapata. MSc | | | | |
|-------------------|--|---------------|--------------------------------|------------|--------------------|
| CRITERIOS | EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD | | | | |
| | En Total Desacuerdo | En Desacuerdo | Ni de Acuerdo Ni en desacuerdo | De Acuerdo | Totalmente Acuerdo |
| Impacto | | | | | ✓ |
| Aplicabilidad | | | | | ✓ |
| Conceptualización | | | | | ✓ |
| Actualidad | | | | | ✓ |
| Calidad Técnica | | | | | ✓ |
| Factibilidad | | | | | ✓ |
| Pertinencia | | | | | ✓ |


Firma
 Ing. José Martínez. MSc

Fecha: 31/08/2022

Observaciones:

La aplicación es excelente y Resuelve una problemática de la empresa. 

Escala de revisión de la Ing. Christian Ricardo Salgado Rojas. MBA

| Revisor | Ing. Christian Ricardo Salgado Rojas. MBA | | | | |
|-------------------|--|---------------|--------------------------------|------------|--------------------|
| CRITERIOS | EVALUACION SEGUN IMPORTANCIA Y REPRESENTATIVIDAD | | | | |
| | En Total Desacuerdo | En Desacuerdo | Ni de Acuerdo Ni en desacuerdo | De Acuerdo | Totalmente Acuerdo |
| Impacto | | | | ✓ | ✓ |
| Aplicabilidad | | | | ✓ | |
| Conceptualización | | | | ✓ | |
| Actualidad | | | | ✓ | |
| Calidad Técnica | | | | ✓ | ✓ |
| Factibilidad | | | | ✓ | |
| Pertinencia | | | | | ✓ |



Firma

Ing. Christian Salgado. MBA

Fecha: 01/09/2022

2.4 Matriz de articulación de la propuesta

Tabla 7

Matriz de articulación

| Ejes o partes principales del proyecto | | Breve descripción de los resultados de cada parte | Sustento teórico que se aplicó en la construcción del proyecto | Metodologías, herramientas técnicas y tecnológicas que se emplearon |
|--|---|--|---|--|
| 1 | Establecer los sensores actuadores y dispositivos de control para el sistema automático de monitoreo de la calidad de agua de la torre. | 1.1. Descripción de técnica 1.2. Análisis de costos y factibilidad 1.3. Tomas de decisiones en base a funcionalidades y beneficios. | Rangos de operación Tipo de inmersión intrusivos o no intrusivos Tipo de comunicación Tipo de alimentación | Investigación en la rama cuantitativa para evaluar los datos de laboratorio. Correlacional para comprobar las variables de investigación que generan problemas en el proceso. |
| 2 | Diseñar el sistema de control basado en PLC, sensores de PH, conductividad, temperatura, Flujo y actuadores de control proporcional y on-off. | 2.1. Diseño de planos 2.2. Comunicación profinet 2.3 Topología de red 2.4 PID compacto 2.5 Control de electroválvulas, válvulas modulantes, on-off | Programación de PLCs Siemens Tia Portal V16. Logo comfort V8.2 Autocad eléctrico Cadesimun | Trabajo con grupos focales al verificar la información en grupos de personas con mayores conocimientos en el área y validez es decir que clara y realmente mida las variables que se pretende medir. |
| 3 | Diseñar la visualización de las señales del proceso mediante HMI y Servidor Web. | 3.1. Diseño de interfaz 3.2. Data Logger 3.3. Página HTML | Programación de PLCs Siemens Tia Portal V16 Notepad++ | No experimental al ser un proceso continuo no se tiene control sobre las variables, y longitudinal, tendencia la recolección de datos se necesita efectuar en un intervalo de tiempo en diferentes momentos. |

| Ejes o partes principales del proyecto | Breve descripción de los resultados de cada parte | Sustento teórico que se aplicó en la construcción del proyecto | Metodologías, herramientas técnicas y tecnológicas que se emplearon |
|---|---|---|---|
| <p>4 Validar mediante pruebas de funcionamiento con un equipo calibrador de funciones que permite simular el comportamiento de transmisores de las señales de corriente o voltaje.</p> | <p>4.1 Simulación de rampas de voltaje, corriente. 4.2. Evaluación de error</p> | <p>Calibrador de multifunciones Martell MC 1200</p> | <p>En la población y muestra en la rama no probabilístico, porque se evalúa las causas que generan problemas en el proceso detallado en este documento.</p> |

2.5 Análisis de resultados. Presentación y discusión.

Para el desarrollo del análisis de los resultados, se usa un equipo calibrador de funciones modelo Martel MC1200, se lo efectúa acorde a la tabla para todas las variables analógicas del proceso que son el flujo en metros cúbicos, PH, conductividad (uS/cm), temperatura en grados centígrados.

Tabla 8

Pruebas efectuadas en el lazo de voltaje y corriente

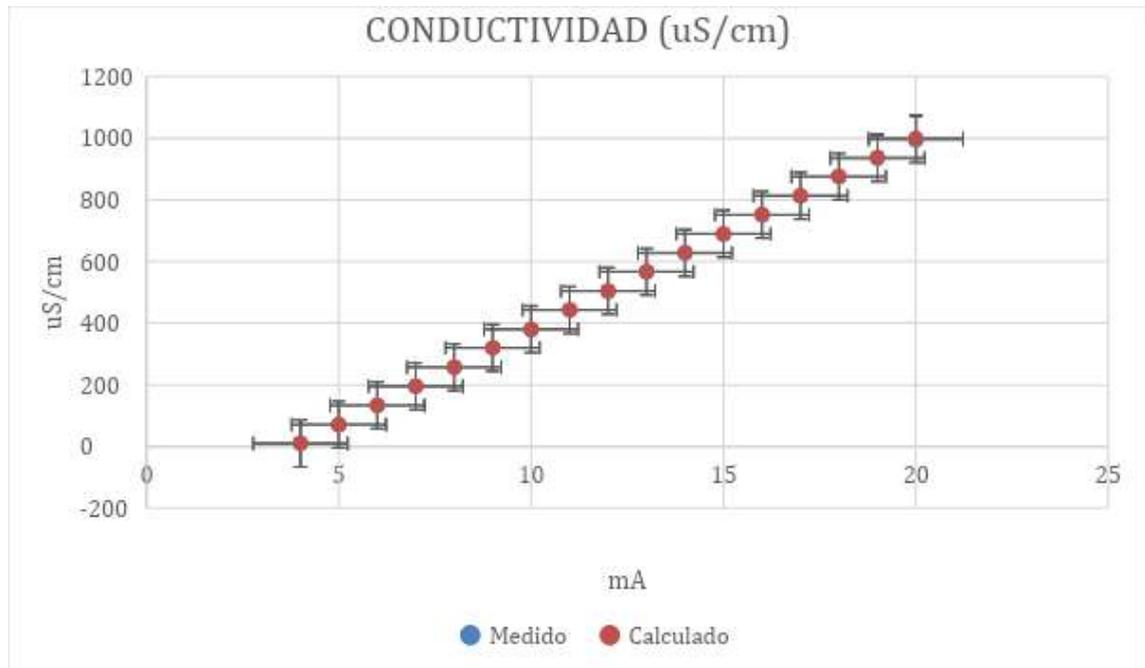
| Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 |
|---|--|---|
|  |  |  |
| <p>Para validar la propuesta, se usa una entrada analógica habilitada, para verificar si la comunicación entre campo, la interfaz, permite simular el lazo de corriente 4 a 20 mA y voltaje 0 a 10V</p> | <p>Con una señal de corriente simulada se puede ver como el Logo receipta esta señal, mediante protocolo S7 habilitado por profinet es enviada al PLC S7-1200, en caso del S7-1200 se conecte la señal analógica, visualiza directo en interfaz.</p> | <p>En el HMI se puede observar la lectura que se observa en campo y la variación de la señal tratada.</p> |

Se simula la señal de conductividad para validar la tendencia en referencia entre los valores medidos y calculados, se dispone de un error del 1,67 y en porcentaje del 0,36% de promedio de las señales tomadas en campo acorde se incrementa el lazo de corriente de 4 a 20mA.

En la figura 21 se puede observar cómo va a la par el error medido y teórico, se observa una tendencia que el error aumenta al llegar a los picos máximos, pero el error no es tan grande, se lo puede compensar en los ajustes de calibración del equipo ya instalado en proceso.

Figura 21

Error de la señal de conductividad entre el valor medido y teórico.



Nota. La diferencia más alta se visualiza en los puntos altos de los rangos máximos ejemplo al inicio se ve un error de margen pequeño a diferencia del último valor donde ya se observa un error de 1 de diferencia.

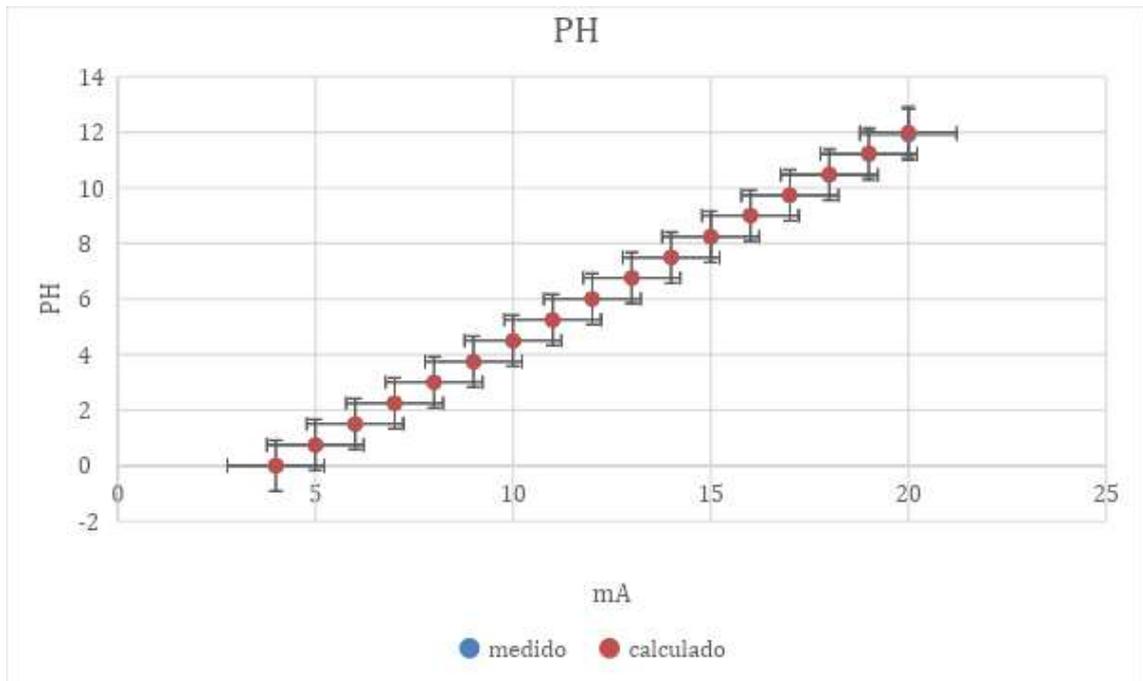
Cabe recalcar que entre mayor sea el valor del normalizado el margen de error tiende a incrementarse.

Para el análisis del PH la resolución del sensor es de cero a doce, en este caso se puede concluir que el error es más pequeño en promedio de los valores capturados en campo con la relación teórica, se puede decir que es de un 0,018 de diferencia y 0,22% en promedio.

En la figura 22 se puede observar la relación entre el valor medido, teórico y el error presente, se ve una tendencia de error pequeña.

Figura 22

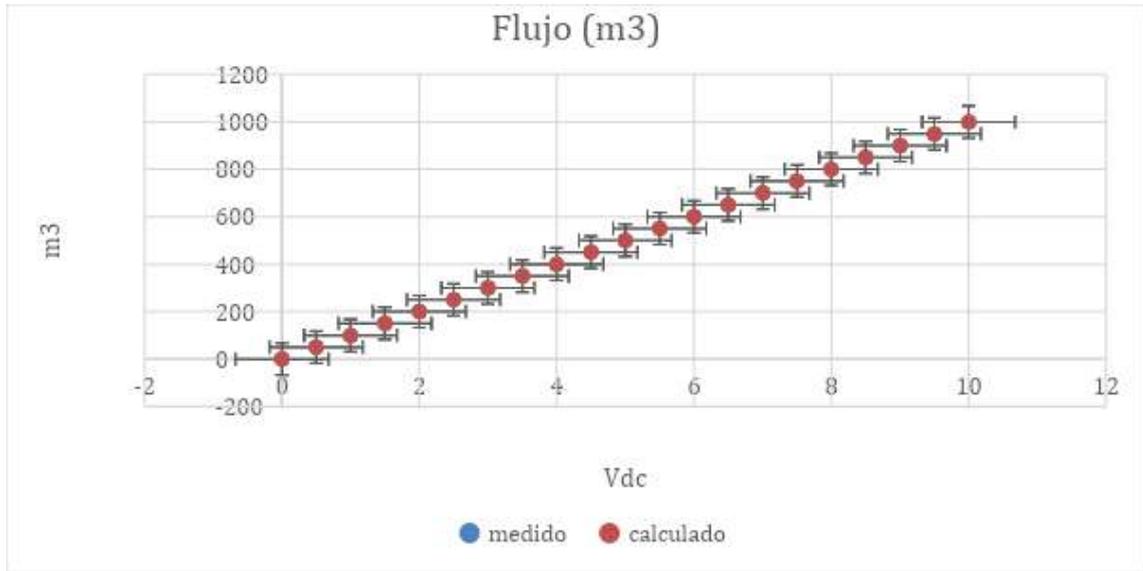
Error de la señal de PH entre lo medido y teórico.



Referente a la señal de flujo existe una resolución normalizada de cero a mil, en este caso la señal de salida del sensor es de voltaje, se puede verificar que el error es más pequeño, la diferencia entre lo medido y teórico es de 0,34 y un porcentaje de 0,13 de promedio, se puede destacar que la señal de voltaje son menos inmunes a interferencia y el error tendrá a incrementar si no se realiza una acometida libre de ruidos externos, por lo general se usan señales de corriente por la inmunidad que presenta estos lazos, queda a criterio del diseñador y el tipo de entradas de su PLCs para optar por la mejor solución.

Figura 23

Señal de Flujo error entre señal de campo y valor calculado



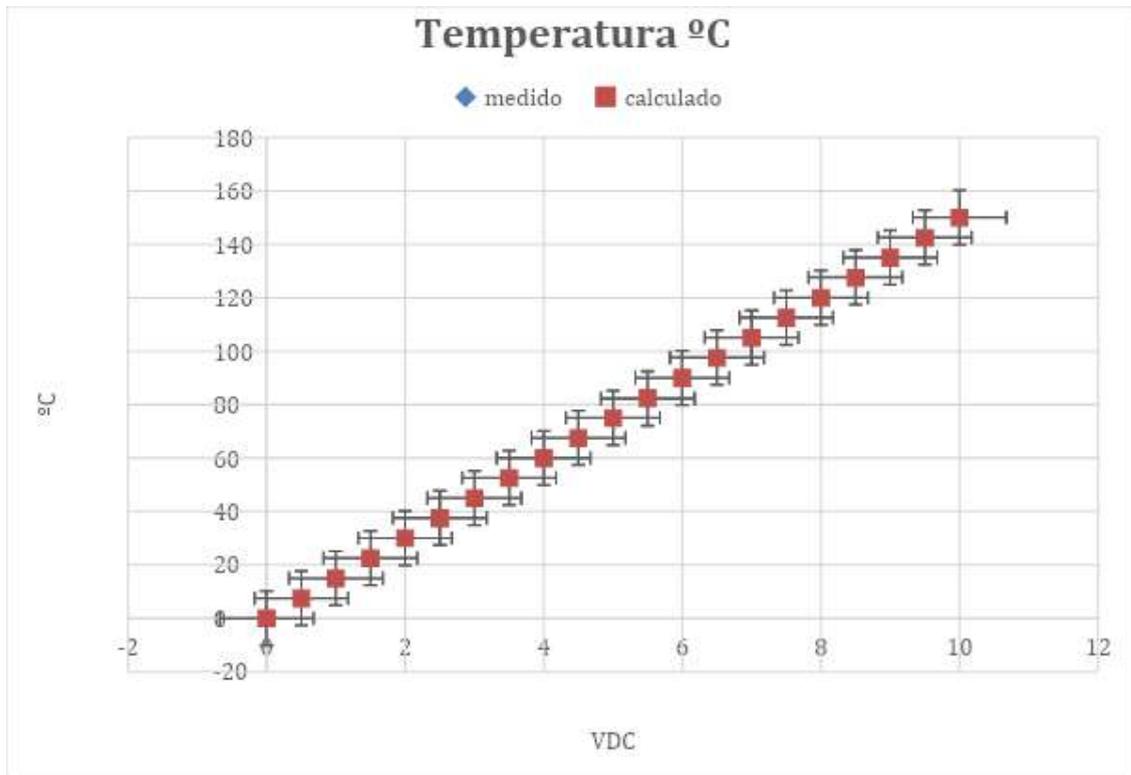
Para la señal de temperatura se trabaja en una resolución de 0 a 150 grados centígrados, la señal que envía el sensor es de voltaje para la simulación, se puede observar que en la señal de voltaje al reducir el valor de normalización tiene incrementar el error existe una diferencia promedio de 0,17 y en porcentaje del 0,28.

Se puede mencionar que existe en una entrada de PLCs de voltaje que reciba señal de corriente mediante la instalación de resistencia de 500 ohmios, queda a criterio del diseñador, tipo de sensor disponible en le mercado, como mejor se acople a la configuración la selección, esta alternativa permite abaratar costos en tema de módulos de ampliación.

En la figura 24 se observa la relación del error entre valor medido y teórico calculado.

Figura 24

Señal de temperatura error entre valor medido y calculado



Otra parte del desarrollo de este proyecto se enfocó en habilitar el servidor web, este trabajo con llevo más tiempo de lo planificado por el tema que nunca se ha desarrollado páginas HTML, en base a consultas de la manual de fabricante se pudo efectuar la comunicación cliente servidor, se logra disponer de dos interfaces de trabajo para que en caso de falla de una la otra quede como alternativa.

El trabajo de poder almacenar la información en una base de datos, llevó más trabajo de lo esperado, se enfocó en trabajar en Xampp es un paquete de software libre, que trata de un sistema de gestión de bases de datos MySQL, desde el inicio hubo problemas de comunicación, se gestionó el trabajo acorde las recomendaciones llevar los datos que se pretende almacenar a un archivo formato PHP (*Hipertext Preproceso*) que permite llevar la información, pero existe problemas conexión, por esta razón se opta de tomar una línea base en Data Logger.

Data Logger puede efectuar captura de la información en tiempos cortos o largos acorde a las necesidades del proceso, en nuestro caso está capturando un dato cada 45 segundos con un máximo 2700 datos al día, la deficiencia del *Data Logger* es de la capacidad de líneas que deseo almacenar una vez que cumple ese tamaño se vuelve a inscribir desde el inicio.

En la Figura se puede observar cómo es la visualización de los datos, se toma como base 150 líneas, pero puede aumentar o disminuir.

Figura 25

Base de datos captada de datta Logger.

| Record | Date | UTC Time | PH | Tempe | Flujo | Conductividad |
|--------|-----------|----------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 2101 | 2/16/2014 | 20:13:54 | -3.00000E+00 | 4.891305E-02 | 7.235891E-02 | 4.933737E+02 |
| 2102 | 2/16/2014 | 20:14:24 | -3.00000E+00 | 2.173913E-02 | 0.000000E+00 | 4.933737E+02 |
| 2103 | 2/16/2014 | 20:14:54 | -3.00000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 4.933737E+02 |
| 2104 | 2/16/2014 | 20:15:24 | -3.00000E+00 | 9.782609E-02 | 6.512301E-01 | 4.933737E+02 |
| 2105 | 2/16/2014 | 20:15:54 | -3.00000E+00 | 5.978261E-02 | 7.235891E-02 | 4.933737E+02 |
| 2106 | 2/16/2014 | 20:16:24 | -3.00000E+00 | 5.434783E-02 | 3.617945E-01 | 4.933737E+02 |
| 2107 | 2/16/2014 | 20:16:54 | -3.00000E+00 | 9.782609E-02 | 6.512301E-01 | 4.933737E+02 |
| 2108 | 2/16/2014 | 20:17:24 | -3.00000E+00 | 9.782609E-02 | 6.512301E-01 | 4.933737E+02 |
| 2109 | 2/16/2014 | 20:17:54 | -3.00000E+00 | 2.717391E-02 | 3.617945E-02 | 4.933737E+02 |
| 2110 | 2/16/2014 | 20:18:24 | -3.00000E+00 | 1.086957E-01 | 6.512301E-01 | 4.933737E+02 |
| 2111 | 2/16/2014 | 20:18:54 | -3.00000E+00 | 5.434783E-02 | 3.256150E-01 | 4.933737E+02 |
| 2112 | 2/16/2014 | 20:19:24 | -3.00000E+00 | 9.782609E-02 | 3.617945E-02 | 4.933737E+02 |
| 2113 | 2/16/2014 | 20:19:54 | -3.00000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 4.933737E+02 |
| 2114 | 2/16/2014 | 20:20:24 | -3.00000E+00 | 1.195652E-01 | 1.447178E-01 | 4.933737E+02 |
| 2115 | 2/16/2014 | 20:20:54 | -3.00000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 4.933737E+02 |
| 2116 | 2/16/2014 | 20:21:24 | -3.00000E+00 | 4.891305E-02 | 3.256150E-01 | 4.933737E+02 |
| 2117 | 2/16/2014 | 20:21:54 | -3.00000E+00 | 4.891305E-02 | 0.000000E+00 | 4.933737E+02 |
| 2118 | 2/16/2014 | 20:22:24 | -3.00000E+00 | 9.782609E-02 | 6.512301E-01 | 4.933737E+02 |
| 2119 | 2/16/2014 | 20:22:54 | -3.00000E+00 | 5.434782E-03 | 3.617945E-02 | 4.933737E+02 |
| 2120 | 2/16/2014 | 20:23:24 | -3.00000E+00 | 1.086956E-02 | 7.235891E-02 | 4.933737E+02 |
| 2121 | 2/16/2014 | 20:23:54 | -3.00000E+00 | 5.434783E-02 | 3.256150E-01 | 4.933737E+02 |
| 2122 | 2/16/2014 | 20:24:24 | -3.00000E+00 | 5.978261E-02 | 3.979740E-01 | 4.933737E+02 |
| 2123 | 2/16/2014 | 20:24:54 | -3.00000E+00 | 1.086957E-01 | 6.512301E-01 | 4.933737E+02 |
| 2124 | 2/16/2014 | 20:25:24 | -3.00000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 4.933737E+02 |
| 2125 | 2/16/2014 | 20:25:54 | -3.00000E+00 | 4.891305E-02 | 3.256150E-01 | 4.933737E+02 |
| 2126 | 2/16/2014 | 20:26:24 | -3.00000E+00 | 1.086956E-02 | 7.235891E-02 | 4.933737E+02 |
| 2127 | 2/16/2014 | 20:26:54 | -3.00000E+00 | 1.086956E-02 | 7.235891E-02 | 4.933737E+02 |
| 2128 | 2/16/2014 | 20:27:24 | -3.00000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 4.933737E+02 |
| 2129 | 2/16/2014 | 20:27:54 | -3.00000E+00 | 2.717391E-02 | 1.447178E-01 | 4.933737E+02 |
| 2130 | 2/16/2014 | 20:28:24 | -3.00000E+00 | 5.434783E-02 | 3.256150E-01 | 4.933737E+02 |
| 2131 | 2/16/2014 | 20:28:54 | -3.00000E+00 | 5.434782E-03 | 3.617945E-02 | 4.933737E+02 |
| 2132 | 2/16/2014 | 20:29:24 | -3.00000E+00 | 1.086956E-02 | 0.000000E+00 | 4.933737E+02 |
| 2133 | 2/16/2014 | 20:29:54 | -3.00000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 4.933737E+02 |
| 2134 | 2/16/2014 | 20:30:24 | -3.00000E+00 | 2.173913E-02 | 1.447178E-01 | 4.933737E+02 |
| 2135 | 2/16/2014 | 20:30:54 | -3.00000E+00 | 4.891305E-02 | 3.256150E-01 | 4.933737E+02 |
| 2136 | 2/16/2014 | 20:31:24 | -3.00000E+00 | 4.891305E-02 | 3.256150E-01 | 4.933737E+02 |
| 2137 | 2/16/2014 | 20:31:54 | -3.00000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 4.933737E+02 |
| 2138 | 2/16/2014 | 20:32:24 | -3.00000E+00 | 1.195652E-01 | 7.959479E-01 | 4.933737E+02 |
| 2139 | 2/16/2014 | 20:32:54 | -3.00000E+00 | 1.086957E-01 | 0.000000E+00 | 4.933737E+02 |
| 2140 | 2/16/2014 | 20:33:24 | -3.00000E+00 | 4.891305E-02 | 3.256150E-01 | 4.933737E+02 |
| 2141 | 2/16/2014 | 20:33:54 | -3.00000E+00 | 9.782609E-02 | 0.000000E+00 | 4.933737E+02 |
| 2142 | 2/16/2014 | 20:34:24 | -3.00000E+00 | 0.000000E+00 | 0.000000E+00 | 4.933737E+02 |

Nota. En la figura se puede observar algo particular que no está actualizado protocolo NPT entre el servidor y el cliente el PLC, es algo que se debe trabajar al poner en marcha el programa una vez instalado los sensores en campo.

El archivo puede ser llamado a Excel para ser organizado y su análisis sea más detallado.

Se puede mencionar que se cumple con el objetivo de automatizar el monitoreo y control de las variables de calidad de agua, se logra presentar una interfaz de visualización, almacenamiento de datos, pruebas respectivas mediante simulaciones de los sensores de campo.

CONCLUSIONES

Al establecer los mecanismos de medición primaria y actuadores se debe poner mucho foco en la selección, en el mercado existe gran cantidad de equipos, pero siempre la selección debe ir de la mano a la necesidad del proceso, la factibilidad de mantenimiento, disponibilidad de stock, en este caso se trató de validar en el mercado equipos de medición de sílice pero no existen para el rango requerido, se trabaja en validar otras alternativas para poder brindar la solución de monitoreo en línea, en conclusión se parte en una línea base donde la conductividad su tendencia es aumentar o reducir sus rangos de medida en referencia al sílice, permite continuar con elaboración de proyecto.

Después de realizar las simulaciones respectivas y utilizar medios conocidos de programación de PLCs se concluye que el sistema automatizado de calidad de agua cumple con lo planteado, se logra configurar las 5 señales análogas, cuatro de ingreso y una de salida donde son digitalizadas, tratadas y integradas con alarmas de desviación, el control proporcional, y el control on-off, esto completamente visible en una Interfaz.

Al activar el servidor web de Siemens permite ampliar las opciones de visualización, en conclusión, se logró implementar dos opciones de interfaz mediante un HMI donde el operador tiene el control de su proceso, y el servidor web la opción de una segunda ventana emergente con los datos del proceso y los data logger del registro y almacenamiento de variables del proceso.

Luego de realizar las evaluaciones respectivas en el proceso mediante simulaciones de las señales digitales y analógicas, en referencia a los valores teóricos calculados se concluye que el error entre medido y teórico es pequeño, en caso de las señales de voltaje el error tiende a disminuir si la resolución o rango de medida es mayor, y en las señales de corriente tiene más error, si la resolución o rango de los sensores es más pequeño.

RECOMENDACIONES

En caso de selección de sensores de sílice son aplicables siempre y cuando el tratamiento de agua sea más riguroso, se puede implementar este monitoreo más riguroso como ejemplo electrocoagulación, se puede validar estos equipos en lugares donde se realice un tratamiento eficaz de sílice en el agua.

Una de las limitantes de este proyecto fue la capacidad de entradas analógicas del PLC Logo, que dispone de un máximo de 8, se puede evaluar en el mercado concentradores de señales con comunicación ethernet con mayor capacidad de entradas y salidas para disponer de mayor capacidad de crecimiento.

Una de las limitantes para desarrollo de este proyecto la experiencia en desarrollo de páginas web, y no se dispone de conectividad a la nube por temas de seguridad del proceso, se puede trabajar en la reducción de HMI al trabajar el desarrollo de páginas HTML a más profundidad, o trabajar en temas de conectividad a la nube con Node Red que es más amigable de configurar si existe la accesibilidad.

En las pruebas de funcionamiento se observa una tendencia de error referente a las señales de voltaje y corriente referente a lo teórico, en el mercado existe ya una gama de comunicación de dispositivos con diferente comunicación como modbus, RS-485, ethernet, etc que pueden ser aplicados para disponer mayores variables del proceso o monitoreo del estado del equipo para temas de alarmas de mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

Arévalo, A. (2018). *http://repository.unipiloto.edu.co/*. Obtenido de Prototipo de un sistema de monitoreo de calidad del agua subterránea en instalaciones de captación de una localidad rural del municipio de Tibaná – Boyacá:

<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/4769/Trabajo%20de%20grado4984.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Borja, E. (2020). *Repertorio Digital Uisrael*. Obtenido de SISTEMA Automatizado con control Scada para la visualización del proceso de tratamiento de agua en la planta Eternit ecuatoriana s.a.: <http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/2610>

Escobar , L., & Ramírez, N. (2020). *repository.udistrital.edu.co*. Obtenido de Implementación de un sistema electrónico de monitoreo de la calidad del agua para un estanque piscícola:
<https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/25281/EscobarRobertoLeslieAlejandra2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GEOLOGIAWEB. (2022). *Geologiaweb*. Obtenido de <https://geologiaweb.com/materiales/silice/>

Gómez, W. (2020). *Repositorio Digital Universidad Israel*. Obtenido de Implementación de un sistema hmi controlado por un Plc s7-1200 para el proceso de recepción de materia prima en la planta de balanceados Pronaca:

<https://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/2421>

Granados, M., Ortega, H., & Palomino, C. (2019). *Repositorio UNJ*. Obtenido de Diseño de un Programa de Control Automatizado para la Calidad del Agua en el Proceso Acuícola de la Tilapia en Namballe – San Ignacio:
<http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/76>

Santos, P. (2019). *http://repositorio.uta.edu.ec/*. Obtenido de Red inalámbrica de sensores (WSN) de monitoreo de la calidad del agua para estanques de truchas:
<http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/29894>

Olivo, M. (2018). Prototipo para el monitoreo automatizado de parámetros de calidad del agua en una granja de camarón. Colima, México.

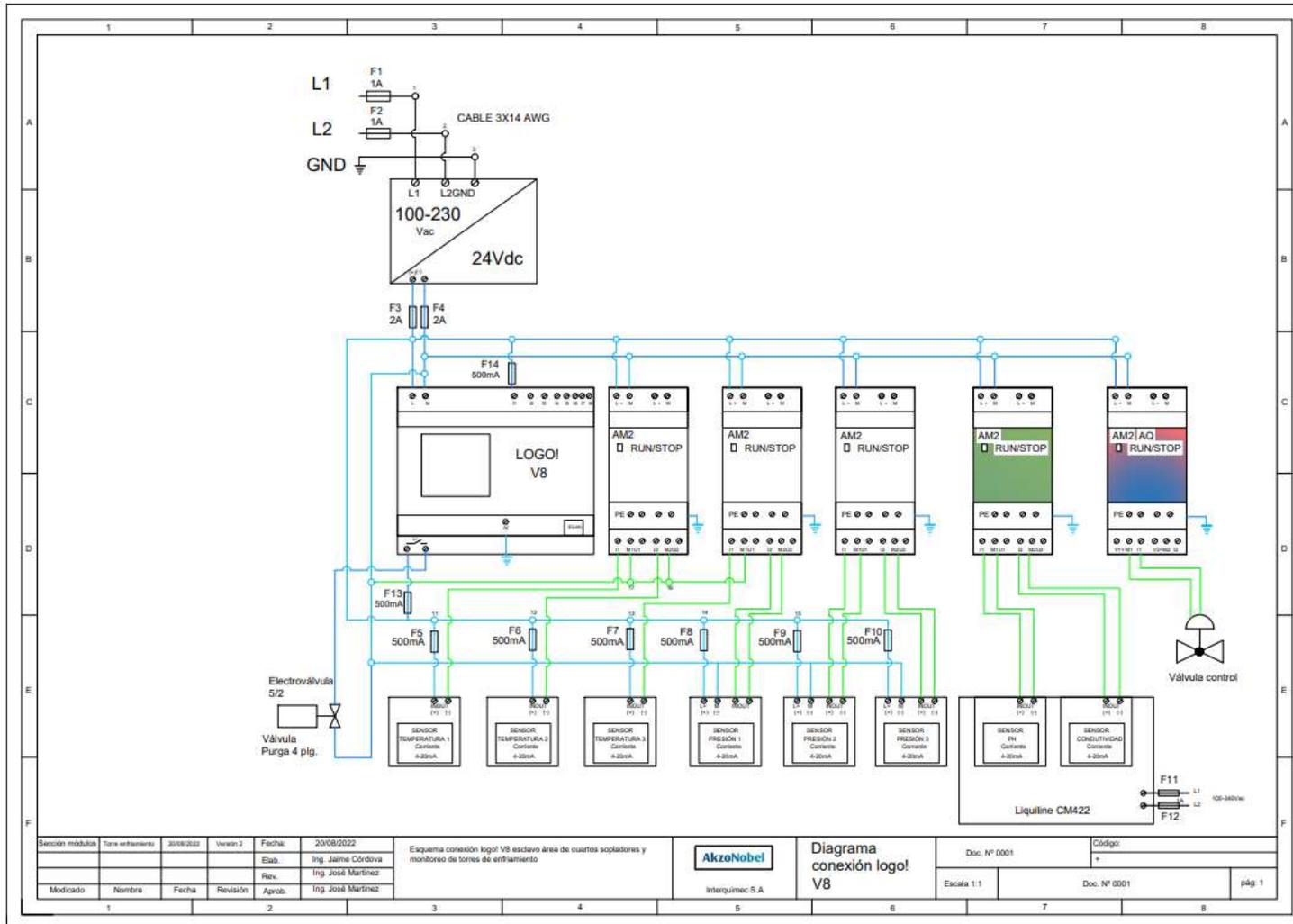
Rigola, M. (1990). *TRATAMIENTO DE AGUAS INDUSTRIALES : AGUAS DE PROCESO Y RESIDUALES*. Barcelona, España: Marcombo S.A.

Rosado, M. (2017). *repositorio.untels.edu.pe*. Obtenido de Automatización mediante Plc de un tanque de neutralización como alternativa para el control del PH, en el tratamiento de efluentes de la industria textil:

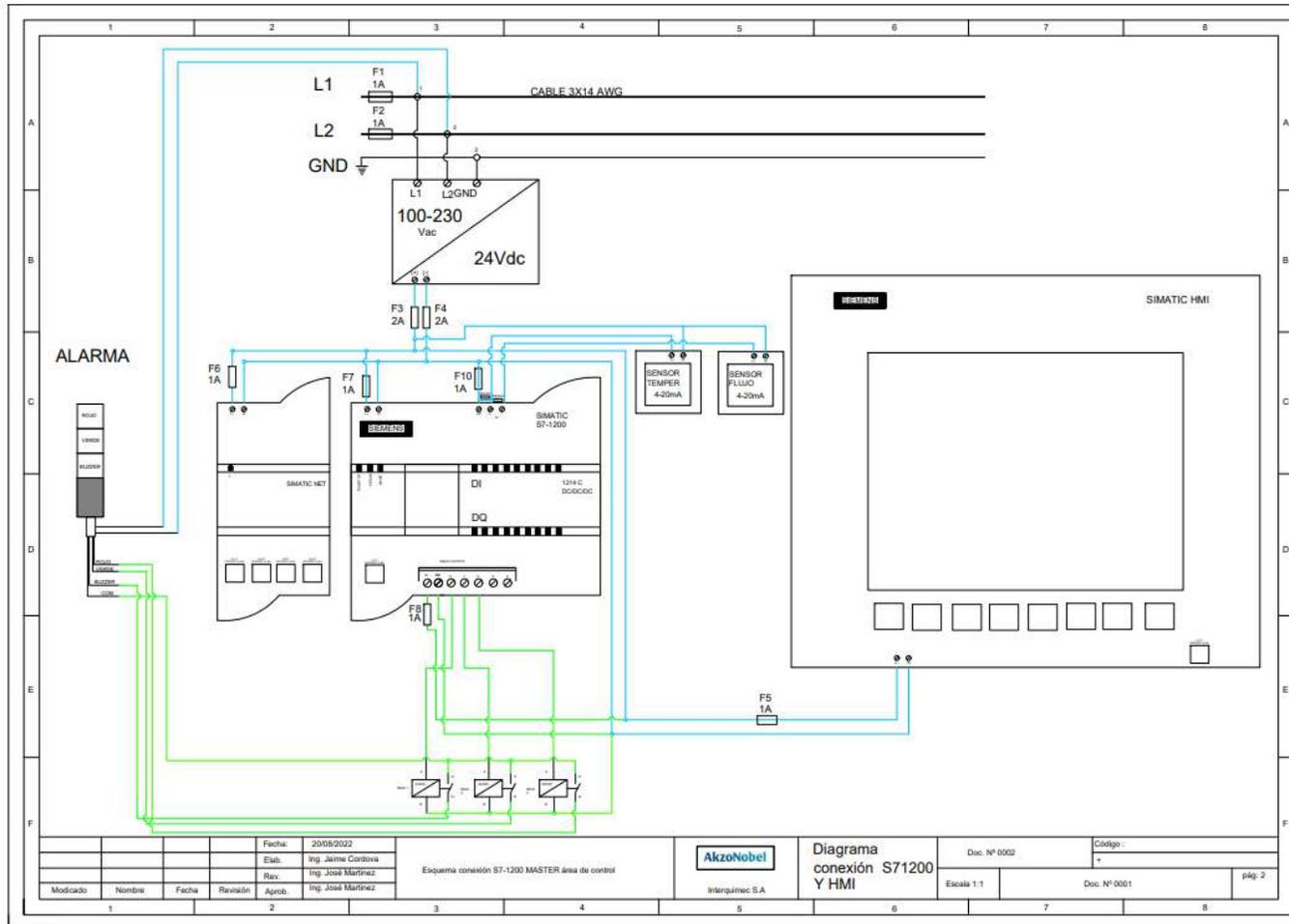
http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/471/1/Rosado_Mildine_Trabajo_Eficiencia_2017.pdf

ANEXO

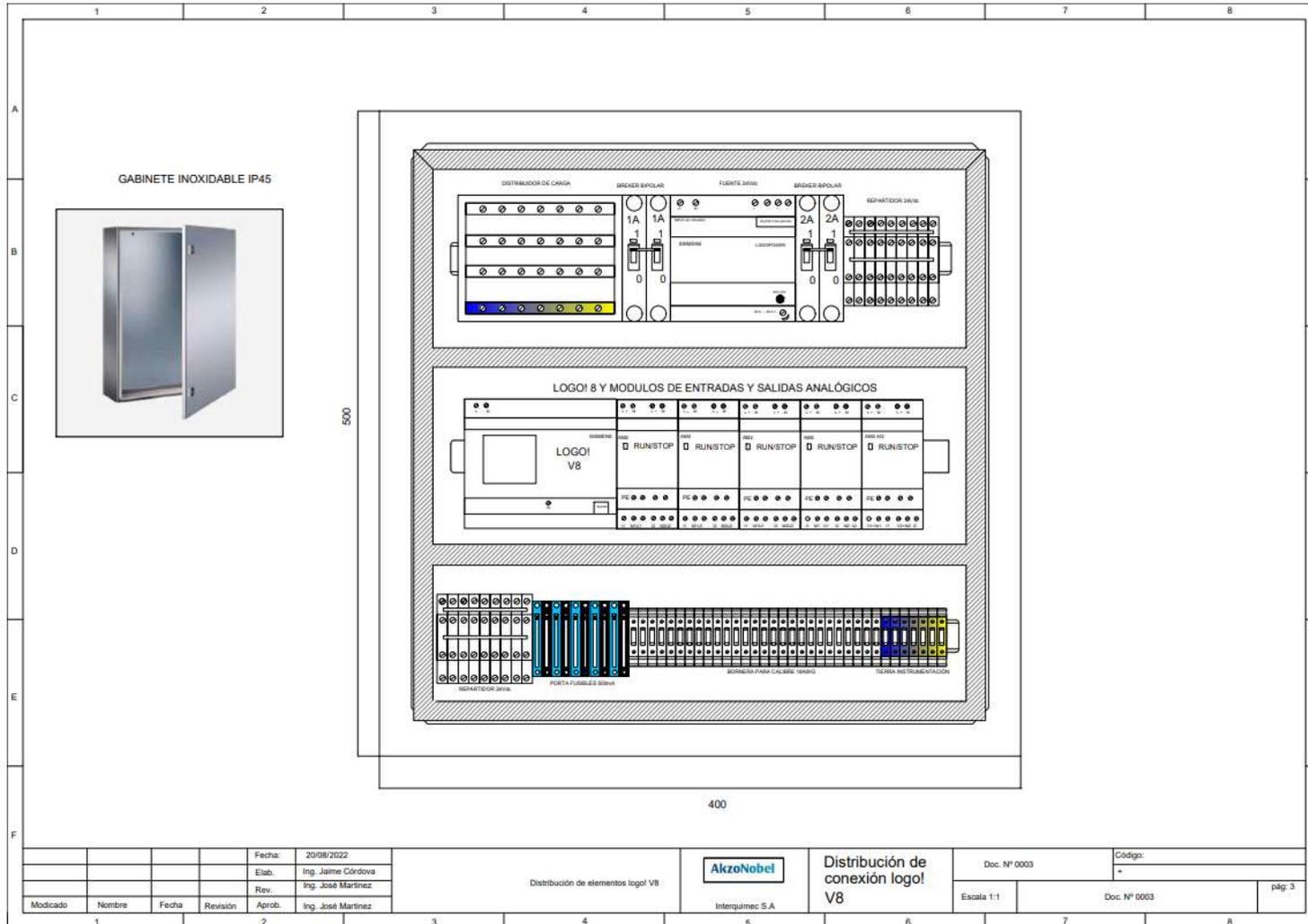
ANEXO 1 DIAGRAMA CONEXIÓN LOGO V8



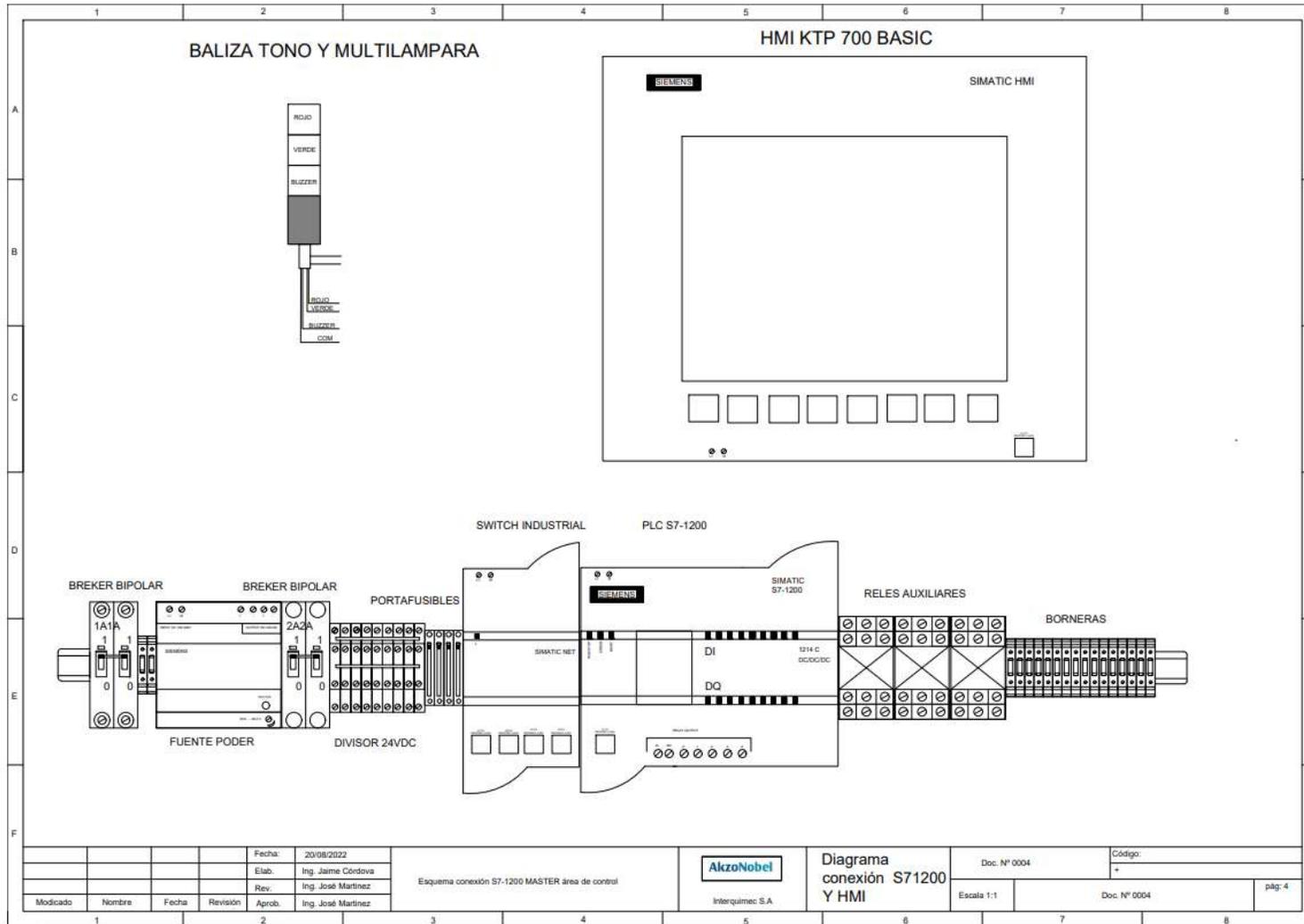
ANEXO 2 DIAGRAMA MASTER S7-1200



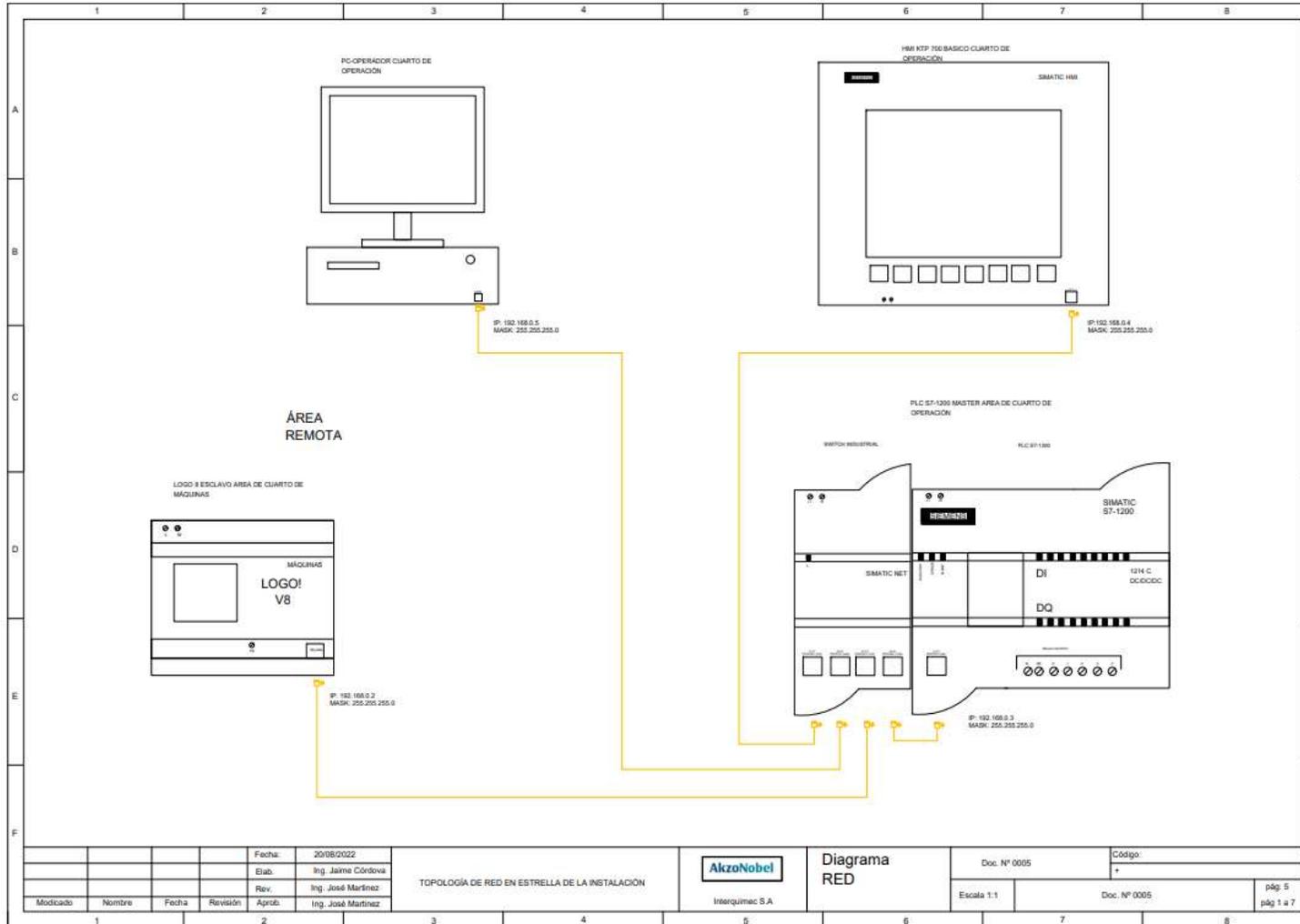
ANEXO 3 DIAGRAMA GABINETE ELÉCTRICO



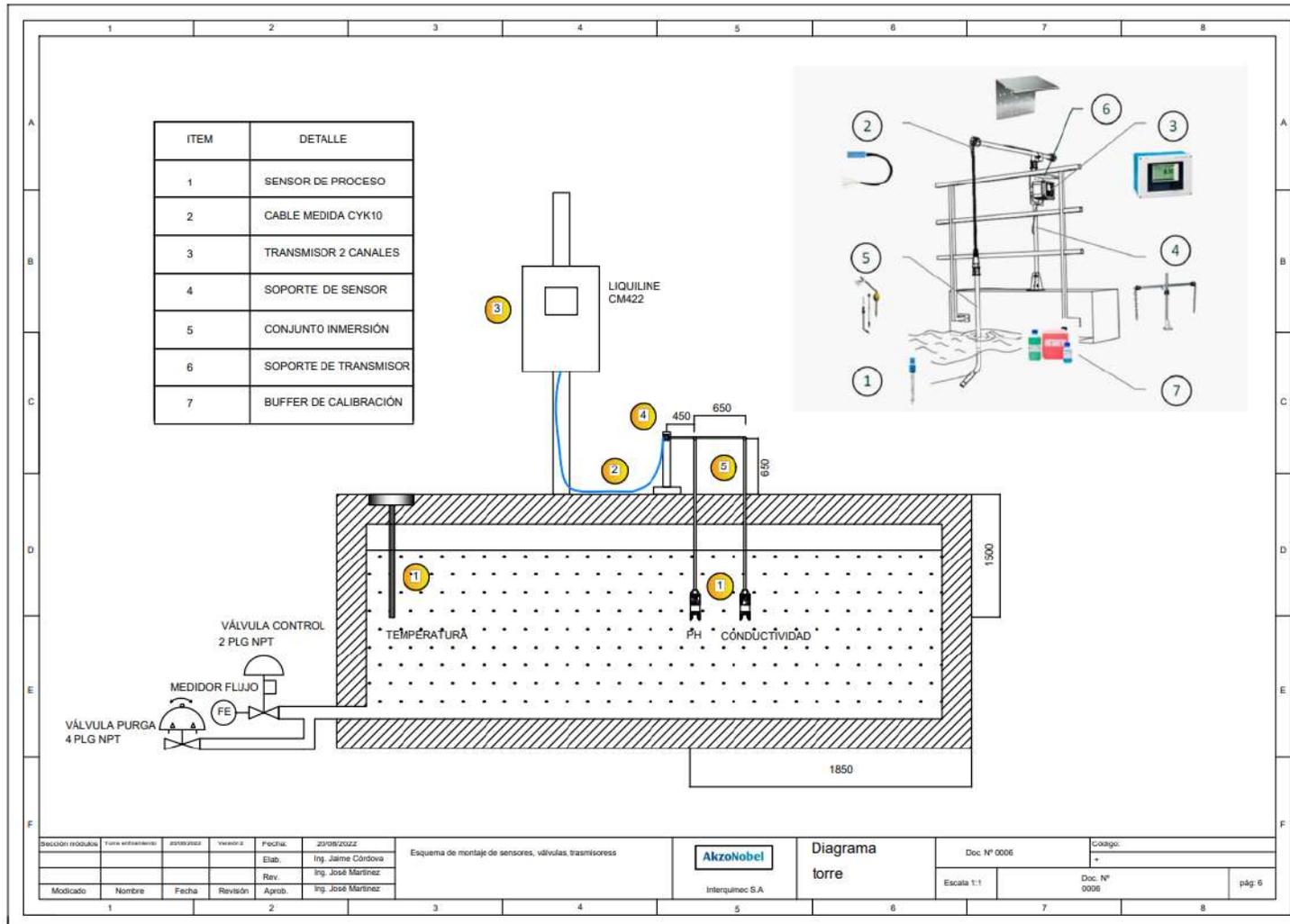
ANEXO 4 DIAGRAMA DISTRIBUCIÓN DEL MASTER S7-1200, HMI, Y ELEMENTOS



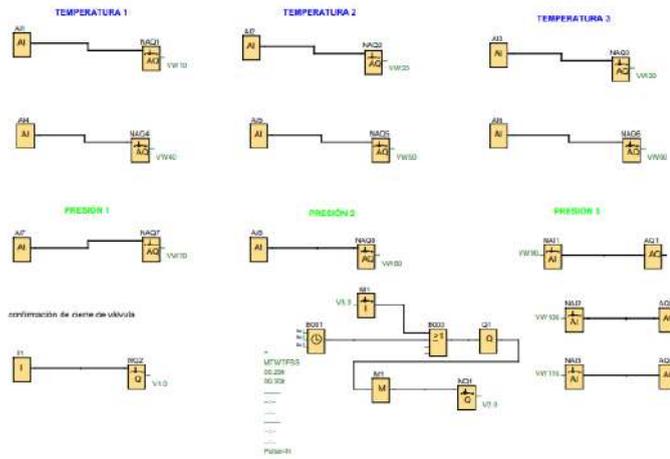
ANEXO 5 DIAGRAMA DISTRIBUCIÓN TOPOLOGÍA DE RED



ANEXO 6 DIAGRAMA DISTRIBUCIÓN DE TRANSMISORES EN PROCESO



MONITOREO DE TEMPERATURA Y PRESIÓN SOPLADORES

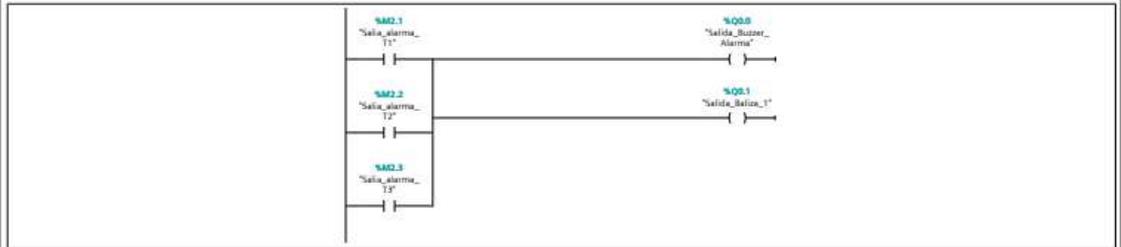


| | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------|--------------|----------------------------|--------------|-------------|
| Autor: | Corroze | Proyecto: | MONITOREO EN RED | Ciudad: | INTERQUIMEC |
| Consultado: | | Instalación: | MONITOREO SOPLADORES | Nº diagrama: | 001 |
| Fecha de creación/modificación: | 06/07/20 11:44/06/22 9:54 | archivo: | CONFIGURACION LOGO.tac.tac | Página: | 3 / 5 |

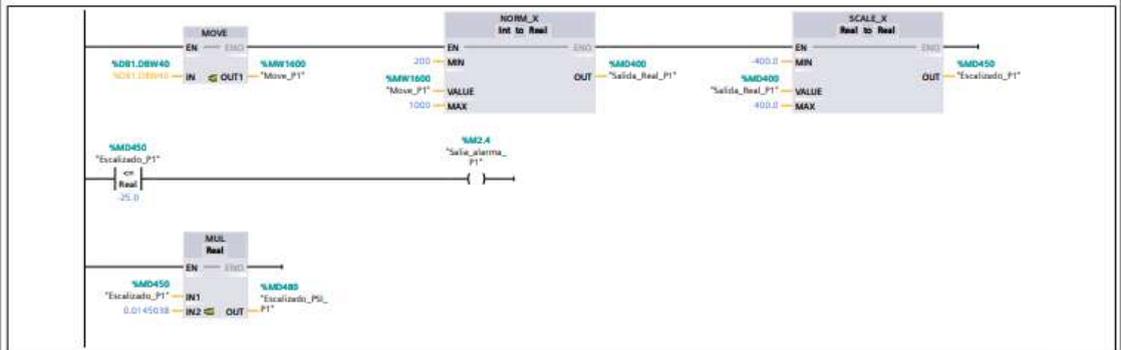
ANEXO 8 CONFIGURACIÓN PLC S7-1200 PROGRAMACIÓN COMPLETA

| | | | |
|--|---|------------------|---------------------------------------|
| Totally Integrated Automation Portal | | | |
| Logo_HMI_S7_KEPSEK_MATLAB_V16 / PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa Programa_Monitoreo [OB1] | | | |
| Programa_Monitoreo Propiedades | | | |
| General | | | |
| Nombre | Programa_Monitoreo | Número | 1 |
| Tipología | Automático | Tipo | OB |
| Idioma | KOP | | |
| Información | | | |
| Título | Monitoreo de red "Main Program Sweep (Cycle)" | Autor | |
| Comentario | | | Familia |
| Versión | 0.1 | ID personalizado | |
| Programa_Monitoreo | | | |
| Nombre | | Tipo de datos | Valor predet. |
| ▼ Input | | | |
| Initial_Call | | Bool | initial call of this OB |
| Remanence | | Bool | =True, if remanent data are available |
| Temp | | | |
| Constant | | | |
| Segmento 1: | | | |
| | | | |
| Segmento 2: Temperatura 1 | | | |
| | | | |
| Segmento 3: Temperatura 1 | | | |
| | | | |
| Segmento 4: temperatura 3 | | | |
| | | | |

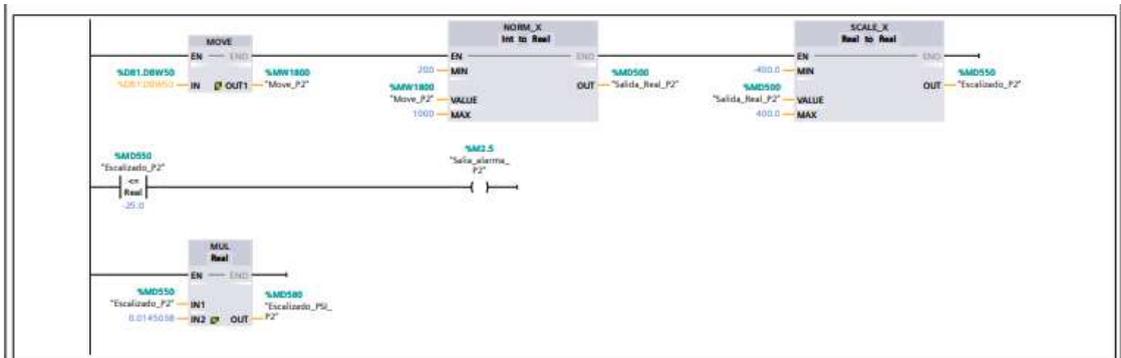
Segmento 5: ALARMA TEMPERATURAS



Segmento 6: Presión 1

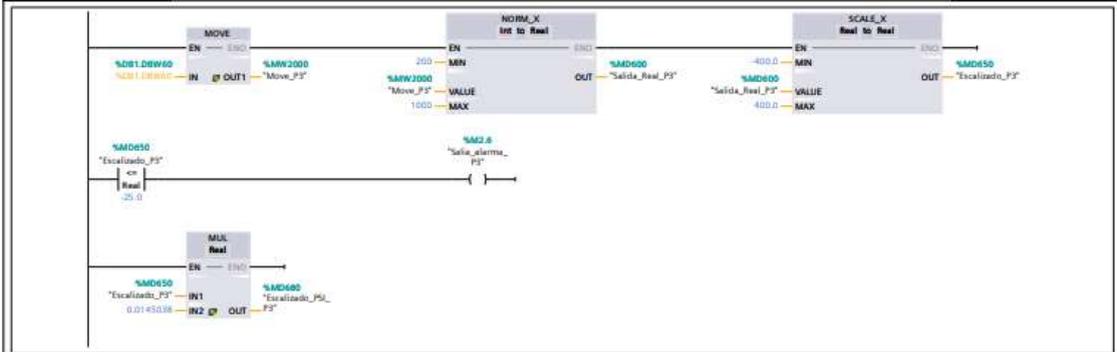


Segmento 7: Presión 2



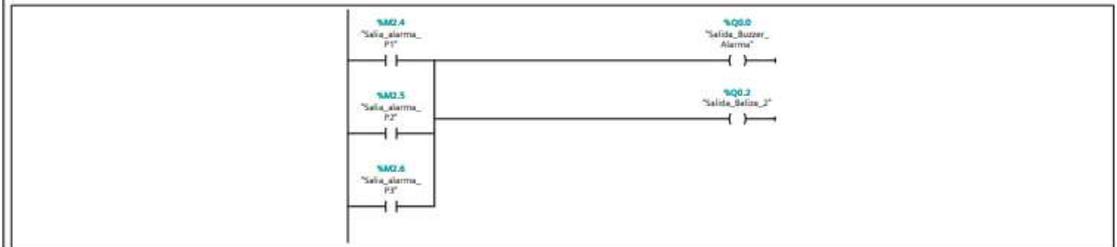
Segmento 8: Presión 3





Segmento 9: Alarma de Presión

Alarma set 40mbar



Segmento 10: DATOS AL KEPSERVER



Segmento 11: Datos al kepserv



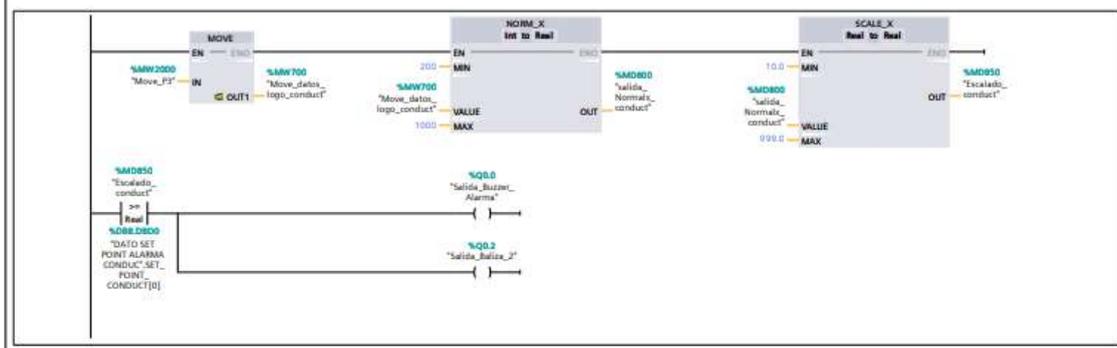
Segmento 12: DATOS AL KEPSERVER



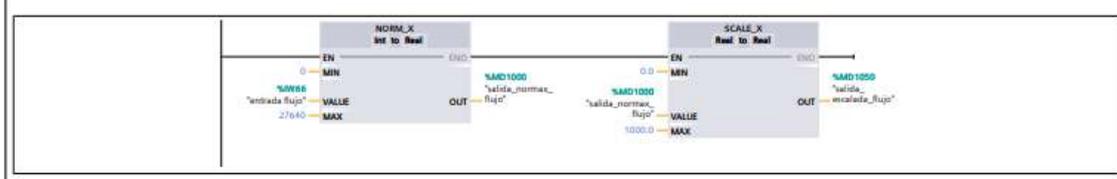
Segmento 13: SENSOR DE PH



Segmento 14: Conductividad



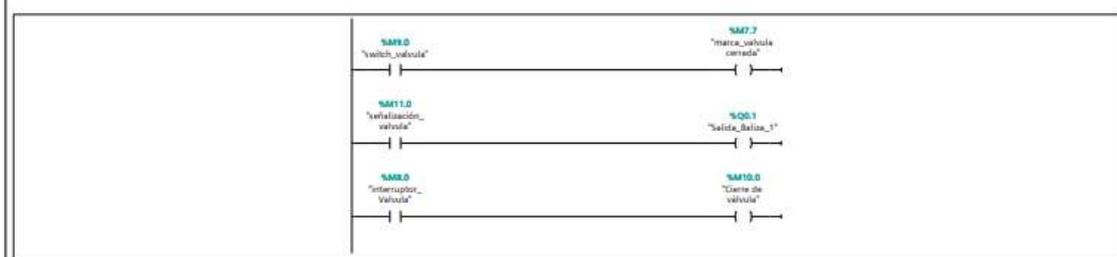
Segmento 15: Flujo



Segmento 16: entrada analoga de sensor de temperatura



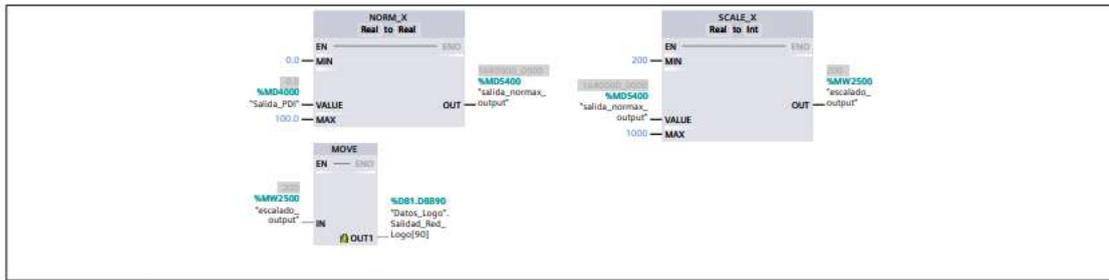
Segmento 17: confirmación de cierre de válvula purga



Segmento 18: Salida de válvula proporcional



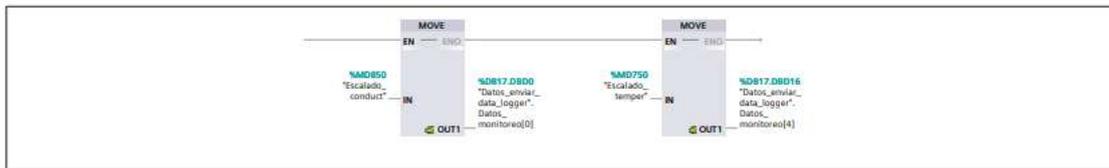
Segmento 18: Salida de valvula proporcional



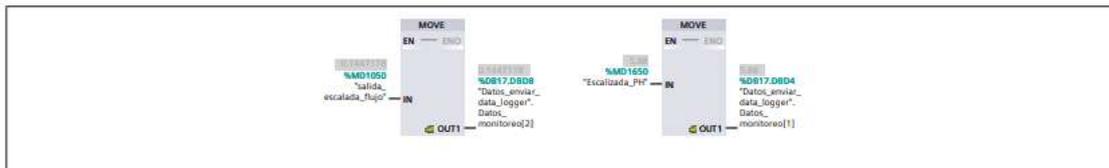
Segmento 19: DATA LOGGER



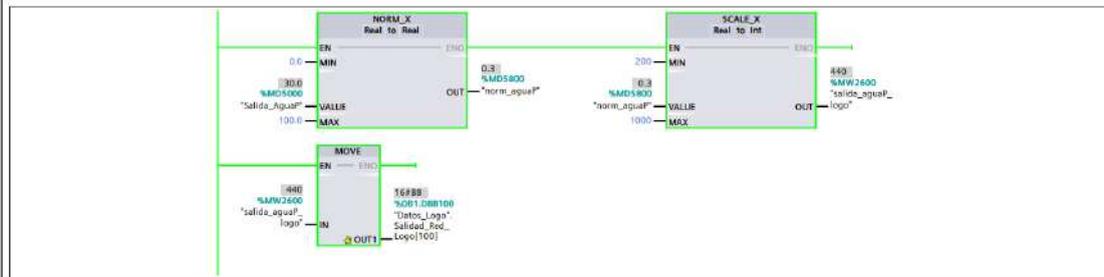
Segmento 20: MOVER PARA ENVIAR DATOS A DATA LOGGER



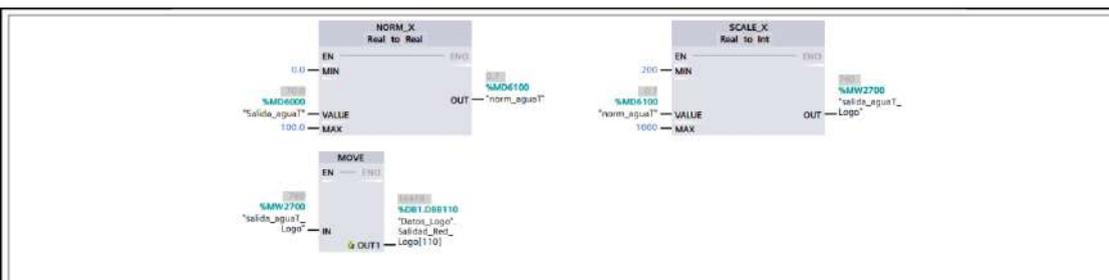
Segmento 21: MOVER DATOS AL DATA LOGGER



Segmento 23: Salida de valvula proporcional



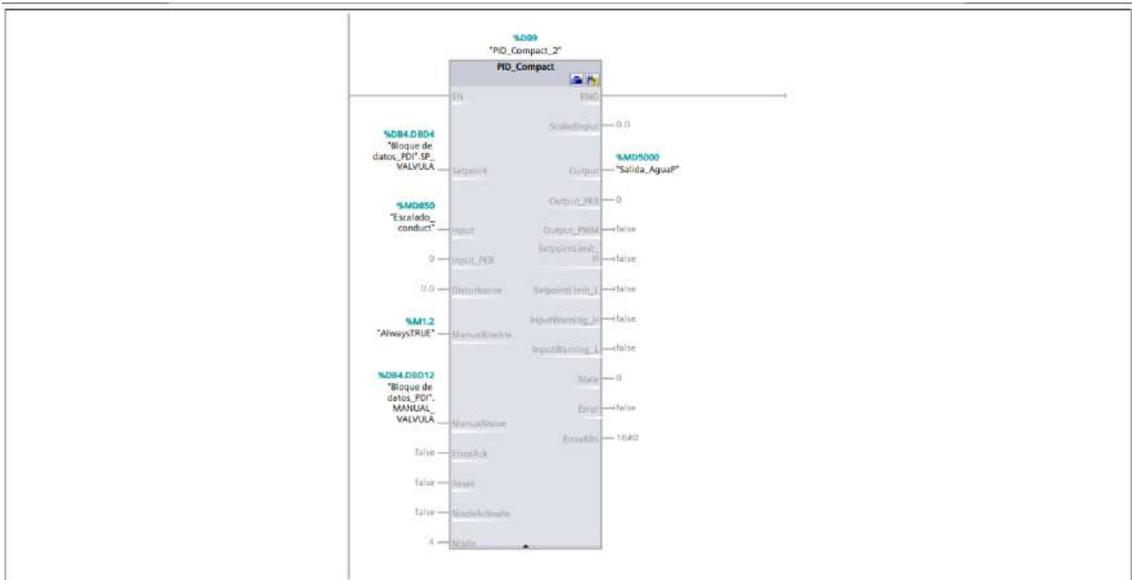
Segmento 24: Salida de valvula proporcional



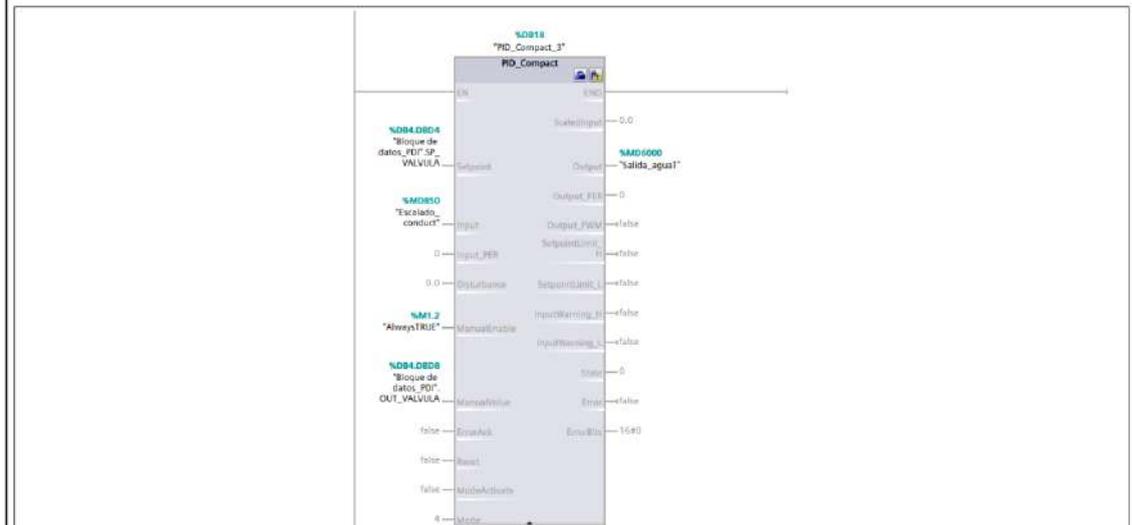
ANEXO 9 CONFIGURACIÓN PID

| | | | | | | | |
|--|-------------------|------------------|------|---------------|----|------------|-----|
| Totally Integrated Automation Portal | | | | | | | |
| Logo_HMI_S7_KEPSEK_MATLAB_V16 / PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa | | | | | | | |
| PDI_Configuración [FC1] | | | | | | | |
| PDI_Configuración Propiedades | | | | | | | |
| General | | | | | | | |
| Nombre | PDI_Configuración | Número | 1 | Tipo | FC | Idioma | KOP |
| Numeración | Automático | | | | | | |
| Información | | | | | | | |
| Título | | Autor | | Comentario | | Familia | |
| Versión | 0.1 | ID personalizado | | | | | |
| PDI_Configuración | | | | | | | |
| Nombre | | Tipo de datos | | Valor predet. | | Comentario | |
| Input | | | | | | | |
| Output | | | | | | | |
| InOut | | | | | | | |
| Temp | | | | | | | |
| Constant | | | | | | | |
| Return | | | | | | | |
| | PDI_Configuración | | Void | | | | |
| Segmento 1: PID | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|----------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | |
| Segmento 2: Ganacia | | | | | | | |
| | | | | | | | |



Segmento 4: PID_agua_tratada_manual



Logo_HMI_S7_KEPSEK_MATLAB_V16 / PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa

PDI_Conductividad [OB30]

| PDI_Conductividad Propiedades | | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------|------------------|----|------------|----|---------|-----|
| General | | | | | | | |
| Nombre | PDI_Conductividad | Número | 30 | Tipo | OB | Idioma | KOP |
| Numeración | Automático | | | | | | |
| Información | | | | | | | |
| Título | | Autor | | Comentario | | Familia | |
| Versión | 0.1 | ID personalizado | | | | | |

| PDI_Conductividad | | | |
|-------------------|---------------|---------------|-------------------------|
| Nombre | Tipo de datos | Valor predet. | Comentario |
| ▼ Input | | | |
| Initial_Call | Bool | | Initial call of this OB |
| Event_Count | Int | | Events discarded |
| Temp | | | |
| Constant | | | |

Segmento 1:

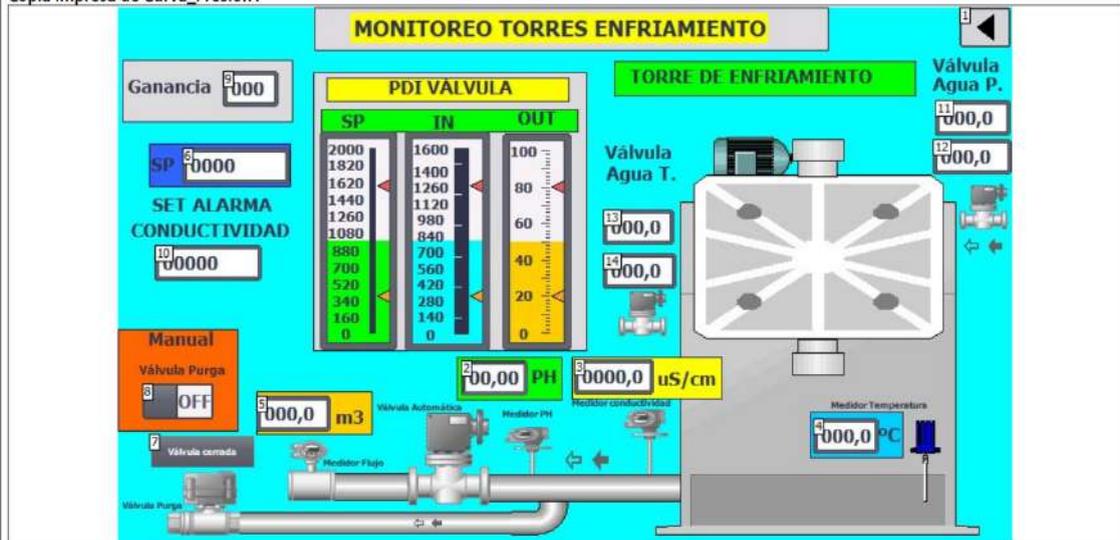


ANEXO 10 CONFIGURACIÓN HMI

Logo_HMI_S7_KEPSEK_MATLAB_V16 / HMI_1 [KTP700 Basic PN] / Imágenes

Curva_Presión1

Copia impresa de Curva_Presión1



| | |
|----------|----------|
| Nivel_0 | Activado |
| Nivel_1 | Activado |
| Nivel_2 | Activada |
| Nivel_3 | Activada |
| Nivel_4 | Activado |
| Nivel_5 | Activado |
| Nivel_6 | Activada |
| Nivel_7 | Activada |
| Nivel_8 | Activada |
| Nivel_9 | Activada |
| Nivel_10 | Activada |
| Nivel_11 | Activada |
| Nivel_12 | Activado |
| Nivel_13 | Activada |
| Nivel_14 | Activada |
| Nivel_15 | Activada |
| Nivel_16 | Activado |
| Nivel_17 | Activado |
| Nivel_18 | Activada |
| Nivel_19 | Activada |
| Nivel_20 | Activado |
| Nivel_21 | Activado |
| Nivel_22 | Activada |
| Nivel_23 | Activada |
| Nivel_24 | Activada |
| Nivel_25 | Activada |
| Nivel_26 | Activada |
| Nivel_27 | Activada |
| Nivel_28 | Activado |
| Nivel_29 | Activado |
| Nivel_30 | Activada |
| Nivel_31 | Activada |

Rectángulo_1

| | | | | | |
|-----------------------|---------------|--------------------------|------------|------------------------|-----|
| Tipo | Rectángulo | | | | |
| Apariencia | | | | | |
| Color de fondo | 222; 219; 222 | Patrón de relleno fondo | Compacto | Ancho Borde | 1 |
| Estilo de línea | Compacto | Color Borde | 24; 28; 49 | | |
| Representación | | | | | |
| Posición X | 176 | Posición Y | 0 | Ancho | 459 |
| Altura | 38 | Radio angular horizontal | 0 | Radio angular vertical | 0 |

| | | | | | |
|---|-----------------------------|--|--------------------|---|---------------|
| Totally Integrated Automation Portal | | | | | |
| Estilos/diseños | | | | | |
| Utilizar estilo/diseño | Desactivado | Apariencia del elemento de estilo | | | |
| Misceláneas | | | | | |
| Nombre | Rectangulo_1 | Nivel | 0 - Nivel_0 | | |
| Campo de texto_1 | | | | | |
| Tipo | Campo de texto | | | | |
| General | | | | | |
| Texto | MONITOREO TORRES ENFRAMENTO | | | | |
| Apariencia | | | | | |
| Color de fondo | 255; 255; 0 | Patrón de relleno fondo | Compacto | Radio angular (Borde) | 3 |
| Color de primer plano | 40; 52; 74 | Ancho Borde | 0 | Estilo de línea | Doble línea |
| Color Borde | 255; 255; 255 | Color de fondo borde | 09; 101; 115 | | |
| Representación | | | | | |
| Posición X | 208 | Posición Y | 5 | Ancho | 374 |
| Altura | 27 | Margen izquierdo | 3 | Margen superior | 2 |
| Margen derecho | 2 | Margen inferior | 2 | Adaptar objeto al contenido | Activada |
| Formato de texto | | | | | |
| Fuente | Tahoma, 10px, style=Bold | Orientación | Horizontal | Alineación horizontal izquierda | |
| Alineación vertical | Centro | Salto de línea | Desactivado | | |
| Perpadeo | | | | | |
| Perpadeo | Desactivado | | | | |
| Estilos/diseños | | | | | |
| Utilizar estilo/diseño | Desactivado | Apariencia del elemento de estilo | | | |
| Misceláneas | | | | | |
| Nombre | Campo de texto_1 | Nivel | 0 - Nivel_0 | | |
| Botón_1 | | | | | |
| Tipo | Botón | | | | |
| General | | | | | |
| Modo | Gráfico | Tecla de acceso directo | Ninguna | Texto OFF | Test |
| Texto ON | Text | Lista de textos | | Gráfico OFF | Left_Arrow |
| Gráfico ON | | Lista de gráficos | | Valor de proceso | |
| Número de bit | 0 | | | | |
| Apariencia | | | | | |
| Color de fondo | 09; 101; 115 | Patrón de relleno fondo | Gradiente vertical | Radio angular (Borde) | 3 |
| Color de primer plano | 255; 255; 255 | Ancho Borde | 2 | Estilo de línea | Compacto |
| Color Borde | 08; 73; 82 | Color de fondo borde | 107; 105; 107 | | |
| Patrón de relleno | | | | | |
| Color de fondo Gradiente (Patrón de relleno) | 09; 101; 115 | Gradiente 1 (Patrón de relleno) | Activada | Color Gradiente 1 (Patrón de relleno) | 132; 134; 140 |
| Ancho Gradiente 1 (Patrón de relleno) | 15 | Gradiente 2 (Patrón de relleno) | Activada | Color Gradiente 2 (Patrón de relleno) | 90; 89; 99 |
| Ancho Gradiente 2 (Patrón de relleno) | 15 | | | | |
| Aspecto | | | | | |
| Ancho Foco | 2 | Color Foco | 148; 182; 231 | | |
| Representación | | | | | |
| Posición X | 753 | Posición Y | 0 | Ancho | 48 |
| Altura | 36 | Adaptar gráfico al tamaño del objeto | Extender imagen | Alineación horizontal del gráfico | Centrado |
| Alineación vertical del gráfico | Centro | Adaptar objeto al contenido | Desactivado | Margen izquierdo del texto (Representación) | 0 |
| Margen superior del texto (Representación) | 0 | Margen derecho del texto (Representación) | 0 | Margen inferior del texto (Representación) | 0 |
| Margen izquierdo del gráfico (Representación) | 0 | Margen superior del gráfico (Representación) | 0 | Margen derecho del gráfico (Representación) | 0 |
| Margen inferior del gráfico (Representación) | 0 | | | | |
| Formato de texto | | | | | |
| Fuente | Tahoma, 16px, style=Bold | Orientación | Horizontal | Alineación horizontal del texto Centrado | |
| Alineación vertical del texto | Centro | | | | |
| Estilos/diseños | | | | | |
| Utilizar estilo/diseño | Desactivado | Apariencia del elemento de estilo | | | |
| Misceláneas | | | | | |
| Nombre | Botón_1 | Nivel | 0 - Nivel_0 | | Tooltip |
| Seguridad | | | | | |
| Permiso | | Permitir operación | Activada | | |
| Dinamización/Evento | | | | | |
| Nombre de evento | Pulsar | | | | |

| Totally Integrated Automation Portal | | | | | |
|--|---------------------|---|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------|
| Lista de funciones/Activar imagen | | | | | |
| Nombre de imagen | PLANTILLA_1 | | Número de objeto | 0 | |
| Visor de gráficos_1 | | | | | |
| Tipo | Visor de gráficos | | | | |
| General | | | | | |
| Gráfico | Gráfico_21 | | | | |
| Apariencia | | | | | |
| Color de fondo | 173; 174; 181 | Patrón de relleno fondo | Transparente | Ancho Borde | 0 |
| Estilo de línea | Compacto | Color Borde | 0; 0; 0 | | |
| Representación | | | | | |
| Posición X | 152 | Posición Y | 388 | Ancho | 43 |
| Altura | 34 | Adaptar gráfico incrustado a la ventana | Adaptar gráfico al tamaño del objeto | Adaptar gráfico al tamaño del objeto | Extender imagen |
| Adaptar objeto al contenido | Desactivado | | | | |
| Misceláneo | | | | | |
| Nombre | Visor de gráficos_1 | Nivel | 0 - Nivel_0 | | |
| Visor de gráficos_2 | | | | | |
| Tipo | Visor de gráficos | | | | |
| General | | | | | |
| Gráfico | Gráfico_23 | | | | |
| Apariencia | | | | | |
| Color de fondo | 173; 174; 181 | Patrón de relleno fondo | Transparente | Ancho Borde | 0 |
| Estilo de línea | Compacto | Color Borde | 0; 0; 0 | | |
| Representación | | | | | |
| Posición X | 259 | Posición Y | 360 | Ancho | 74 |
| Altura | 36 | Adaptar gráfico incrustado a la ventana | Adaptar gráfico al tamaño del objeto | Adaptar gráfico al tamaño del objeto | Extender imagen |
| Adaptar objeto al contenido | Desactivado | | | | |
| Misceláneo | | | | | |
| Nombre | Visor de gráficos_2 | Nivel | 0 - Nivel_0 | | |
| Visor de gráficos_3 | | | | | |
| Tipo | Visor de gráficos | | | | |
| General | | | | | |
| Gráfico | Gráfico_31 | | | | |
| Apariencia | | | | | |
| Color de fondo | 255; 255; 0 | Patrón de relleno fondo | Transparente | Ancho Borde | 0 |
| Estilo de línea | Compacto | Color Borde | 0; 0; 0 | | |
| Representación | | | | | |
| Posición X | 466 | Posición Y | 107 | Ancho | 317 |
| Altura | 373 | Adaptar gráfico incrustado a la ventana | Adaptar gráfico al tamaño del objeto | Adaptar gráfico al tamaño del objeto | Extender imagen |
| Adaptar objeto al contenido | Desactivado | | | | |
| Misceláneo | | | | | |
| Nombre | Visor de gráficos_3 | Nivel | 0 - Nivel_0 | | |
| Visor de gráficos_4 | | | | | |
| Tipo | Visor de gráficos | | | | |
| General | | | | | |
| Gráfico | Gráfico_33 | | | | |
| Apariencia | | | | | |
| Color de fondo | 173; 174; 181 | Patrón de relleno fondo | Transparente | Ancho Borde | 0 |
| Estilo de línea | Compacto | Color Borde | 0; 0; 0 | | |
| Representación | | | | | |
| Posición X | 530 | Posición Y | 114 | Ancho | 31 |
| Altura | 43 | Adaptar gráfico incrustado a la ventana | Adaptar gráfico al tamaño del objeto | Adaptar gráfico al tamaño del objeto | Extender imagen |
| Adaptar objeto al contenido | Desactivado | | | | |
| Misceláneo | | | | | |
| Nombre | Visor de gráficos_4 | Nivel | 0 - Nivel_0 | | |
| Visor de gráficos_5 | | | | | |
| Tipo | Visor de gráficos | | | | |
| General | | | | | |
| Gráfico | Gráfico_34 | | | | |
| Apariencia | | | | | |
| Color de fondo | 173; 174; 181 | Patrón de relleno fondo | Transparente | Ancho Borde | 0 |
| Estilo de línea | Compacto | Color Borde | 0; 0; 0 | | |
| Representación | | | | | |
| Posición X | 323 | Posición Y | 408 | Ancho | 107 |
| Altura | 64 | Adaptar gráfico incrustado a la ventana | Adaptar gráfico al tamaño del objeto | Adaptar gráfico al tamaño del objeto | Extender imagen |
| Adaptar objeto al contenido | Desactivado | | | | |
| Misceláneo | | | | | |
| Nombre | Visor de gráficos_5 | Nivel | 0 - Nivel_0 | | |

ANEXO 11 SERVIDOR WEB, CONFIGURACIÓN DE PÁGINA HTML

```
1 <!DOCTYPE html>
2
3 <!-- AWP_In_Variable Name="'Bloque de datos_PDI".SP_VALVULA' -->
4 <!-- AWP_In_Variable Name="\Escalizada_PH\" -->
5 <!-- AWP_In_Variable Name="\salida_escalada_flujo\" -->
6 <!-- AWP_In_Variable Name="\Escalado_conduct\" -->
7 <!-- AWP_In_Variable Name="Escalado_temper\" -->
8 <!-- AWP_In_Variable Name="\Salida_PDI\" -->
9
10 <html>
11 <head>
12 <meta http-equiv="Content-Language" content="es">
13 <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8" >
14 <meta http-equiv="Content-Script-Type" content="text/javascript">
15 <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/estilos.css"/>
16 <script type="text/javascript" src="jquery.min.js"></script>
17 <script type="text/javascript">
18
19 <!--actualizacion de pagina-->
20
21 $(document).ready(function() {
22 // actualizar datos fijos.
23 setInterval(actualizar, 500);
24 // Enviar la informacion de los botones de recarga
25 $.ajaxStart(function() {
26 $('#loading').show();
27 $('#result').hide();
28 }).ajaxStop(function() {
29 $('#loading').hide();
30 $('#result').fadeIn('fast');
31 });
32 $('#T1, #T2, #T3, #T4, #T5, #T6').submit(function() {
33 $.ajax({
34 type: 'POST',
35 url:$(this).attr('action'),
36 data:$(this).serialize(),
37 success: function(data) {
38 $('#result').html(data);
39 }
40 })
41 return false;
42 });
43 })
44
45 </script>
46
47 <title>CONTROL DE VARIABLES</title>
48 </head>
49
50 <body background="siemens.jpeg" style="background-size:cover;background-position:left top">
```

```

51
52
53 <!--Titulo proyecto-->
54 <div id="header">
55 <h1><b>CONTROL DE VARIABLES DE AGUA DE ENFRIAMIENTO</b></h1>
56 </div>
57
58 <div id="main-container">
59
60 <!--Tabla de estado de proceso-->
61
62 <table>
63
64 <thead>
65 <tr>
66 <th colspan="4">ESTADO DE PROCESO</th>
67 </tr>
68 </thead>
69
70 <tr>
71 <td>PH</td>
72 <td>:= "Escalizada_PH":</td>
73 <td>PH</td>
74
75 </tr>
76 <tr>
77 <td>Flujo</td>
78 <td>:= "salida_escalada_flujo":</td>
79 <td>m3</td>
80 </tr>
81
82 <tr>
83 <td>Conductividad</td>
84 <td>:= "Escalado_conduct":</td>
85 <td>uS/cm</td>
86
87 </tr>
88
89 <tr>
90 <td>Temperatura</td>
91 <td>:= "Escalado_temper":</td>
92 <td>°C</td>
93
94 </tr>
95 </table>
96
97
98 <table>
99 <thead>
100 <tr>
101 <th colspan="4">ESTADO DE CONTROL</th>
102 </tr>
103 </thead>
104
105
106 <tr>
107 <td>SP</td>
108 <td>Set point:</td>
109 <td align="right">:= "Bloque de datos_PDI".SP_VALVULA:</td>
110 <td>%</td>
111 </tr>
112 <tr>
113 <td>PV</td>
114 <td>Conductividad:</td>
115 <td align="right">:= "Escalado_conduct":</td>
116 <td>uS/cm</td>
117 </tr>
118

```

```

119 <tr>
120 <td>out</td>
121 <td>salida PID:</td>
122 <td align="right">:= "Salida_PDI":</td>
123 <td>%</td>
124 </tr>
125
126 </table>
127
128 <br>
129 <!--tabla de pulsadores-->
130 <table>
131
132 <thead>
133 <tr>
134 <th colspan="2">ESTABLECER PID</th>
135 </tr>
136 </thead>
137 <tr>
138 <td> setpoint</td>
139 <td>
140 <form method="post" action="" id="T1" name="T1">
141 <center>
142 <input type="text" value="0" name=' "datos".setpoint' class="seteos">
143 <button type="submit" class="boton2">Set</button>
144 </center>
145 </form>
146 </td>
147
148 </table>
149 </div>
150
151 </body>
152
153 <!--Imagen de torre-->
154 <div id="imagen">
155 
156 </div>
157 </html>

```

ANEXO 12 DATA LOGGER

| Totally Integrated Automation Portal | | | | | | | | | |
|--|----------------|-----------------------------------|------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|-----------------|-------------|------------|
| Logo_HMI_S7_KEPSER_MATLAB_V16 / PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa | | | | | | | | | |
| DT_Data_logger [DB6] | | | | | | | | | |
| DT_Data_logger Propiedades | | | | | | | | | |
| General | | | | | | | | | |
| Nombre | DT_Data_logger | Número | 6 | Tipo | DB | | | | |
| Numeración | Automático | | | | | | | | |
| Información | | | | | | | | | |
| Título | | Autor | | Comentario | Familia | | | | |
| Versión | 0.1 | ID personalizado | | | | | | | |
| DT_Data_logger | | | | | | | | | |
| Nombre | Tipo de datos | Valor de arranque | Remanencia | Accesible desde HMI/OPC UA/Web API | Escribible desde HMI/OPC UA/Web API | Visible en HMI Engineering | Valor de ajuste | Supervisión | Comentario |
| ▼ Static | | | | | | | | | |
| Nombre | String | 'RegistroDatos' | False | True | True | True | False | | |
| DataLogID | Dint | 0 | False | True | True | True | False | | |
| Cabecera | String | 'PH, Tempe, Flujo, Conductividad' | False | True | True | True | False | | |
| ▼ MisDatos | | | | | | | | | |
| PH | Real | 0.0 | False | True | True | True | False | | |
| Tempe | Real | 0.0 | False | True | True | True | False | | |
| Flujo | Real | 0.0 | False | True | True | True | False | | |
| Conductividad | Real | 0.0 | False | True | True | True | False | | |
| TiempoON(0) | Time | T#15s | False | True | True | True | False | | |
| TiempoOFF(1) | Time | T#15s | False | True | True | True | False | | |
| TiempoWrite(2) | Time | T#4s | False | True | True | True | False | | |
| TiempoClose(3) | Time | T#6s | False | True | True | True | False | | |
| DONE | Bool | false | False | True | True | True | False | | |
| BUSY | Bool | false | False | True | True | True | False | | |
| ERROR | Bool | false | False | True | True | True | False | | |
| STATUS | Word | 16#0 | False | True | True | True | False | | |
| O_DONE | Bool | false | False | True | True | True | False | | |
| O_BUSY | Bool | false | False | True | True | True | False | | |
| O_ERROR | Bool | false | False | True | True | True | False | | |
| O_STATUS | Word | 16#0 | False | True | True | True | False | | |
| W_DONE | Bool | false | False | True | True | True | False | | |
| W_BUSY | Bool | false | False | True | True | True | False | | |
| W_ERROR | Bool | false | False | True | True | True | False | | |
| W_STATUS | Word | 16#0 | False | True | True | True | False | | |
| C_BUSY | Bool | false | False | True | True | True | False | | |
| C_DONE | Bool | false | False | True | True | True | False | | |
| C_ERROR | Bool | false | False | True | True | True | False | | |
| C_STATUS | Word | 16#0 | False | True | True | True | False | | |

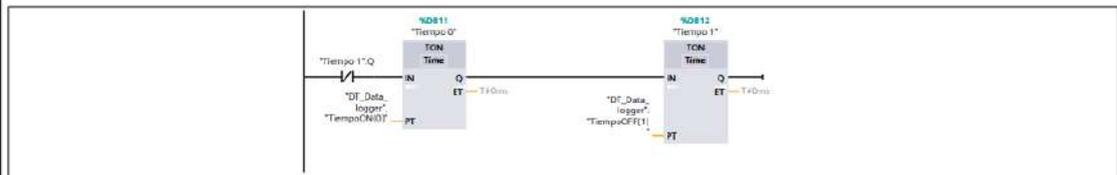
Logo_HMI_S7_KEPSEK_MATLAB_V16 / PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa

data_logger [FC2]

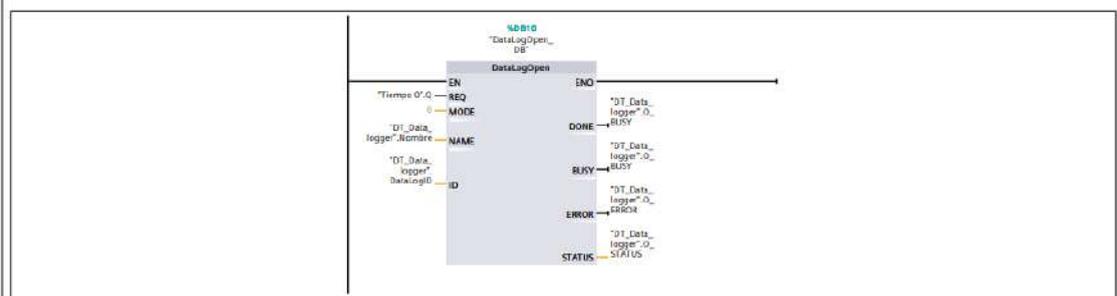
| data_logger Propiedades | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------|------------------|---|-------|----|---------|------------|--|
| General | | | | | | | | |
| Nombre | data_logger | Número | 2 | Tipo | FC | Idioma | KOP | |
| Numeración | Automático | | | | | | | |
| Información | | | | | | | | |
| Título | | | | Autor | | | Comentario | |
| Versión | 0.1 | ID personalizado | | | | | | |
| | | | | | | Familia | | |

| data_logger | | | |
|-------------|---------------|---------------|------------|
| Nombre | Tipo de datos | Valor predet. | Comentario |
| Input | | | |
| Output | | | |
| InOut | | | |
| Temp | | | |
| Constant | | | |
| Return | | | |
| data_logger | Void | | |

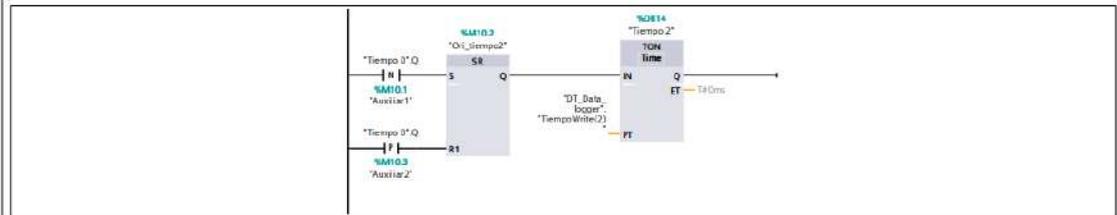
Segmento 1:



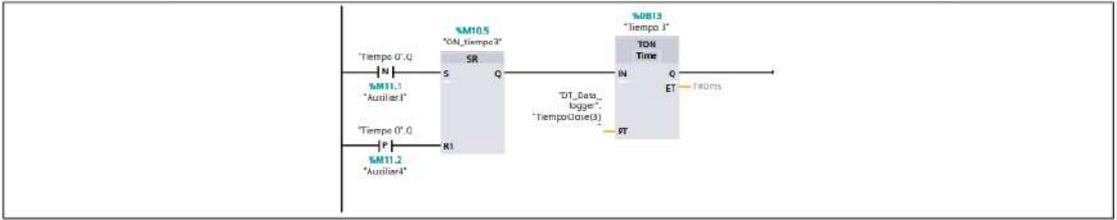
Segmento 2:



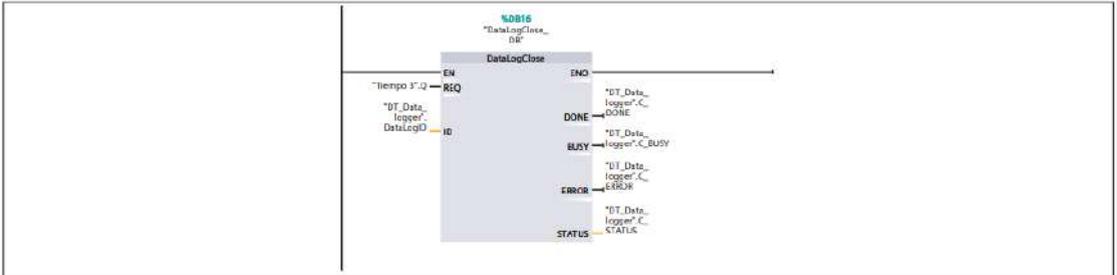
Segmento 3:



Segmento 4:



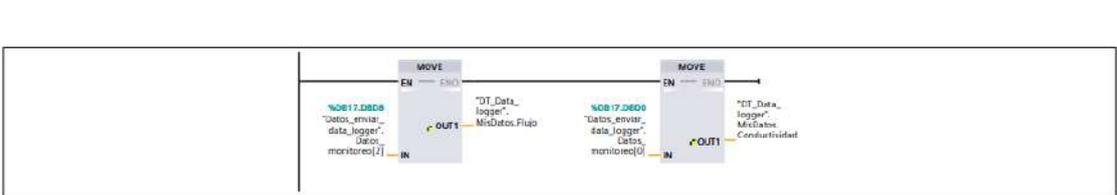
Segmento 6:



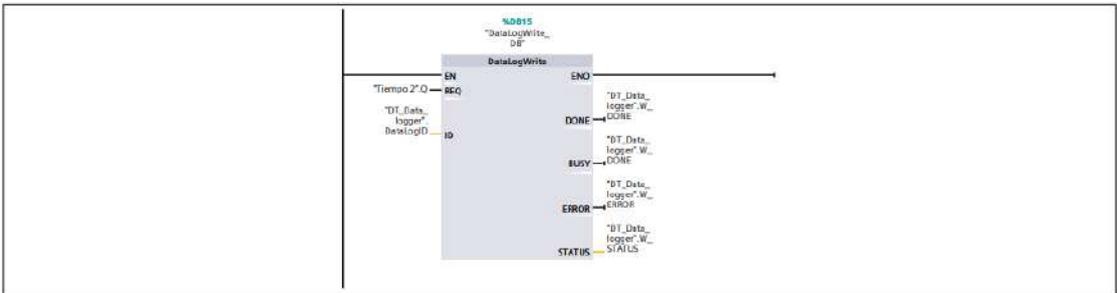
Segmento 7:



Segmento 8:



Segmento 5:



Logo_HMI_S7_KEPSEK_MATLAB_V16 / PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa

Startup [OB100]

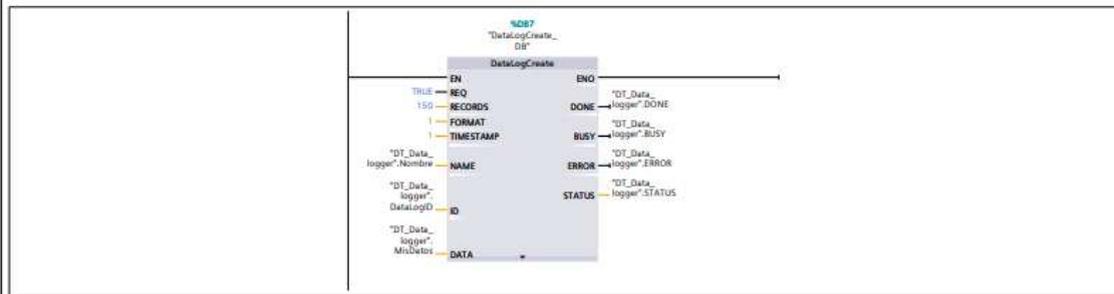
Startup Propiedades

| General | | | | | | | |
|-------------|--------------------|------------------|-----|------------|----|---------|-----|
| Nombre | Startup | Número | 100 | Tipo | OB | Idioma | KOP |
| Numeración | Automático | | | | | | |
| Información | | | | | | | |
| Título | "Complete Restart" | Autor | | Comentario | | Familia | |
| Versión | 0.1 | ID personalizado | | | | | |

Startup

| Nombre | Tipo de datos | Valor predet. | Comentario |
|---------------|---------------|---------------|---------------------------------|
| ▼ Input | | | |
| LostRetentive | Bool | | True if retentive data are lost |
| LostRTC | Bool | | True if date and time are lost |
| Temp | | | |
| Constant | | | |

Segmento 1: Data Logger crear



ANEXO 13 TABLAS DE VARIABLES DE PLC

| Name | Path | Data Type | Logical Address | Hmi Visible | Hmi Accessible | Hmi Writeable |
|----------------------|-----------------------------|-----------|-----------------|-------------|----------------|---------------|
| Salida_Buzzer_Alarma | Tabla de variables estándar | Bool | %Q0.0 | True | True | True |
| Salida_Real_T1 | Tabla de variables estándar | Real | %MD100 | True | True | True |
| Escalizado_T1 | Tabla de variables estándar | Real | %MD150 | True | True | True |
| Salida_alarma_T1 | Tabla de variables estándar | Bool | %M2.1 | True | True | True |
| Salida_Real_T2 | Tabla de variables estándar | Real | %MD200 | True | True | True |
| Escalizado_T2 | Tabla de variables estándar | Real | %MD250 | True | True | True |
| Salida_alarma_T2 | Tabla de variables estándar | Bool | %M2.2 | True | True | True |
| Salida_Real_T3 | Tabla de variables estándar | Real | %MD300 | True | True | True |
| Escalizado_T3 | Tabla de variables estándar | Real | %MD350 | True | True | True |
| Salida_alarma_T3 | Tabla de variables estándar | Bool | %M2.3 | True | True | True |
| Salida_Baliza_1 | Tabla de variables estándar | Bool | %Q0.1 | True | True | True |
| Salida_Baliza_2 | Tabla de variables estándar | Bool | %Q0.2 | True | True | True |
| Salida_Real_P1 | Tabla de variables estándar | Real | %MD400 | True | True | True |
| Salida_alarma_P1 | Tabla de variables estándar | Bool | %M2.4 | True | True | True |
| Escalizado_P1 | Tabla de variables estándar | Real | %MD450 | True | True | True |
| Salida_alarma_P2 | Tabla de variables estándar | Bool | %M2.5 | True | True | True |
| Salida_Real_P2 | Tabla de variables estándar | Real | %MD500 | True | True | True |
| Escalizado_P2 | Tabla de variables estándar | Real | %MD550 | True | True | True |
| Salida_Real_P3 | Tabla de variables estándar | Real | %MD600 | True | True | True |
| Escalizado_P3 | Tabla de variables estándar | Real | %MD650 | True | True | True |
| Salida_alarma_P3 | Tabla de variables estándar | Bool | %M2.6 | True | True | True |
| Escalizado_PSI_P2 | Tabla de variables estándar | Real | %MD580 | True | True | True |
| Escalizado_PSI_P3 | Tabla de variables estándar | Real | %MD680 | True | True | True |
| Escalizado_PSI_P1 | Tabla de variables estándar | Real | %MD480 | True | True | True |
| Move_T1 | Tabla de variables estándar | Int | %MW1000 | True | True | True |
| Move_T2 | Tabla de variables estándar | Int | %MW1200 | True | True | True |
| Move_T3 | Tabla de variables estándar | Int | %MW1400 | True | True | True |
| Move_P1 | Tabla de variables estándar | Int | %MW1600 | True | True | True |
| Move_P2 | Tabla de variables estándar | Int | %MW1800 | True | True | True |
| Move_P3 | Tabla de variables estándar | Int | %MW2000 | True | True | True |
| System_Byte | Tabla de variables estándar | Byte | %MB1 | True | True | True |
| FirstScan | Tabla de variables estándar | Bool | %M1.0 | True | True | True |
| DiagStatusUpdate | Tabla de variables estándar | Bool | %M1.1 | True | True | True |
| AlwaysTRUE | Tabla de variables estándar | Bool | %M1.2 | True | True | True |

| Name | Path | Data Type | Logical Address | Hmi Visible | Hmi Accessible | Hmi Writeable |
|---------------------------|-----------------------------|-----------|-----------------|-------------|----------------|---------------|
| AlwaysFALSE | Tabla de variables estándar | Bool | %M1.3 | True | True | True |
| Clock_Byte | Tabla de variables estándar | Byte | %MB0 | True | True | True |
| Clock_10Hz | Tabla de variables estándar | Bool | %M0.0 | True | True | True |
| Clock_5Hz | Tabla de variables estándar | Bool | %M0.1 | True | True | True |
| Clock_2.5Hz | Tabla de variables estándar | Bool | %M0.2 | True | True | True |
| Clock_2Hz | Tabla de variables estándar | Bool | %M0.3 | True | True | True |
| Clock 1.25 Hz | Tabla de variables estándar | Bool | %M0.4 | True | True | True |
| Clock_1Hz | Tabla de variables estándar | Bool | %M0.5 | True | True | True |
| Clock_0.625Hz | Tabla de variables estándar | Bool | %M0.6 | True | True | True |
| Clock_0.5Hz | Tabla de variables estándar | Bool | %M0.7 | True | True | True |
| Tag_1 | Tabla de variables estándar | Bool | %M4.0 | True | True | True |
| Tag_2 | Tabla de variables estándar | Bool | %M100.1 | True | True | True |
| Tag_3 | Tabla de variables estándar | Bool | %M100.2 | True | True | True |
| Tag_4 | Tabla de variables estándar | Bool | %M100.3 | True | True | True |
| Tag_5 | Tabla de variables estándar | Bool | %M30.5 | True | True | True |
| entrada_temperatura | Tabla de variables estándar | Word | %IW64 | True | True | True |
| Tag_7 | Tabla de variables estándar | Word | %MW500 | True | True | True |
| Tag_8 | Tabla de variables estándar | Real | %MD5600 | True | True | True |
| salida_NormaX_temperatura | Tabla de variables estándar | Real | %MD700 | True | True | True |
| entrada flujo | Tabla de variables estándar | Int | %IW66 | True | True | True |
| Mover_PH | Tabla de variables estándar | Word | %MW800 | True | True | True |
| Escalado_temper | Tabla de variables estándar | Real | %MD750 | True | True | True |
| Move_datos_logo_conduct | Tabla de variables estándar | Word | %MW700 | True | True | True |
| Tag_9 | Tabla de variables estándar | Word | %MW600 | True | True | True |
| salida_Normalx_conduct | Tabla de variables estándar | Real | %MD800 | True | True | True |
| Escalado_conduct | Tabla de variables estándar | Real | %MD850 | True | True | True |
| salida_normax_flujo | Tabla de variables estándar | Real | %MD1000 | True | True | True |
| salida_escalada_flujo | Tabla de variables estándar | Real | %MD1050 | True | True | True |
| Tag_6 | Tabla de variables estándar | DWord | %MD1200 | True | True | True |
| marca_valvula cerrada | Tabla de variables estándar | Bool | %M7.7 | True | True | True |
| interruptor_Valvula | Tabla de variables estándar | Bool | %M8.0 | True | True | True |
| Salida_PDI | Tabla de variables estándar | Real | %MD4000 | True | True | True |
| Tag_11 | Tabla de variables estándar | Int | %IW4 | True | True | True |
| Tag_12 | Tabla de variables estándar | Int | %QW4 | True | True | True |

| Name | Path | Data Type | Logical Address | Hmi Visible | Hmi Accessible | Hmi Writeable |
|----------------------|-----------------------------|-----------|-----------------|-------------|----------------|---------------|
| salida_normax_PH | Tabla de variables estándar | Real | %MD1600 | True | True | True |
| Escalizada_PH | Tabla de variables estándar | Real | %MD1650 | True | True | True |
| Tag_14 | Tabla de variables estándar | Real | %MD1001 | True | True | True |
| ganancia | Tabla de variables estándar | Real | %MD7 | True | True | True |
| Tag_16 | Tabla de variables estándar | DWord | %MD8 | True | True | True |
| Tag_17 | Tabla de variables estándar | Int | %MW100 | True | True | True |
| Tag_18 | Tabla de variables estándar | Bool | %M8.1 | True | True | True |
| Tag_19 | Tabla de variables estándar | Bool | %M8.2 | True | True | True |
| Tag_20 | Tabla de variables estándar | Word | %MW4000 | True | True | True |
| salida_normax_output | Tabla de variables estándar | DWord | %MD5400 | True | True | True |
| escalado_output | Tabla de variables estándar | Int | %MW2500 | True | True | True |
| switch_valvula | Tabla de variables estándar | Bool | %M9.0 | True | True | True |
| switch_Valvula(1) | Tabla de variables estándar | Byte | %MB100 | True | True | True |
| Tag_10 | Tabla de variables estándar | Bool | %M9.1 | True | True | True |
| Tag_15 | Tabla de variables estándar | Byte | %MB9 | True | True | True |
| Cierre de válvula | Tabla de variables estándar | Bool | %M10.0 | True | True | True |
| Tag_21 | Tabla de variables estándar | Byte | %MB10 | True | True | True |
| señalización_valvula | Tabla de variables estándar | Bool | %M11.0 | True | True | True |
| Set_point | Tabla de variables estándar | DWord | %MD2500 | True | True | True |
| Auxiliar1 | Tabla de variables estándar | Bool | %M10.1 | True | True | True |
| Ori_tiempo2 | Tabla de variables estándar | Bool | %M10.2 | True | True | True |
| Auxiliar2 | Tabla de variables estándar | Bool | %M10.3 | True | True | True |
| ON_tiempo3 | Tabla de variables estándar | Bool | %M10.5 | True | True | True |
| Auxiliar3 | Tabla de variables estándar | Bool | %M11.1 | True | True | True |
| Auxiliar4 | Tabla de variables estándar | Bool | %M11.2 | True | True | True |

ANEXO 14 TABLAS DE VARIABLES HMI

| Connection | PLC tag | Data Type | Length | Coding | Access Method | Address | Indirect addressing |
|----------------|-----------------------------------|-----------|--------|----------|-----------------|------------|---------------------|
| <No Value> | <No Value> | UInt | 2 | Binary | <No Value> | <No Value> | False |
| HMI_Conexión_1 | Escalizado_T2 | Real | 4 | IIEEE754 | Absolute access | %MD250 | False |
| HMI_Conexión_1 | Escalizado_T3 | Real | 4 | IIEEE754 | Absolute access | %MD350 | False |
| HMI_Conexión_1 | Escalizado_T1 | Real | 4 | IIEEE754 | Absolute access | %MD150 | False |
| HMI_Conexión_1 | Escalizado_P1 | Real | 4 | IIEEE754 | Absolute access | %MD450 | False |
| HMI_Conexión_1 | Escalizado_P2 | Real | 4 | IIEEE754 | Absolute access | %MD550 | False |
| HMI_Conexión_1 | Escalizado_P3 | Real | 4 | IIEEE754 | Absolute access | %MD650 | False |
| HMI_Conexión_1 | Escalizado_PSI_P2 | Real | 4 | IIEEE754 | Absolute access | %MD580 | False |
| HMI_Conexión_1 | Escalizado_PSI_P1 | Real | 4 | IIEEE754 | Absolute access | %MD480 | False |
| HMI_Conexión_1 | Escalizado_PSI_P3 | Real | 4 | IIEEE754 | Absolute access | %MD680 | False |
| HMI_Conexión_1 | Salida_Baliza_1 | Bool | 1 | Binary | Absolute access | %Q0.1 | False |
| HMI_Conexión_1 | Salida_Baliza_2 | Bool | 1 | Binary | Absolute access | %Q0.2 | False |
| HMI_Conexión_1 | Tag_2 | Bool | 1 | Binary | Symbolic access | <No Value> | False |
| HMI_Conexión_1 | "Bloque de datos_PDI".UP_PID | Bool | 1 | Binary | Symbolic access | <No Value> | False |
| HMI_Conexión_1 | "Bloque de datos_PDI".DW_PID | Bool | 1 | Binary | Symbolic access | <No Value> | False |
| HMI_Conexión_1 | "Bloque de datos_PDI".SP_VALVULA | Real | 4 | IIEEE754 | Symbolic access | <No Value> | False |
| HMI_Conexión_1 | "Bloque de datos_PDI".OUT_VALVULA | Real | 4 | IIEEE754 | Symbolic access | <No Value> | False |
| HMI_Conexión_1 | "Bloque de datos_PDI".AUTO_PID | Bool | 1 | Binary | Symbolic access | <No Value> | False |
| HMI_Conexión_1 | "Bloque de datos_PDI".VALVULA_PDI | Real | 4 | IIEEE754 | Symbolic access | <No Value> | False |
| HMI_Conexión_1 | Escalado_temper | Real | 4 | IIEEE754 | Symbolic access | <No Value> | False |
| HMI_Conexión_1 | Escalado_conduct | Real | 4 | IIEEE754 | Symbolic access | <No Value> | False |
| HMI_Conexión_1 | salida_escalada_flujo | Real | 4 | IIEEE754 | Symbolic access | <No Value> | False |
| HMI_Conexión_1 | "marca_valvula cerrada" | Bool | 1 | Binary | Symbolic access | <No Value> | False |
| HMI_Conexión_1 | interruptor_Valvula | Bool | 1 | Binary | Symbolic access | <No Value> | False |

| | | | | | | | |
|----------------|---------------|-------|---|---------|-----------------|------------|-------|
| HMI_Conexión_1 | Escalizada_PH | Real | 4 | IEEE754 | Symbolic access | <No Value> | False |
| HMI_Conexión_1 | ganancia | Real | 4 | IEEE754 | Symbolic access | <No Value> | False |
| HMI_Conexión_1 | Tag_8 | Real | 4 | IEEE754 | Symbolic access | <No Value> | False |
| HMI_Conexión_1 | Salida_PDI | Real | 4 | IEEE754 | Symbolic access | <No Value> | False |
| HMI_Conexión_1 | Set_point | DWord | 4 | Binary | Symbolic access | <No Value> | False |

ANEXO 15 COSTOS DEL PROYECTO

| Item | Detalle | Cantidad | Costo unitario | Costo total | Empresa | Oferta # |
|------|--|----------|----------------|-------------|--------------------|---------------------------|
| 1 | ENDRESS+HAUSER Orbisint CPS11D Memosens, sensor PH | 1 | 638,4 | 638,4 | Euroinstrum ent | PROFORMA: 22-1131-R1V0 |
| 2 | ENDRESS+HAUSER Memosens CLS21E, sensor conductividad | 1 | 1.636,55 | 1636,55 | Euroinstrum ent | PROFORMA: 22-1131-R1V0 |
| 3 | ENDRESS+HAUSER Cable de Medida CYK10 Memosens | 2 | 292,1 | 584,2 | Euroinstrum ent | PROFORMA: 22-1131-R1V0 |
| 4 | ENDRESS+HAUSER Liquiline CM442, transmisor dos canales | 1 | 2.692,89 | 2692,89 | Euroinstrum ent | PROFORMA: 22-1131-R1V0 |
| 5 | ENDRESS+HAUSER Flexdip CYA112, soporte de sensores | 1 | 244,85 | 244,85 | Euroinstrum ent | PROFORMA: 22-1131-R1V0 |
| 6 | ENDRESS+HAUSER Flexdip CYH112, accesorios de inmersión | 2 | 1.106,81 | 2213,62 | Euroinstrum ent | PROFORMA: 22-1131-R1V0 |
| 7 | ENDRESS+HAUSER Flexdip CYA112, soporte de sensores | 1 | 319,5 | 319,5 | Euroinstrum ent | PROFORMA: 22-1131-R1V0 |
| 8 | Picomag, DMA50, DN50 2", medidor de flujo | 1 | 929,89 | 929,89 | Euroinstrum ent | PROFORMA: 22-1131-R1V0 |
| 9 | Ajuste de terminal de tierra,Picomag DMA | 1 | 25,91 | 25,91 | Euroinstrum ent | PROFORMA: 22-1131-R1V0 |
| 10 | LOGO! AM2, 12/24 V DC, 2 AI (0 -10 V , 0 -2 0 m A), 6ED1055-1MA00-0BA2 | 1 | 157 | 157 | Electrotecnia | PROFORMA: EC01092022 |
| 11 | LOGO! AM2 AQ, 24VDC, 2 AO (0 -10 V /0 -2 0 m A), 6ED1055-1MM00-0BA2. | 2 | 213,00 | 426 | Electrotecnia | PROFORMA: EC01092023 |
| 12 | PT-100 Longitud de montaje 915 mm., conexión eléctrica de 3 hilos y 4 hilos, rango PZA 1 300,00 300,00 de medición de -50 a 400°C, termopozo de acuerdo con DIN 43722, | 1 | 300 | 300 | Electrotecnia | PROFORMA: EC01092024 |
| 13 | Transmisor de temperatura para montaje sobre el elemento sensor de conexión tipo DIN B, señal de salida 4-20 mA, | 1 | 220,00 | 220 | Electrotecnia | PROFORMA: EC01092025 |

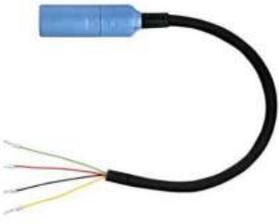
| | | | | | | |
|----|---|---|----------|-----------------|-------------|-----------------------------|
| 14 | VALVULA DE BOLA CON ACTUADOR NEUMATICO 1 \$ 2.000,00 5% \$ 1.900,00 VAL. DE BOLA 3 CUERPOS, INOX TAMAÑO 4 PULGADAS NPT SELLOS DE RTFE ACTUADOR NEUMATICO DN105 DOBLE EFECTO INDICADOR DE POSICION CON FINAL DE CARRERA Y VALVULA NAMUR 5/2 VIAS 24 VD | 1 | 1900 | 1900 | Assitech | COTIZACIÓN # 1953 |
| 15 | VALVULA DE CONTROL PROPORCIONAL 2 pulgadas DN 50 - 2" (Kvs 43; Cv 50) cuerpo stainless steel 1.4408(CF8M)/1.4571(AISI 316Ti) Sellos PTFE Posicionador digital, 4-20 mA, 2 hilos, IP65 configurador normal cerrado | 1 | 3.277,50 | 3277,5 | Assitech | COTIZACIÓN # 1953 |
| 16 | Materiales para línea de aire | 1 | 500 | 500 | Impellering | COTIZACIÓN: 3072-2022-08-27 |
| 17 | Mano de obra acometidas eléctricas | 1 | 5.500 | 5500 | Selectric | COT. 48092022 |
| 18 | Vávula modulantes de agua tratada y potable | 1 | 3500 | 3500 | Impellering | |
| | TOTAL | | | 25066,31 | | SIN IVA |

ANEXO 16 FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS

| Detalle del elemento | Representación gráfica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------------------|-------|----------------------------|--|-----------------|--|---------------------------------|--|-----------------------------------|------------|--------|---------------------|----------------------------------|--|----------------|--|----------------|--|--|--|-------|------------------------------------|--|--|--------|---------------------|--|--|-------|-------------|-------|-----------|----------------|--|--|--|------------|--|--|--|------------------------------------|--|--|--|---------------------------------|--|--|--|-------|-------------|-------|-----------|--|--|--|--|--|
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="2">SIEMENS</td></tr> <tr><td colspan="2">CPU MODULE SIMATIC S7-1200</td></tr> <tr><td colspan="2">CPU 1214C FS:10</td></tr> <tr><td colspan="2">SUPPLY 24VDC 1.5 A FW: V4.03.01</td></tr> <tr><td>SERIE</td><td>V-M1AV6197</td></tr> <tr><td>MODELO</td><td>6ES7 214-1AG40-0XB0</td></tr> <tr><td colspan="2">DI 14X24VDC CUL/EX</td></tr> <tr><td colspan="2">DQ 10X24VDC FM</td></tr> <tr><td colspan="2">AI 2X10BIT G10</td></tr> </table> | SIEMENS | | CPU MODULE SIMATIC S7-1200 | | CPU 1214C FS:10 | | SUPPLY 24VDC 1.5 A FW: V4.03.01 | | SERIE | V-M1AV6197 | MODELO | 6ES7 214-1AG40-0XB0 | DI 14X24VDC CUL/EX | | DQ 10X24VDC FM | | AI 2X10BIT G10 | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SIEMENS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CPU MODULE SIMATIC S7-1200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CPU 1214C FS:10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SUPPLY 24VDC 1.5 A FW: V4.03.01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SERIE | V-M1AV6197 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MODELO | 6ES7 214-1AG40-0XB0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DI 14X24VDC CUL/EX | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DQ 10X24VDC FM | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AI 2X10BIT G10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="4">SIEMENS</td></tr> <tr><td colspan="4">1 UNIDAD</td></tr> <tr><td colspan="4">UNIDAD DE AMPLIACION LOGO 8 AM2 2</td></tr> <tr><td colspan="4">ENTRADAS ANALOGICAS V/MA 6ED1055</td></tr> <tr><td colspan="4">S 17485</td></tr> <tr><td>SERIE</td><td colspan="3">V-L2AW0097, V-L2AV9882, V-K1BW5928</td></tr> <tr><td>MODELO</td><td colspan="3">6ED1 055-1MA00-0BA2</td></tr> <tr><td>FS:04</td><td>FW:V1.82.01</td><td>cULus</td><td>cFMus E39</td></tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td colspan="4">SIEMENS</td></tr> <tr><td colspan="4">2 UNIDADES</td></tr> <tr><td colspan="4">UNIDAD DE AMPLIACION LOGO 8 AM2 AQ</td></tr> <tr><td colspan="4">SALIDAS ANALOGICAS V/MA 6ED1055</td></tr> <tr><td>FS:04</td><td>FW:V1.82.01</td><td>cULus</td><td>cFMus E39</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table> | SIEMENS | | | | 1 UNIDAD | | | | UNIDAD DE AMPLIACION LOGO 8 AM2 2 | | | | ENTRADAS ANALOGICAS V/MA 6ED1055 | | | | S 17485 | | | | SERIE | V-L2AW0097, V-L2AV9882, V-K1BW5928 | | | MODELO | 6ED1 055-1MA00-0BA2 | | | FS:04 | FW:V1.82.01 | cULus | cFMus E39 | SIEMENS | | | | 2 UNIDADES | | | | UNIDAD DE AMPLIACION LOGO 8 AM2 AQ | | | | SALIDAS ANALOGICAS V/MA 6ED1055 | | | | FS:04 | FW:V1.82.01 | cULus | cFMus E39 | | | | |   |
| SIEMENS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 UNIDAD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| UNIDAD DE AMPLIACION LOGO 8 AM2 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ENTRADAS ANALOGICAS V/MA 6ED1055 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S 17485 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SERIE | V-L2AW0097, V-L2AV9882, V-K1BW5928 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MODELO | 6ED1 055-1MA00-0BA2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FS:04 | FW:V1.82.01 | cULus | cFMus E39 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SIEMENS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 UNIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| UNIDAD DE AMPLIACION LOGO 8 AM2 AQ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SALIDAS ANALOGICAS V/MA 6ED1055 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FS:04 | FW:V1.82.01 | cULus | cFMus E39 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Detalle del elemento | Representación gráfica | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|--|-------------------------|--|---|--|---|---------------------|---------------------------------|------------|--|---------------------|------------------------|--------------------|--|
| <table border="1"> <tr> <td colspan="2">SIEMENS</td> </tr> <tr> <td colspan="2">LOGIC MODULE LOGO!</td> </tr> <tr> <td colspan="2">LSC V8.1 OR LATER REQUIRED FOR PROGRAMING F01</td> </tr> <tr> <td colspan="2">LOGO! 12/24RCE FW: V1.82.01 cULus cFMus</td> </tr> <tr> <td>SERIE</td> <td>V-M1AV6197</td> </tr> <tr> <td>MODELO</td> <td>6ES7 214-1AG40-0XB0</td> </tr> <tr> <td colspan="2">DI 8 (A14) /DO 4 FS:01</td> </tr> </table> | SIEMENS | | LOGIC MODULE LOGO! | | LSC V8.1 OR LATER REQUIRED FOR PROGRAMING F01 | | LOGO! 12/24RCE FW: V1.82.01 cULus cFMus | | SERIE | V-M1AV6197 | MODELO | 6ES7 214-1AG40-0XB0 | DI 8 (A14) /DO 4 FS:01 | |  |
| SIEMENS | | | | | | | | | | | | | | | |
| LOGIC MODULE LOGO! | | | | | | | | | | | | | | | |
| LSC V8.1 OR LATER REQUIRED FOR PROGRAMING F01 | | | | | | | | | | | | | | | |
| LOGO! 12/24RCE FW: V1.82.01 cULus cFMus | | | | | | | | | | | | | | | |
| SERIE | V-M1AV6197 | | | | | | | | | | | | | | |
| MODELO | 6ES7 214-1AG40-0XB0 | | | | | | | | | | | | | | |
| DI 8 (A14) /DO 4 FS:01 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td colspan="2">SIEMENS</td> </tr> <tr> <td colspan="2">2 UNIDADES</td> </tr> <tr> <td colspan="2">LOGO! POWER</td> </tr> <tr> <td colspan="2">INPUT: AC100-240VAC/1,22-0,66A/50-60Hz</td> </tr> <tr> <td colspan="2">OUTPUT: DC 24V/2,5^a</td> </tr> <tr> <td>SERIE</td> <td>Q6L6BB6DGJZ</td> </tr> <tr> <td>MODELO</td> <td>6EP3332-6SB00-0AY0</td> </tr> </table> | SIEMENS | | 2 UNIDADES | | LOGO! POWER | | INPUT: AC100-240VAC/1,22-0,66A/50-60Hz | | OUTPUT: DC 24V/2,5 ^a | | SERIE | Q6L6BB6DGJZ | MODELO | 6EP3332-6SB00-0AY0 |  |
| SIEMENS | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 UNIDADES | | | | | | | | | | | | | | | |
| LOGO! POWER | | | | | | | | | | | | | | | |
| INPUT: AC100-240VAC/1,22-0,66A/50-60Hz | | | | | | | | | | | | | | | |
| OUTPUT: DC 24V/2,5 ^a | | | | | | | | | | | | | | | |
| SERIE | Q6L6BB6DGJZ | | | | | | | | | | | | | | |
| MODELO | 6EP3332-6SB00-0AY0 | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td colspan="2">SIEMENS</td> </tr> <tr> <td colspan="2">BASIC PANEL SIMATOC HMI</td> </tr> <tr> <td colspan="2">KTP700 BASIC FS:11 CuI</td> </tr> <tr> <td>MODELO</td> <td>6AV2 123-2GB03-0AX0</td> </tr> <tr> <td>SERIE</td> <td>V-LDCD2943</td> </tr> </table> | SIEMENS | | BASIC PANEL SIMATOC HMI | | KTP700 BASIC FS:11 CuI | | MODELO | 6AV2 123-2GB03-0AX0 | SERIE | V-LDCD2943 |  | | | | |
| SIEMENS | | | | | | | | | | | | | | | |
| BASIC PANEL SIMATOC HMI | | | | | | | | | | | | | | | |
| KTP700 BASIC FS:11 CuI | | | | | | | | | | | | | | | |
| MODELO | 6AV2 123-2GB03-0AX0 | | | | | | | | | | | | | | |
| SERIE | V-LDCD2943 | | | | | | | | | | | | | | |

| Detalle del elemento | Representación gráfica | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|------------------------------|--|------------------------------|--|-----------------------|--|----------------------------------|--|--|--|--------|--------|-------|--------------------|--|
| <table border="1"> <tr> <td colspan="2">SIEMENS</td> </tr> <tr> <td colspan="2">COMMUNICATION MODULE CSM1277</td> </tr> <tr> <td colspan="2">SIMATIC NET CMS7-1200 FS: 03</td> </tr> <tr> <td colspan="2">COMPACT SWITCH MODULE</td> </tr> <tr> <td colspan="2">FOR S7-1200 SERIES 10/100 MBIT/S</td> </tr> <tr> <td colspan="2">UNMANAGED 4XRJ45-PORTS</td> </tr> <tr> <td>MODELO</td> <td>S77560</td> </tr> <tr> <td>SERIE</td> <td>6GK7S77-1AA10-0AAO</td> </tr> </table> | SIEMENS | | COMMUNICATION MODULE CSM1277 | | SIMATIC NET CMS7-1200 FS: 03 | | COMPACT SWITCH MODULE | | FOR S7-1200 SERIES 10/100 MBIT/S | | UNMANAGED 4XRJ45-PORTS | | MODELO | S77560 | SERIE | 6GK7S77-1AA10-0AAO |  |
| SIEMENS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COMMUNICATION MODULE CSM1277 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SIMATIC NET CMS7-1200 FS: 03 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COMPACT SWITCH MODULE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FOR S7-1200 SERIES 10/100 MBIT/S | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| UNMANAGED 4XRJ45-PORTS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MODELO | S77560 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SERIE | 6GK7S77-1AA10-0AAO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>El cable de cobre PROFINET color verde blindado de 4 hilos, que admite Fast Ethernet de 100 Mbps a una distancia de 100 metros. Full Duplex.</p> |  | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td colspan="2">SIEMENS</td> </tr> <tr> <td colspan="2">6 UNIDADES</td> </tr> <tr> <td colspan="2">ACCESSORY CABLING KIT</td> </tr> <tr> <td colspan="2">PROFINET</td> </tr> <tr> <td colspan="2">IE FC RJ45 PLUG 180</td> </tr> </table> | SIEMENS | | 6 UNIDADES | | ACCESSORY CABLING KIT | | PROFINET | | IE FC RJ45 PLUG 180 | |  | | | | | | |
| SIEMENS | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 UNIDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ACCESSORY CABLING KIT | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PROFINET | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| IE FC RJ45 PLUG 180 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| Detalle del elemento | Representación gráfica | | | | | |
|--|------------------------|------------|---|--|---|---|
| <table border="1"> <tr> <td data-bbox="228 342 853 432">ENDRESS+HAUSER</td> </tr> <tr> <td data-bbox="228 432 853 488">1 UNIDAD</td> </tr> <tr> <td data-bbox="228 488 853 544">Orbisint CPS11D Memosens</td> </tr> <tr> <td data-bbox="228 544 853 600">(CPS11D-7AA2C)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="228 600 853 656">Longitud del Electrodo: 120mm</td> </tr> </table> | ENDRESS+HAUSER | 1 UNIDAD | Orbisint CPS11D Memosens | (CPS11D-7AA2C) | Longitud del Electrodo: 120mm |  <p>The image shows a vertical cylindrical electrode with a blue cap and a white body. The body has some text and a small label. The background is white with faint blue logos.</p> |
| ENDRESS+HAUSER | | | | | | |
| 1 UNIDAD | | | | | | |
| Orbisint CPS11D Memosens | | | | | | |
| (CPS11D-7AA2C) | | | | | | |
| Longitud del Electrodo: 120mm | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td data-bbox="228 817 853 907">ENDRESS+HAUSER</td> </tr> <tr> <td data-bbox="228 907 853 963">1 UNIDAD</td> </tr> <tr> <td data-bbox="228 963 853 1019">Memosens CLS21E</td> </tr> <tr> <td data-bbox="228 1019 853 1075">(CLS21E-AAHA11)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="228 1075 853 1283"> <p>Measurement range k=1: 10 μS/cm to 20 mS/cm Diameter: 24 mm (0.94 inch) Length: 61 mm (2.40 inch)</p> </td> </tr> </table> | ENDRESS+HAUSER | 1 UNIDAD | Memosens CLS21E | (CLS21E-AAHA11) | <p>Measurement range k=1: 10 μS/cm to 20 mS/cm Diameter: 24 mm (0.94 inch) Length: 61 mm (2.40 inch)</p> |  <p>The image shows a horizontal cylindrical electrode with a white body and a blue cap. It has a threaded section on one end.</p> |
| ENDRESS+HAUSER | | | | | | |
| 1 UNIDAD | | | | | | |
| Memosens CLS21E | | | | | | |
| (CLS21E-AAHA11) | | | | | | |
| <p>Measurement range k=1: 10 μS/cm to 20 mS/cm Diameter: 24 mm (0.94 inch) Length: 61 mm (2.40 inch)</p> | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td data-bbox="228 1366 853 1444">ENDRESS+HAUSER</td> </tr> <tr> <td data-bbox="228 1444 853 1500">2 UNIDADES</td> </tr> <tr> <td data-bbox="228 1500 853 1556">ENDRESS+HAUSER Cable de Medida CYK10 Memosens</td> </tr> <tr> <td data-bbox="228 1556 853 1747"> <p>Aplicación: Sensores digitales inductivos Memosens con conector. Límites de Temperatura: -20...135oC</p> </td> </tr> </table> | ENDRESS+HAUSER | 2 UNIDADES | ENDRESS+HAUSER Cable de Medida CYK10 Memosens | <p>Aplicación: Sensores digitales inductivos Memosens con conector. Límites de Temperatura: -20...135oC</p> |  <p>The image shows a black cable with a blue connector at one end and several colored wires (red, yellow, green, blue) at the other end.</p> | |
| ENDRESS+HAUSER | | | | | | |
| 2 UNIDADES | | | | | | |
| ENDRESS+HAUSER Cable de Medida CYK10 Memosens | | | | | | |
| <p>Aplicación: Sensores digitales inductivos Memosens con conector. Límites de Temperatura: -20...135oC</p> | | | | | | |

| Detalle del elemento | Representación gráfica | | | | | |
|--|------------------------|----------|-------------------------|------------------------|--|--|
| <table border="1"> <tr><td>ENDRESS+HAUSER</td></tr> <tr><td>1 UNIDAD</td></tr> <tr><td>Liquiline CM442</td></tr> <tr><td>(CM442-AAM2A1F011A+AD)</td></tr> <tr><td>Transmisor de Análisis de Líquidos Protección IP66+IP67 NEMA 4X Fieldbus module 485 or Ethernet module ETH (only one of the two modules can be used) Memosens input module 2DS (DS = digital sensor) Extension module for digital inputs and outputs DIO (DIO = digital input and output) Current input module 2AI (AI = analog input) Current output module 4AO or 2AO (AO = analog output) Relay modules AOR, 4R or 2R (AOR = analog output + relay, R = relay)</td></tr> </table> | ENDRESS+HAUSER | 1 UNIDAD | Liquiline CM442 | (CM442-AAM2A1F011A+AD) | Transmisor de Análisis de Líquidos Protección IP66+IP67 NEMA 4X Fieldbus module 485 or Ethernet module ETH (only one of the two modules can be used) Memosens input module 2DS (DS = digital sensor) Extension module for digital inputs and outputs DIO (DIO = digital input and output) Current input module 2AI (AI = analog input) Current output module 4AO or 2AO (AO = analog output) Relay modules AOR, 4R or 2R (AOR = analog output + relay, R = relay) |  |
| ENDRESS+HAUSER | | | | | | |
| 1 UNIDAD | | | | | | |
| Liquiline CM442 | | | | | | |
| (CM442-AAM2A1F011A+AD) | | | | | | |
| Transmisor de Análisis de Líquidos Protección IP66+IP67 NEMA 4X Fieldbus module 485 or Ethernet module ETH (only one of the two modules can be used) Memosens input module 2DS (DS = digital sensor) Extension module for digital inputs and outputs DIO (DIO = digital input and output) Current input module 2AI (AI = analog input) Current output module 4AO or 2AO (AO = analog output) Relay modules AOR, 4R or 2R (AOR = analog output + relay, R = relay) | | | | | | |
| <table border="1"> <tr><td>ENDRESS+HAUSER</td></tr> <tr><td>1 UNIDAD</td></tr> <tr><td>Picomag, DMA50, DN50 2"</td></tr> <tr><td>(CM442-AAM2A1F011A+AD)</td></tr> <tr><td>IO-Link/4-20mA/pulso/salida conmutada/ 2-10V; entrada de estado, configurable. Acceso remoto: Bluetooth SmartBlue App.</td></tr> </table> | ENDRESS+HAUSER | 1 UNIDAD | Picomag, DMA50, DN50 2" | (CM442-AAM2A1F011A+AD) | IO-Link/4-20mA/pulso/salida conmutada/ 2-10V; entrada de estado, configurable. Acceso remoto: Bluetooth SmartBlue App. |  |
| ENDRESS+HAUSER | | | | | | |
| 1 UNIDAD | | | | | | |
| Picomag, DMA50, DN50 2" | | | | | | |
| (CM442-AAM2A1F011A+AD) | | | | | | |
| IO-Link/4-20mA/pulso/salida conmutada/ 2-10V; entrada de estado, configurable. Acceso remoto: Bluetooth SmartBlue App. | | | | | | |
| <table border="1"> <tr><td>ENDRESS+HAUSER</td></tr> <tr><td>1 UNIDAD</td></tr> <tr><td>Flexdip CYH112</td></tr> <tr><td>(CYH112-AB20B30D1)</td></tr> <tr><td>Soporte para sensor sumergido</td></tr> </table> | ENDRESS+HAUSER | 1 UNIDAD | Flexdip CYH112 | (CYH112-AB20B30D1) | Soporte para sensor sumergido |  |
| ENDRESS+HAUSER | | | | | | |
| 1 UNIDAD | | | | | | |
| Flexdip CYH112 | | | | | | |
| (CYH112-AB20B30D1) | | | | | | |
| Soporte para sensor sumergido | | | | | | |

| Detalle del elemento | Representación gráfica | | | | | |
|---|--|------------|--|--|--|--|
| <table border="1"> <tr> <td data-bbox="228 315 853 371">SCHUBERT&SALZER</td> </tr> <tr> <td data-bbox="228 371 853 427">3 UNIDADES</td> </tr> <tr> <td data-bbox="228 427 853 517">VALVULA DE CONTROL PROPORCIONAL 2 pulgadas DN 50 - 2" (Kvs 43; Cv 50)</td> </tr> <tr> <td data-bbox="228 517 853 595">cuerpo stainless steel 1.4408(CF8M)/1.4571(AISI 316Ti) Sellos PTFE Posicionador digital, 4-20 mA, 2 hilos, IP65</td> </tr> <tr> <td data-bbox="228 595 853 651"> </td> </tr> </table> | SCHUBERT&SALZER | 3 UNIDADES | VALVULA DE CONTROL PROPORCIONAL 2 pulgadas DN 50 - 2" (Kvs 43; Cv 50) | cuerpo stainless steel 1.4408(CF8M)/1.4571(AISI 316Ti) Sellos PTFE Posicionador digital, 4-20 mA, 2 hilos, IP65 | |  |
| SCHUBERT&SALZER | | | | | | |
| 3 UNIDADES | | | | | | |
| VALVULA DE CONTROL PROPORCIONAL 2 pulgadas DN 50 - 2" (Kvs 43; Cv 50) | | | | | | |
| cuerpo stainless steel 1.4408(CF8M)/1.4571(AISI 316Ti) Sellos PTFE Posicionador digital, 4-20 mA, 2 hilos, IP65 | | | | | | |
| | | | | | | |
| <table border="1"> <tr> <td data-bbox="228 745 853 801">AVCO</td> </tr> <tr> <td data-bbox="228 801 853 857">1 UNIDAD</td> </tr> <tr> <td data-bbox="228 857 853 1055">VÁLVULA DE BOLA CON ACTUADOR NEUMÁTICO DE BOLA 3 CUERPOS, INOX TAMAÑO 4 PULGADAS NPT SELLOS DE RTFE DN105 DOBLE EFECTO INDICADOR DE POSICIÓN CON FINAL DE CARRERA Y VALVULA NAMUR 5/2 VIAS 24 VDC</td> </tr> </table> | AVCO | 1 UNIDAD | VÁLVULA DE BOLA CON ACTUADOR NEUMÁTICO DE BOLA 3 CUERPOS, INOX TAMAÑO 4 PULGADAS NPT SELLOS DE RTFE DN105 DOBLE EFECTO INDICADOR DE POSICIÓN CON FINAL DE CARRERA Y VALVULA NAMUR 5/2 VIAS 24 VDC |  | | |
| AVCO | | | | | | |
| 1 UNIDAD | | | | | | |
| VÁLVULA DE BOLA CON ACTUADOR NEUMÁTICO DE BOLA 3 CUERPOS, INOX TAMAÑO 4 PULGADAS NPT SELLOS DE RTFE DN105 DOBLE EFECTO INDICADOR DE POSICIÓN CON FINAL DE CARRERA Y VALVULA NAMUR 5/2 VIAS 24 VDC | | | | | | |
| <p data-bbox="228 1115 853 1205">PT-100 Longitud de montaje 915 mm., conexión eléctrica de 3 hilos y 4 hilos, rango de medición de -50 a 400°C, termopozo de acuerdo con DIN 43722, conexión a proceso rosca 1/4" NPT</p> <p data-bbox="228 1283 853 1361">Transmisor de temperatura para montaje sobre el elemento sensor de conexión tipo DIN B, señal de salida 4-20 mA, separación galvánica, para PT-100 y TERMOCUPLA.</p> |  | | | | | |