



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE

Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Ingeniería en Electrónica Automatización y Control

“AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE ESTACIONES DE BOMBEO CON INTEGRACIÓN A UN SCADA PARA OPTIMIZAR EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE”

Autores: Torres Villacrés Alison Fernanda
Yáñez Acosta Danilo Joel

Director: Ing. Gordillo Orquera, Rodolfo Xavier PhD.



Contenido

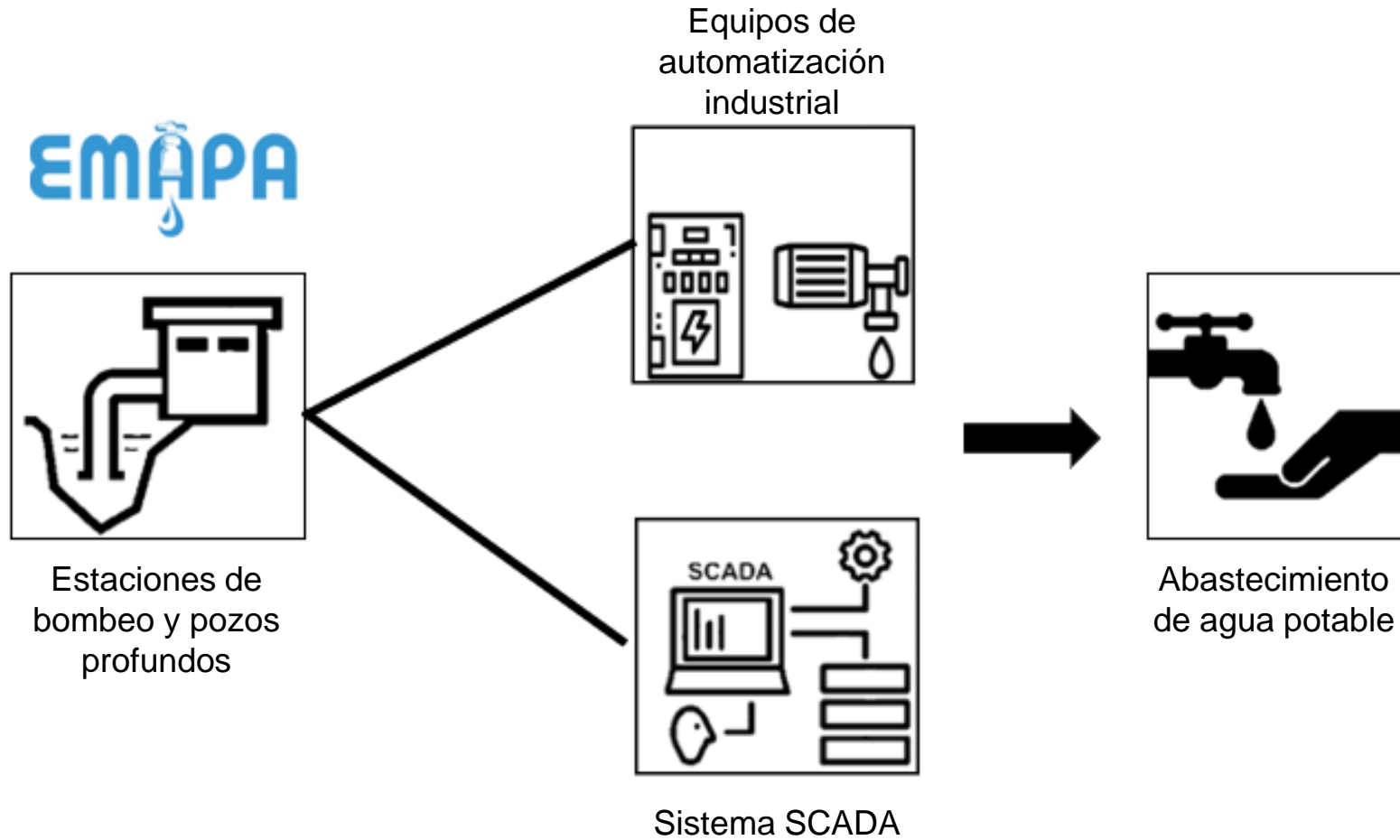
1.- Introducción

2.- Diseño e Implementación

3.- Pruebas de funcionamiento

4.- Conclusiones y Recomendaciones





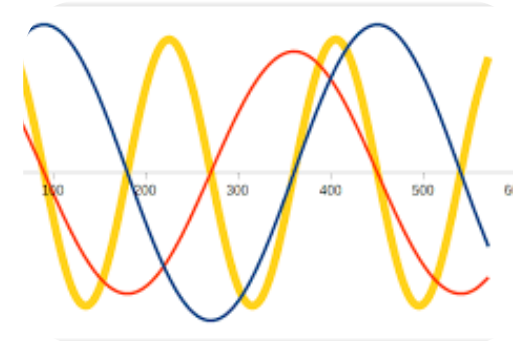
Las EMAPA requieren de la automatización y el control de diferentes estaciones de bombeo debido a que el suministro de agua potable a las diferentes zonas de la ciudad se ve comprometido, los equipos encargados de los sistemas de arranque de los conjuntos bomba motor suelen provocar los siguientes problemas:



**Antigüedad de
equipos**

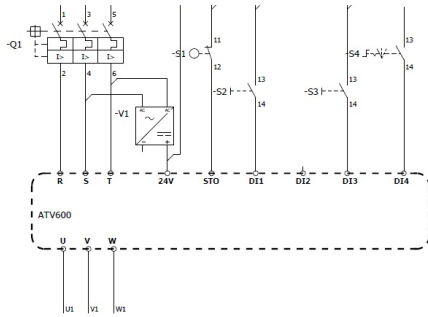


**Costo elevado en
facturas de
energía eléctrica**



**Factores de
potencia fuera de
rango permitido**

Se plantea realizar el diseño eléctrico, instalación e integración de variadores de frecuencia de las estaciones de bombeo, pozos profundos a un sistema SCADA existente en el cuarto de control de la EMAPA, adicionalmente, se rediseña el sistema SCADA aplicando la Norma ISA 101.



Diseño de planos de control y fuerza



Instalación de variador de frecuencia y tableros.



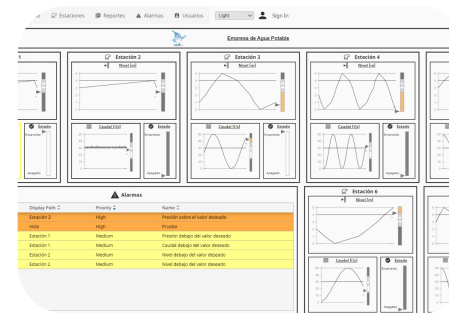
Programación de PLC



Rediseño de HMI



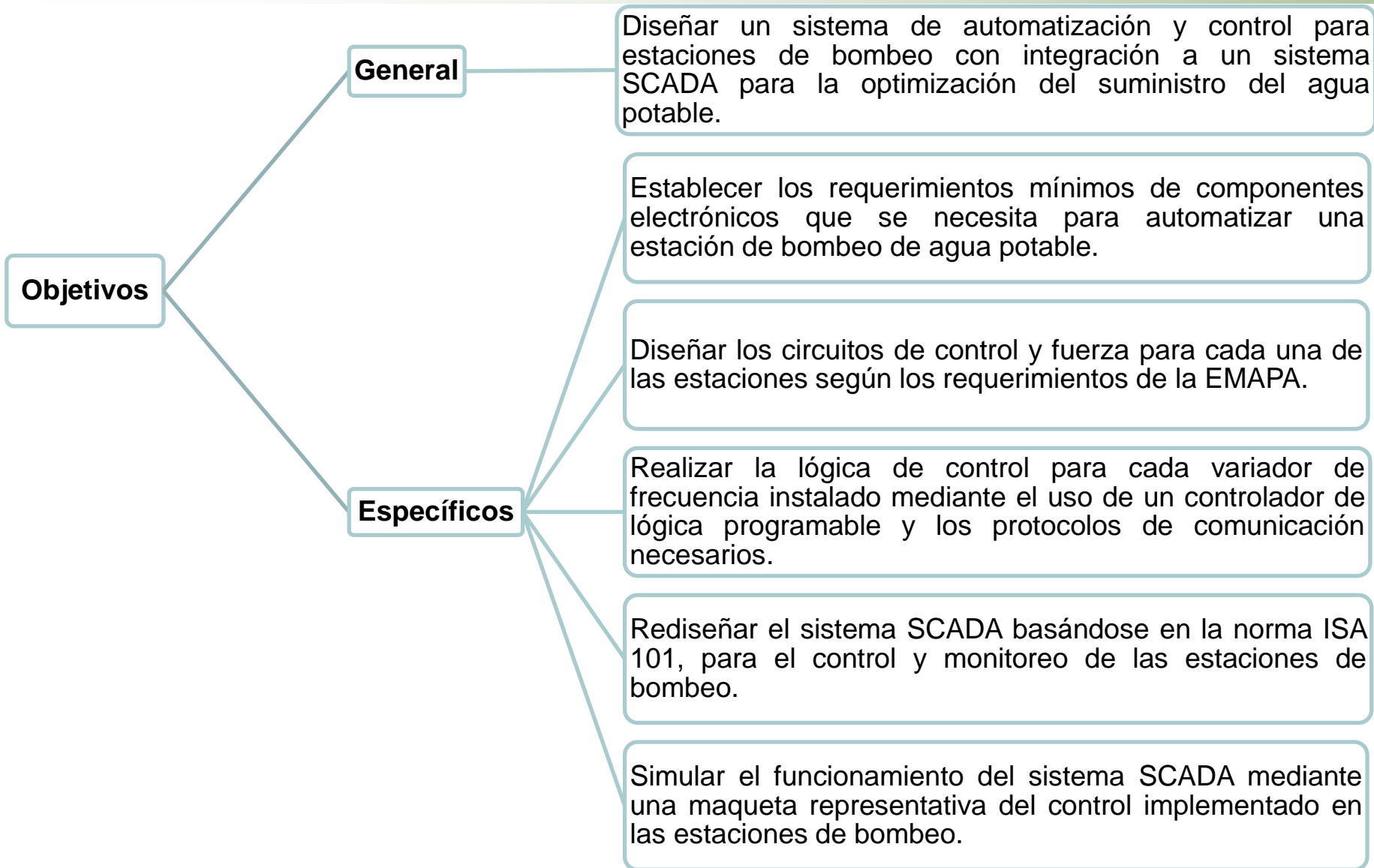
Integración a sistema SCADA



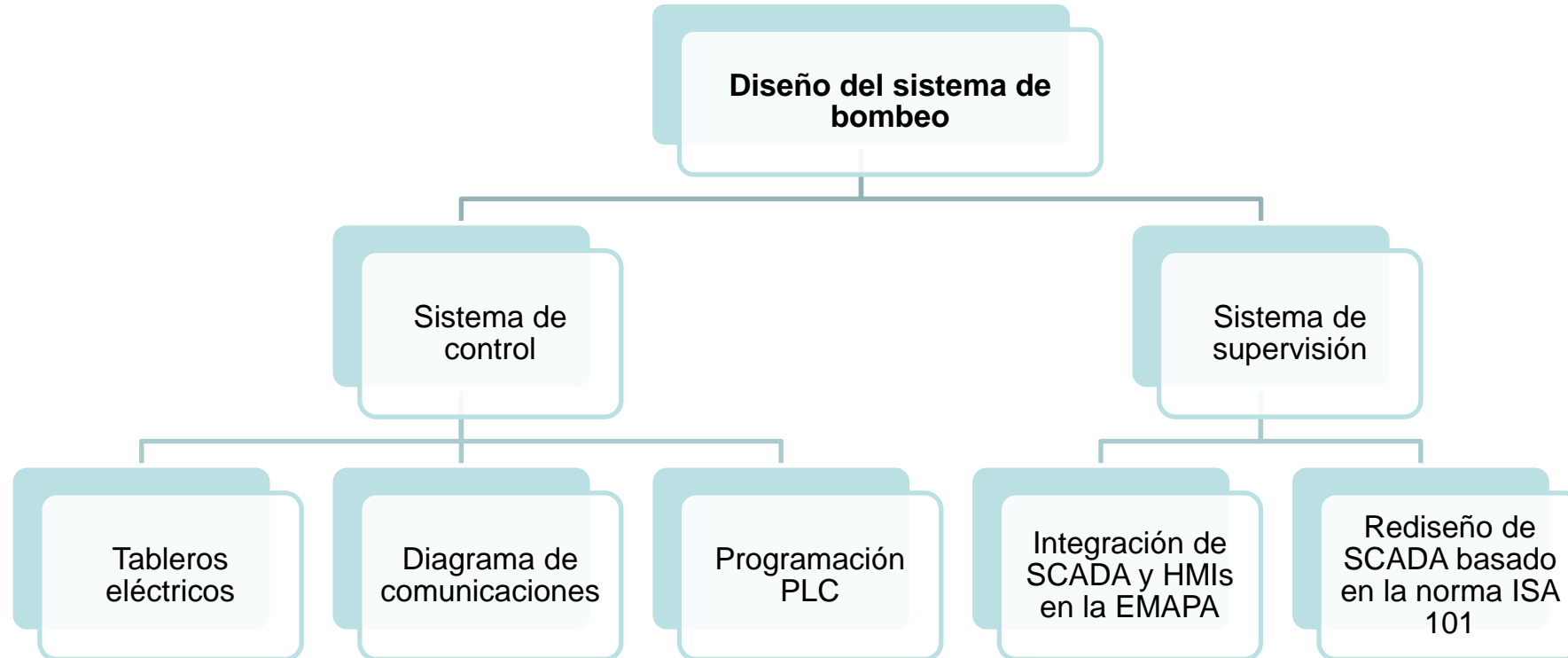
Rediseño de SCADA bajo norma ISA 101



Objetivos

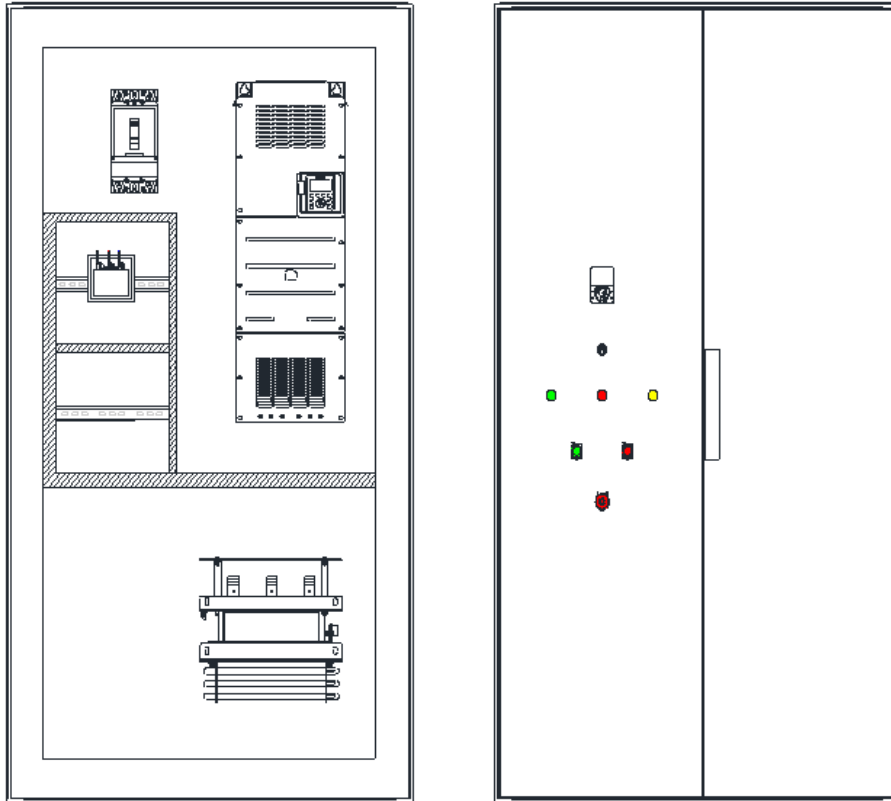


Diseño e Implementación



Diseño: Sistema de control

Diseño de tableros eléctricos

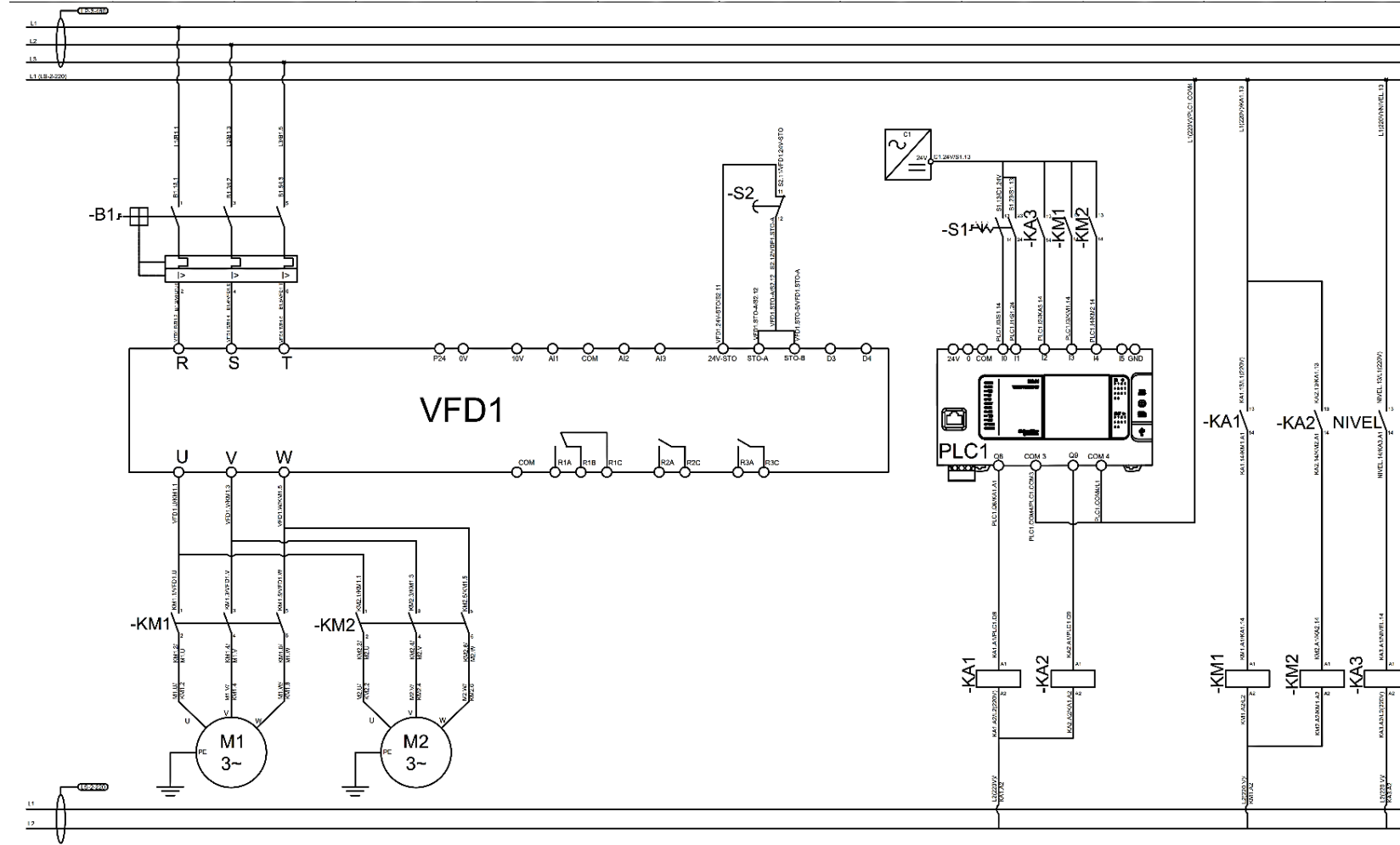


Cant.	Descripción	# De parte
1	Variador Altivar 630 160 Kw 400/480V TRI	ATV630C16N4
1	Interruptor termomagnético caja moldeada, 50kA/415VAC, 3 polos, MicroLogic 2.3 trip unit 400.	C40N32D400
2	Contactora 400A 3P 220V 50/60HZ	LC1F400M7
1	Luz piloto de marcha, verde	XA2EVM3LC
1	Luz piloto de paro, rojo	XA2EVM4LC
1	Luz piloto de falla, amarillo	XA2EVM5LC
1	Pulsador de marcha y paro	XB4BL73415
1	Paro de emergencia	XA2ES542
2	Selector 3 posiciones	XB4BD33
1	Kit remoto de puerta IP65	VW3A1112
2	Ventilador de extracción de aire y rejilla con filtro para ventilación.	
1	Transformador de aislamiento 1kVA de 460V a 220-110V	
1	Tablero 2000X1000X600 mm	
1	Medidor de parámetros eléctricos PM5560	



Diseño: Sistema de control

Diseño de tableros eléctricos



Diseño: Sistema de Control

Variadores de frecuencia
Schneider ATV600



PLC Schneider
M241



Módulo entradas analógicas
TM3AI4



Otros elementos:



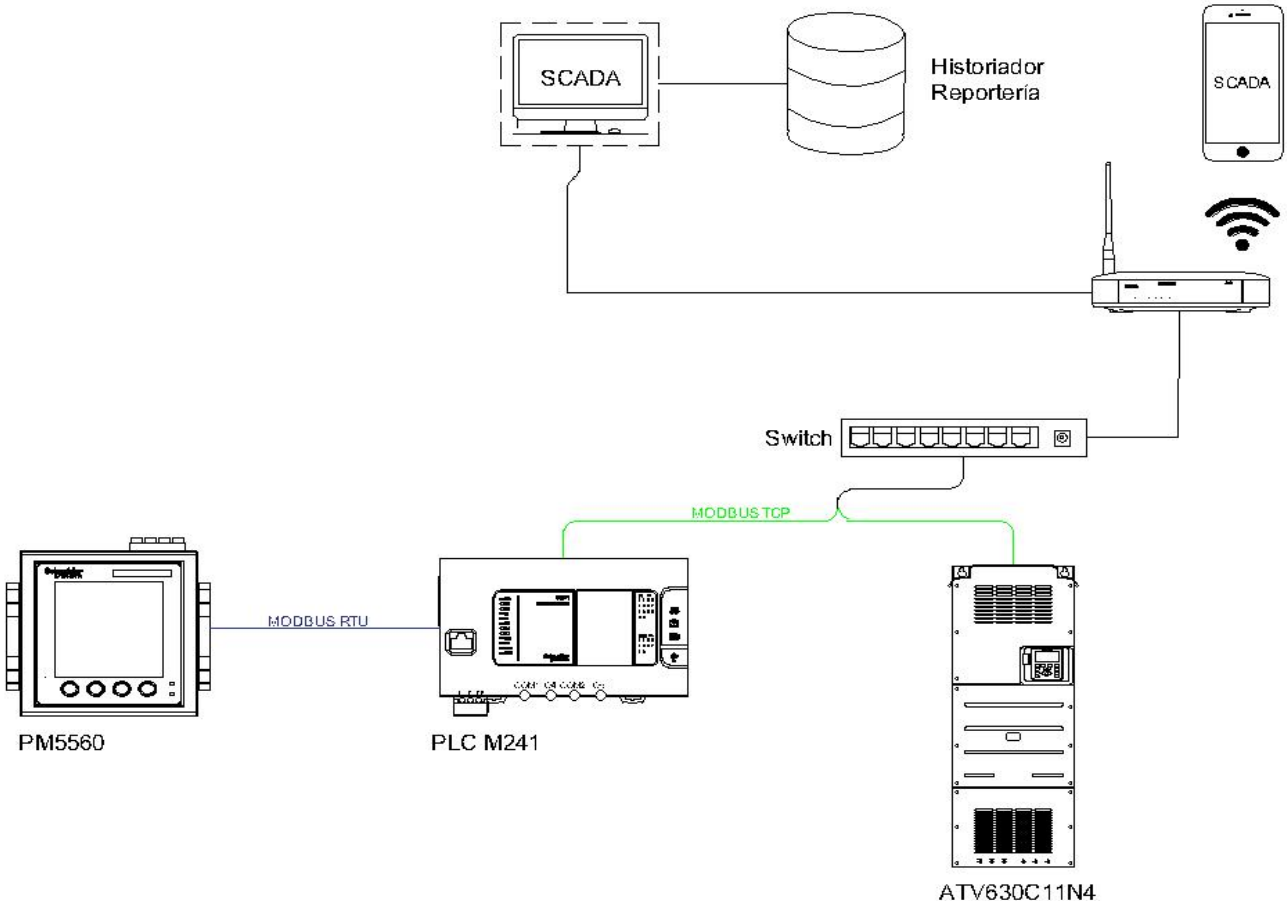
Diseño: Sistema de control

Diseño de tableros eléctricos



Diseño : Sistema de control

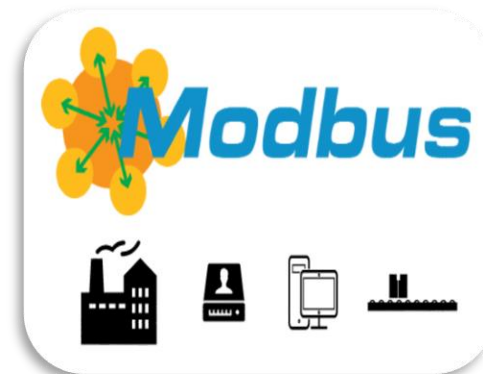
Diagrama de comunicaciones



Diseño : Sistema de control

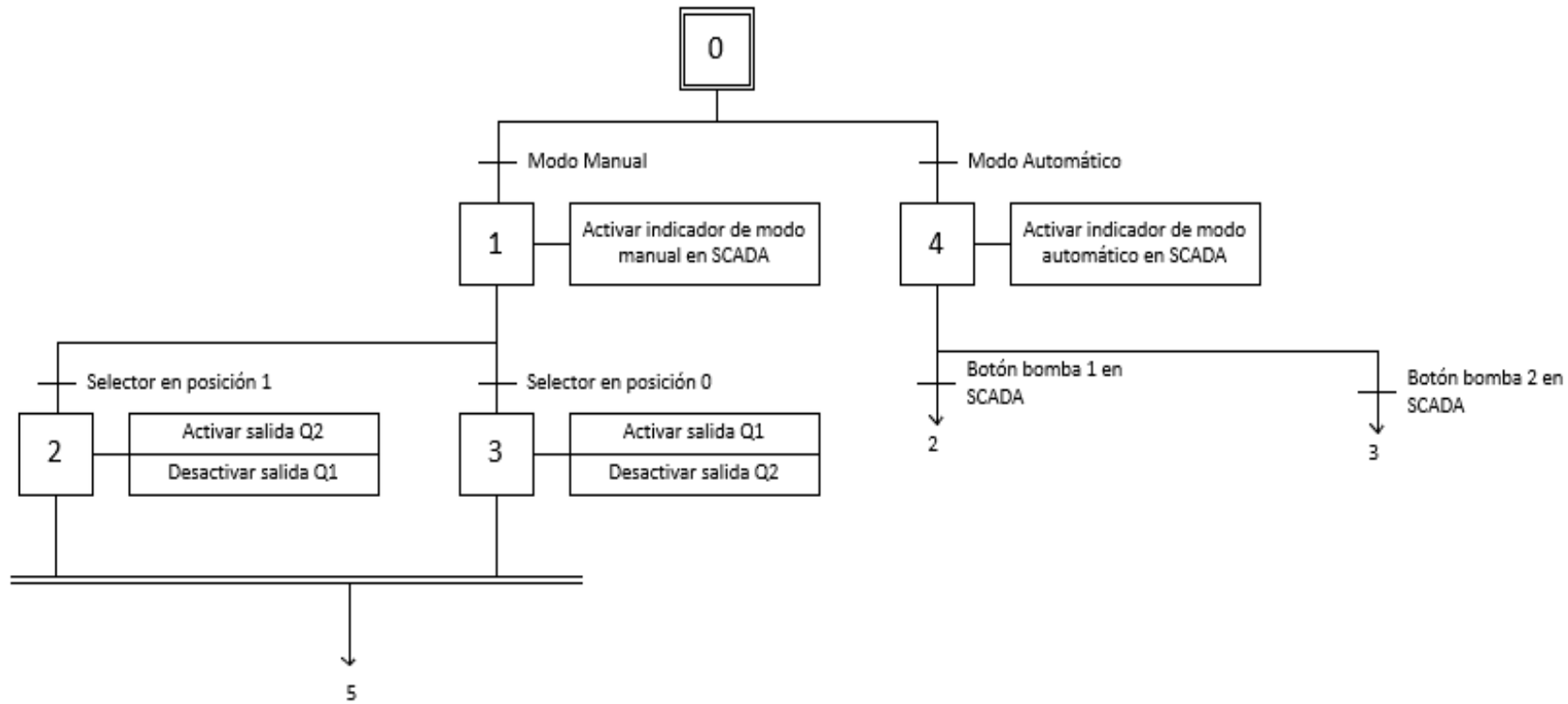
Programación PLC

Channel ID	Name	UnitID	Repetition Rate	Read Offset	Length	Error Handling	Write Offset	Length
0	Command_Register	1	20	16#0000	0	Keep last value	16#2135	2
1	Frec_Variador	1	20	16#0C82	1	Keep last value	16#0000	0
2	Current_Variador	1	20	16#0C84	1	Keep last value	16#0000	0
3	Power_variador	1	20	16#0C8B	1	Keep last value	16#0000	0
4	RPM_variador	1	20	16#219C	1	Keep last value	16#0000	0
5	STO_variador	1	20	16#380B	1	Keep last value	16#0000	0
6	Fallas	1	20	16#219E	1	Keep last value	16#0000	0
10	Estado	1	20	16#0CA8	1	Keep last value	16#0000	0



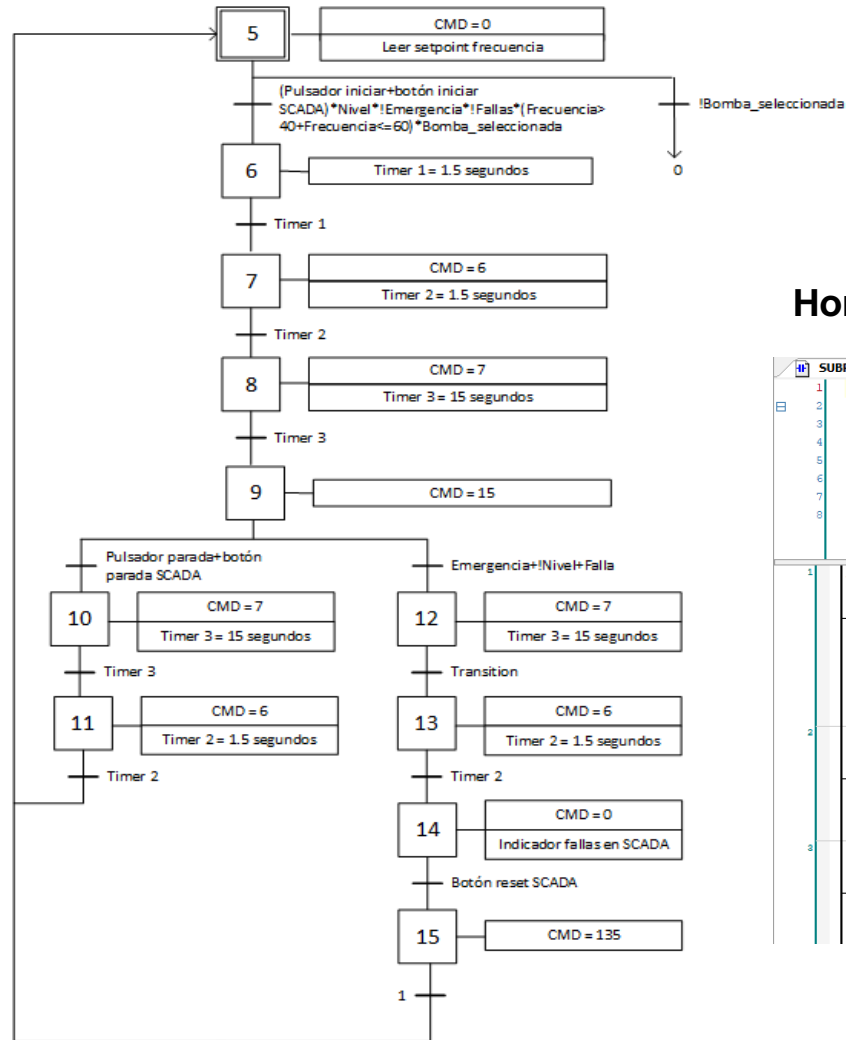
Diseño : Sistema de control

Programación PLC

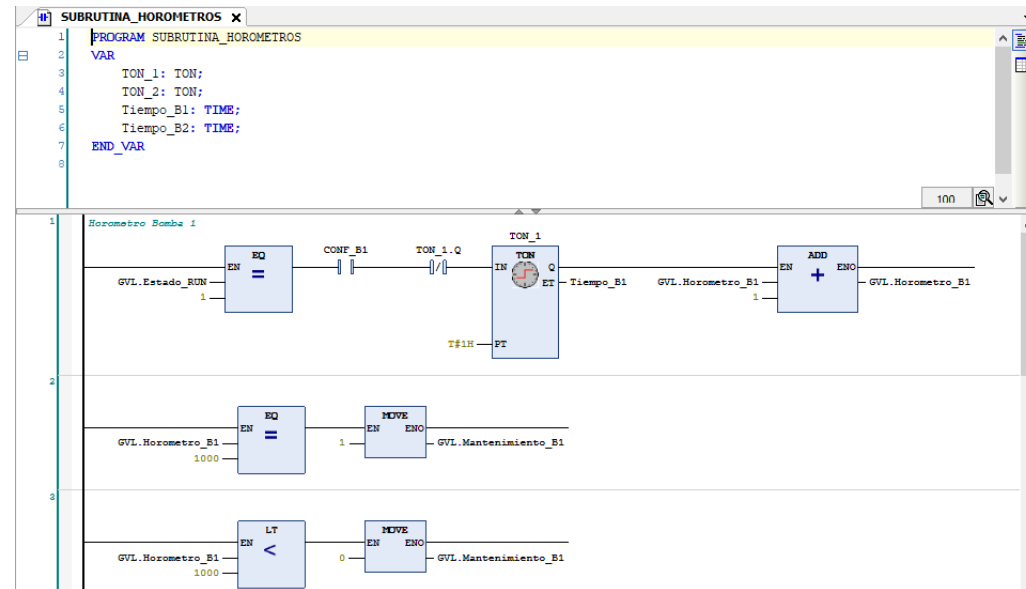


Diseño : Sistema de control

Programación PLC



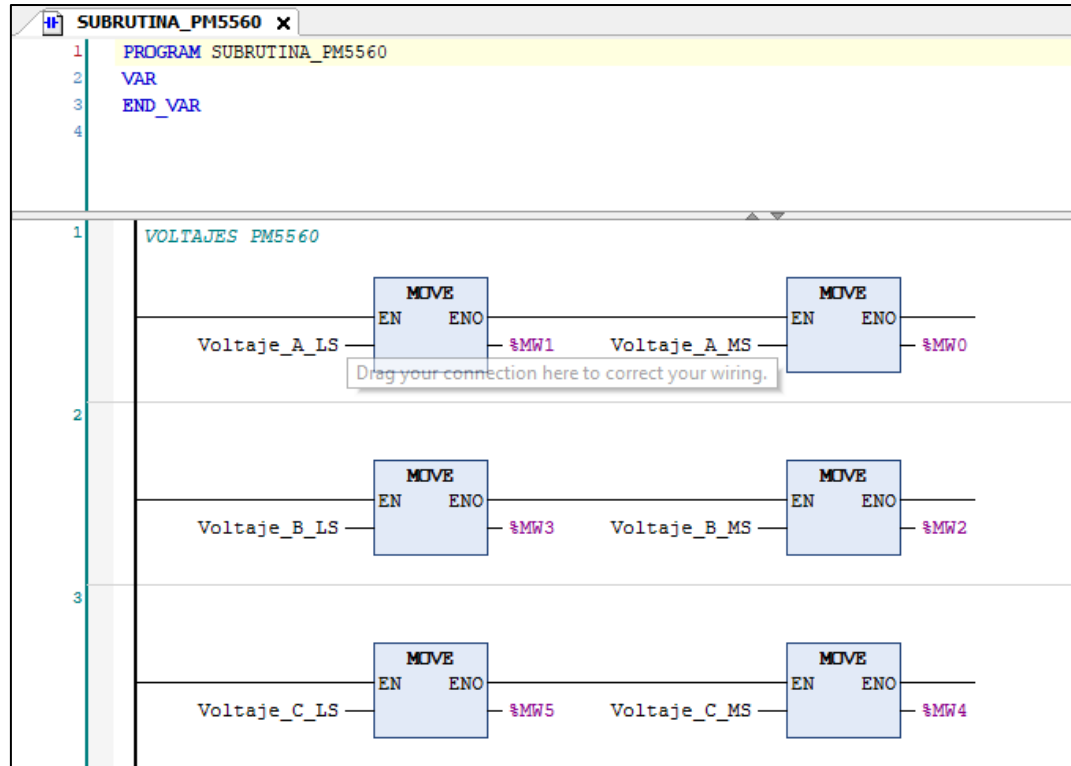
Horómetros:



Diseño : Sistema de control

Programación PLC

Lecturas de voltaje para PM5560:



Diseño: Sistema de supervisión

Integración de HMI

Las Interfaces Humano-Máquina (HMI) son usadas para proporcionar información al operario sobre el proceso industrial que se está automatizando, además de darle un control sobre el sistema de forma fácil y rápida.

Problemas encontrados en HMI existente

El sistema de navegación es confuso.

Información irrelevante.

Falta de organización en las pantallas.



Diseño : Sistema de supervisión

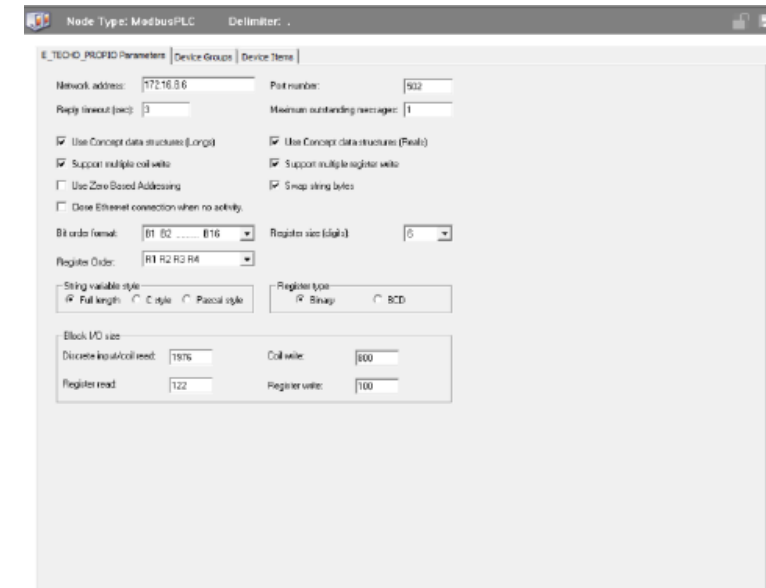
Comparativa de HMI con reubicación de elementos



Diseño : Sistema de supervisión

Integración al Sistema SCADA actual

La EMAPA cuenta con un sistema de supervisión y control de las estaciones de bombeo, el cual se encuentra ubicado en el cuarto de control en el centro de operaciones de la empresa, este sistema esta implementado utilizando el programa *System Platform Orchestra R2 2014* by



Diseño : Sistema de supervisión

Integración de tags en SCADA

Node Type: ModbusPLC Delimiter: .

E_TECHO_PROPIO Parameters | Device Groups | Device Items

Name	Item Reference
ESTADO_BOMBA_POZO	
ETECH_AETPA01_LL	
ETECH_AETPA01_LL_sp	
ETECH_AETPA01_comm	
ETECH_AETPA01_pv	
ETECH_BTP101_ALM	400052
ETECH_BTP101_EB1	400047
ETECH_BTP101_HOR	400049
ETECH_BTP101_RSTH	400055
ETECH_BTP102_ALM	400053
ETECH_BTP102_EB1	400048
ETECH_BTP102_HOR	400050
ETECH_BTP102_RSTH	400056
ETECH_BTP103_ALM	400054
ETECH_BTP103_EB1	400094
ETECH_BTP103_HOR	400051
ETECH_BTP103_RSTH	400057
ETECH_FQITTP101_HH	

Direccionamiento de variables en SMC

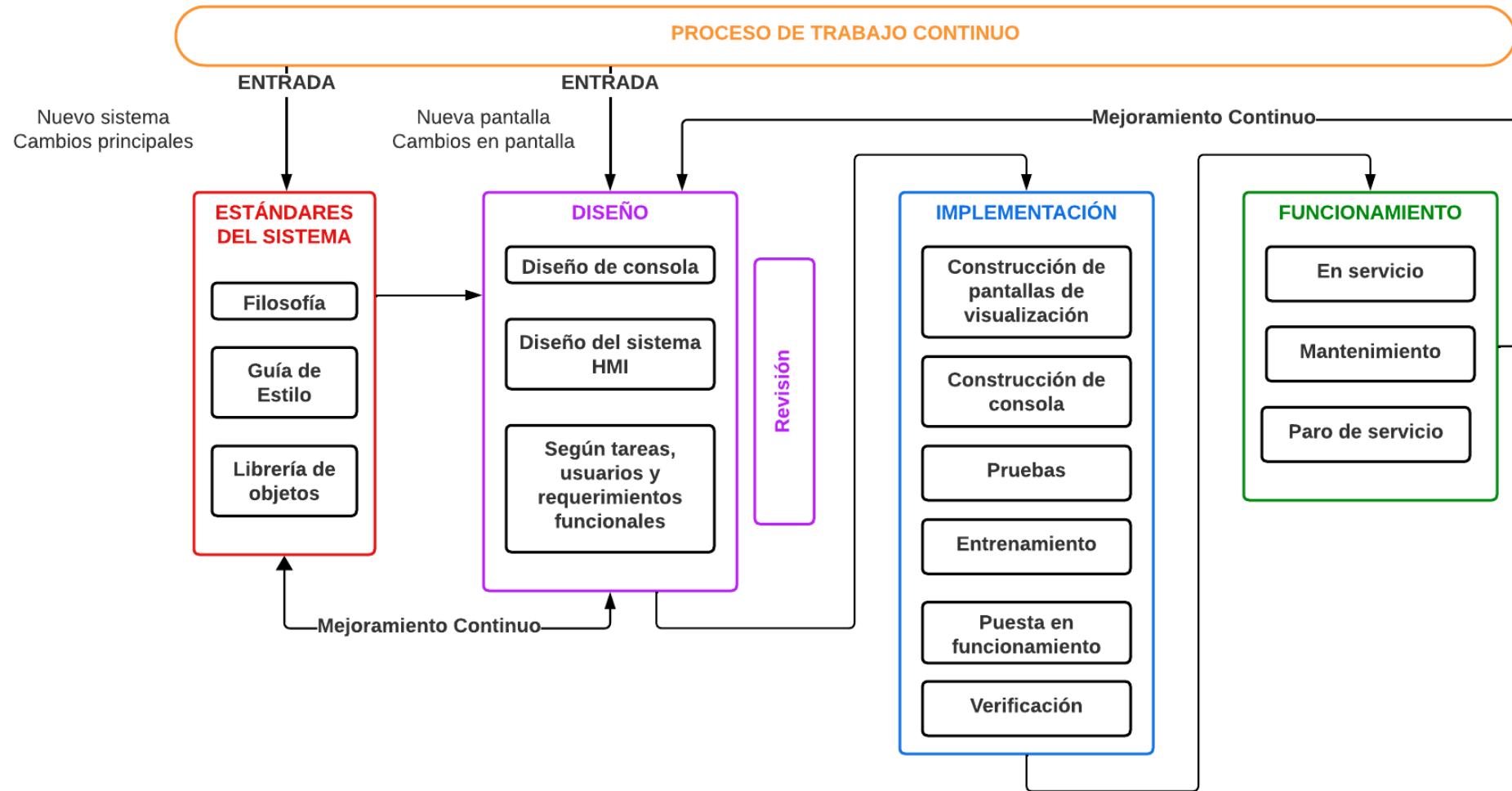
Diagnóstico de funcionamiento de la comunicación

Name	Items	Errors	R/W Status	Value	Time
<input checked="" type="checkbox"/> ETECH_BTP101_ALM			R/W	0	8:16:58 PM
<input checked="" type="checkbox"/> ETECH_BTP101_EB1			R/W	1	8:16:58 PM
<input checked="" type="checkbox"/> ETECH_BTP101_HOR			R/W	2	8:16:58 PM
<input checked="" type="checkbox"/> ETECH_BTP101_RSTH			R/W	0	8:16:58 PM
<input checked="" type="checkbox"/> ETECH_BTP102_ALM			R/W	0	8:16:58 PM
<input checked="" type="checkbox"/> ETECH_BTP102_EB1			R/W	0	8:16:58 PM
<input checked="" type="checkbox"/> ETECH_BTP102_HOR			R/W	0	8:16:58 PM
<input checked="" type="checkbox"/> ETECH_BTP102_RSTH			R/W	0	8:16:58 PM
<input checked="" type="checkbox"/> ETECH_BTP103_EB1			R/W	1	8:16:58 PM
<input checked="" type="checkbox"/> ETECH_BTP103_HOR			R/W	2	8:16:58 PM
<input checked="" type="checkbox"/> ETECH_FQITTP102_pv			R/W	18.5288	8:16:58 PM
<input checked="" type="checkbox"/> ETECH_LITTP100_V			R/W	0	8:16:58 PM
<input checked="" type="checkbox"/> ETECH_PITTP101_HH			R/W	0	8:16:58 PM
<input checked="" type="checkbox"/> ETECH_PITTP101_HH_sp			R/W	300	8:16:58 PM



Diseño : Sistema de supervisión

Sistema SCADA bajo la norma ISA 101



Diseño : Sistema de supervisión

Estándares del sistema

Filosofía



Responsable de monitorear y controlar el sistema en tiempo real, es capaz de responder a los eventos y alarmas que se presenten en el proceso e implementar las medidas correctivas adecuadas, según sea el caso.



Tiene acceso a todo el sistema, podrá crear, editar y eliminar usuarios, según sea necesario, es el único con acceso a los reportes del funcionamiento del sistema.



Diseño : Sistema de supervisión

Estándares del sistema



Guía de estilo

- Uso del color
- Formato de texto
- Datos o información
- Representación de alarmas



Diseño : Sistema de supervisión

Estándares del sistema

Navegación y jerarquía de pantallas

Nivel 1

Pantalla de inicio
Muestra todo el panorama general del proceso de bombeo de agua potable.

Nivel 2

Estación 1
Muestra el proceso de funcionamiento y control de una estación de bombeo, donde se controla un solo variador.

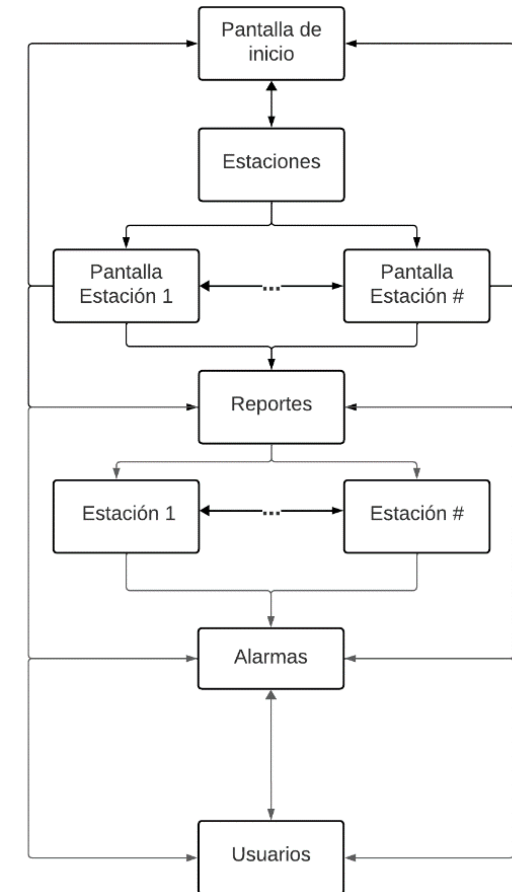
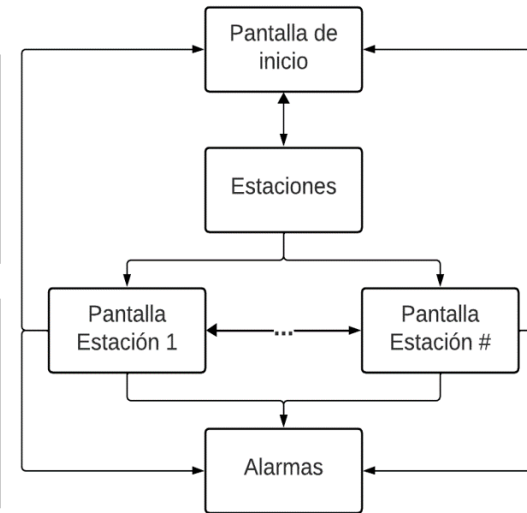
Estación 2
Muestra el proceso de funcionamiento y control de una estación de bombeo, donde se controla dos variadores.

Nivel 4

Información del variador de bombeo.

Información del variador de bombeo.

Información del variador de pozo.

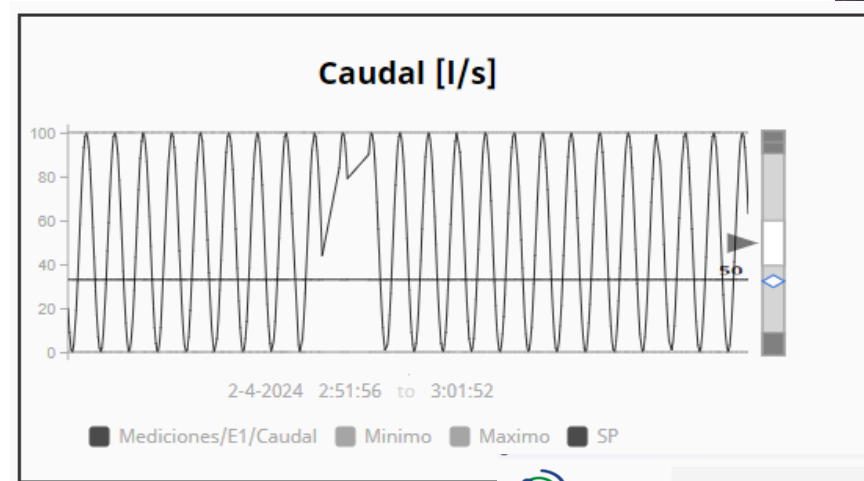


Diseño : Sistema de supervisión

Estándares del sistema

Librería de objetos

- El software utilizado para realizar el diseño del sistema SCADA fue Ignition, el cual es desarrollado por Inductive Automation, este consta con el módulo Perspective que permite al usuario tener acceso remoto al sistema a través de la web.
- Para la elaboración de las interfaces gráficas se utilizan los componentes que ofrece Perspective



SEIUS Inicio Estaciones Reportes Alarmas Usuarios Light Sign In

Alarmas

2395 alarm events Last 2 hours

Event Time	Name	Priority	Display Path
03/02/2024 19:38:53	Comunicación con PLC	Critical	PLC
03/02/2024 19:38:59	Presión debajo del valor deseado	Medium	Estación 2
03/02/2024 19:38:59	Caudal debajo del valor deseado	Medium	Estación 1
03/02/2024 19:38:59	Caudal sobre el valor deseado	High	Estación 2
03/02/2024 19:38:59	Nivel sobre el valor deseado	High	Estación 2
03/02/2024 19:39:00	Nivel debajo del valor deseado	Medium	Estación 2

25 rows First 1 2 3 4 5 Last Jump to: 1

Guía de alarmas

Alarma detectada	Causas de la alarma	Acciones correctivas
Comunicación con producción	Caída de comunicación con el PLC	Revisar el estado de la red
Nivel sobre el valor deseado	Medición de nivel	Revisar el transmisor de nivel o analizar las mediciones
Presión sobre el valor deseado	Medición de presión	Revisar el transmisor de presión o analizar las mediciones
Caudal sobre el valor deseado	Medición de caudal	Revisar el transmisor de caudal o analizar las mediciones
Nivel debajo del valor deseado	Medición de nivel	Revisar el transmisor de nivel o analizar las mediciones

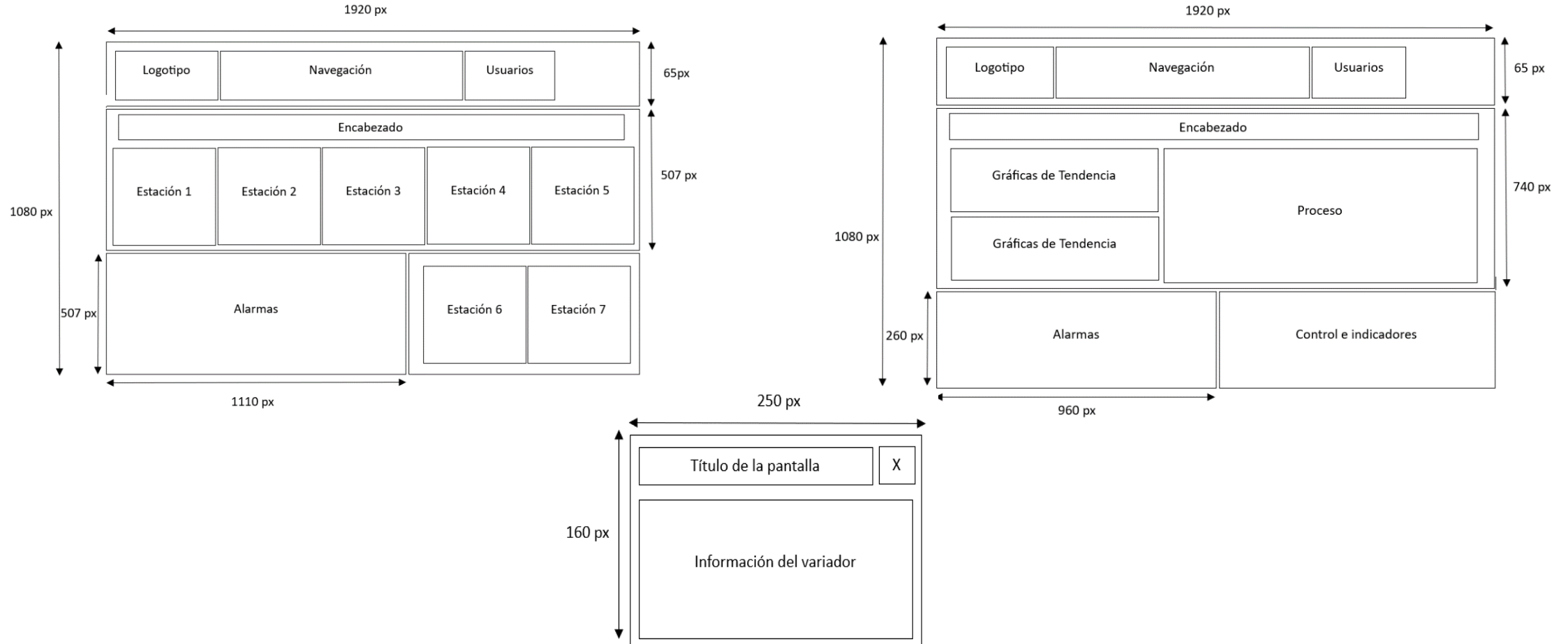
25 rows



Diseño : Sistema de supervisión

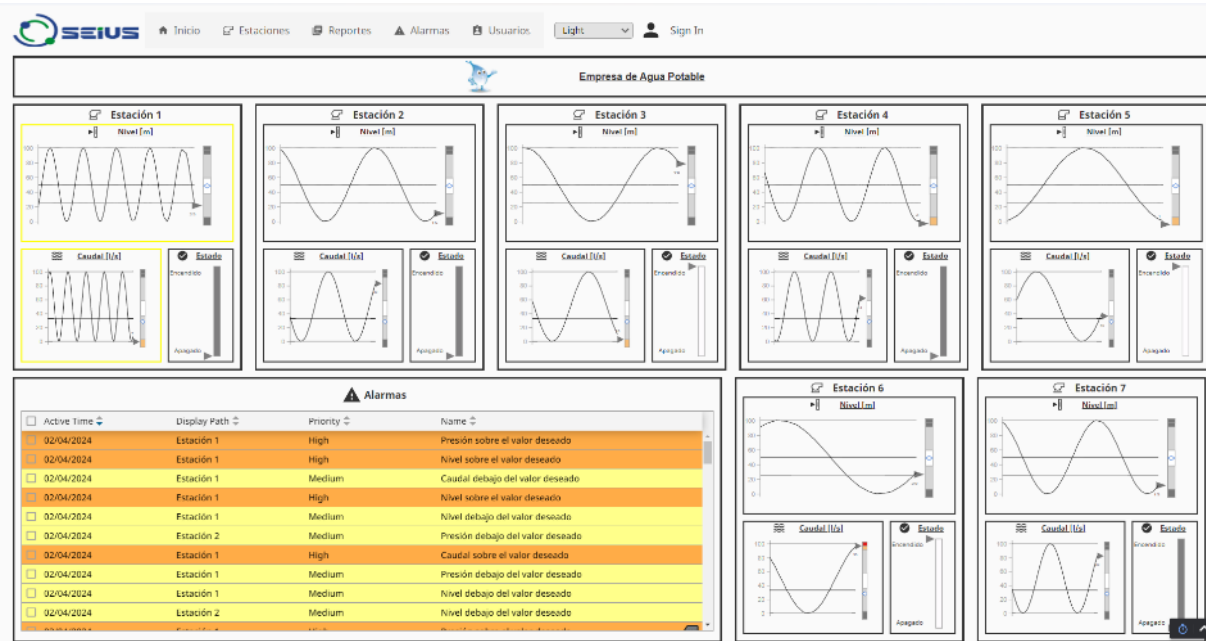
Diseño

Configuración y distribución de pantallas



Diseño : Sistema de supervisión

Implementación SCADA bajo Norma ISA 101



Bomba 1

Velocidad: 2100 rpm

Potencia: 100 W

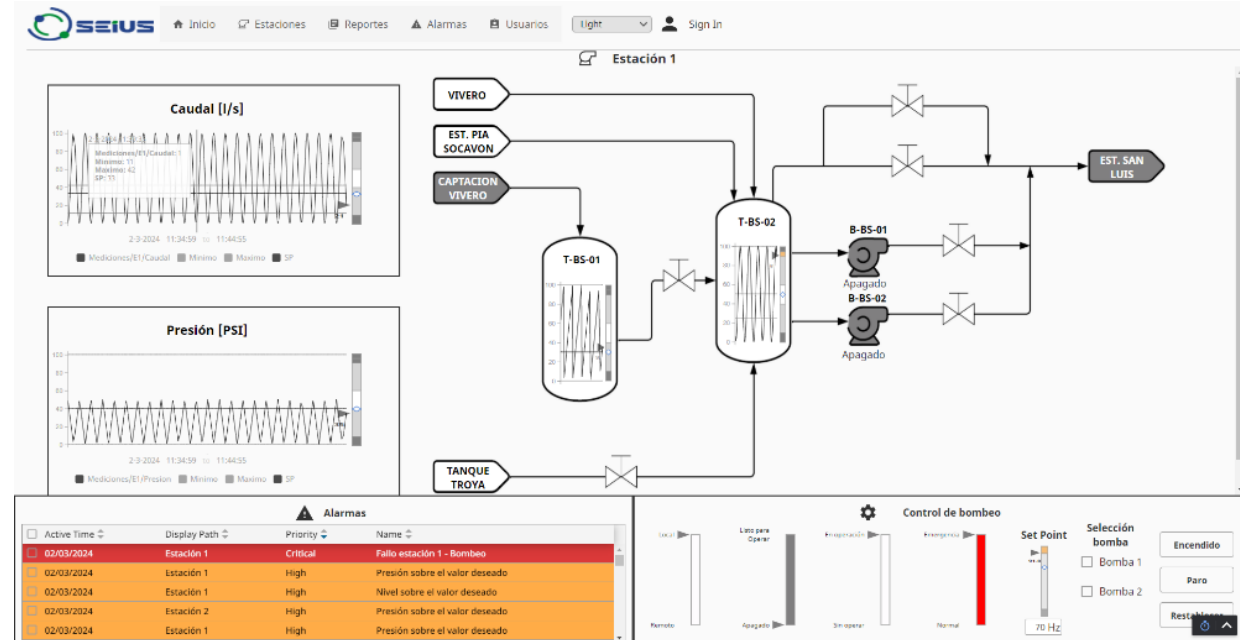
Voltaje: 380 V

Corriente: 5 A

Horómetro: 2100 h

Nivel 4

Nivel 1

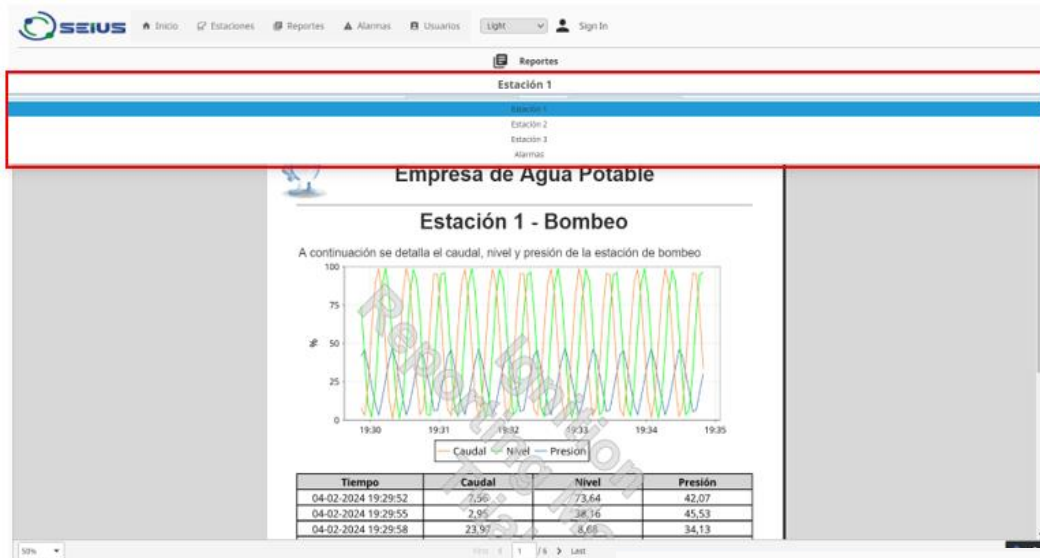


Nivel 2



Diseño : Sistema de supervisión

Implementación SCADA bajo Norma ISA 101



Reportes

Usuarios

Manejo de usuarios

Username	first Name	Last Name	Roles	Contact Info
admin			[Administrador]	
Administrador	Allison		[Administrador]	
Operador	David		[Operador]	

Roles	Numero de Usuarios
Administrador	1
Administrador	1
Operador	1

SEIUS alarm events

Event Time	Name	State	Priority	Ack User	Display Path
04/02/2024 16:17:10	Caudal sobre el valor deseado	Cleared, Acknowledged	High	Live Event Limit	Estación 1
04/02/2024 16:17:10	Caudal sobre el valor deseado	Active, Unacknowledged	High		Estación 1
04/02/2024 16:17:10	Caudal debajo del valor deseado	Cleared, Unacknowledged	Medium		Estación 1
04/02/2024 16:17:14	Nivel sobre el valor deseado	Cleared, Unacknowledged	High	Live Event Limit	Estación 2
04/02/2024 16:17:14	Nivel sobre el valor deseado	Active, Unacknowledged	High		Estación 2
04/02/2024 16:17:14	Nivel debajo del valor deseado	Cleared, Unacknowledged	Medium		Estación 2
04/02/2024 16:17:14	Nivel debajo del valor deseado	Cleared, Unacknowledged	High		Estación 2
04/02/2024 16:17:14	Nivel debajo del valor deseado	Active, Unacknowledged	Medium	Live Event Limit	Estación 2
04/02/2024 16:17:14	Nivel sobre el valor deseado	Cleared, Unacknowledged	High		Estación 1
04/02/2024 16:17:14	Nivel debajo del valor deseado	Cleared, Unacknowledged	Medium	Live Event Limit	Estación 1
04/02/2024 16:17:14	Nivel debajo del valor deseado	Active, Unacknowledged	Medium		Estación 1

Alarma detectada	Causas de la alarma	Acciones correctivas
Comunicación con producción	Caída de comunicación con el PLC	Revisar el estado de la red
Nivel sobre el valor deseado	Medición de nivel	Revisar el transmisor de nivel o analizar las mediciones
Presión sobre el valor deseado	Medición de presión	Revisar el transmisor de presión o analizar las mediciones
Caudal sobre el valor deseado	Medición de caudal	Revisar el transmisor de caudal o analizar las mediciones
Nivel debajo del valor deseado	Medición de nivel	Revisar el transmisor de nivel o analizar las mediciones
Presión debajo del valor deseado	Medición de presión	Revisar el transmisor de presión o analizar las mediciones
Caudal debajo del valor deseado	Medición de caudal	Revisar el transmisor de caudal o analizar las mediciones
Fallo estación 2 - Bombeo	Estado de emergencia del variador de frecuencia de bombeo	Revisar el estado del variador de frecuencia de la estación 1
Fallo estación 2 - Pozo	Estado de emergencia del variador de frecuencia de bombeo	Revisar el estado del variador de frecuencia de la estación 2 de bombeo
Fallo estación 1 - Bombeo	Estado de emergencia del variador de frecuencia de pozo	Revisar el estado del variador de frecuencia de la estación 2 de pozo

Alarmas



Pruebas de funcionamiento

El funcionamiento del sistema de control es comprobado a través de un checklist planteado y validado por la EMAPA y SEIUS, donde se evalúan los siguientes criterios:

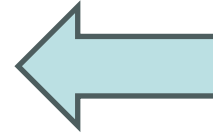
- Voltajes de alimentación trifásico dentro de un rango de $460V \pm 10\%$.
- Mediciones de corriente.
- Temperatura en puntos de conexión críticos.
- Funcionamiento del sistema de bombeo en modo local

Voltajes de alimentación trifásico



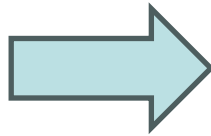
Pruebas de funcionamiento

Mediciones de corriente



Mediciones a la salida del breaker principal

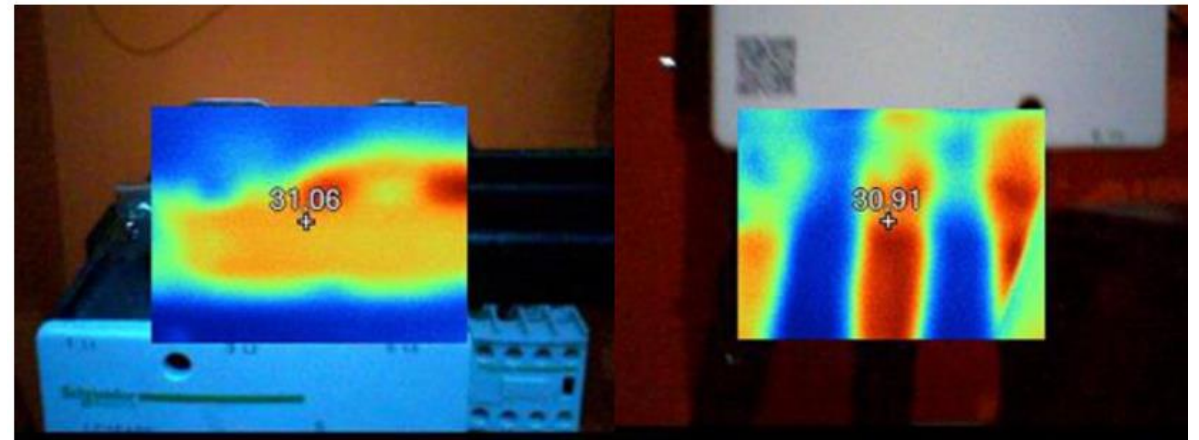
Mediciones a la salida de los contactores



Pruebas de funcionamiento

Temperatura de puntos de conexión críticos

- Temperatura de 31°C promedio
- Características técnicas del cable AWG 6, la temperatura en este debe ser menos a los 90°C.
- La temperatura de trabajo de variadores y contactores no debe ser mayor a 50°C.
- Los tableros deben tener la ventilación adecuada.



Pruebas de funcionamiento

Funcionamiento del sistema de bombeo en modo local y remoto



Local

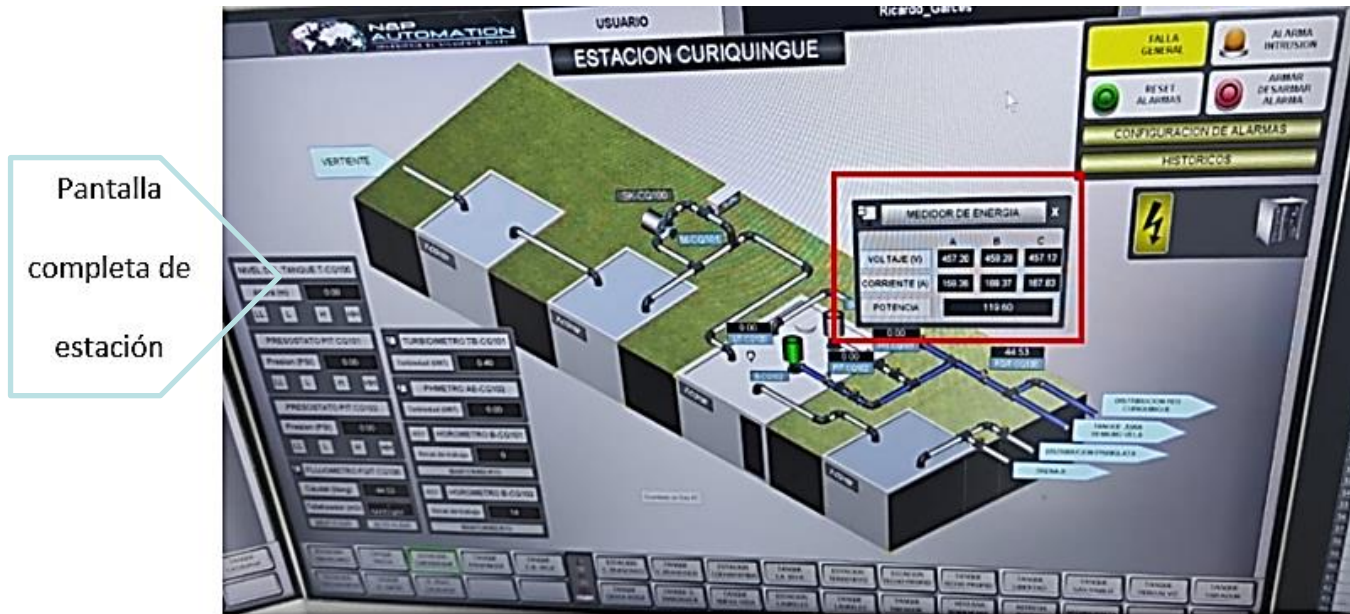


Remoto



Pruebas de funcionamiento

Funcionamiento del sistema de bombeo en modo local y remoto

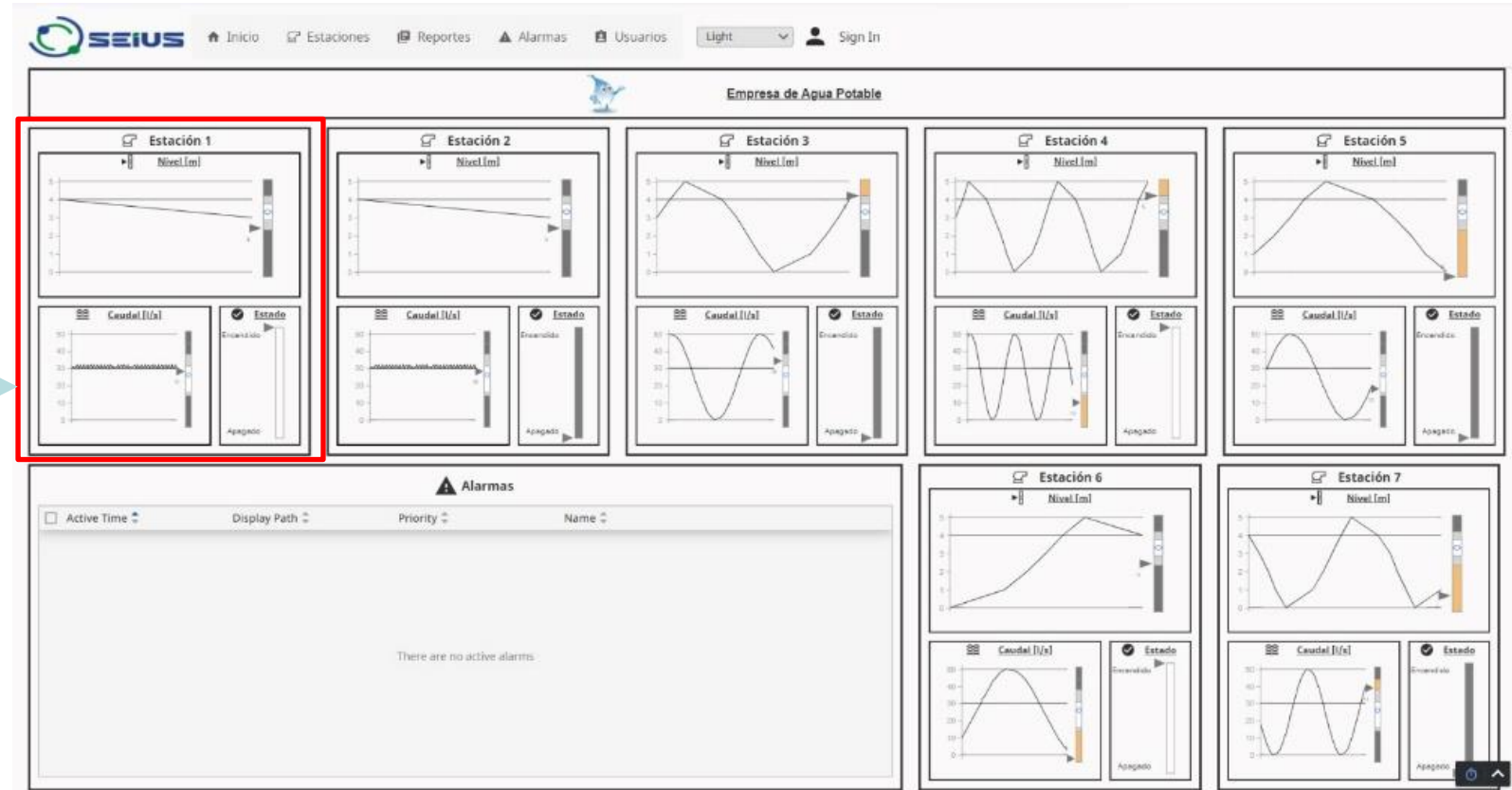
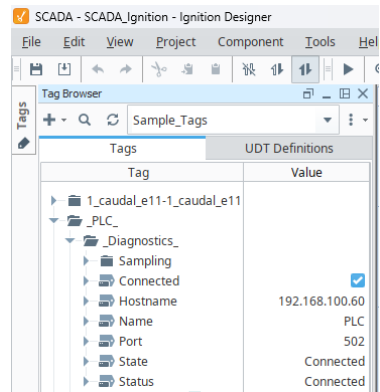


Vista en detalle de
medidor de energía



Pruebas de funcionamiento

Funcionamiento del sistema SCADA diseñado bajo la Norma ISA 101

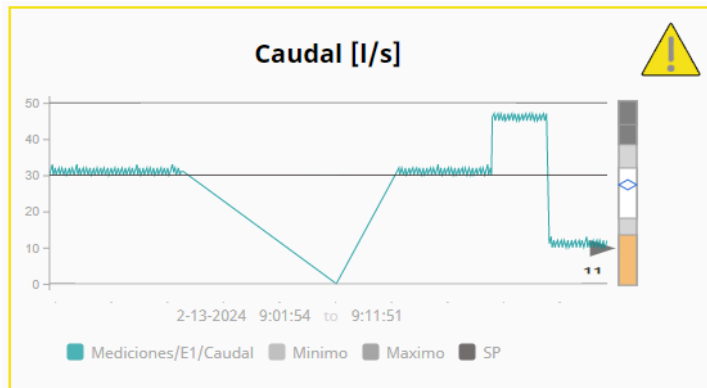
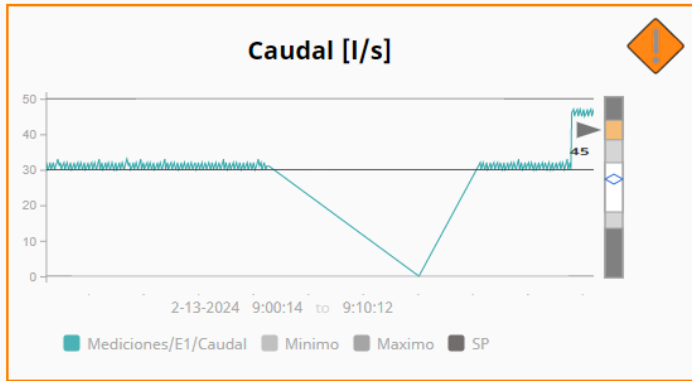


Alarmas



Pruebas de funcionamiento

Funcionamiento del sistema SCADA diseñado bajo la Norma ISA 101



SEIUS Inicio Estaciones Reportes Alarmas Usuarios Light Sign In

Alarmas

493 alarm events Last 2 hours

Event Time	Name	State	Priority	Ack User	Display Path
05/02/2024 22:03:02	Presión debajo del valor deseado	Active, Unacknowledged	Medium		Estación 2
05/02/2024 22:03:01	Presión sobre el valor deseado	Cleared, Unacknowledged	High		Estación 2
05/02/2024 22:03:00	Presión debajo del valor deseado	Cleared, Unacknowledged	Medium		Estación 2
05/02/2024 22:03:00	Presión sobre el valor deseado	Active, Unacknowledged	High		Estación 2
05/02/2024 22:03:00	Presión debajo del valor deseado	Active, Unacknowledged	Medium		Estación 2
05/02/2024 22:02:34	Presión sobre el valor deseado	Cleared, Unacknowledged	High		Estación 2
05/02/2024 22:02:34	Presión debajo del valor deseado	Cleared, Unacknowledged	Medium		Estación 2
05/02/2024 22:02:12	Presión sobre el valor deseado	Active, Unacknowledged	High		Estación 2
05/02/2024 22:01:38	Nivel debajo del valor deseado	Active, Unacknowledged	Medium		Estación 2
05/02/2024 22:01:38	Nivel debajo del valor deseado	Active, Unacknowledged	Medium		Estación 2
05/02/2024 22:01:35	Nivel debajo del valor deseado	Cleared, Unacknowledged	Medium		Estación 2
05/02/2024 22:01:35	Nivel debajo del valor deseado	Cleared, Unacknowledged	Medium		Estación 2

25 rows First 1 2 3 4 5 Last Jump to 1

Guía de alarmas

Alarma detectada	Causas de la alarma	Acciones correctivas
Comunicación con producción	Caída de comunicación con el PLC	Revisar el estado de la red
Nivel sobre el valor deseado	Medición de nivel	Revisar el transmisor de nivel o analizar las mediciones
Presión sobre el valor deseado	Medición de presión	Revisar el transmisor de presión o analizar las mediciones
Caudal sobre el valor deseado	Medición de caudal	Revisar el transmisor de caudal o analizar las mediciones
Nivel debajo del valor deseado	Medición de nivel	Revisar el transmisor de nivel o analizar las mediciones
Presión debajo del valor deseado	Medición de presión	Revisar el transmisor de presión o analizar las mediciones
Caudal debajo del valor deseado	Medición de caudal	Revisar el transmisor de caudal o analizar las mediciones
Fallo estación 2 - Bombeo	Estado de emergencia del variador de frecuencia de bombeo	Revisar el estado del variador de frecuencia de la estación 1
Fallo estación 2 - Pozo	Estado de emergencia del variador de frecuencia de bombeo	Revisar el estado del variador de frecuencia de la estación 2 de bombeo
Fallo estación 1 - Bombeo	Estado de emergencia del variador de frecuencia de pozo	Revisar el estado del variador de frecuencia de la estación 2 de pozo

25 rows

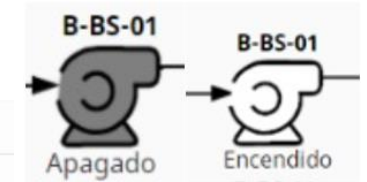
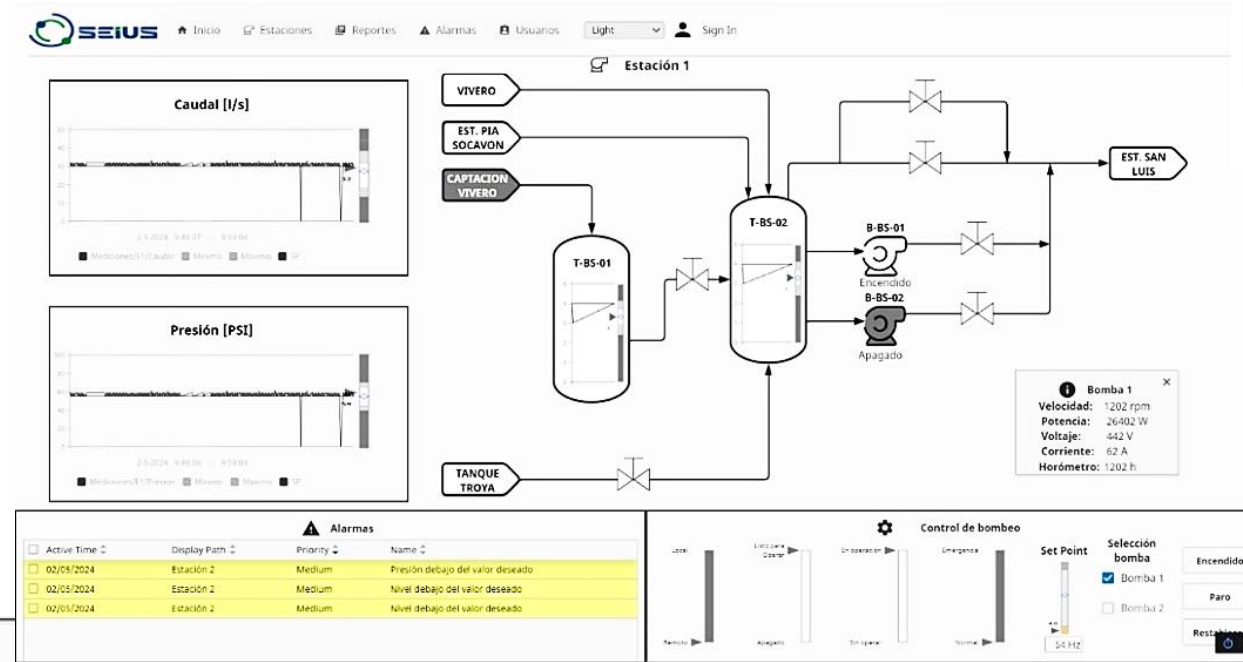


Pruebas de funcionamiento

Selección de bombas y puesta en marcha del variador de frecuencia

Condiciones de encendido

- Pulsador de emergencia no este activado.
- Sensor de nivel ok.
- El variador no debe estar en falla.
- Escoger una bomba a la vez.
- Ingresar el valor del Set Point de frecuencia.



(a) (b)

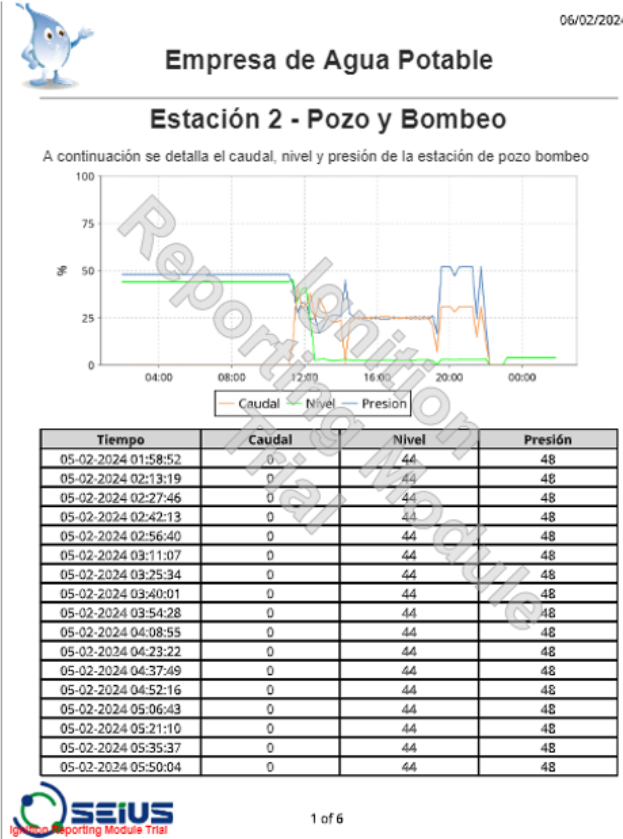


Pruebas de funcionamiento

Generación de reportes



(a)



(b)

Empresa de Agua Potable
06/02/2024

Alarmas

A continuación se detalla los eventos de alarmas ocurridos en las estaciones de pozo y bombeo.

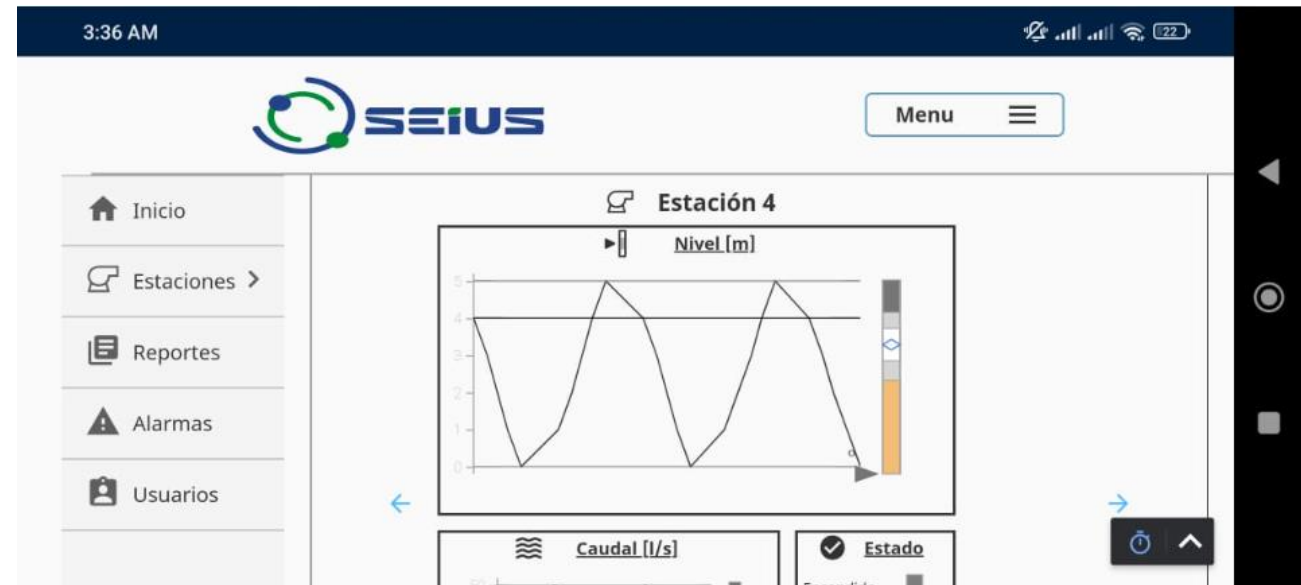
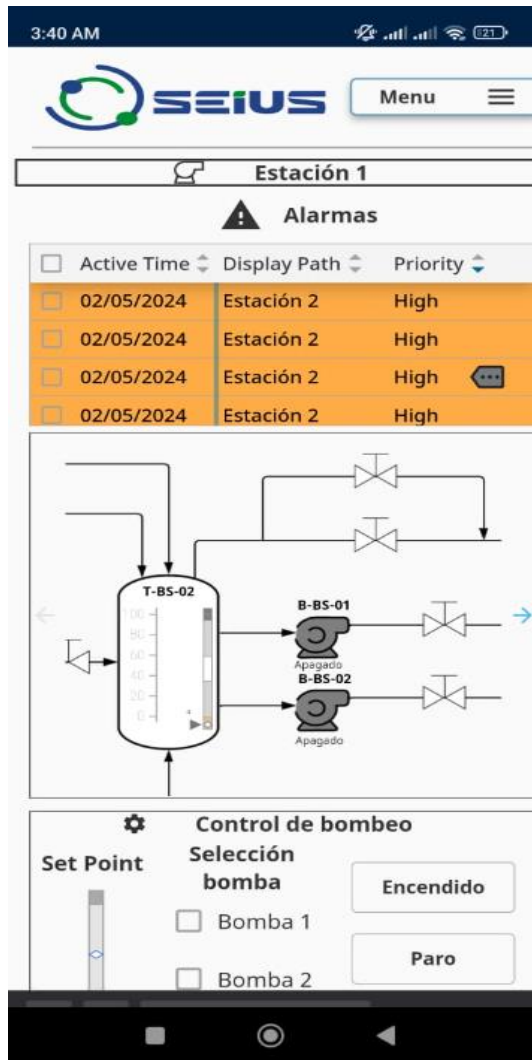
Fecha	Descripción	Prioridad
2024-02-05 11:34:13	Presión sobre el valor deseado	High
2024-02-05 11:34:14	Presión debajo del valor deseado	Medium
2024-02-05 11:34:14	Presión debajo del valor deseado	Medium
2024-02-05 11:34:14	Caudal sobre el valor deseado	High
2024-02-05 11:34:14	Caudal sobre el valor deseado	High
2024-02-05 11:34:14	Caudal debajo del valor deseado	Medium
2024-02-05 11:34:14	Presión sobre el valor deseado	High
2024-02-05 11:34:14	Presión debajo del valor deseado	Medium
2024-02-05 11:34:14	Presión debajo del valor deseado	Medium
2024-02-05 11:34:23	Nivel sobre el valor deseado	High
2024-02-05 11:34:23	Nivel debajo del valor deseado	Medium
2024-02-05 11:34:23	Nivel debajo del valor deseado	Medium
2024-02-05 11:34:23	Nivel sobre el valor deseado	High
2024-02-05 11:34:23	Nivel sobre el valor deseado	High
2024-02-05 11:34:24	Nivel debajo del valor deseado	Medium
2024-02-05 11:34:24	Caudal sobre el valor deseado	High
2024-02-05 11:34:25	Nivel sobre el valor deseado	High
2024-02-05 11:34:25	Nivel sobre el valor deseado	High
2024-02-05 11:34:25	Nivel debajo del valor deseado	Medium
2024-02-05 11:34:28	Caudal debajo del valor deseado	Medium
2024-02-05 11:34:28	Caudal debajo del valor deseado	Medium
2024-02-05 11:34:28	Presión sobre el valor deseado	High
2024-02-05 11:34:28	Presión sobre el valor deseado	High

SEIUS Ignition Reporting Module Trial 1 of 396



Pruebas de funcionamiento

Adaptación del sistema a un dispositivo móvil



Conclusiones

- La implementación del sistema de automatización y control diseñado para estaciones de bombeo ha demostrado que existen mejoras significativas en el suministro de agua potable, puesto que se ha logrado reducir las pérdidas térmicas de los elementos eléctricos y mecánicos, lo que contribuye a optimizar el rendimiento de los equipos de bombeo y extendiendo el tiempo de vida útil de los mismos. Adicionalmente, la integración de las estaciones de bombeo al sistema SCADA mejora la operación y supervisión del sistema en conjunto, pues mejora la eficiencia global y garantiza el suministro continuo de agua potable.
- Las estaciones de bombeo de agua potable cuentan con requerimientos mínimos, los cuales han sido establecidos e identificados, con el fin de asegurar un óptimo y confiable funcionamiento, las tecnologías seleccionadas permiten un control preciso y de ser el caso, existe la posibilidad de escalabilidad para que se puedan realizar expansiones según las necesidades del sistema de bombeo, una característica importante de los elementos escogidos para la automatización de una estación de bombeo es la compatibilidad con las tecnologías existentes, tanto en comunicación como mecánicamente, asegurando la adaptabilidad futura del sistema.



Conclusiones

- El diseño de circuitos de control y fuerza cumple con los requerimientos propuestos por la EMAPA, pues se ha tomado en cuenta, la eficiencia energética, la seguridad, adaptabilidad y documentación detallada ya que estos sirven de guía para la implementación real de los tableros eléctricos y del sistema de control en general. La localización, datos de los equipos instalados actualmente, condiciones y configuraciones de las instalaciones mecánicas y eléctricas son diferentes en cada estación, los circuitos diseñados se han adaptado a los requisitos dependiendo el caso, fomentando la eficiencia energética pues las estrategias de control utilizadas contribuyen a la sostenibilidad y ahorro de recursos, estos circuitos incluyen la automatización programable y monitoreo en tiempo real, adicionalmente se entregó documentación detallada de los esquemas eléctricos para facilitar la comprensión y el mantenimiento de las estaciones de bombeo.
- La lógica de control implementada para cada variador de frecuencia permite el monitoreo en tiempo real de las variables del sistema, pues integra los protocolos de comunicación necesarios para garantizar la coordinación y sincronización de las operaciones. Los variadores de frecuencia instalados en las estaciones tienen características diferentes dependiendo de la capacidad de bombeo de cada estación, por lo que la programación del PLC ha sido adaptada según los requerimientos de cada variador. Como parte del contrato, se ha entregado a la EMAPA documentación detallada sobre la lógica de control. Todo esto ha dado como resultado un sistema eficiente y adaptable a las necesidades de cada estación de bombeo.



Conclusiones

- La norma ISA 101, propone un diseño intuitivo, tomando en cuenta la consistencia visual y la fácil navegación, en base a estas premisas el sistema SCADA rediseñado se centra en mejorar la experiencia del usuario, pues gracias a la integración de indicadores visuales claros y alertas instantáneas, facilita la respuesta ante cualquier anomalía en el sistema, una característica fundamental con la que cuenta es la adaptabilidad a diferentes estaciones pues está estructurado de manera modular, además tiene funcionalidades como gestión de alarmas, generación de reportes, gestión de usuarios, lo que permite a los operadores tomar decisiones en base a los datos recopilados de forma intuitiva y efectiva.
- La simulación del funcionamiento del sistema SCADA mediante una maqueta representativa del sistema de control, entiéndase por maqueta la representación del sistema a nivel de software, ha permitido validar la lógica de control implementado en las estaciones de bombeo y evaluar las respuestas del sistema SCADA diseñado bajo la norma ISA 101 ante diferentes situaciones, como condiciones de emergencia garantizando que la programación y las funcionalidades del diseño operan efectivamente acorde a los requerimientos para el control de estaciones de bombeo, para en un futuro poder ser implementado en entornos operativos reales.



Recomendaciones

- La actualización de equipos mejora el suministro del agua potable ya que estos fallan con menor frecuencia, pero es necesario planificar mantenimientos preventivos, eléctricos y mecánicos, para alargar su vida útil y evitar que estos tengan fallas repentinas.
- El sistema SCADA propuesto es un demo, por lo que este puede ser mejorado en cuestión de funcionalidades por futuros autores o por la empresa SEIUS S.A.
- Actualmente en la EMAPA se tiene un sensor de nivel de tipo digital, en un futuro se puede reemplazar por uno de tipo analógico, a fin de que en el SCADA se puede observar esta información en curvas de tendencia o a su vez aplicar un control PID para tener el sistema en una posición o nivel determinado.
- El funcionamiento de válvulas en las estaciones de bombeo en la es de manera manual, estas pueden ser automatizadas e integradas al sistema SCADA para tener un control en la apertura y cierre de las mismas y así evitar que se tenga bombeo de agua con una tubería cerrada.
- Se debe representar la información más relevante del proceso correspondiente a un sistema de bombeo de agua potable, para aprovechar al máximo el sistema SCADA.



GRACIAS POR SU ATENCIÓN.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA