



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE GUAYAQUIL**

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA  
PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN  
DEL TÍTULO DE:

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

TEMA:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENTRENADOR SCADA  
INTELIGENTE CON PLATAFORMA SCHNEIDER ELECTRIC SOFTWARE  
GEOSCADA EXPERT PARA EL PROCESO DE CONTROL, MONITOREO  
Y SELECCIÓN DE PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN EN PROCESOS  
TELEMÉTRICOS DE SISTEMAS DE AGUAS PARA LA CIUDAD**

**DEGUAYAQUIL.**

AUTORES:

**FEIJOO CASTRO STEVEN HERNÁN**

**SALTO ESPÍN BOLIVAR LEONARDO**

TUTOR:

**ING.VÍCTOR HUILCAPI SUBIA Ph.D.**

GUAYAQUIL – ECUADOR

2023

## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA

Nosotros, Steven Fejoo Castro con cédula de Identidad N°.0931557268 y Bolívar Salto Espín con cédula de identidad N°.0922469176, declaro que el trabajo de titulación **"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENTRENADOR SCADA INTELIGENTE CON PLATAFORMA SCHNEIDER ELECTRIC SOFTWARE GEOSCAD A EXPERT PARA EL PROCESO DE CONTROL, MONITOREO Y SELECCIÓN DE PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN EN PROCESOS TELEMÉTRICOS DE SISTEMAS DE AGUA PARA LA CIUDAD DE GUAYAQUIL."** ha sido implementado bajo los conceptos, análisis y conclusiones considerando los diferentes métodos de investigación y son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Guayaquil, agosto de 2023



STEVEN FEJOO CASTRO

C.I.: 0931557268



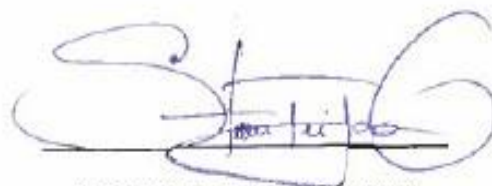
BOLÍVAR SALTO ESPÍN

C.I.:0922469176

## CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHO

A través del presente certificado, Yo, Steven Feijoo Castro, cedo los derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la **Universidad Politécnica Salesiana**, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual y por su normativa institucional vigente.

Guayaquil, agosto de 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Steven Feijoo Castro', is written over a horizontal line. The signature is stylized with large loops and a prominent vertical stroke.

STEVEN FEIJOO CASTRO

C.I.: 0931557268

## CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHO

A través del presente certificado, Yo, Bolívar Salto Espín, cedo los derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la **Universidad Politécnica Salesiana**, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual y por su normativa institucional vigente.

Guayaquil, agosto de 2023



---

BOLÍVAR SALTO ESPIN

C.I.: 0922469176

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, ING. VÍCTOR HUILCAPI SUBIA Ph.D; Director del proyecto de titulación denominado: **"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENTRENADOR SCADA INTELIGENTE CON PLATAFORMA SCHNEIDER ELECTRIC SOFTWARE GEOSCAD A EXPERT PARA EL PROCESO DE CONTROL, MONITOREO Y SELECCIÓN DE PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN EN PROCESOS TELEMÉTRICOS DE SISTEMAS DE AGUA PARA LA CIUDAD DE GUAYAQUIL"** realizado por los estudiantes **Steven Feijoo Castro**, con cédula de identidad N°.0931557268 y **Bolívar Salto Espín**, con cédula de identidad N°.0922469176, certifico que ha sido orientado y revisado durante su desarrollo, por cuanto se aprueba la presentación del mismo ante las autoridades pertinentes.

Guayaquil, agosto de 2023



---

ING. VÍCTOR HUILCAPI SUBIA Ph.D.

Docente

## DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por permitir este momento tan valioso en mi vida, a mi madre por brindarme su apoyo y por su esfuerzo incondicional para convertirme en el profesional que siempre quiso que fuera y a mi esposa Gabriela e hijo que fueron mi catapulta para poder terminar mis estudios y en especial quiero agradecer a mi padre Víctor Enrique Feijoo Feijoo que ya no se encuentra en este mundo, pero siempre lo tendré en mi corazón por haberme enseñado valores que han hecho de mi un ciudadano ejemplar.



Steven Feijoo Castro

C.I. 0931557268

## DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres quienes nunca perdieron la Fé en mi, a mi querida compañera de vida Diana y sobre todo para mis hijos; quienes han sido el motor que sirvió de impulso para esforzarme y quienes con su amor, paciencia, sacrificio y tolerancia me han permitido llegar a cumplir un sueño que parecía hace años inalcanzable; sus ánimos me levantaron en los momentos más difíciles y me recordaron que todo esfuerzo tiene su recompensa.



---

**Bolívar Salto Espín**  
C.I. 0922469176

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal en general que conforman la Universidad Politécnica Salesiana, por depositar su confianza en mí. De igual manera quiero agradecer al ex Vicerrector académico Andrés Bayolo Garay, al exrector Padre Javier Herrán Gómez y al vicerrector Raúl Álvarez Guale quienes hicieron todo a su alcance para poder ayudar a los estudiantes con las becas y otras facilidades que ofrece la institución.

Agradezco a mi amigo Bolívar Salto ya que por él pude lograr continuar mis estudios y llegar a culminar esta meta y finalmente quiero expresar mi agradecimiento al Ph.D. Víctor Huilcapi y a todos los docentes por dar cada gota de energía en la enseñanza, la cual me sirvió para poder emplear los conocimientos adquiridos en el campo laboral.



**Steven Feijoo Castro**  
C.I. 0931557268



## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a Dios todo poderoso y mi familia, quienes siempre me alentaron a seguir adelante en este camino.

Mi profundo agradecimiento a la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, a mi Tutor Ph.D. Víctor Huilcapi Subia quien confió en nuestro potencial, a mis ex docentes en Ing. Diana Chele, Ing. Néstor Zamora, Ing. Mónica Mirand , MSc. Liliana Saa, quienes con sus enseñanzas me brindaron valiosos conocimientos que hicieron que pueda crecer como profesional.

A mis amigos y compañeros Michael Mendoza, Boris Mera, Steven Feijoo, Robert Figueroa, que siempre me ayudaron y alentaron a continuar para no rendirme en los momentos más difíciles de la carrera, por su apoyo incondicional, durante todo este proceso.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a la Ing. Martha Ortega de Macdougall, CEO de HYDRIAPAC y Grupo Quimipac quien con su apoyo, confianza y colaboración económica permitió el desarrollo de este trabajo.



**Bolívar Salto Espín**  
C.I. 0922469176

## RESUMEN

AÑO	ALUMNOS	TUTOR DEL PROYECTO	TEMA DEL PROYECTO
2022	STEVEN HERNÁN FEIJOO CASTRO  BOLÍVAR LEONARDO SALTO ESPÍN	Ing. Víctor Huilcapi Ph.D.	“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENTRENADOR SCADA INTELIGENTE CON PLATAFORMA SCHNEIDER ELECTRIC SOFTWARE GEOSCADA EXPERT PARA EL PROCESO DE CONTROL, MONITOREO Y SELECCIÓN DE PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN EN PROCESOS TELEMÉTRICOS DE SISTEMAS DE AGUA PARA LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”

El siguiente proyecto técnico titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENTRENADOR SCADA INTELIGENTE CON PLATAFORMA SCHNEIDER ELECTRIC SOFTWARE GEOSCADA EXPERT PARA EL PROCESO DE CONTROL, MONITOREO Y SELECCIÓN DE PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN EN PROCESOS TELEMÉTRICOS DE SISTEMAS DE AGUA PARA LA CIUDAD DE GUAYAQUIL” tiene como objetivo el diseño e implementación de un entrenador SCADA inteligente con plataforma Schneider Electric para el proceso de control y monitoreo de sistemas de agua para la ciudad de Guayaquil.

La aplicación scada propuesta permite crear un ambiente de pruebas para el entrenamiento con uno de los procesos más importantes para una red de

distribución y tratamiento de agua potable, el cual ayuda a los supervisores y usuarios del sistema SCADA a familiarizarse en un entorno simulado del proceso para casos de acceso a distancia; además cuenta con un prototipo (maleta de pruebas) para pruebas locales del sistema y de los diferentes protocolos de comunicación que maneja la empresa proveedora de servicio de agua potable.

En el proyecto se realiza un análisis comparativo de los protocolos y datos de simulaciones locales para determinar las condiciones en las cuales se debe utilizar cada uno de los protocolos para obtener resultados óptimos en el proceso y monitoreo.

**Palabras claves:** Scada, Schneider electric, Geoscada, Procesos telemétricos, Agua.

## ABSTRACT

YEAR	STUDENTS	PROJECT DIRECTOR	SUBJECT
2022	STEVEN HERNÁN FEIJOO CASTRO	Ing. Víctor Huilcapi Ph.D.	“DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN INTELLIGENT SCADA TRAINER WITH SCHNEIDER ELECTRIC SOFTWARE GEOSCADA EXPERT PLATFORM FOR THE CONTROL PROCESS, MONITORING AND SELECTION OF COMMUNICATION PROTOCOLS IN TELEMETRY PROCESSES OF WATER SYSTEMS FOR THE CITY OF GUAYAQUIL”
	BOLÍVAR LEONARDO SALTO ESPÍN		

The following technical project “DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN INTELLIGENT SCADA TRAINER WITH SCHNEIDER ELECTRIC SOFTWARE GEOSCADA EXPERT PLATFORM FOR THE CONTROL PROCESS, MONITORING AND SELECTION OF COMMUNICATION PROTOCOLS IN TELEMETRY PROCESSES OF WATER SYSTEMS FOR THE CITY OF GUAYAQUIL” its objective is the design and implementation of an intelligent SCADA trainer with a Schneider Electric platform for the process of control and monitoring of water systems for the city of Guayaquil.

The proposed scada application allows creating a test environment for training with one of the most important processes for a drinking water distribution and treatment network, which helps supervisors and users of the SCADA system to become familiar with a simulated environment of the process. for remote access cases, it also has a prototype (test case) for local tests of the system and the different communication protocols handled by the drinking water service provider company.

In the project, a comparative analysis of the protocols and data from local simulations is carried out to determine the conditions under which each of the industrial protocols, with the purpose must be used to obtain optimal results in the process and monitoring.

**Keywords:** Scada, Schneider electric, GeoSCADA, telemetric processes.

## **ABREVIATURAS**

**SCADA:** Supervisión, control y adquisición de datos

**DNP3:** Protocolo de red distribuida.

**OSE:** Entorno de sistema abierto.

**CPU:** Unidad central de proceso.

**RAM:** Memoria de acceso aleatorio.

**DF1:** Protocolo Punto a Punto.

**PLC:** Controlador Lógico Programable.

**RTU:** Unidad terminal remota.

**PAC:** Controladores de automatización programables remotos.

**MPE:** Medidor de parámetros eléctricos.

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHO

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHO

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DEDICATORIA

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

1	EL PROBLEMA .....	3
1.1	Descripción del Problema. ....	3
1.2	Importancia y Alcance. ....	3
1.3	Justificación.....	4
1.4	Beneficiarios .....	4
1.5	Delimitación del Problema.....	4
1.5.1	Delimitación Temporal:.....	5
1.5.2	Delimitación Espacial.....	5

1.5.3	Delimitación Académica .....	5
1.6	Objetivos .....	6
1.6.1	Objetivo General .....	6
1.6.2	Objetivos Específicos .....	6
2	FUNDAMENTO TEORICO .....	8
2.1	¿Qué es el agua?.....	8
2.2	Clasificación del agua .....	8
2.2.1	Agua Cruda.....	8
2.2.2	Agua potable o tratada.....	9
2.2.3	Agua para consumo humano .....	9
2.2.4	Aguas lluvias .....	9
2.2.5	Aguas residuales .....	9
2.2.6	Aguas negras .....	9
2.2.7	Aguas servidas o grises .....	10
2.3	Red de distribución de agua .....	10
2.4	Unidades de Transmisión Remota (RTU).....	10
2.4.1	Definición .....	10
2.4.2	Estructura de hardware RTU típica [4].....	12
2.4.2.1	SCADAPack RTU 334E.....	12
2.4.2.2	CPU, RAM y almacenamiento .....	13
2.4.2.3	Fuente de alimentación y batería de respaldo .....	14
2.4.2.4	Comunicaciones .....	15



2.4.2.5	Entradas y Salidas .....	15
2.4.3	Software de programación SCADAPack Workbench.....	16
2.5	Instrumentos de medición .....	17
2.5.1	Medidor de parámetros eléctricos (MPE 5100).....	18
2.6	Sistemas de Supervisión y monitorización.....	19
2.6.1	Etapas en la supervisión: Detección, Diagnóstico de fallos y Reconfiguración .....	20
2.6.1.1	Detección de fallos.....	21
2.6.1.2	Diagnóstico de Fallos.....	22
2.6.1.3	Reconfiguración.....	22
2.6.2	EcoStruxure Geo SCADA Expert .....	23
2.7	Protocolos de Comunicación.....	24
2.7.1	Protocolo DNP3.....	25
2.7.1.1	Arquitectura de comunicación .....	25
2.7.2	Protocolo Modbus .....	27
2.7.2.1	Tipos de protocolo Modbus .....	27
2.7.2.2	Parámetros de Comunicación [18].....	29
3	MARCO METODOLÓGICO.....	30
3.1	Metodología de la investigación .....	30
3.2	Técnicas de investigación.....	30
3.3	Muestra.....	31
3.4	Aspectos éticos.....	31

4	RESULTADOS.....	32
4.1	Programación de control on/off y monitoreo en modo simulado de sistema de bombeo de agua potable utilizando Geo SCADA EXPERT .....	32
4.2	Programación de control on/off y monitoreo en modo simulado de sistema de bombeo de agua residual utilizando Geo SCADA EXPERT .....	36
4.3	Programación de control on/off y monitoreo en modo simulado de sistema de rechlorinación utilizando Geo SCADA EXPERT .....	39
4.4	Implementación del módulo didáctico por medio de maleta experimental	42
4.4.1	Diseño-montaje del módulo didáctico.....	42
4.4.2	Programación de control on/off y monitoreo de sistema de bombeo de agua potable para pruebas locales en módulo didáctico.....	46
4.4.3	Geolocalización .....	69
4.5	Cuadro comparativo de los protocolos de transmisión de datos Modbus y DNP3 utilizados en el módulo didáctico .....	71
5	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	73
6	CONCLUSIONES .....	79
7	RECOMENDACIONES .....	81
8	BIBLIOGRAFÍA.....	82
9	ANEXOS.....	84
9.1	ANEXO 1: Programación RTU .....	84
9.2	ANEXO 2: Programación de HMI.....	184
9.3	ANEXO 4: Resultado Encuesta de Investigación .....	202

9.4	ANEXO 4: Resultado Encuesta de Satisfacción .....	204
-----	---	-----

## ÌNDICE DE FIGURAS

<b>Fig.1</b> Estructura de hardware RTU típica [4]	12
<b>Fig.2</b> RTU 334 [5]	13
<b>Fig.3</b> Conectores de alimentación RTU [5]	14
<b>Fig.4</b> Editor de Workbench	17
<b>Fig.5</b> Características eléctricas de MPE 5100	19
<b>Fig.6</b> Etapas básicas en supervisión [9]	20
<b>Fig.7</b> Funciones Geo SCADA Expert [14]	23
<b>Fig.8</b> Capas de comunicación	26
<b>Fig.9</b> Mímica principal modo simulación sistema de bombeo AAPP	33
<b>Fig.10</b> Variables del proceso del sistema de bombeo AAPP	34
<b>Fig.11</b> Variables del proceso del sistema de bombeo AAPP	34
<b>Fig.12</b> Programación de lógica de control del sistema de bombeo de AAPP en modo simulado	35
<b>Fig.13</b> Parámetros de instrumentación	35
<b>Fig.14</b> Mímica principal modo simulación sistema de bombeo AASS	36
<b>Fig.15</b> Variables del proceso del sistema de bombeo AASS	37
<b>Fig.16</b> Variables del proceso del sistema de bombeo AASS	38
<b>Fig.17</b> Programación de lógica de control del sistema de bombeo de AASS en modo simulado	38
<b>Fig.18</b> Parámetros de operación	39
<b>Fig.19</b> Mímica principal modo simulación clorinadora	40
<b>Fig.20</b> Variables del proceso de clorinación	40

<b>Fig.21</b> Programación de lógica de control del sistema de rechlorinación en modo simulado	41
<b>Fig.22</b> Parámetros de operación	41
<b>Fig.23</b> Tapa frontal del tablero	42
<b>Fig.24</b> Elementos internos del tablero.	43
<b>Fig.25</b> Montaje posterior del HMI	44
<b>Fig.26</b> Distribución de cableado de control	44
<b>Fig.27</b> Distribución de cableado de fuerza	45
<b>Fig.28</b> Vista frontal módulo didáctico	45
<b>Fig.29</b> Diagrama de bloques	48
<b>Fig.30</b> Tabla de variables físicas	48
<b>Fig.31</b> Nodo DNP3	49
<b>Fig.32</b> Dirección IP de la RTU	49
<b>Fig.33</b> Tarjeta de entradas analógicas físicas.	51
<b>Fig.34</b> Tarjeta de entradas digitales físicas	51
<b>Fig.35</b> Tarjeta de entradas digitales físicas	52
<b>Fig.36</b> Tarjeta de entradas de pulso	52
<b>Fig.37</b> Tarjeta de salidas binarias de pulso	52
<b>Fig.38</b> Reset fallas desde HMI	53
<b>Fig.39</b> Tarjeta de salidas analógicas con valores de ingeniería	53
<b>Fig.40</b> Tarjeta de entradas analógicas para lectura de horómetros de inicio	54
<b>Fig.41</b> Tarjeta de salidas analógicas de cloro y caudal	54
<b>Fig.42</b> Tarjeta de salidas analógicas variables temporizadas	55
<b>Fig.43</b> Tarjeta de salidas analógicas Medidor de parámetros eléctricos	55

<b>Fig.44</b> Tarjeta de salidas analógicas Variables de escritura desde HMI	56
<b>Fig.45</b> Tarjeta de salidas digitales para control	56
<b>Fig.46</b> Tarjeta para enlace de prueba de arrancador suave bomba 1	57
<b>Fig.47</b> Tarjeta para enlace de prueba de arrancador suave bomba 2	57
<b>Fig.48</b> Tarjeta para enlace de prueba de arrancador suave bomba 2	57
<b>Fig.49</b> Tarjeta para escritura de hora de HMI	58
<b>Fig.50</b> Árbol de subprogramas	58
<b>Fig.51</b> Pantalla de Inicio	60
<b>Fig.52</b> Pantalla Selección	61
<b>Fig.53</b> Pantalla Maleta de pruebas	61
<b>Fig.54</b> Pantalla de Simulaciones	62
<b>Fig.55</b> Pantalla de Selección de Protocolos	62
<b>Fig.56</b> Pantalla de Sistema de bombeo protocolo DNP3	63
<b>Fig.57</b> Pantalla de Sistema de bombeo protocolo Modbus	64
<b>Fig.58</b> Pantalla Ingreso de usuarios	65
<b>Fig.59</b> Pantalla Principal o Vista general del sistema	66
<b>Fig.60</b> Pantalla Estado bomba	66
<b>Fig. 61</b> Pantalla Funcionamiento	67
<b>Fig. 62</b> Pantalla Funcionamiento	68
<b>Fig. 63</b> Pantalla Alarmas	68
<b>Fig. 64</b> Configuración de localización	69
<b>Fig. 65</b> Llamado de la función mapa	70
<b>Fig. 66</b> Resultado de la función de localización	70
<b>Fig. 67</b> Pantalla de Comparación de protocolos	71
<b>Fig. 68</b> Cuadro comparativo de protocolos	72

<b>Fig. 69</b> Conocimiento previo a sistema SCADA	73
<b>Fig. 70</b> Aceptación de creación de ambiente simulado	74
<b>Fig. 71</b> Acceso a geolocalización	74
<b>Fig. 72</b> Diferencias entre DNP3 y MODBUS [21]	75
<b>Fig. 73</b> Comparativa de Alarmas	76
<b>Fig. 74</b> Prueba de históricos con pérdida de enlace	77
<b>Fig. 75</b> Estadística de uso de protocolo	77
<b>Fig. 76</b> Resultados de encuesta de satisfacción	78

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I.....	16
TABLA III.....	43



## INTRODUCCIÓN

El mayor temor de las empresas al contratar personal nuevo es la falta de experiencia en los procesos que se llevan a cabo dentro de la misma; no es suficiente capacitar al personal de forma teórica, sino que es necesario evaluar sus destrezas en la toma de decisiones frente a eventos que se puedan presentar.

Los entrenadores de procesos surgen para orientar a los operarios, de tal manera que puedan detectar fallas, realizar diagnósticos, tomar decisiones y analizar datos; ya que es una simulación de situaciones reales comunes que se presentan en la industria.

La implementación de un entrenador SCADA inteligente es de gran importancia porque permite crear un ambiente de pruebas para el adiestramiento con uno de los procesos más importantes como es una red de distribución y tratamiento de agua potable; además ayuda a los supervisores y usuarios del sistema SCADA a familiarizarse en un entorno simulado del proceso para casos de acceso a distancia. Así también a través del prototipo (maleta de pruebas) se realizan pruebas locales del sistema y de los diferentes protocolos de comunicación así como la lógica de control que maneja la empresa proveedora de servicio de agua potable.

Este trabajo ha sido estructurado en cinco capítulos que se detallan a continuación:

En el capítulo 1, se indica la descripción del problema, alcance, delimitación, justificación, beneficiarios y objetivos que fundamentan el trabajo realizado.

En el capítulo 2, se redactó el marco teórico, en el cual se basa la investigación; se detalla los aspectos básicos de un entrenador Scada, instrumentos de medición, protocolos de comunicación y software empleados.

En el capítulo 3 se encuentran las técnicas y métodos de investigación, así como cada uno de los criterios para el diseño de las pantallas e implementación del proyecto.

En el capítulo 4 se detalla el funcionamiento del Scada, descripción de las pantallas y el procedimiento para la simulación de los procesos.

Finalmente se analizan los resultados que se obtuvieron durante la ejecución del proyecto, se redactan las conclusiones y recomendaciones.

# 1 EL PROBLEMA

## 1.1 Descripción del Problema.

Existen inconvenientes cuando se contrata personal nuevo para el área de Sala de Operaciones, quienes manejan situaciones críticas de control y monitoreo del Sistema SCADA que supervisa el correcto funcionamiento de los diferentes procesos que implican el manejo de agua en la ciudad; entre los cuales se detallan:

- ✓ Falta de criterio y análisis en situaciones emergentes.
- ✓ Falta de conocimiento de los procesos referentes al manejo y distribución de agua.
- ✓ Alta rotación de personal.
- ✓ Demora en respuesta ante situaciones complejas.
- ✓ Falta de conocimiento de sistemas SCADA.

Estos inconvenientes generan problemas en uno de los servicios de primera línea como es el abastecimiento y tratamiento de agua.

## 1.2 Importancia y Alcance.

Con el desarrollo de este entrenador inteligente, los operarios de la sala de control del sistema SCADA pueden aprender y de ser el caso fortalecer sus conocimientos en procesos que implican el manejo y distribución de agua en la ciudad; además tomar decisiones eficientes y respuestas rápidas para evitar el desabastecimiento de esta; con la maleta de pruebas se pueden

realizar diversas aplicaciones prácticas con protocolos de comunicación distintos (Modbus TCP y DNP3 TCP/IP).

### **1.3 Justificación**

El proyecto propuesto es de gran importancia porque permite crear un ambiente de pruebas para el entrenamiento con uno de los procesos más importantes para las empresas dedicadas al sector del manejo de agua, como es una red de distribución y tratamiento de agua potable, además es de gran ayuda para los supervisores y usuarios del sistema SCADA ya que permite la familiarización en un entorno simulado del proceso para casos de acceso remotos. Así como también el prototipo implementado facilita pruebas locales del sistema y de los diferentes protocolos de comunicación que maneja la empresa proveedora de servicio de agua potable.

### **1.4 Beneficiarios**

El tema propuesto está dirigido para la empresa Hydriapac sede Guayaquil, los principales beneficiarios son los usuarios que manejan el sistema SCADA y dan soporte a las empresas de distribución y tratamiento de agua.

### **1.5 Delimitación del Problema.**

La implementación de este proyecto beneficia tanto a la Empresa Hydriapac como a las empresas de distribución y tratamiento de agua, puesto que el entrenador inteligente permite la capacitación de personal nuevo,

refuerzo de conocimientos de los operarios existentes y evaluación en la toma de decisiones.

A la delimitación se la ha dividido en tres partes que se detallan a continuación:

#### **1.5.1 Delimitación Temporal:**

La implementación de este proyecto se realizó durante el año 2023.

#### **1.5.2 Delimitación Espacial.**

El desarrollo del software se realizó en la Empresa Hydriapac contratista autorizada para el manejo y administración del sistema SCADA de INTERAGUA de la ciudad de Guayaquil.

#### **1.5.3 Delimitación Académica**

En el desarrollo de este entrenador SCADA inteligente de entrenamiento se utilizaron todos los conocimientos aprendidos durante la formación académica, en materias como: Automatización industrial y Teoría de Control, Informática Industrial, Sensores y Transductores Comunicaciones y Redes de Computadoras; además se trabajó con GeoSCADA para el diseño y construcción del entrenador y se utilizaron diferentes protocolos de comunicación, tales como: Modbus y DNP3.

## **1.6 Objetivos.**

### **1.6.1 Objetivo General.**

Diseñar e implementar un entrenador SCADA inteligente con plataforma Schneider Electric GeoSCADA Expert para el proceso de control, monitoreo y selección de Protocolos de Comunicación en Procesos Telemétricos de sistemas de aguas para la ciudad de Guayaquil.

### **1.6.2 Objetivos Específicos.**

Diseñar una aplicación SCADA para control y monitoreo de sistema de bombeo de agua potable utilizando el software GeoSCADA Expert de Schneider Electric en ambiente simulado.

Diseñar una aplicación SCADA para control y monitoreo de sistema de bombeo de aguas residuales con Schneider Electric en ambiente simulado.

Diseñar una aplicación SCADA para el monitoreo de sistema de reclorinación con plataforma Schneider Electric en ambiente simulado.

Implementar un módulo didáctico por medio de una maleta experimental en conjunto con una RTU, que permita realizar pruebas locales del control, monitoreo y transmisión de datos utilizando los protocolos Modbus TCP y DNP3 TCP/IP de un sistema de bombeo de agua potable utilizando el software GeoSCADA Expert de Schneider Electric y ScadaPack Workbench.

Realizar el análisis comparativo de los protocolos de transmisión de datos Modbus y DNP3 de las simulaciones locales para determinar las condiciones en las cuales se debe utilizar cada uno de los protocolos industriales con ayuda de la plataforma GeoSCADA Expert Schneider Electric.

## 2 FUNDAMENTO TEORICO

### 2.1 ¿Qué es el agua?

El agua es una sustancia química que se encuentra en la naturaleza, formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, la cual es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. [1]

### 2.2 Clasificación del agua

El agua se clasifica en:

- ✓ Agua cruda.
- ✓ Agua potable o tratada.
- ✓ Agua para consumo humano
- ✓ Aguas lluvias.
- ✓ Aguas residuales.
- ✓ Aguas negras.
- ✓ Aguas servidas o grises.

#### 2.2.1 Agua Cruda

Es el agua que se encuentra en la naturaleza y que no ha recibido ningún tratamiento para modificar sus características: físicas, químicas o microbiológicas. [2]



### **2.2.2 Agua potable o tratada**

Es el agua cuyas características físicas, químicas y microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano. [2]

### **2.2.3 Agua para consumo humano**

Agua utilizada para beber, preparar y cocinar alimentos u otros usos domésticos, independiente del origen y suministro, con características físicas, químicas y microbiológicas que garanticen su inocuidad y aceptabilidad para el consumo. [1]

### **2.2.4 Aguas lluvias**

Son producto de la escorrentía de las precipitaciones pluviales. [1]

### **2.2.5 Aguas residuales**

Son las aguas de desecho de las redes de alcantarillado sanitario que contienen aguas negras y aguas servidas o grises. [1]

### **2.2.6 Aguas negras**

Son las aguas de desecho de inodoros o de los servicios higiénicos sanitarios; es la combinación de los líquidos y desechos acarreados por el agua que ha sido utilizada ya sea a nivel domiciliario, comercial e industrial.

[1]

### **2.2.7 Aguas servidas o grises**

Son las aguas provenientes de los lavabos, duchas y cocinas, es decir son aguas con contenido de grasas y detergentes. Son las provenientes del abastecimiento de una población después de haber sido utilizada en usos diversos. [1]

### **2.3 Red de distribución de agua**

Una red de distribución está formada por el conjunto de instalaciones, tales como: tuberías, accesorios, sistemas de bombeo e instrumentación, que la empresa utiliza para transportar agua, ya sea ésta residual o potable, desde un punto a otro.

### **2.4 Unidades de Transmisión Remota (RTU)**

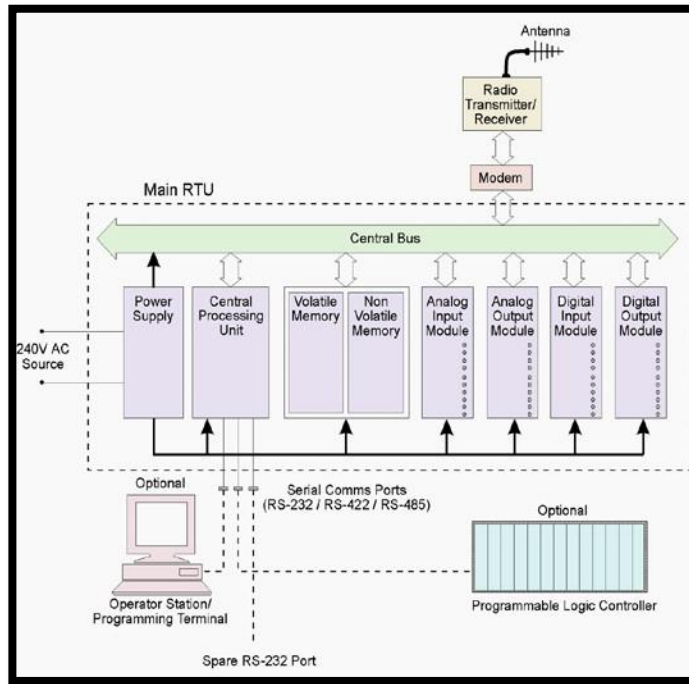
#### **2.4.1 Definición**

Una Unidad de Transmisión Remota (RTU) es un dispositivo electrónico que permite controlar un determinado número de entradas/salidas y enviarlas a un sistema de control superior, generalmente un PLC, o bien directamente a un SCADA. Las funciones de una RTU varían entre obtener información de telemetría y/o alterar el estatus de las aplicaciones conectadas al sistema en base a los datos de entrada. [3]

Las RTUs recolectan información directamente de los sensores, medidores y equipamiento de campo. Normalmente, están localizadas cerca de los procesos monitoreados y transfieren información a los sistemas de control; están diseñadas para operar en forma segura en ambientes hostiles, protegidas de la erosión, humedad, polvo y de otros contaminantes atmosféricos. Algunas aplicaciones requieren RTU s redundantes que permiten la continuidad del servicio, aun cuando las unidades primarias dejen de funcionar. [3]

Estos dispositivos admiten y procesan información análoga y digital, transmitiendo toda esta información a una Estación de Monitoreo Central. Los servicios de comunicación más comunes son Serie, Ethernet TCP/IP y módem; soportan protocolos estándares como Modbus, Modbus TCP, IEC 60870-5-101/103/104 y DNP3, y medios de transmisión tales como PSTN, GSM y Radio. [3]

En la **Fig. 1** se observa la estructura de una RTU típica, es decir cada uno de los elementos que la conforman y hacen posible que realice la programación estipulada por el usuario.



**Fig.1** Estructura de hardware RTU típica [4]

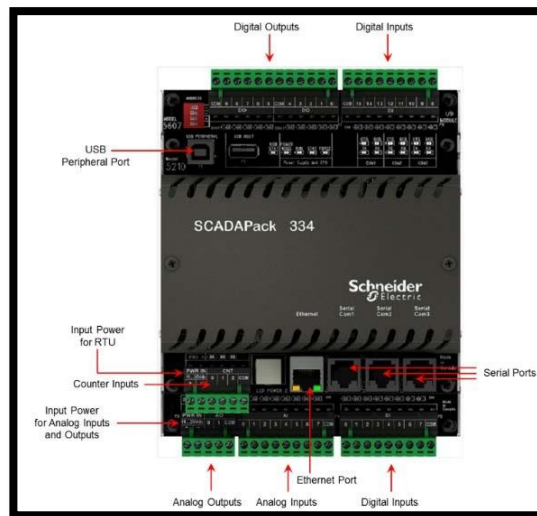
## 2.4.2 Estructura de hardware RTU típica [4]

### 2.4.2.1 SCADAPack RTU 334E

Es un microprocesador inteligente, basado en telemetría y dispositivo de control. Cuenta con amplias capacidades de comunicación que incluyen interfaces como: Ethernet y USB; un potente microcontrolador integrado para proporcionar al usuario telemetría y controles sofisticados en un entorno de sistema abierto (OSE). [5]

La RTU tiene una amplia capacidad de E/S integradas. La fuente de alimentación permite trabajar en rangos comprendidos desde 11 a 30 Vdc; a través de la memoria flash se puede descargar el firmware ya sea de forma local o remota utilizando las interfaces del equipo.

En la **Fig. 2** se muestran las entradas, salidas y puertos que se encuentran en la RTU.



**Fig.2** RTU 334 [5]

#### 2.4.2.2 CPU, RAM y almacenamiento

##### **CPU**

Ejecuta un sistema operativo, preventivo multitarea; lo que permite realizar operaciones simultaneas en tiempo real de: [5]

- Protocolos de comunicaciones tales como: DNP3, DF1, Modbus RTU y Modbus ASCII.
- Procesamiento de eventos con marca de tiempo.
- Configuraciones
- Aplicaciones de secuencia y control creadas por el usuario.

##### **RAM**

La memoria RAM integrada respaldada por batería se utiliza para almacenar: [5]

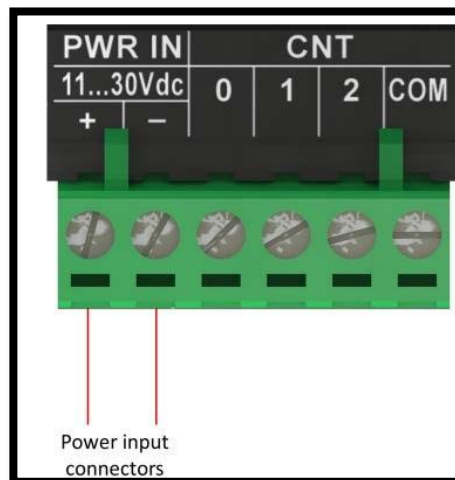
- Información de configuración, como: definiciones de puntos y configuraciones de puertos.
- Aplicaciones de secuencia y control creadas por el usuario.
- Datos de eventos con marca de tiempo.

### **Almacenamiento**

Los datos se pueden almacenar en la memoria flash interna y también permite almacenamiento USB.

#### **2.4.2.3 Fuente de alimentación y batería de respaldo**

La RTU es alimentada por una fuente de alimentación de 11...30 Vdc que está conectada a los conectores de entrada de alimentación en la RTU, tal como se observa en la **Fig.3**



**Fig.3** Conectores de alimentación RTU [5]

#### **2.4.2.4 Comunicaciones**

Incluye un puerto ethernet con protocolos DNP3 TCP/IP, Modbus TCP, IEC-60870-5-104 y tres puertos seriales que están disponibles para comunicaciones con el SCADA, con otras RTU, con dispositivos tales como PLC, Actuadores eléctricos, Variadores de velocidad, Medidores de Parámetros eléctricos, o cualquier dispositivo permita conexión via modbus, DF1, IEC-60870-5-101, IEC-60870-5-103 y con el software de configuración local. También incluye un puerto compatible con USB 2.0 para datalogger y un puerto USB Tipo B para configuración básica. [5]

A continuación, se indica la configuración que se puede realizar en cada uno de los puertos seriales:

- COM1: se puede configurar para RS232 o RS485 de 2 hilos.
- COM2: se puede configurar para RS232 o RS485 de 2 hilos.
- COM3: es un puerto RS232 dedicado.

#### **2.4.2.5 Entradas y Salidas**

En la **TABLA I** se describen las características de las entradas y salidas de la RTU. [5]

**TABLA I**  
**CARACTERÍSTICAS DE ENTRADAS Y SALIDAS**

Entradas de contador	3 entradas de contador. Cableadas al conector P3 en la placa del controlador.
Entradas digitales	16 entradas digitales. Ópticamente aisladas. Cableadas a los conectores P5 y P8.
Salidas digitales	10 salidas de relé de contacto seco (mecánico) o relé de estado sólido (SSR). Cableadas en los conectores P6 y P7.
Entradas analógicas	8 entradas analógicas. Cableadas al conector P4
Salidas analógicas	2 salidas analógicas (opcional). Cableadas al conector P3. Convertidor digital a analógico (D/A) unipolar de 12 bits.
Entrada de poder	11...30 Vdc entrada de poder. Cableada al conector P3.

### 2.4.3 Software de programación SCADAPack Workbench

El software SCADAPack Workbench se ejecuta en una PC y proporciona generación de aplicaciones, transferencia y depuración por medio de la conexión a la máquina virtual (VM) a través de la comunicación serial o de red ethernet. La máquina virtual de destino IEC 61131-3 se ejecuta en el rPAC o RTY y está integrada en el sistema operativo. [6]



Para programar la RTU se pueden utilizar los siguientes lenguajes: [5]

- Diagrama de bloques de funciones (FBD).
- Texto estructurado (ST).
- Diagrama de escalera (LD).

En la **Fig.4** se muestra el editor del programa para definir las operaciones que van a ejecutar las entradas/salidas.



**Fig.4** Editor de Workbench

## 2.5 Instrumentos de medición

La medición de parámetros eléctricos constituye un factor muy importante dentro de cualquier sistema y se puede realizar con diversos instrumentos dependiendo las variables que se deseen medir; es importante monitorear y registrar corriente, voltaje, potencia, factor de potencia, entre otras para el correcto funcionamiento del proyecto.

### 2.5.1 Medidor de parámetros eléctricos (MPE 5100)

También se lo conoce con el nombre de central de medida, aportan valor a las exigentes necesidades de sus aplicaciones de supervisión de energía y gestión de costes. [7]

Entre las principales ventajas que se tienen al usar el MPE 5100 se tiene las siguientes: [8]

- Incremento de la seguridad de la red y disponibilidad de la energía.
- Seguimiento de las condiciones de la energía en tiempo real.
- Monitoreo de las funciones de control.
- Monitoreo del estado de la red y equipos.
- Capacidad de transmisión de datos por medio del puerto RS-485 utilizando protocolo Modbus.

En la **Fig.5** se observan las principales características eléctricas del medidor. [7]

Tipo de medición	Clase de precisión conforme con la norma IEC 61557-12 (para versión del firmware 1.1.1 y superiores)	Error
Energía activa	Clase 0.5S (Clase 0.5S conforme con la norma IEC 62053-22 a 5 A $I_{nominal}$ (para 1 A $I_{nominal}$ cuando $I > 0,15 A$ ))	$\pm 0,5\%$
Energía reactiva	Clase 2 (Clase 2 conforme con la norma IEC 62053-23 a 5 A $I_{nominal}$ (para 1 A $I_{nominal}$ cuando $I > 0,15 A$ ))	$\pm 2\%$
Energía aparente	Clase 0.5	$\pm 0,5\%$
Potencia activa	Clase 0.5	$\pm 0,5\%$
Potencia reactiva	Clase 2	$\pm 2\%$
Potencia aparente	Clase 0.5	$\pm 0,5\%$

**Fig.5** Características eléctricas de MPE 5100 . [7]

## 2.6 Sistemas de Supervisión y monitorización

La idea de supervisar un sistema es tener información de lo que está sucediendo en el medio, para lo cual se debe tener un amplio conocimiento del proceso y su funcionamiento.

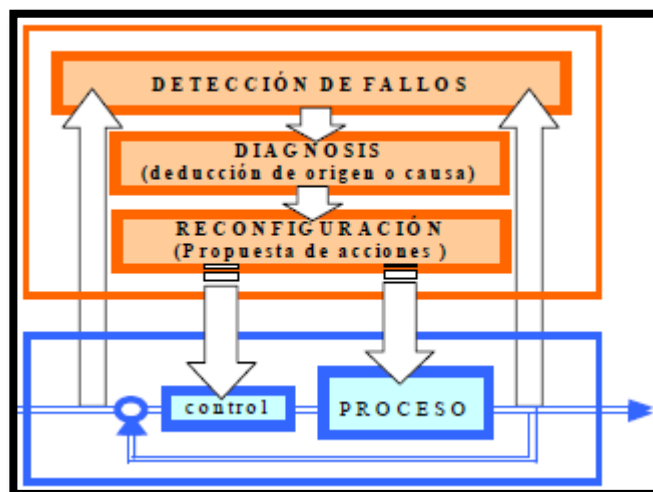
Las exigencias que actualmente se imponen en los procesos productivos en cuestión de rendimiento, calidad y flexibilidad hacen necesario introducir las nuevas tecnologías en el control y vigilancia de éstos. La incorporación de nuevas tecnologías en la industria permite la reducción del número de paradas innecesarias, la predicción de situaciones anómalas o la actuación rápida y

eficaz de forma que se asegure la continuidad y uniformidad de la producción.  
[9]

Se da el nombre de Scada (Supervisory Control and Acquisition o Control con Supervisión y Adquisición de Datos) a cualquier software que conceda el acceso a datos remotos de un proceso y permita, utilizando las herramientas de comunicación necesarias en cada caso, el control de este. [10]

### 2.6.1 Etapas en la supervisión: Detección, Diagnóstico de fallos y Reconfiguración

Existen tres etapas básicas en la supervisión, tal como se puede observar en la **Fig. 6**.



**Fig.6** Etapas básicas en supervisión [9]

### 2.6.1.1 Detección de fallos

Una parte importante de la supervisión se centra en la detección y aislamiento de los fallos y en dar información sobre su origen y magnitud. La detección y el diagnóstico de fallos constituyen una parte fundamental de la supervisión. [9]

Los diversos métodos y técnicas utilizados para detectar las situaciones de mal funcionamiento pueden clasificarse de acuerdo con la naturaleza del conocimiento disponible sobre el proceso en: [9]

- Detección basada en métodos analíticos: Utiliza solamente herramientas matemáticas o analíticas (modelos matemáticos precisos, procesamiento de señales) para realizar sus funciones.
- Detección basada en conocimiento: Incluye herramientas de la Inteligencia Artificial. Por ejemplo, representación simbólica de señales, o modelos cualitativos incluyendo imprecisión o incertidumbre.

A su vez, dependiendo de la organización del conocimiento se distinguen entre:

- Detección basada en modelos: Los fallos son detectados a partir de la comparación del funcionamiento del sistema supervisado con el de un modelo de este, que representa el funcionamiento normal.

- Detección basada en señales o síntomas: En este caso los fallos se detectan directamente a partir de las señales procedentes del proceso, después de un procesado de estas.

El papel de los sistemas SCADA, en la detección de fallos, puede ir desde el simple disparo de alarmas, hasta la utilización de técnicas más sofisticadas ya integradas o susceptibles de ser integradas, de las cuales existen numerosos paquetes en el mercado, los cuales incorporan tanto facilidades de control estadístico (SPC, Statistical Process Control) como tecnología de sistemas abiertos (DDE, OLE, COM/DCOM, ActiveX y OPC) que permite una fácil integración con otras aplicaciones. [11]

#### **2.6.1.2 Diagnóstico de Fallos**

El diagnóstico de fallos consiste principalmente en la determinación del origen y la magnitud de estos. Una vez detectado la presencia de un fallo, debe conocer sus causas. [12]

#### **2.6.1.3 Reconfiguración**

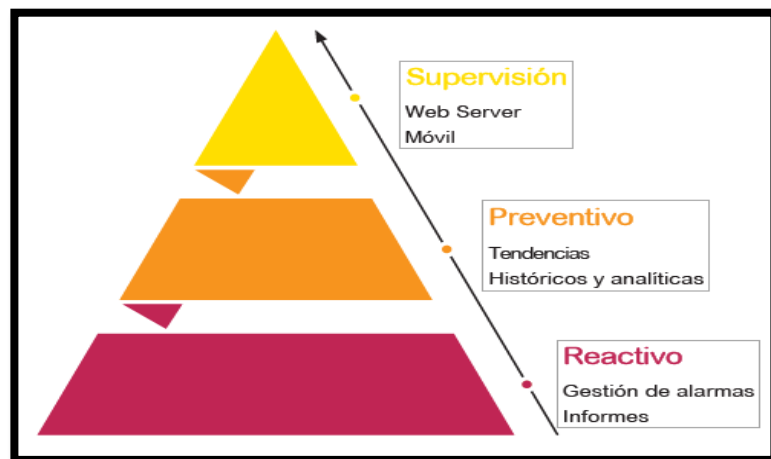
La reconfiguración del proceso o determinación de las acciones correctoras se basan normalmente en la experiencia, en los conocimientos adquiridos sobre el funcionamiento del proceso o sobre la estructura de este. [9]

## 2.6.2 EcoStruxure Geo SCADA Expert

Es una solución de software abierta, flexible y escalable para telemetría y aplicaciones remotas SCADA, diseñado para transformar los datos de campo en información relevante para la operación y gestión eficiente de infraestructuras críticas del agua. [13]

Mediante gráficos avanzados, imágenes georreferenciadas, análisis de históricos y alarmas inteligentes, Geo SCADA Expert proporciona la inteligencia necesaria para gestión de datos en tiempo real, para ello transforma el conocimiento de los distintos procesos en información útil optimizando la gestión y explotación de las distintas instalaciones, incluso estando geográficamente dispersas. [14]

En la **Fig. 7** se puede visualizar algunas funciones que se pueden utilizar con el software.



**Fig.7** Funciones Geo SCADA Expert [14]

Los protocolos de comunicación con los cuales trabaja el Geo SCADA Expert depende de la aplicación que se requiera, es decir:

- **Protocolos industriales estándar para control de eventos:**  
DNP3, IEC60870-5-101/104
- **Protocolos industriales estándar para comunicaciones en tiempo real:** OPC, Modbus, SNMP
- Además de protocolos específicos para una gran cantidad de fabricantes.

## **2.7 Protocolos de Comunicación**

Un protocolo de comunicación es el conjunto de normas y reglas determinadas a cumplir por dos o más dispositivos que desean comunicarse entre sí, en otras palabras “es el idioma que los dispositivos hablan entre sí”, por lo tanto, estos deben aprender la gramática, la sintaxis y todas las reglas para poder entablar la comunicación en forma satisfactoria. [15]

Entre los elementos que definen un protocolo, se tienen los siguientes:

- **Sintaxis:** Se refiere al formato, codificación y niveles de señal de datos.
- **Semántica:** Es la información de control y gestión de errores.



- Temporización: Se refiere a la coordinación entre la velocidad y orden secuencial de las señales.

### 2.7.1 Protocolo DNP3

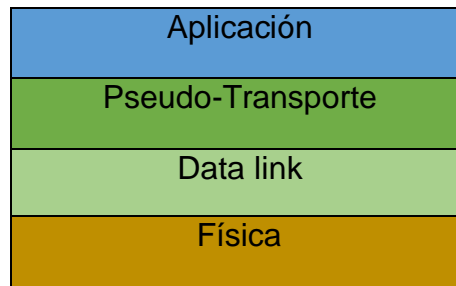
Es un protocolo industrial para comunicaciones entre equipos inteligentes, estaciones controladoras y componentes de sistemas SCADA. Es un protocolo ampliamente utilizado en el sector eléctrico y de tratamiento de líquidos, de gran difusión en toda América. [16]

Los sistemas que usan este protocolo se diferencian normalmente en dos: el máster y los outstation. [16]

- El máster es la máquina encargada de recopilar toda la información de las diferentes outstations y es usada por los equipos de gestión para visualizar la información, agruparla, analizarla o reenviarla a otro sistema.
- El outstation o RTU (Remote Terminal Unit) es la máquina encargada de coger los datos directamente del sistema eléctrico o de agua, transformar estos datos a datos DNP3 correctos, empaquetarlos en el mensaje y enviarlos al máster con estampa de tiempo generado por la outstation.

#### 2.7.1.1 Arquitectura de comunicación

En la **Fig. 8** se puede observar las diferentes capas de comunicación con las que cuenta el protocolo DNP3. [17]



**Fig.8** Capas de comunicación

- **Capa física:** Se encarga de la transmisión a través del canal de comunicación, proporciona las características eléctricas, mecánicas, así como procedimientos funcionales para mantenerse el enlace físico entre los dispositivos de una red de datos.
- **Capa de transmisión de datos:** Se encarga del manejo de la conexión lógica entre emisor-receptor. DNP utiliza 16 bits conocidos como CRC para el manejo de errores. El tamaño máximo del frame es de 256 bytes.
- **Capa de Pseudo-Transporte:** Esta capa divide los mensajes de la capa de aplicación en múltiples frames de transmisión de datos.
- **Capa de Aplicación:** Define las funciones para la manipulación de datos y permite a los usuarios entender la información. En esta capa se define la cantidad de bits o bytes para transmitir una señal.

## **2.7.2 Protocolo Modbus**

Modbus es un protocolo de comunicación abierto, utilizado para transmitir información a través de redes en serie entre dispositivos electrónicos. El dispositivo que solicita la información se llama maestro Modbus y los dispositivos que suministran la información son los esclavos Modbus.

En realidad, esto significa que un dispositivo esclavo no puede ofrecer información; debe esperar a que se le pida. El maestro escribirá datos en los registros de un dispositivo esclavo y leerá los datos de los registros de un dispositivo esclavo.

Por lo tanto, en una red Modbus estándar, hay un maestro y hasta 247 esclavos, cada uno con una dirección de esclavo única de 1 a 247. El maestro también puede escribir información a los esclavos. [18]

### **2.7.2.1 Tipos de protocolo Modbus**

Existen diversos tipos de versiones en el protocolo Modbus, entre las más comunes están: [18]

- Modbus RTU
- Modbus TCP
- Modbus ASCII
- Modbus Plus

### **Modbus RTU**

Es un medio de comunicación que permite el intercambio de datos entre los controladores lógicos programables (PLC) y los ordenadores (PC).

### **Modbus TCP**

Se introdujo para aprovechar las infraestructuras LAN actuales. A su vez, aumentó el número de unidades que podían conectarse a la misma red.

### **Modbus ASCII**

Modbus ASCII es una implementación más antigua que contiene todos los elementos de un paquete RTU, pero expresada completamente en caracteres ASCII imprimibles. Estos son caracteres hexadecimales que contienen 4 bits de datos cada uno.

Actualmente, este protocolo se considera obsoleto, ya no se utiliza con frecuencia y no está incluido en la especificación formal del protocolo Modbus.

### **Modbus Plus**

Es un protocolo de red con alta velocidad entre pares. Está basado en la comunicación a través de un token bus. En definitiva, es un sistema completo con un medio predefinido y la aplicación de un sistema de comunicación de paso rápido.

### **2.7.2.2 Parámetros de Comunicación [18]**

Modbus RTU requiere que se conozca o defina la velocidad en bps, el formato de caracteres (8 bits sin paridad, etc.) y la identificación del esclavo (también conocida como dirección del esclavo, número de unidad, identificación de la unidad). La falta de coincidencia de estos parámetros hará que no funcione la comunicación.

Modbus TCP requiere que se conozca o defina las direcciones IP en la red. En algunos casos, también necesita las ID de las unidades. Este tipo de dispositivos pueden usar la ID de la unidad o pueden cambiar la dirección IP de la unidad

### **3 MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Metodología de la investigación**

Este proyecto busca entrenar a los operadores nuevos que ingresan a una empresa relacionada con la distribución de agua, sea potable o residual; con la finalidad que durante un determinado tiempo conozcan las posibles fallas que se puedan presentar en el proceso y sean capaces de resolverlas para satisfacer las necesidades requeridas por los usuarios.

Se utilizó el método inductivo para la elaboración del proyecto, puesto que se necesitó de la observación, experiencia del personal, análisis de instrumentos y programación de las diferentes pantallas que simulan posibles casos de avería y operación en el sistema.

Este tipo de investigación permite a través del diálogo incorporar lo que los sujetos dicen, reconstruir sus experiencias, reflexiones, pensamientos tal como son expresados por ellos mismos. [19]

#### **3.2 Técnicas de investigación**

Entre las técnicas que se utilizaron, se tienen las siguientes:

- Documentales: toda la información que se logró obtener mediante el material bibliográfico que se investigó.

- De campo: mediante la visita a diferentes estaciones de bombeo de agua y la entrevista a personal expertos en el proceso que se analizó.
- Encuesta: la entrevista se realiza en base a un cuestionario cerrado de preguntas donde se suceden y organizan preguntas o cuestiones predeterminadas, con respuestas que, en su mayor parte, también están predeterminadas. [20]

### **3.3 Muestra**

La selección de la muestra estuvo enfocada al personal técnico de Hydriapac y a los supervisores de sala de control de INTERAGUA. Las personas que participaron en este proyecto son:

- Cinco técnicos de Hydriapac.
- Cinco supervisores de sala de control de INTERAGUA.

### **3.4 Aspectos éticos**

Este proyecto contó con la autorización de la dirección de la empresa Hydriapac y la gerencia de operaciones técnicas, así mismo participaron los supervisores de la sala de control de INTERAGUA, puesto que es de vital importancia saber el nivel de conocimiento y capacidad de respuesta que tienen los operarios que brindan un servicio como es el de garantizar el suministro, distribución, operación y detección oportuna de falla en los diferentes procesos relacionados con el agua.

## 4 RESULTADOS

La elaboración del entrenador SCADA inteligente con plataforma Schneider electric y software EcoStruxure GeoSCADA Expert, tiene como resultado lo siguiente:

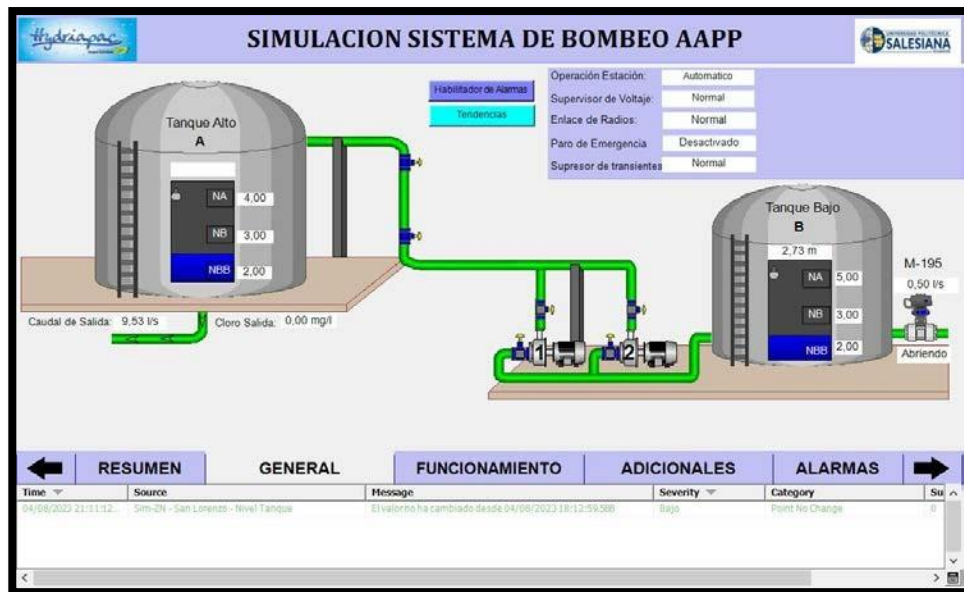
- ✓ Programación de control on/off y monitoreo en modo simulado de sistema de bombeo de agua potable utilizando Geo SCADA Expert.
- ✓ Programación de control on/off y monitoreo en modo simulado de sistema de bombeo de agua residual utilizando Geo SCADA Expert.
- ✓ Programación de control on/off y monitoreo en modo simulado de sistema de rechlorinación utilizando Geo SCADA Expert.
- ✓ Implementación de módulo didáctico por medio de maleta experimental.
- ✓ Cuadro comparativo de los protocolos de transmisión de datos Modbus y DNP3 utilizados en el módulo didáctico.

### **4.1 Programación de control on/off y monitoreo en modo simulado de sistema de bombeo de agua potable utilizando Geo SCADA EXPERT**

Los pasos para realizar la programación del control on/off y monitoreo en modo simulado del sistema de bombeo de agua potable se detallan a continuación:



- Se creó una mímica principal con los elementos que intervienen en el sistema de bombeo de agua potable, tales como: tanques de almacenamiento, bombas, tablero de control, caudalímetros y un actuador eléctrico. (Ver **Fig. 9**).



**Fig.9** Mímica principal modo simulación sistema de bombeo AAPP

- Se crearon las variables internas en el sistema scada que se utilizan para la simulación del proceso, tales variables se visualizan en la **Fig.10 y Fig. 11**.

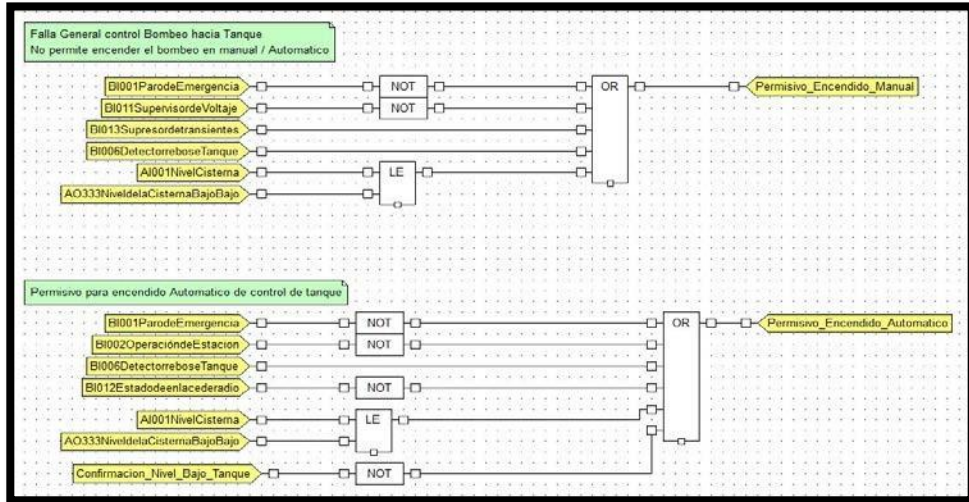
Name	Type	Memory Usage
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.BI.BI-001-Paro de Emergencia	Internal Digital Point	4314
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.BI.BI-002-Operación de Estacion	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.BI.BI-003-Operacion de la Bomba 1	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.BI.BI-004-Operacion de la Bomba 2	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.BI.BI-005-Detector rebose cisterna	Internal Digital Point	4170
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.BI.BI-006-Detector rebose Tanque	Internal Digital Point	4170
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.BI.BI-009-Estado del Arrancador 1	Internal Digital Point	4170
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.BI.BI-010-Estado del Arrancador 2	Internal Digital Point	4170
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.BI.BI-011-Supervisor de Voltaje	Internal Digital Point	4306
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.BI.BI-012-Estado de enlace de radio	Internal Digital Point	4306
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.BI.BI-013-Supresor de transientes	Internal Digital Point	4294
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.BI.BI-014-Interruptor de fuerza Bomba 1	Internal Digital Point	4306
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.BI.BI-015-Interruptor de fuerza Bomba 2	Internal Digital Point	4294
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.BO.BO-007-Abrir Actuador	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.BO.BO-008-Cerrar actuador	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.BO.BO-001-Encender Bomba 1	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.BO.BO-002-Encender Bomba 2	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.BO.BO-003-Luz Estado Bomba 1	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.BO.BO-004-Luz Estado Bomba 2	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AI.AI-001-Nivel Cisterna	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AI.AI-002-Nivel Tanque	Internal Analog Point	5566
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AI.AI-003-Caudal Cisterna	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AI.AI-004-Caudal Tanque	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AI.AI-005-Cloro Salida Tanque	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-230- Nivel Cisterna Temporizado	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-231- Nivel Tanque Temporizado	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-232-Caudal Temporizado	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-233- Cloro Tanque Temporizado	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-234-Caudal Parte Alta Temporizado	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-312-Corriente de la Estacion	Internal Analog Point	5562
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-313-Voltaje VAB de la Estacion	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-314-Voltaje VBC de la Estacion	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-315-Voltaje VCA de la Estacion	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-316-Potencia Activa de la Estacion	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-319-Factor de Potencia de la Estacion	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-321-Energia de la Estacion	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-322-Usuario Vigente	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-323-Caudal Minimo	Internal Analog Point	5542

**Fig.10** Variables del proceso del sistema de bombeo AAPP

Name	Type	Memory Usage
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-316-Potencia Activa de la Estacion	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-319-Factor de Potencia de la Estacion	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-321-Energia de la Estacion	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-322-Usuario Vigente	Internal Analog Point	5542
<b>01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-323-Caudal Minimo</b>	<b>Internal Analog Point</b>	<b>5542</b>
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-324-Caudal Maximo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-328-Nivel de la Cisterna Maximo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-329-Nivel de la Cisterna Rebose	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-330-Nivel de la Cisterna Pre Rebose	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-331-Nivel de la Cisterna Alto	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-332-Nivel de la Cisterna Bajo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-333-Nivel de la Cisterna Bajo Bajo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-334-Nivel de la Cisterna Minimo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-335-Nivel Tanque Maximo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-336-Nivel Tanque Rebose	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-337-Nivel Tanque Pre Rebose	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-338-Nivel Tanque Alto	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-339-Nivel Tanque Bajo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-340-Nivel Tanque Bajo Bajo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-341-Nivel Tanque Minimo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-342-Factor de Potencia Bajo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-343-Tiempo de Arranque Bomba secundaria	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-344-Tiempo de Seguridad	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-345-Cloro Alto	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-346-Cloro Maximo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-347-Cloro Bajo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-348-Cloro Minimo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-349-Presion Maxima	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-350-Presion Alta	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-351-Presion Baja	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.AO-352-Presion Minima	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.Local.AO-600-Control Tanque A	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.SLO.EB-AP.SLM San Lorenzo PB.Puntos.Logicos.AO.Local.AO-601-Control Tanque B	Internal Analog Point	5542

**Fig.11** Variables del proceso del sistema de bombeo AAPP

- Se utilizó la función diagrama de bloques de la función, la cual permitió la creación de un programa para realizar la simulación del sistema de bombeo de AAPP. **Fig. 12**



**Fig.12** Programación de lógica de control del sistema de bombeo de AAPP en modo simulado

- Una vez que se tiene el programa para la simulación, se asignan valores iniciales para la ejecución del proceso. **Fig. 13**

PARAMETROS INSTRUMENTACION				
	Mínimo:	Bajo:	Alto:	Máximo:
Nivel Cisterna	0,00 m	3,00 m	8,00 m	10,00 m
Presion Descarga	0,00 Bar	2,00 Bar	5,00 Bar	10,00 Bar
Nivel Tanque	0,00 m	3,00 m	9,00 m	10,00 m
Caudal Tanque	0,00 l/s			50,00 l/s
Cloro Tanque	0,00 mg/l	0,30 mg/l	2,00 mg/l	5,00 mg/l

**Fig.13** Parámetros de instrumentación

## 4.2 Programación de control on/off y monitoreo en modo simulado de sistema de bombeo de agua residual utilizando Geo SCADA EXPERT

Los pasos para realizar la programación del control on/off y monitoreo en modo simulado del sistema de bombeo de AASS se detallan a continuación:

- Se creó una mímica principal con los elementos que intervienen en el sistema de bombeo de agua residual, tales como: tanques de almacenamiento, bombas, tablero de control, caudalímetros y un actuador eléctrico. (Ver **Fig. 14**).



**Fig.14** Mímica principal modo simulación sistema de bombeo AASS

- Se crearon las variables internas en el sistema scada que se utilizan para la simulación del proceso, tales variables se visualizan en la **Fig. 15 y Fig. 16**

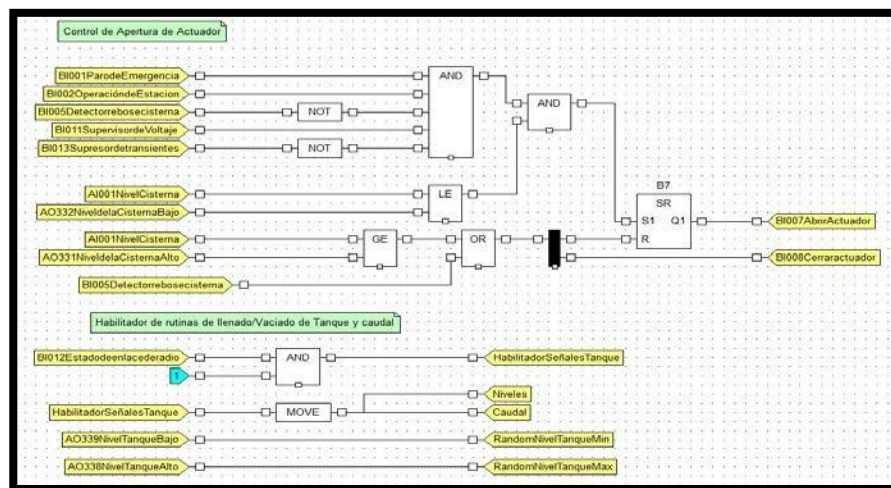
Name	Type	Memory
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DI.DI-00 Estacion en Manual	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DI.DI-01 Estacion en Automático	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DI.DI-02 Estación Local Remoto	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DI.DI-03 Supervisor de Voltaje	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DI.DI-04 Paro de Emergencia	Internal Digital Point	4170
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DI.DI-05 Boya Nivel Bajo Bajo	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DI.DI-06 Boya Nivel Bajo	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DI.DI-07 Boya Nivel Alto	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DI.DI-08 Boya Nivel Alto Alto	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DI.DI-09 Operacion de Bomba 1	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DI.DI-10 Estado del Relé Protección de Bomba 1	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DI.DI-11 Estado del Variador de Bomba 1	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DI.DI-12 Estado de Bomba 1	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DI.DI-13 Condicion Bomba 1	Internal Digital Point	4170
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DI.DI-14 Operacion de Bomba 2	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DI.DI-15 Estado del Relé Protección de Bomba 2	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DI.DI-16 Estado del Variador de Bomba 2	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DI.DI-17 Estado de Bomba 2	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DI.DI-18 Condicion Bomba 2	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DI.DI-19 Fusible Principal Tablero de Fuerza	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DO.DO-00 Control de la Estacion	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DO.DO-01 Control por Boyas/Sensor Nivel	Internal Digital Point	3606
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DO.DO-02 Habilitar/Deshabilitar Autolimpieza	Internal Digital Point	3606
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DO.DO-03 Encender/Apagar Bomba 1	Internal Digital Point	3606
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DO.DO-04 Habilitar/Deshabilitar Bomba 1	Internal Digital Point	3606
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DO.DO-05 Encender/Apagar Bomba 2	Internal Digital Point	3606
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DO.DO-06 Habilitar/Deshabilitar Bomba 2	Internal Digital Point	3606
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.DO.DO-07 Borrar Falla del Variador de Frecuencia	Internal Digital Point	3606
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AI.AI-00 Nivel del Pozo Humedo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AI.AI-01 Presion de Descarga de la Bomba 1	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AI.AI-02 Presion de Descarga de la Bomba 2	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AI.AI-03 Corriente de la Bomba 1	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AI.AI-04 Frecuencia de la Bomba 1	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AI.AI-05 Corriente de la Bomba 2	Internal Analog Point	5542

**Fig.15** Variables del proceso del sistema de bombeo AASS

Name	Type	Memory Us
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AI.AI-06 Frecuencia de la Bomba 2	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AI.AI-07 Horometro de la Bomba 1	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AI.AI-08 Horometro de la Bomba 2	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AI.AI-09 Codigo de Falla Variador de Frecuencia	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AI.AI-10 Corriente IA de la Estacion	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AI.AI-11 Corriente IB de la Estacion	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AI.AI-12 Corriente IC de la Estacion	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AI.AI-13 Voltaje AB de la Estacion	Internal Analog Point	5554
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AI.AI-14 Voltaje BC de la Estacion	Internal Analog Point	5554
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AI.AI-15 Voltaje CA de la Estacion	Internal Analog Point	5554
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AI.AI-16 Voltaje Linea Neutro Estacion	Internal Analog Point	5690
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AI.AI-17 Potencia Activa Total de la Estacion	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AI.AI-18 Potencia Reactiva Total de la Estacion	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AI.AI-19 Potencia Aparente Total de la Estacion	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AI.AI-20 Energia Total de la Estacion	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AI.AI-21 Factor de Potencia de la Estacion	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AI.AI-22 Frecuencia de la Estacion	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AI.AI-23 Usuario Vigente de la Estacion	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AI.AI-34 Tiempo T Operacion de Bomba	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AO.AO-00 Nivel Pozo Maximo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AO.AO-01 Nivel Pozo Referencia	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AO.AO-02 Nivel Pozo Minimo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AO.AO-03 Presion de Descarga de la Bomba 1 Maxima	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AO.AO-04 Presion de Descarga de la Bomba 1 Minima	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AO.AO-05 Presion de Descarga de la Bomba 2 Maxima	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AO.AO-06 Presion de Descarga de la Bomba 2 Minima	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AO.AO-07 Velocidad Maxima de Trabajo de la Bomba por Nivel	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AO.AO-08 Velocidad Minima de Trabajo de la Bomba por Nivel	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AO.AO-09 Velocidad Maxima de Trabajo de la Bomba por Boya	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AASS.V12 Vergeles XII.Puntos.AO.AO-10 Tiempo T de Operacion de Bomba	Internal Analog Point	5542

**Fig.16** Variables del proceso del sistema de bombeo AASS

- Se utilizó la función diagrama de bloques de la función, la cual permitió la creación de un programa para realizar la simulación del sistema de bombeo de AASS. **Fig. 17**



**Fig.17** Programación de lógica de control del sistema de bombeo de AASS en modo simulado

- Una vez que se tiene el programa para la simulación, se asignan valores iniciales para la ejecución del proceso. **Fig. 18.**

**PARAMETRO DE OPERADORES**

**CONFIGURACION FRECUENCIA DE TRABAJO**

Maxima por Nivel: 50,00 Hz

Minima por Nivel: 30,00 Hz

Maxima por Boya: 60,00 Hz

**TIEMPO DE OPERACION DE BOMBEO**

Tiempo: 100,00 m

**POZO HUMEDO**

Nivel de Referencia: 5,50 m

Mimica Principal    Resumen    Parametros Avanzados

**Fig.18** Parámetros de operación

#### **4.3 Programación de control on/off y monitoreo en modo simulado de sistema de rechlorinación utilizando Geo SCADA EXPERT**

Los pasos para realizar la programación del control on/off y monitoreo en modo simulado del sistema de rechlorinación se detallan a continuación:

- Se creó una mímica principal con los elementos que intervienen en el sistema de rechlorinación, tales como: tanques de almacenamiento, bombas, tablero de control, sensor de presión y analizador de cloro. (Ver **Fig. 19**).



**Fig.19** Mímica principal modo simulación clorinadora

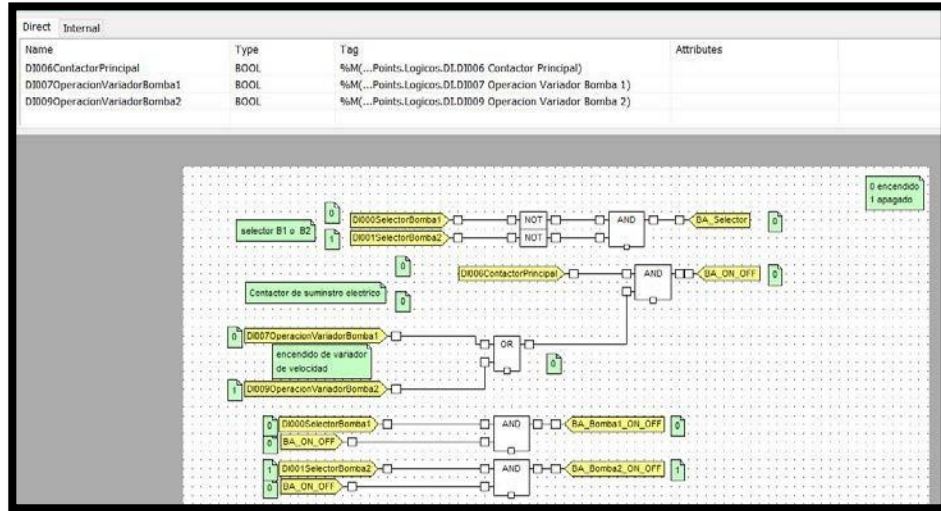
- Se crearon las variables internas en el sistema scada que se utilizan para la simulación del proceso, tales variables se visualizan en la **Fig. 20.**

Name	Type	Memory Usage
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.AO	Group	976
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.AO-200 Nivel Tanque 1	Internal Analog Point	3582
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.AO-202 Nivel Tanque 2	Internal Analog Point	3574
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.AO-203 Presion Descarga	Internal Analog Point	5690
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.AO-204 Cloro Residual	Internal Analog Point	5690
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.AO-351-Nivel Tanque 1 Alto	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.AO-352-Nivel Tanque 1 Bajo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.AO-353-Nivel Tanque 1 Minimo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.AO-354-Cloro Residual Maximo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.AO-355-Cloro Residual Alto	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.AO-356-Cloro Residual Bajo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.AO-357-Cloro Residual Minimo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.AO-357-Nivel Tanque 1 Maximo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.AO-358-Nivel Tanque 2 Maximo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.AO-359-Nivel Tanque 2 Alto	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.AO-360-Nivel Tanque 2 Bajo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.AO-361-Nivel Tanque 2 Minimo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.AO-362-Presion Descarga Maximo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.AO-363-Presion Descarga Alto	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.AO-364-Presion Descarga Bajo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.AO-365-Presion Descarga Minimo	Internal Analog Point	5542
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.DI	Group	976
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.DI.D1000 Selector Bomba 1	Internal Digital Point	4294
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.DI.D1001 Selector Bomba 2	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.DI.D1002 Selector Tanque 1	Internal Digital Point	4294
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.DI.D1003 Selector Tanque 2	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.DI.D1004 Boya Nivel Tanque 2	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.DI.D1005 Boya Nivel Tanque 1	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.DI.D1006 Contactor Principal	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.DI.D1007 Operacion Variador Bomba 1	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.DI.D1008 Control Variador Bomba 1	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.DI.D1009 Operacion Variador Bomba 2	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.DI.D1010 Control Variador Bomba 2	Internal Digital Point	4158
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.DI.D1011 Energia Electrica	Internal Digital Point	4294
01-Simulados.AAPP.GYE.CLR.BNR Cloradora Barcelona.Points.Logicos.DI.D1012 Supresor Transientes	Internal Digital Point	4158

**Fig.20** Variables del proceso de clorinación



- Se utilizó la función diagrama de bloques de la función, la cual permitió la creación de un programa para realizar la simulación del sistema de rechloración. **Fig. 21.**



**Fig.21** Programación de lógica de control del sistema de rechloración en modo simulado

- Una vez que se tiene el programa para la simulación, se asignan valores iniciales para la ejecución del proceso. **Fig. 22.**

PARAMETROS OPERADORES				
	CLORO RESIDUAL	NIVEL TANQUE 1	NIVEL TANQUE 2	PRESION DESCARGA
ALTO	2,00 mg/l	2,50 m	2,50 m	15,00 psi
BAJO	0,30 mg/l	0,50 m	0,50 m	0,50 psi

Buttons at the bottom: Mimica Principal, Estaciones Reclorificadoras, PARAMETROS AVANZADOS (with a red circle icon).

**Fig.22** Parámetros de operación

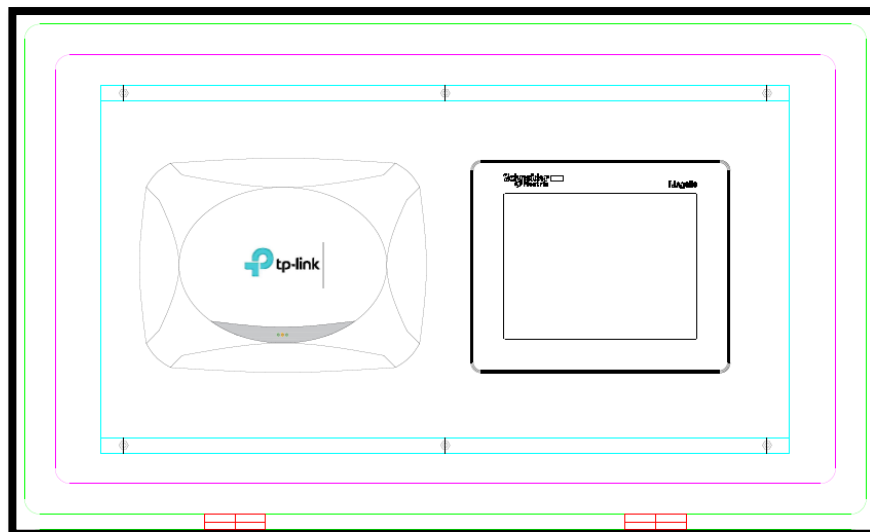
## 4.4 Implementación del módulo didáctico por medio de maleta experimental

### 4.4.1 Diseño-montaje del módulo didáctico

Para realizar el diseño del módulo didáctico, se procedió a utilizar el programa AutoCAD, considerando las medidas de cada uno de los elementos que conforman la maleta didáctica, tales como: ancho, altura y profundidad; además los equipos e instrumentos se distribuyeron de tal forma que el módulo sea funcional y fácil de entender por parte de los usuarios. Una vez que se revisaron y aprobaron los planos se procedió con la implementación.

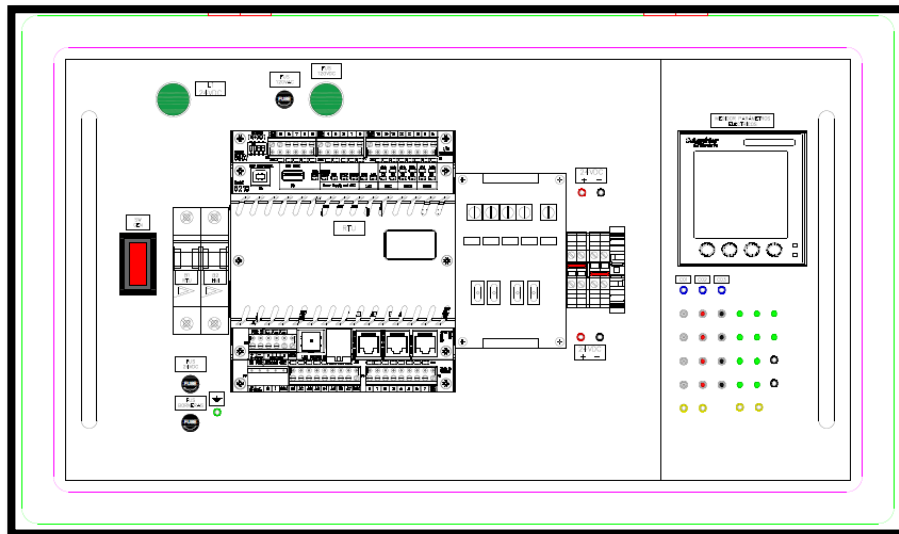
Se obtuvo como resultado final una maleta didáctica funcional, capaz de proveer información visual a los usuarios finales.

En la **Fig. 23** se observa el diseño en AutoCAD de la tapa frontal del tablero con el router y el panel de visualización.



**Fig.23** Tapa frontal del tablero

En la **Fig. 24** se observa en AutoCAD el módulo con cada uno de los elementos que se utilizaron para la implementación de este.



**Fig.24** Elementos internos del tablero.

En la **TABLA II** se detalla la lista de los elementos que se utilizaron para la elaboración del tablero.

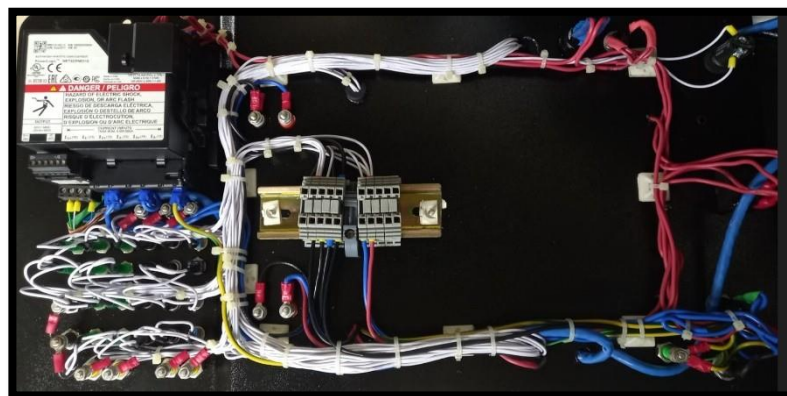
**TABLA II**  
ELEMENTOS DEL TABLERO

TIPO	DETALLE
Entradas digitales	16 entradas digitales. Ópticamente aisladas. Cableadas a los conectores P5 y P8.
Salidas digitales	10 salidas de relé de contacto seco (mecánico) o relé de estado sólido (SSR). Cableadas en los conectores P6 y P7.
Entradas analógicas	8 entradas analógicas. 6 cableadas al conector P4
Salidas analógicas	2 salidas analógicas (opcional). Cableadas al conector P3. Convertidor digital a analógico (D/A) unipolar de 12 bits.
Entrada de poder	11...30 Vdc entrada de poder. Cableada al conector P3.
Contador	3 entradas de contador. Cableadas al conector P3 en la placa de la RTU.

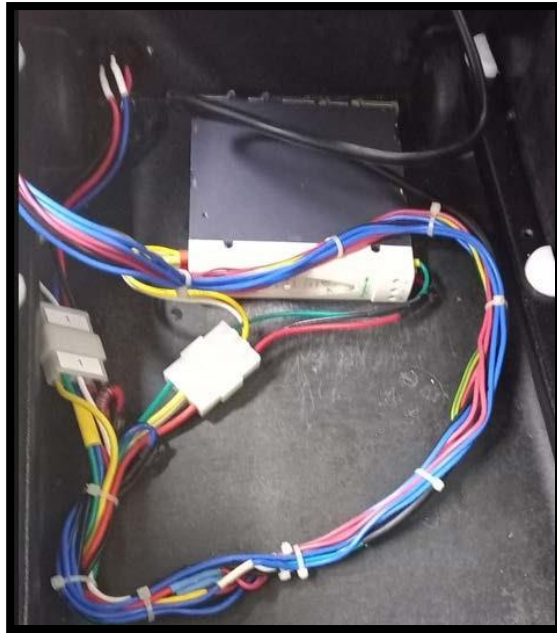
En la **Fig. 25**, **Fig. 26** y **Fig. 27** se observa el montaje de los elementos que conforman el módulo didáctico.



**Fig.25** Montaje posterior del HMI



**Fig.26** Distribución de cableado de control



**Fig.27** Distribución de cableado de fuerza

En la **Fig. 28**, se visualiza la implementación completa, vista frontal del módulo didáctico.



**Fig.28** Vista frontal módulo didáctico

#### **4.4.2 Programación de control on/off y monitoreo de sistema de bombeo de agua potable para pruebas locales en módulo didáctico**

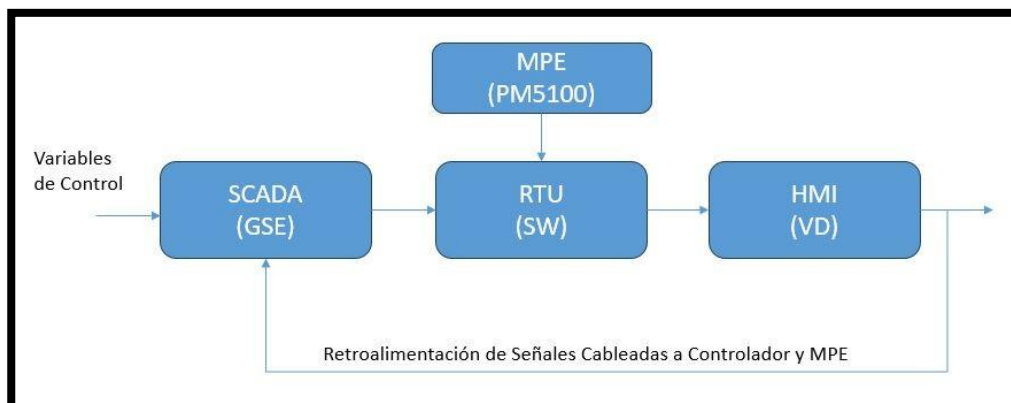
Para realizar la programación del control on/off y monitoreo del sistema de bombeo de agua potable y respectivas pruebas locales en el módulo didáctico se utilizaron diferentes elementos que se detallan a continuación:

- RTU 334E
  - Recibe las señales de los diferentes elementos de control, tales como: pulsadores, selectores, señales analógicas y contadores.
  - Permite la comunicación DNP3 TCP/IP y Modbus TCP de forma simultaneas con el software EcoStruxure GeoSCADA Expert.
  - Permite la visualización y comunicación de los parámetros a través del HMI por medio del protocolo Modbus TCP.
  
- EcoStruxure GeoSCADA Expert
  - Recibe las señales provenientes de la RTU vía DNP3 TCP/IP y Modbus TCP de forma simultánea.
  - Procesa los datos y permite la visualización en las pantallas gráficas (mímicas).

- Permite almacenar históricos, eventos y alarmas de las señales provenientes del módulo didáctico.
- Módulo didáctico
  - Envía hacia la RTU las señales de los diferentes elementos de control, tales como: pulsadores, selectores, señales analógicas y contadores.
  - Permite la comunicación inalámbrica entre la RTU y el Geo SCADA Expert utilizando los protocolos DNP3 TCP/IP y Modbus TCP de forma simultánea a través del router inalámbrico.
  - Permite la simulación de condiciones de operación y fallas de una estación de bombeo de agua potable utilizando los elementos de control anteriormente descritos.

La programación de control para la RTU se realizó en el software SCADAPack Workbench, el proceso se detalla a continuación:

- Elaboración del diagrama de bloques para identificar entradas y salidas del sistema. (Ver **Fig. 29**)



**Fig.29** Diagrama de bloques

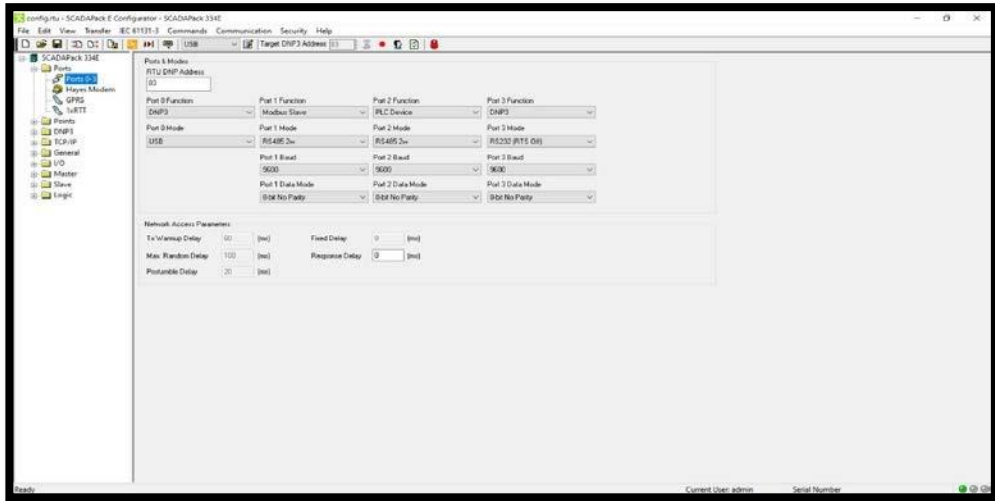
- Elaboración de tabla de variables de señales físicas en Geo SCADA Expert. (Ver **Fig. 30**)

Name	Value	State
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.AI.AI-001-Nivel Cisterna	49,89 %	Cero Escala
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.AI.AI-002-Caudal Cisterna	55,20 %	full scale
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.AI.AI-003-Nivel Tanque	53,00 %	full scale
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.AI.AI-004-Caudal Tanque	12,94 %	full scale
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.AI.AI-005-Cloro Salida Tanque	0,00 %	zero scale
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.BI.BI-001-Paro de Emergencia	1	Desactivado
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.BI.BI-002-Operación de Estacion	1	Automatico
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.BI.BI-003-Operación de la Bomba 1	0	Apagada
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.BI.BI-004-Operacion de la Bomba 2	0	Apagada
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.BI.BI-005-Detector rebose cisterna	0	Normal
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.BI.BI-006-Detector rebose Tanque	0	Normal
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.BI.BI-007-Actuador Abierto	0	
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.BI.BI-008-Actuador Cerrado	0	
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.BI.BI-009-Estado del Arrancador 1	1	Normal
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.BI.BI-010-Estado del Arrancador 2	1	Normal
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.BI.BI-011-Supervisor de Voltaje	1	Normal
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.BI.BI-012-Estado de enlace de radio	1	Normal
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.BI.BI-013-Supresor de transientes	1	Normal
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.BI.BI-014-Interruptor de fuerza Bomba 1	1	Normal
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.BI.BI-015-Interruptor de fuerza Bomba 2	1	Normal
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.BO.BO-001-Encender Bomba 1	0	Apagar Arrancador
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.BO.BO-002-Encender Bomba 2	0	Apagar Arrancador
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.BO.BO-003-Luz Estado Bomba 1	0	Normal
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.BO.BO-004-Luz Estado Bomba 2	0	Normal
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.BO.BO-005-Luz Reset Bomba 1	0	Normal
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.BO.BO-006-Luz Reset Bomba 2	0	Normal
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.BO.BO-009-Abrir Actuador	0	Normal
02-Maleta de Pruebas.SLO.SLM San Lorenzo PB DNP3.Puntos.Fisicos.BO.BO-010-Cerrar Actuador	0	Normal

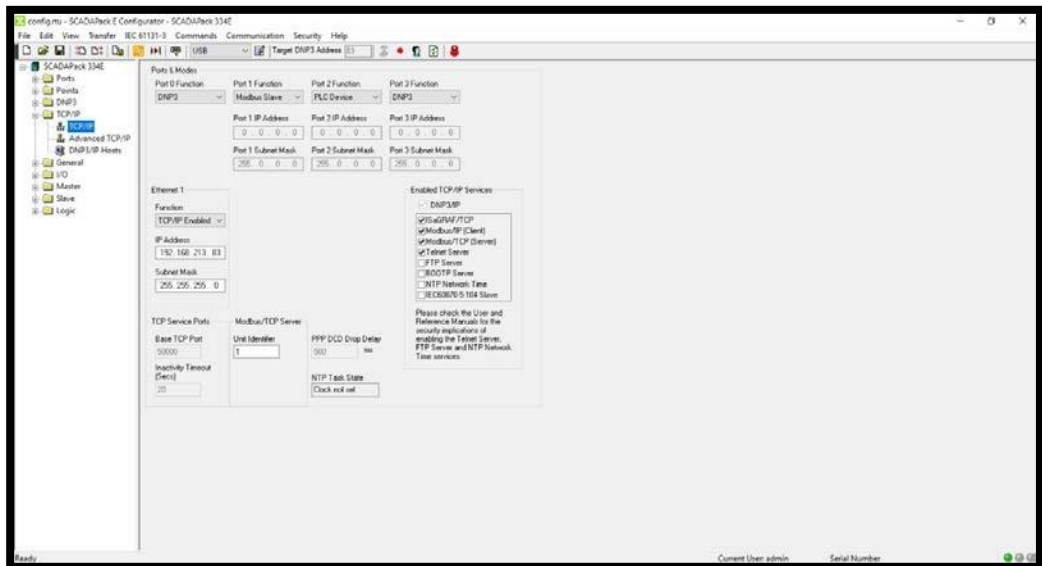
**Fig.30** Tabla de variables físicas



- Se procede a configurar la RTU en modo básico utilizando el software SCADAPack Configurator, con el propósito de asignar una dirección IP y un nodo DNP3 para poder comunicarse con el sistema scada. En la **Fig. 31** se observa el nodo DNP3 que se le asigna y en la **Fig. 32** se visualiza la dirección IP asignada.

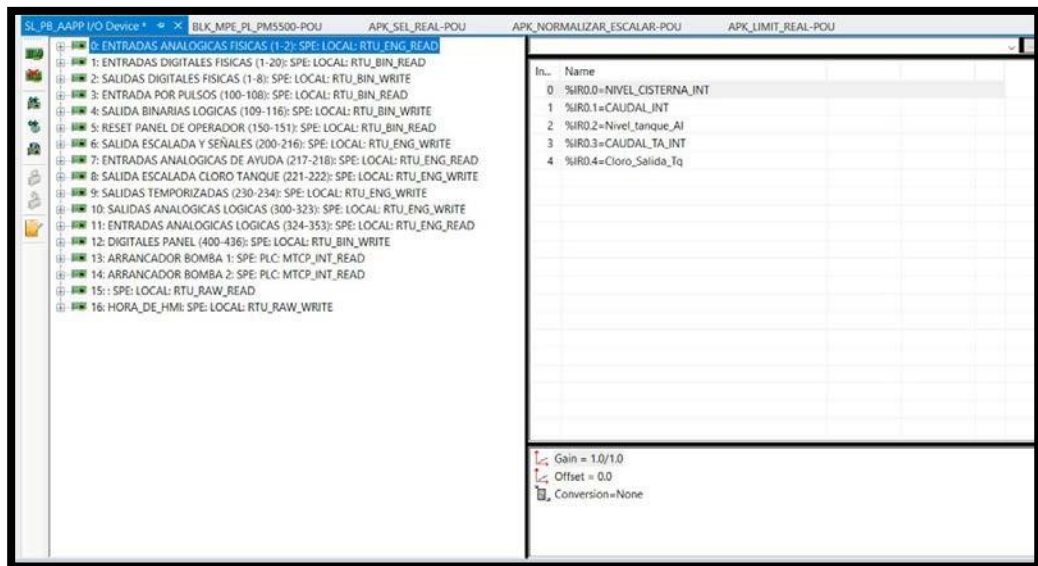


**Fig.31** Nodo DNP3

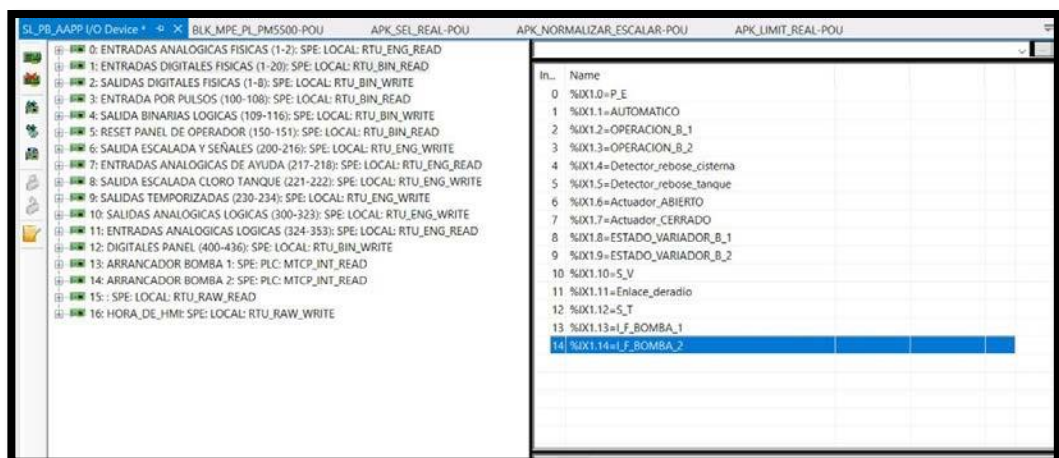


**Fig.32** Dirección IP de la RTU

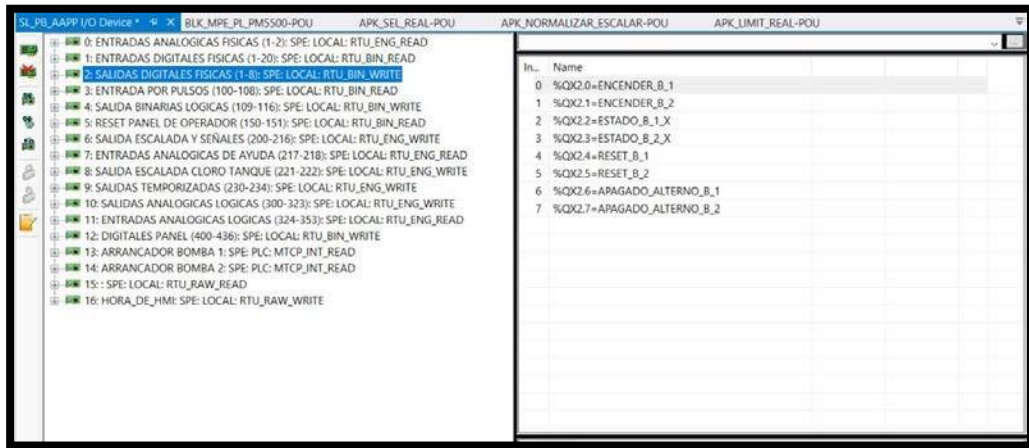
- Antes de empezar la programación de control con el software SCADAPack Workbench se establecen las librerías que se utilizan en el proyecto. A continuación, se detallan las mismas:
  - ✓ Word2Bit: Transforma una palabra en bit.
  - ✓ Bit2Word: Transforma 16 bits a palabra.
  - ✓ dnpTimerCntr: Contador de tiempo en DNP3. Es utilizado para registrar un valor en un tiempo determinado.
  - ✓ APK\_CAPTURAR\_DATOS\_TEMPORIZADOS: Captura datos de acuerdo con el tiempo establecido por el usuario.
  - ✓ APK\_HMI\_TIME\_MAGELIS: Escribe la hora de la RTU al HMI.
  - ✓ APK\_LIMIT\_REAL: Evita desbordamiento de tipo de variable Real.
  - ✓ APK\_NORMALIZAR\_ESCALAR: Escala una variable a datos de ingeniería.
  - ✓ APK\_SEL\_REAL: Funciona como pulsador interno.
  - ✓ BLK\_MPE\_PL\_PM5500: Librería para comunicación serial con el medidor de parámetros eléctricos.
  
- Se configura los dispositivos de entradas/salidas correspondientes a las señales físicas y lógicas que se utilizan en el programa. Ver **Fig. 33** a **Fig. 49**



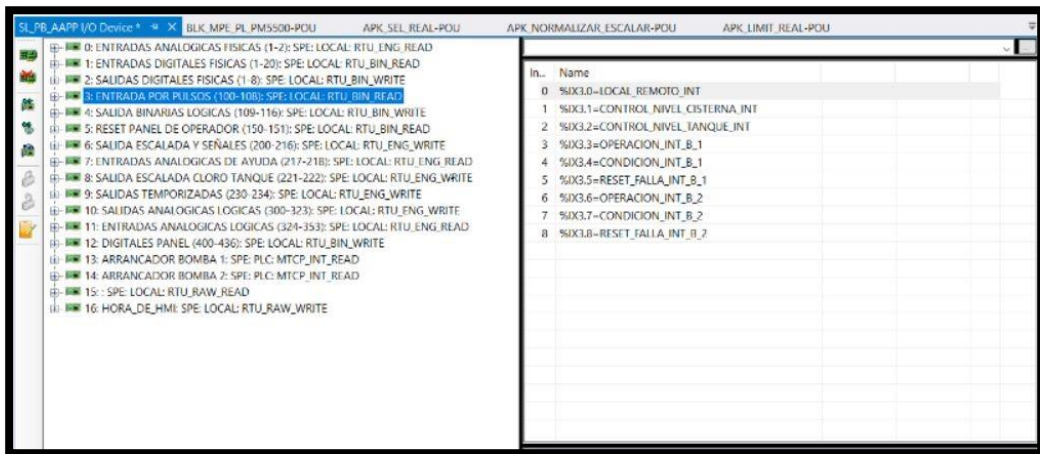
**Fig.33** Tarjeta de entradas analógicas físicas.



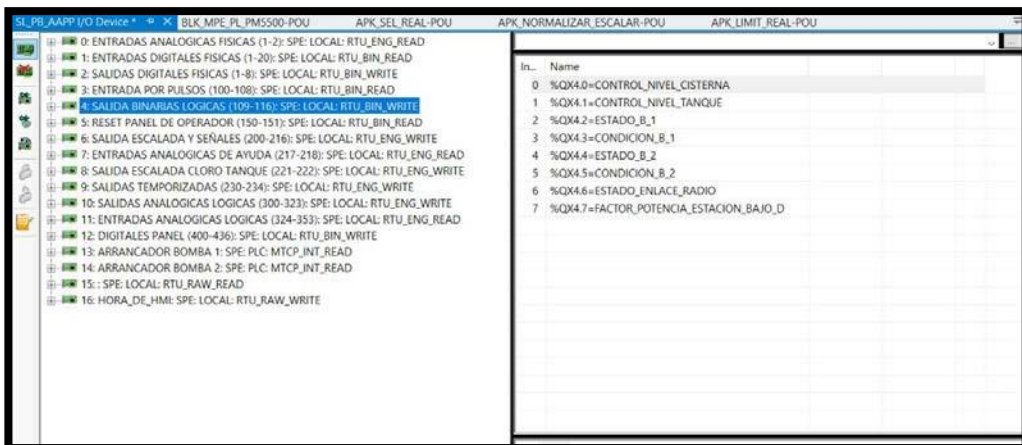
**Fig.34** Tarjeta de entradas digitales físicas



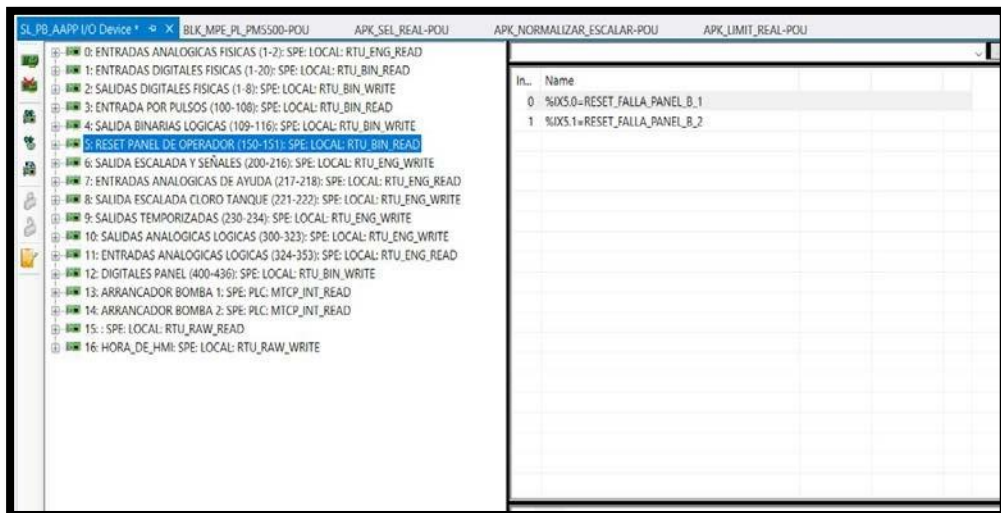
**Fig.35** Tarjeta de entradas digitales físicas



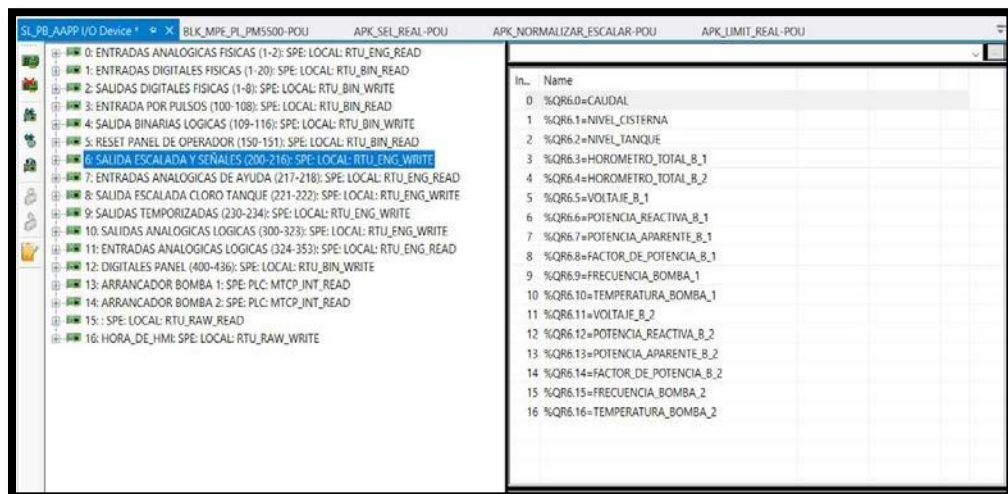
**Fig.36** Tarjeta de entradas de pulso



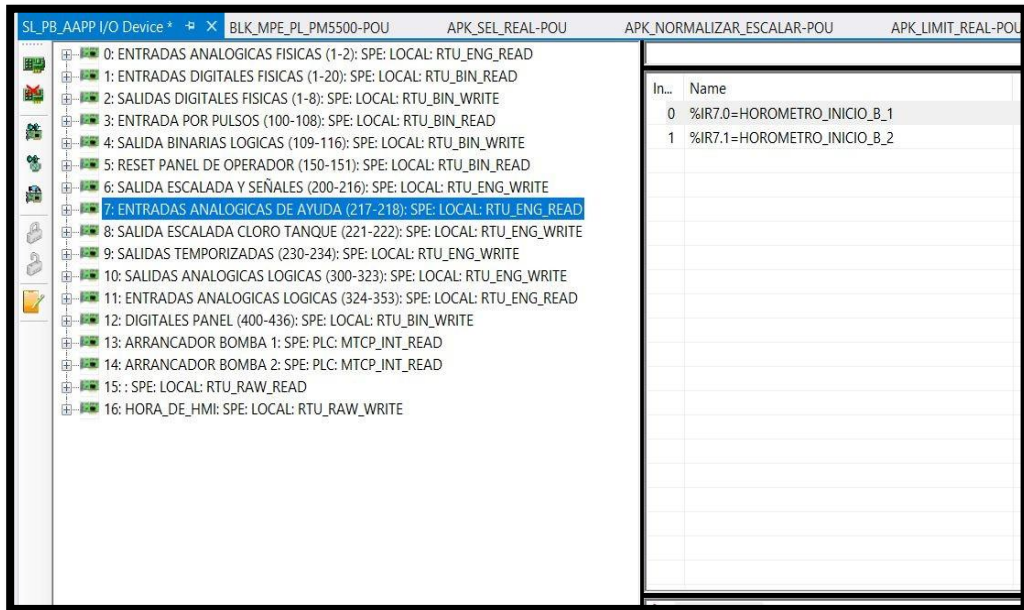
**Fig.37** Tarjeta de salidas binarias de pulso



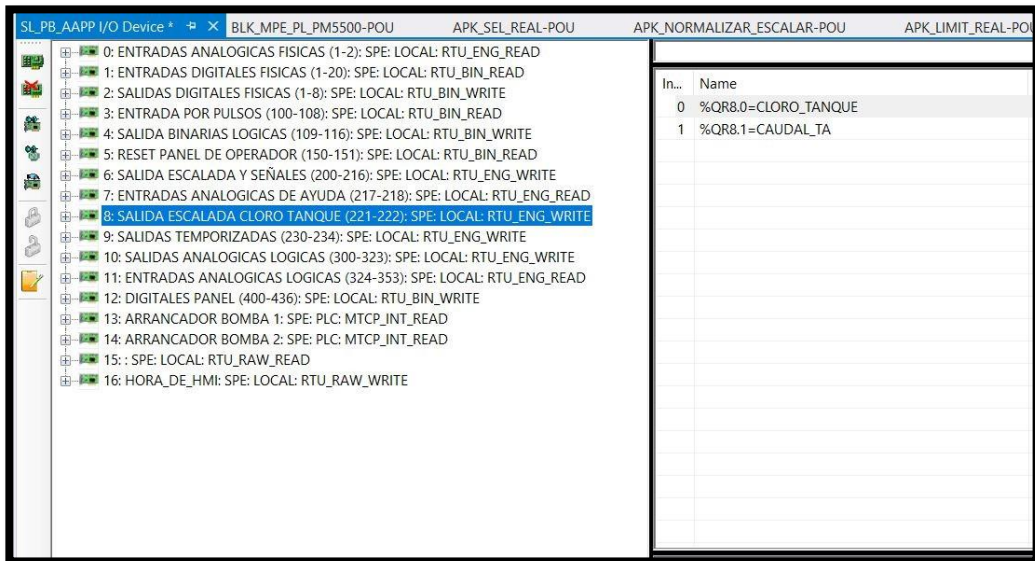
**Fig.38** Reset fallas desde HMI



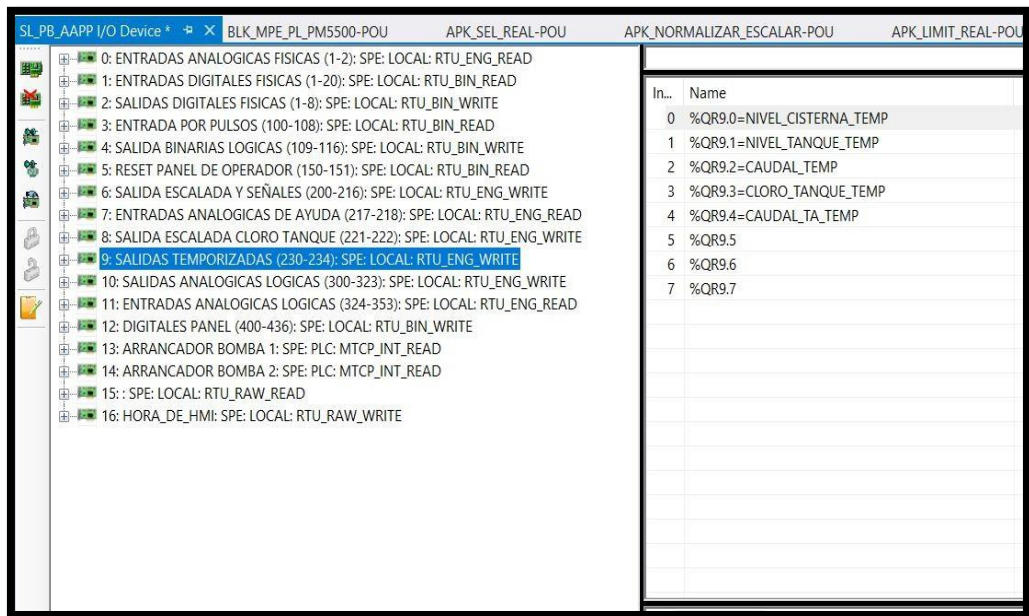
**Fig.39** Tarjeta de salidas analógicas con valores de ingeniería



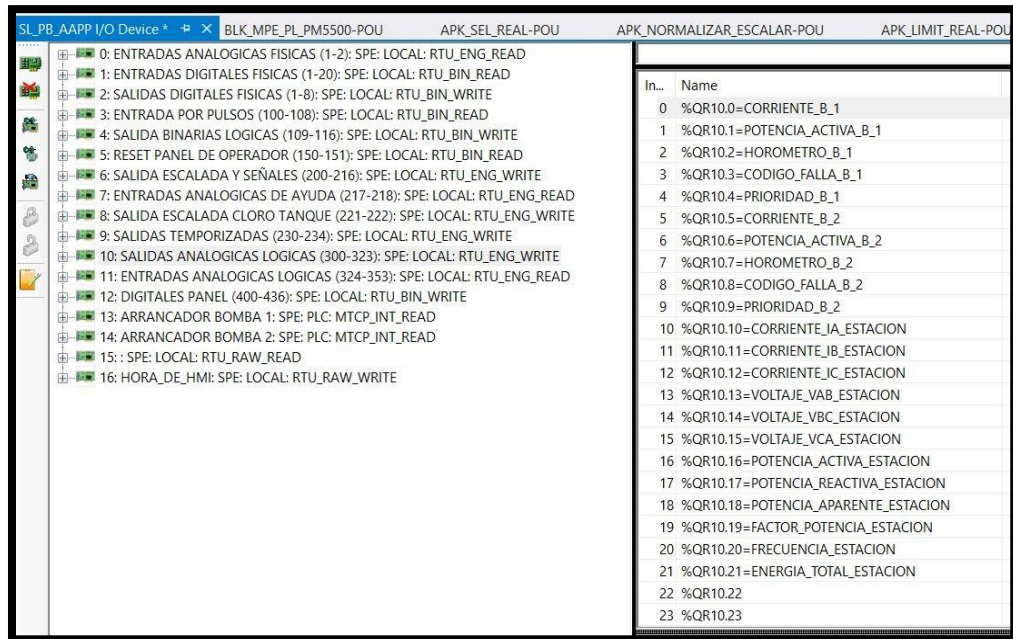
**Fig.40** Tarjeta de entradas analógicas para lectura de horómetros de inicio



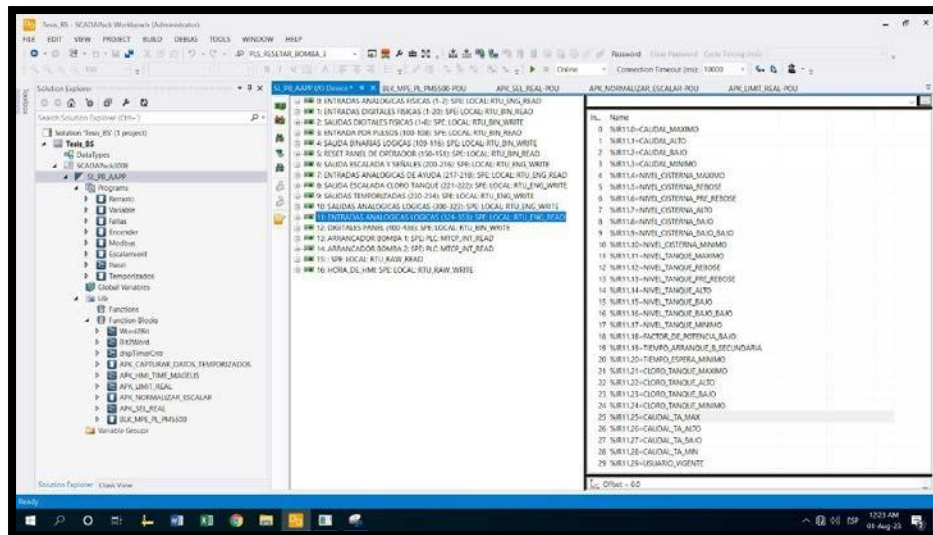
**Fig.41** Tarjeta de salidas analógicas de cloro y caudal



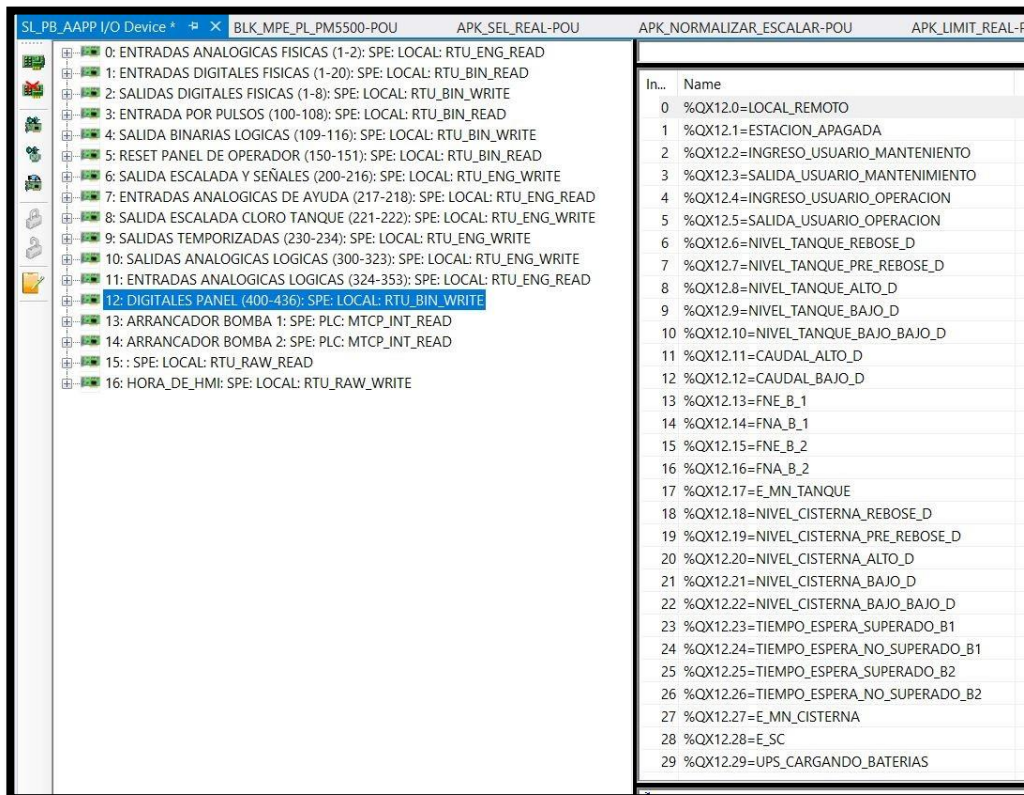
**Fig.42** Tarjeta de salidas analógicas variables temporizadas



**Fig.43** Tarjeta de salidas analógicas Medidor de parámetros eléctricos



**Fig.44** Tarjeta de salidas analógicas Variables de escritura desde HMI



**Fig.45** Tarjeta de salidas digitales para control



In...	Name
0	%IW13.0=MDB_VOLTAJE_B_1
1	%IW13.1=MDB_CORRIENTE_B_1
2	%IW13.2=MDB_POTENCIA_ACTIVADA_B_1
3	%IW13.3=MDB_POTENCIA_APARENTE_B_1
4	%IW13.4=MDB_POTENCIA_REACTIVA_B_1
5	%IW13.5=MDB_FACTOR_POTENCIA_B_1
6	%IW13.6=MDB_FRECUENCIA_B_1
7	%IW13.7=MDB_TEMPERATURA_B_1
8	%IW13.8=MDB_HOROMETRO_B_1
9	%IW13.9=MDB_CODIGO_DE_FALLA_B_1

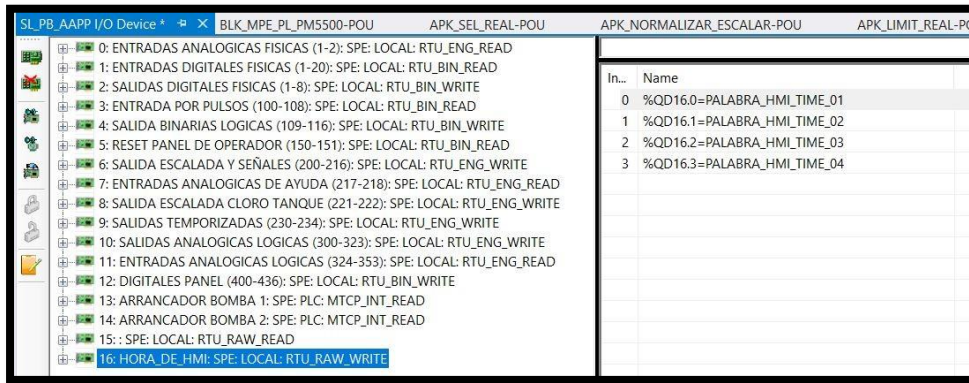
**Fig.46** Tarjeta para enlace de prueba de arrancador suave bomba 1

In...	Name
0	%IW14.0=MDB_VOLTAJE_B_2
1	%IW14.1=MDB_CORRIENTE_B_2
2	%IW14.2=MDB_POTENCIA_ACTIVADA_B_2
3	%IW14.3=MDB_POTENCIA_APARENTE_B_2
4	%IW14.4=MDB_POTENCIA_REACTIVA_B_2
5	%IW14.5=MDB_FACTOR_POTENCIA_B_2
6	%IW14.6=MDB_FRECUENCIA_B_2
7	%IW14.7=MDB_TEMPERATURA_B_2
8	%IW14.8=MDB_HOROMETRO_B_2
9	%IW14.9=MDB_CODIGO_DE_FALLA_B_2

**Fig.47** Tarjeta para enlace de prueba de arrancador suave bomba 2

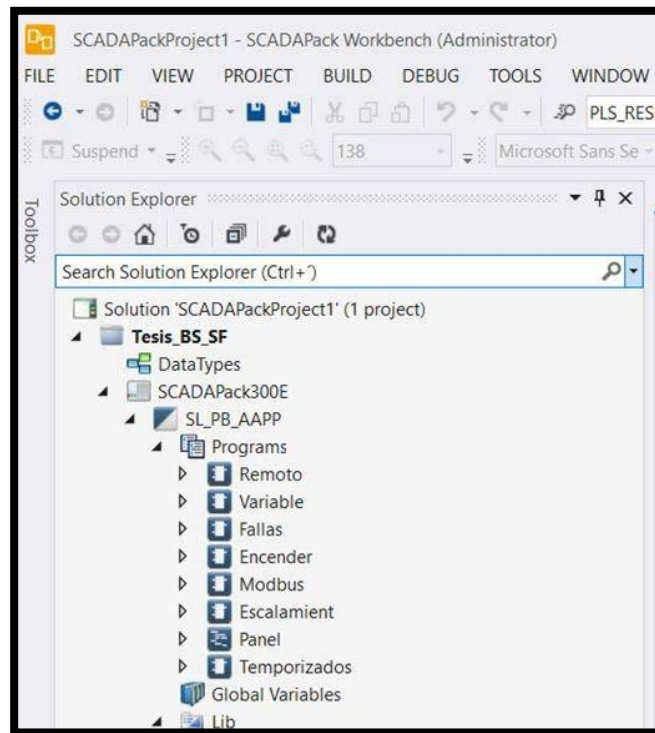
In...	Name
0	%ID15.0=PALABRA_HMI_TIME_00

**Fig.48** Tarjeta para enlace de prueba de arrancador suave bomba 2



**Fig.49** Tarjeta para escritura de hora de HMI

Para la elaboración del control on/off del proyecto de pruebas locales en módulo didáctico se elaboraron ocho subprogramas (Ver **Fig. 50**) que se explican a continuación:



**Fig.50** Árbol de subprogramas

- ✓ Remoto: permite el encendido en modo remoto (desde el Scada) de los grupos de bombeo, la habilitación de bombas y el reset de fallas.
- ✓ Variable: permite identificar las condiciones de los niveles para el encendido de las bombas, actuador eléctrico y protección de bombeo para evitar cavitación.
- ✓ Fallas: identifica las diferentes fallas que existen en el sistema, tales como: falla de variador, bombeo no enciende, bombeo no apaga y enlace de radio en falla.
- ✓ Encender: permite la generación de la alternancia de bombas, enciende bomba correspondiente y envía orden de apertura o cierre de actuador.
- ✓ Modbus: permite la comunicación de la RTU con el medidor de parámetros a través de la librería BLK\_MPE\_PL\_PM5500 con el propósito de asignar los parámetros de comunicación serial; además obtiene el valor de los registros modbus del medidor para ser visualizados en el sistema scada y HMI:
- ✓ Escalamient: Convierte los datos de las señales analógicas en valores de ingeniería a través de la librería APK\_NORMALIZAR\_ESCALAR.
- ✓ Panel: envía al HMI el valor de prioridad de encendido de la bomba y códigos de falla en caso de que se presenten.

- ✓ Temporizados: obtiene el reloj interno de la RTU para enviarlo al HMI; además genera datos temporizados de las variables analógicas por medio de la librería APK\_CAPTURAR\_DATOS\_TEMPORIZADOS

El detalle de toda la programación realizada en el RTU se detalla en el **ANEXO 1.**

La programación del Scada se realizó en EcoStruxure Geo Scada Expert, el proceso se detalla a continuación:

- Elaboración de mímicas globales, las cuales permiten el acceso a los diferentes procesos.

**Pantalla Inicio:** Es la pantalla de bienvenida del proyecto. Ver **Fig.51**



**Fig.51** Pantalla de Inicio

**Pantalla Selección:** permite escoger entre dos opciones de trabajo, modo simulado o modo maleta de pruebas. Ver **Fig. 52**



**Fig.52** Pantalla Selección

**Pantalla Maleta de pruebas:** muestra información de los elementos instalados en la maleta de pruebas y permite el acceso para la visualización de parámetros de acuerdo con el protocolo de comunicación escogido (DNP/Modbus). Ver **Fig. 53**



**Fig.53** Pantalla Maleta de pruebas

**Pantalla de Simulaciones:** permite el acceso para la visualización de parámetros simulados de acuerdo con el tipo de proceso que se desee visualizar (Cloradora AAPP, EB AAPP y EB AASS). Ver **Fig. 54.**

**54.**



**Fig.54** Pantalla de Simulaciones

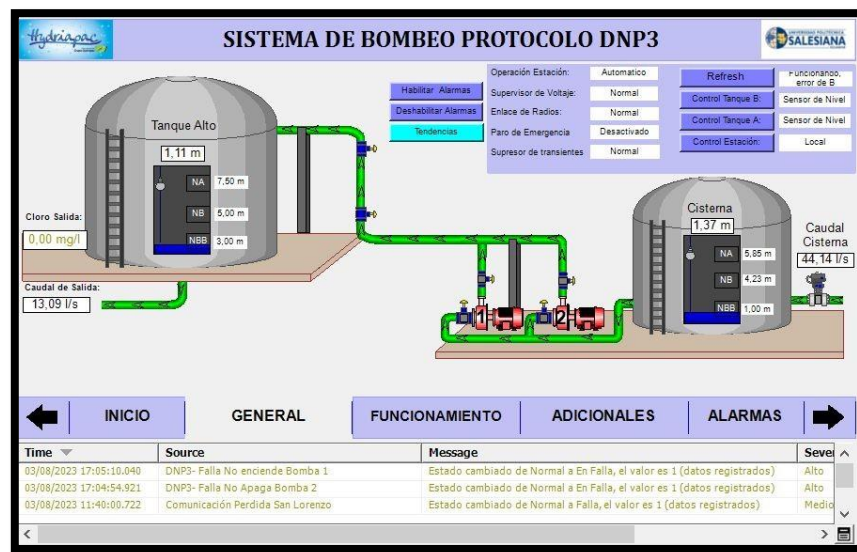
- Elaboración de mímicas referentes al sistema de bombeo de agua potable con protocolos DNP3 y Modbus. Ver **Fig. 55.**



**Fig.55** Pantalla de Selección de Protocolos

- Al momento de seleccionar Proyecto DNP3 se observa una pantalla con las variables en este protocolo del sistema de bombeo de agua potable; además se visualiza mímicas referentes a lectura de variables analógicas, operación de bombas, niveles; así como resumen de variables eléctricas y parámetros de configuración; también existe una mímica que indica el resumen de alarmas. Ver

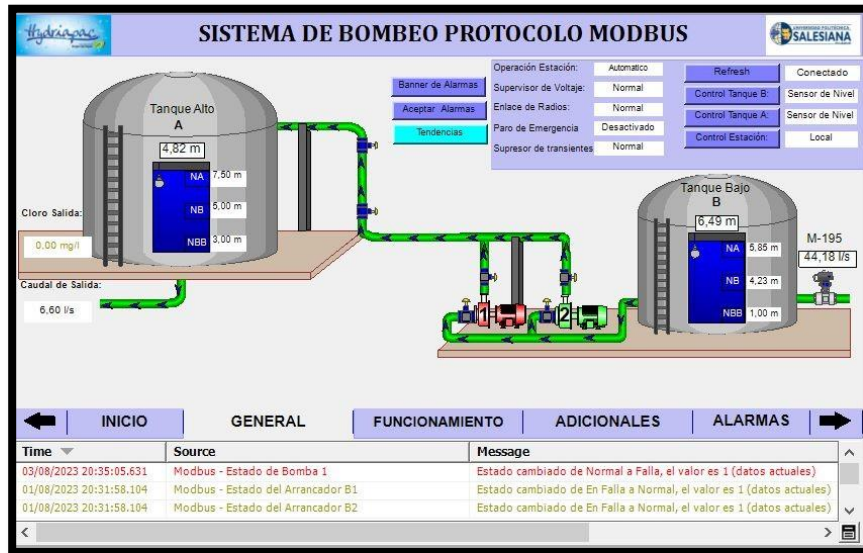
**Fig. 56.**



**Fig.56** Pantalla de Sistema de bombeo protocolo DNP3

- Al momento de seleccionar Proyecto Modbus se observa una pantalla con las variables en este protocolo del sistema de bombeo de agua potable; además se visualiza mímicas referentes a lectura de variables analógicas, operación de bombas, niveles; así como resumen de variables eléctricas y parámetros de configuración; también existe una mímica que indica el resumen de alarmas. Ver

**Fig. 57.**



**Fig.57** Pantalla de Sistema de bombeo protocolo Modbus

La programación del HMI se realizó con el software Vijeo Designer, el proceso se detalla a continuación:

- Elaboración de mímicas, las cuales permiten la visualización del proceso de sistema de bombeo de agua potable.

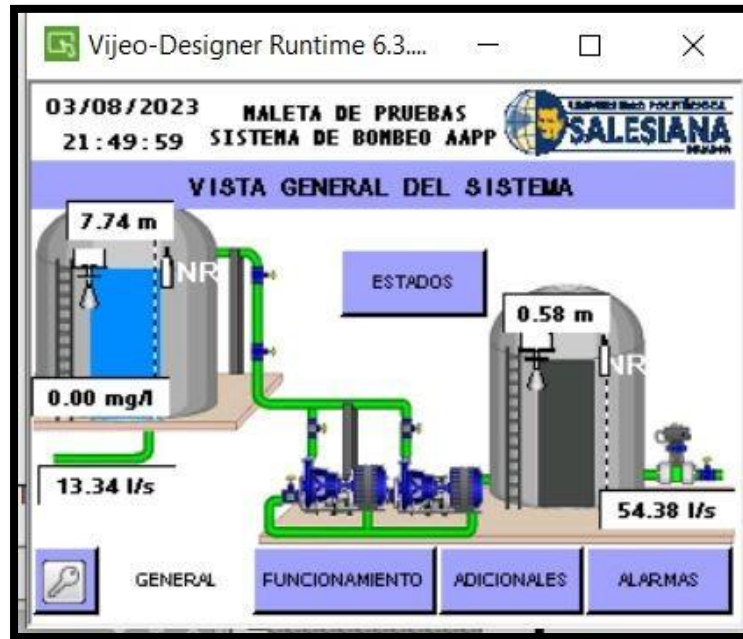
**Pantalla Inicio:** permite seleccionar el tipo de usuario que desea acceder a la información proporcionada por el HMI, entre los usuarios están: usuario por defecto (solo visualiza parámetros), usuario de operaciones (visualiza y cambia parámetros operativos) y el usuario de mantenimiento (acceso completo); además brinda la opción de ingresar a la pantalla principal del proceso denominada Vista general del sistema. Ver **Fig. 58**.





**Fig.58** Pantalla Ingreso de usuarios

**Pantalla Principal:** al acceder a esta pantalla se tiene información sobre parámetros generales del sistema de bombeo, funcionamiento, adicionales y alarmas; también cuenta con un botón llamado estado, que despliega una ventana emergente con la información más importante referente al control y a los parámetros de protecciones eléctricas; además si se da click a cualquiera de las bombas se despliega una ventana con la información correspondiente a dichas bombas. Ver **Fig. 59** y **Fig. 60**.



**Fig.59** Pantalla Principal o Vista general del sistema



**Fig.60** Pantalla Estado bomba

**Pantalla Funcionamiento:** permite la visualización del tipo de control de la cisterna y del tanque; además se puede configurar el valor de los horómetros de cada bomba para garantizar el control de horas de servicio de estas. Ver **Fig. 61**.



**Fig. 61** Pantalla Funcionamiento

**Pantalla Adicionales:** permite acceder a parámetros de configuración de las señales analógicas y de ser el caso no solo visualizarlos sino modificarlos de acuerdo con el usuario con el que se haya ingresado. Ver **Fig. 62**



**Fig. 62** Pantalla Funcionamiento

**Pantalla Alarmas:** permite visualizar las alarmas y eventos que se generan en el proceso a través de la maleta de pruebas. Ver **Fig. 63**.

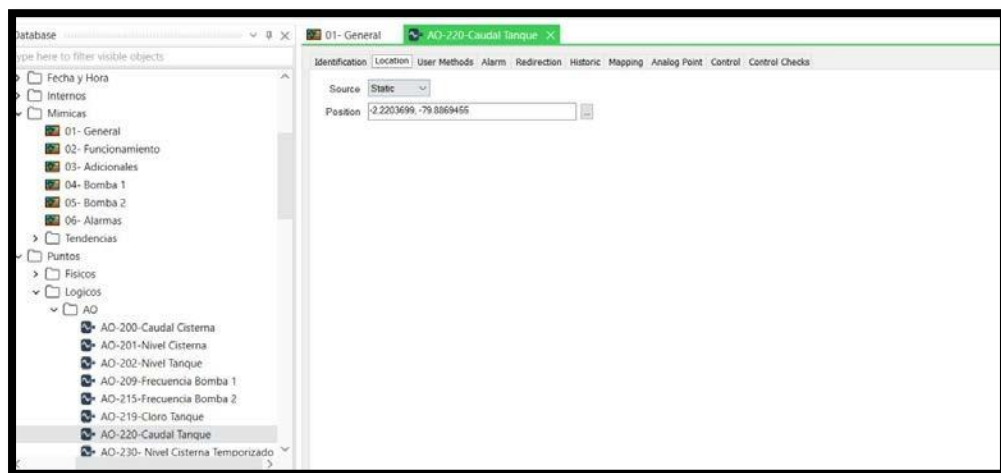


**Fig. 63** Pantalla Alarmas

El detalle de toda la programación realizada en el HMI se adjunta en el **ANEXO 2**.

#### 4.4.3 Geolocalización

Se configuró la opción de localización en cada una de las variables que se utilizan en las mímicas generales, con la finalidad de poder obtener la ubicación del elemento que genere alarma o evento en un mapa real. Es importante mencionar que para tener la ubicación de un punto en el mapa se debe tener acceso a internet, el mismo que se obtiene a través del router en la maleta de pruebas. En las **Fig. 64, 65 y 66** se detalla la configuración, el acceso a la función y el resultado de la función localización.



**Fig. 64** Configuración de localización

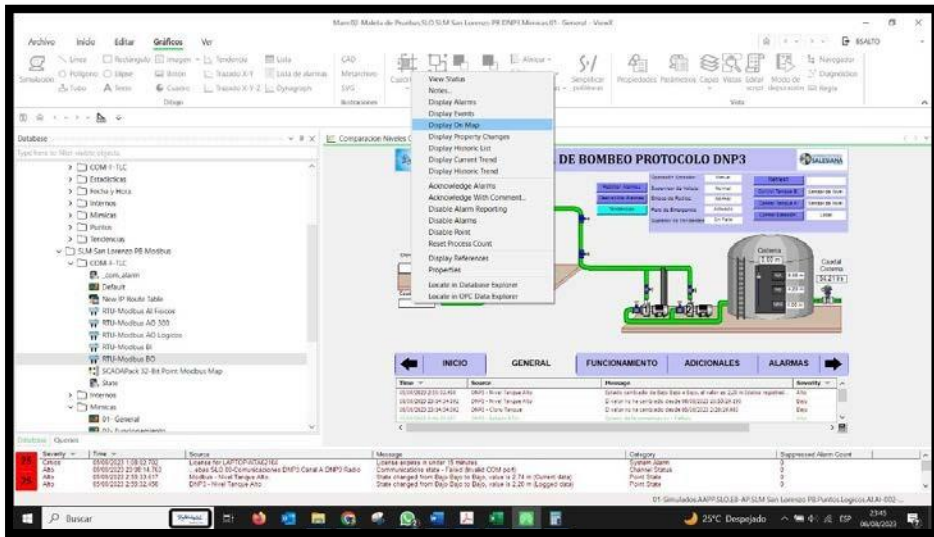


Fig. 65 Llamado de la función mapa

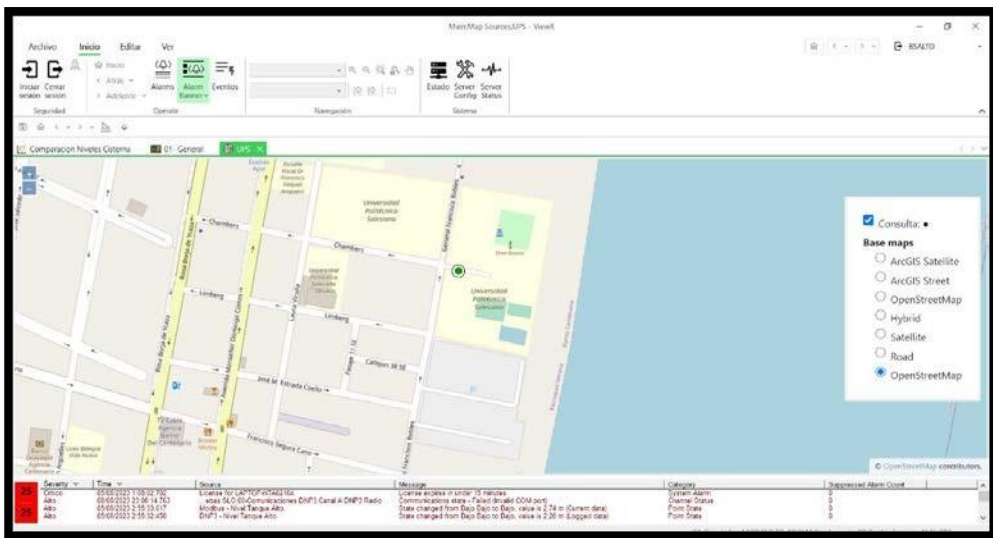
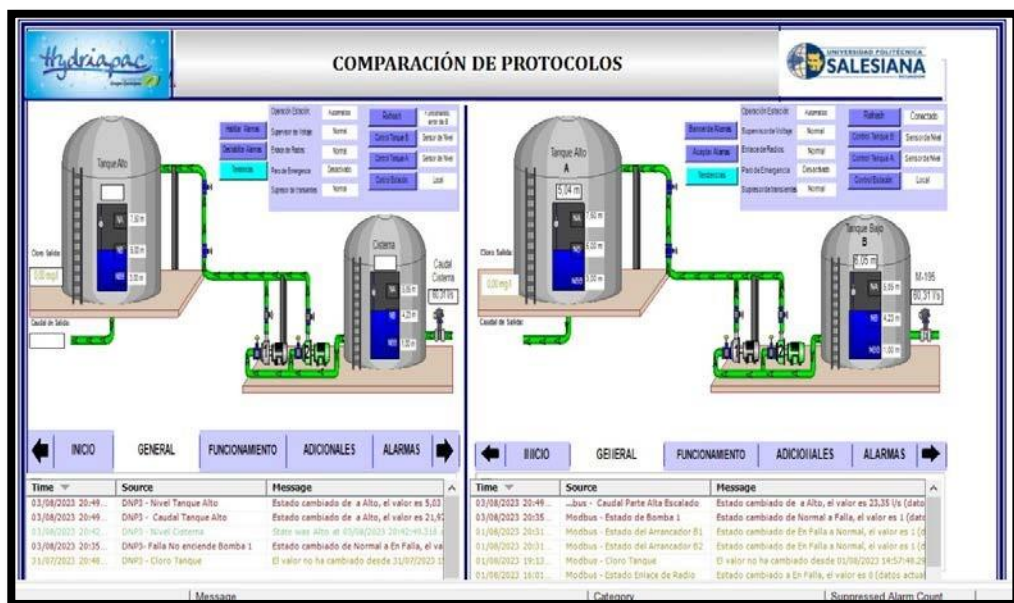


Fig. 66 Resultado de la función de localización

## 4.5 Cuadro comparativo de los protocolos de transmisión de datos Modbus y DNP3 utilizados en el módulo didáctico

Existe una mímica de comparación de protocolos DNP3 y Modbus, en la cual se observa el sistema de bombeo de agua potable configurado en la maleta de pruebas; el mismo que tiene como finalidad visualizar en tiempo real el comportamiento y operación de ambos protocolos, así como la generación de banner de alarmas Ver **Fig. 67**.



**Fig. 67** Pantalla de Comparación de protocolos

En la **Fig. 68**. se detalla el resumen del cuadro comparativo de los protocolos utilizados en el sistema de bombeo de agua potable, basados en las pruebas realizadas con la ayuda del módulo didáctico.

Resumen de Cuadro Comparativo de Protocolos utilizados en el sistema de Bombeo de agua potable			
IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS	DNP3	MODBUS	OBSERVACIONES
Mensaje Sin solicitud	Si	No	Se debe tener cuidado en la utilización de esta función, ya que podría causar un inconveniente en caso de mala configuración, permite al controlador enviar los datos sin necesidad que el SCADA pregunte
Dificultad de implementación	Alta	Baja	Se debe establecer la administración de datos antes de la implementación.
Manejo de bandas	Si	No	Las bandas se utilizan para generar eventos en caso de cambios de valor, mientras mas pequeña sea la banda; mas datos se van a generar y más real es una curva histórica
Clases de datos	Si	No	DNP3 posee 5 tipos de clases: Local No transmite datos y no almacena eventos Clase 0 No almacena eventos y envía datos al SCADA solo pedido (similar a modbus) Clase 1 Puede almacenar eventos y enviar datos por cambio de estado o cambio de valor en un tiempo x configurable Clase 2 Puede almacenar eventos y enviar datos por cambio de estado o cambio de valor en un tiempo y configurable Clase 3 Puede almacenar eventos y enviar datos por cambio de estado o cambio de valor en un tiempo z configurable
Almacenamiento de datos	Si	No	Este modelo de controlador almacena hasta 20000 datos o eventos en caso de ser necesario.
Estampa de tiempo	Si	No	Para el caso de Modbus el valor de hora de un evento o dato es colocado por el maestro Modbus (SCADA) Para el caso de DNP3 el valor de hora de un evento o dato es generado y enviado por el controlador al Maestro DNP3 (SCADA)
Múltiples maestros	Si	No	DNP3 puede comunicarse con múltiples maestros al mismo tiempo en caso de ser necesario
Actualización de hora del controlador	Si	No	DNP3 permite escribir la hora del control desde el SCADA con el opción "Set Clock"
Scaneo Confidencial por punto	Si	No	DNP3 permite scanear cada punto de forma independiente, asignando un grupo de scaneo previamente configurador de tiempo t
Almacenamiento de datos solo por cambio de estado o valor	Si	No	Modbus no almacena datos por cambio de estado o valor, tampoco almacena datos en caso de pérdida de enlace.
Envío de datos solo pedido o scan	Si	Si	Aplica en ambos casos
Manejo de datos tipo coma Flotante	Si	No	DNP3 si puede manejar datos tipo flotante
Opción de escritura	Si	Si	Se pueden cambiar los valores de desde el SCADA o desde el HMI
Persistencia de alarma	Si	No	DNP3 permite activar la persistencia de alarma a cada punto, propiedad que ayuda a bajar las falsas alarmas.
Depende un Scanner o mapeo	No	Si	Se debe configurar el número preciso de datos, para evitar alarmas de data invalid

**Fig. 68** Cuadro comparativo de protocolos



## 5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

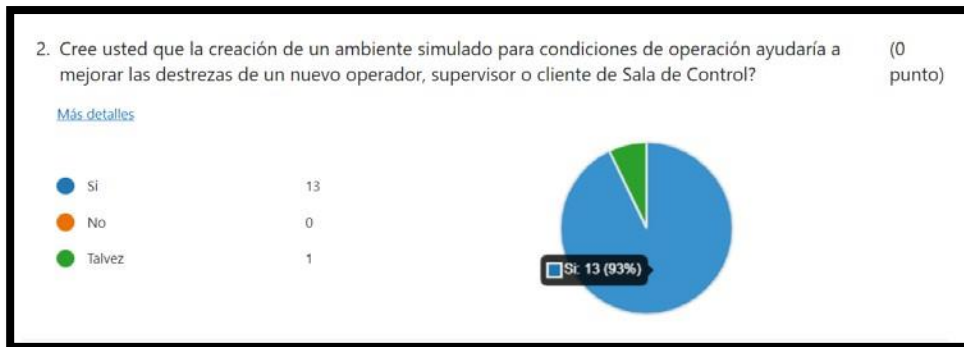
Las encuestas realizadas al inicio del proyecto (**ANEXO 3**) fueron de gran ayuda porque permite establecer el grado de conocimiento que tienen los operarios y supervisores de la empresa Hydriapac e INTERAGUA, a continuación, se detalla los resultados de esta:

En la **Fig. 69** se observa que el 64% de los encuestados han trabajado anteriormente con un software de simulación de procesos SCADA, lo cual indica que existe un conocimiento previo antes de utilizar el proyecto implementado



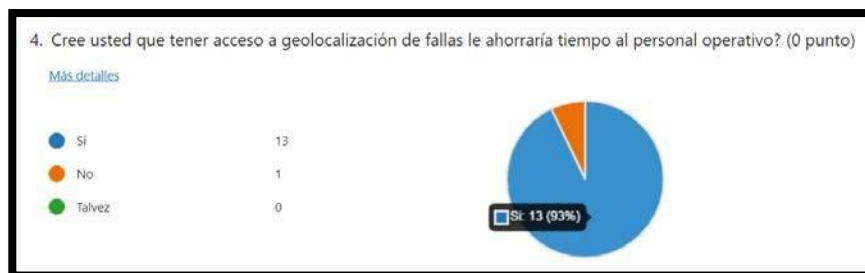
**Fig. 69** Conocimiento previo a sistema SCADA

En la **Fig. 70** se observa que el 93% de los encuestados creen que un ambiente simulado para condiciones de operación ayudaría a mejorar las destrezas de un nuevo operador, supervisor o cliente SCADA.



**Fig. 70** Aceptación de creación de ambiente simulado

En la **Fig. 71** se observa que el 93% de los encuestados creen que tener acceso a geolocalización de fallas ahorra tiempo al personal operativo; además el ahorro de tiempo se ve reflejado en menores costos de operación que implica optimización de recursos.



**Fig. 71** Acceso a geolocalización

Los protocolos de comunicación permiten establecer los lineamientos para la transmisión y recepción de datos entre el controlador y el sistema Scada, por lo que para la elección de ellos se debe tener claro las ventajas y limitaciones de cada uno. En la **Fig. 72**. se observa las características de los protocolos utilizados para la elaboración de este proyecto.

Características	DNP	Modbus RTU
OSI 3-modelo de capas	✓	×
Usuarios	> 500	1000's
Diseñado para ambientes utilities	✓	×
Grupo de usuarios y Comité técnico	✓	×
Control de revisión en documentación final	✓	×
Documentación definida de test del protocolo	✓	×
Programas independientes de verificación del protocolo	✓	×
Migración a arquitecturas avanzadas	✓	×
Sincronización de tiempo y estampa de tiempo	✓	×
Maestros múltiples y operación igual a igual (peer-to-peer)	Limited	×
Esclavos no solicitados que no necesitan ser encuestados (polled)	✓	×
Segmentación de mensajes	✓	×
Transferencia de archivos segura	✓	×
Mensajes generales (broadcast)	✓	×
Objetos de datos definidos por usuario	✓	×

**Fig. 72** Diferencias entre DNP3 y MODBUS [21]

Para las pruebas de monitoreo tanto en el protocolo DNP3 y MODBUS se realizaron configuraciones con respecto al tiempo de muestreo para cada protocolo. Se estableció un tiempo de un segundo para todos los escáneres MODBUS TCP y cinco segundos para DNP3. En la **Fig. 73** se observa que a pesar de que MODBUS hace más rápido el escaneo con respecto a DNP3, las alarmas DNP3 que se registran en el sistema scada llegan más rápido. Esto se debe a que este protocolo (DNP3) posee la opción de mensajes sin

solicitud, es decir que la RTU envía el dato al scada sin necesidad de que el scada lo solicite; además es el controlador quien asigna la estampa de tiempo al dato.

DNP3		
Time	Source	Message
05/08/2023 2:23:50.240	DNP3 -Paro de Emergencia	Estado cambiado de Desactivado a Activa...
05/08/2023 2:23:06.840	DNP3 - Interruptor de Fuerza Bomba 2	Estado cambiado de Normal a En Falla, el...
05/08/2023 2:23:05.056	DNP3 - Interruptor de Fuerza Bomba 1	Estado cambiado de Normal a En Falla, el...
05/08/2023 2:22:57.558	DNP3 - Supresor de Transientes	Estado cambiado de Normal a En Falla, el...
<----->		
MODBUS		
Time	Source	Message
05/08/2023 2:30:54.788	Modbus - Nivel Tanque Alto,	Estado cambiado de a Alto, el valor es 6,...
05/08/2023 2:23:50.997	Modbus - Paro de Emergencia	Estado cambiado de Desactivado a Activa...
05/08/2023 2:23:07.728	Modbus - Interruptor de Fuerza Bomba 2	Estado cambiado de Normal a En Falla, el...
05/08/2023 2:23:05.902	Modbus - Interruptor de Fuerza Bomba 1	Estado cambiado de Normal a En Falla, el...
05/08/2023 2:22:58.275	Modbus - Supresor de Transientes	Estado cambiado de Normal a En Falla, el...

**Fig. 73** Comparativa de Alarmas

En la **Fig. 74** se puede observar que al momento que se pierde el enlace de comunicación por diversas razones, tales como: falta energía en los dispositivos de red, falla en el servicio en la conectividad de red celular, falla de router o un daño en el cableado, los datos que corresponden a las variables DNP3 (línea color azul) no se pierden y al momento de reestablecerse la comunicación, los mismos son enviados al sistema scada con la hora en que sucedió el evento. En cambio, la variable correspondiente a Modbus (línea color rojo) ha perdido los datos durante el tiempo de falla de enlace entre el SCADA y la RTU.



**Fig. 74** Prueba de históricos con pérdida de enlace

Al visualizar la **Fig. 75**, correspondiente a la estadística de los puertos, se puede ver que el número de actualizaciones en MODBUS es superior al número de actualizaciones en DNP3 por lo que es necesario tener más disponibilidad de espacio de disco duro en el servidor si se utiliza el protocolo MODBUS.

Name	Number of Messages	Number of Replies	Number of Unsolicited Messages	Number of ...
02-Maleta de Pruebas.SLO.00-Comunicaciones.DNP3.Canal B DNP3 Ethernet	192431	93635	80	189

Number of Point Updates	Number of Historic Updates	Number of Point Alarm Updates	Number of Point Events	Point Stats Start Time	Number of Overrun Scar
625	625	0	0	05/08/2023 3:43:18.959	94
86391	86391	1	1	12/07/2023 12:09:43.057	161
109153	109153	168	136	12/07/2023 12:09:43.057	230
2816	2816	308	519	12/07/2023 12:09:43.057	300
3617	2416	107	294	12/07/2023 12:09:43.057	365

**Fig. 75** Estadística de uso de protocolo

Al visualizar la **Fig. 76**, correspondiente a los resultados de la encuesta de satisfacción (**ANEXO 4**) realizada al personal técnico operativo que utiliza el software EcoStruxure Geo SCADA Expert, se puede constatar que el proyecto es de gran ayuda porque permite un entrenamiento constante y perfeccionamiento de las habilidades y respuestas a las posibles fallas que se pueden presentar en los sistemas de bombeo, rechlorinación y aguas residuales.



**Fig. 76** Resultados de encuesta de satisfacción

## 6 CONCLUSIONES

Modbus es un protocolo de fácil implementación, la comunicación y actualización de datos depende de configuración del tiempo de encuesta establecido en el maestro Modbus, para este caso Geo SCADA Expert.

Modbus necesita varios Scanner de comunicación según el tipo de registro a leer o escribir desde el SCADA. Modbus envía los datos al maestro en forma de texto.

Modbus no permite el almacenamiento de datos históricos, por lo cual, en caso de pérdida de comunicación entre maestro y esclavo, se pierden los datos, eventos, alarmas del sistema de monitoreo y control.

La estampa de tiempo que corresponde al dato de la hora de un evento, alarma o encuesta de cualquier señal es colocada por el Maestro Modbus (Geo SCADA Expert), por lo cual es necesario colocar tiempos de sondeo muy pequeños menores a 1 segundo, lo cual lo hace poco eficiente con respecto a DNP3.

DNP3 es un protocolo de mayor complejidad de implementación, envía los datos al SCADA por medio de bits, lo cual lo hace más eficiente; ya que posee la opción de clases 0,1,2,3 así como reporte de eventos por cambio de estado y mensajes sin solicitud; por lo cual cada variable puede ser configurada de forma independiente.

Si se genera una alarma de alta prioridad o importancia con protocolo DNP3, la señal puede ser configurada como mensaje sin solicitud, por lo cual cuando cambie de estado, envía el dato al SCADA sin que el sistema se lo solicite.

En las pruebas realizadas con la maleta experimental, se pudo evidenciar que los datos, eventos y alarmas DNP3 llegar más rápido que los datos en Modbus.

En caso de pérdida de comunicación entre el control y el SCADA, los datos en DNP3 se mantienen en el controlador hasta que restablezca el enlace.



## 7 RECOMENDACIONES

La elección del protocolo de comunicación depende de la disponibilidad y confiabilidad de red de comunicación, así como ancho de banda disponible, por lo cual para lugares remotos es mejor trabajar con Protocolo DNP3.

DNP3 es ideal para trabajar con telemetría en procesos de agua, aguas residuales, electricidad, minería, ideal para lugares remotos.

Para lugares con alta disponibilidad de comunicaciones (red fibra o cobre) y que posean redundancia (ejemplo: Fibra + satélite o radio), se puede utilizar el protocolo Modbus, ideal para Plantas donde todo está cerca.

Una opción para considerar es usar arquitecturas híbridas que incluyan una red Modbus para comunicación con equipos de campo (actuadores, variadores, HMI) y un concentrador DNP3 que capture la data de uno o varios controladores y le permitan convertir los datos a DNP3, con lo cual se garantiza la disponibilidad de información.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ministerio de Salud Pública, «Guía de agua segura,» Guayaquil, 2019.
- [2] INEM, *Agua Potable. Requisitos*, Quito, 2014.
- [3] C. M. Silva, «Unidades de Transmisión Remota: Control y Supervisión remota en tiempo real,» *Electro Industria*, vol. 1, 2009.
- [4] L. Corrales, «Interfaces de comunicación industrial,» Gran Bretaña, 2007.
- [5] Schneider Electric, «SCADAPack 334 Hardware Manual,» Ontario, 2017.
- [6] Schneider Electric, «SCADAPack Workbench Quick Start Guide,» Ontario, 2017.
- [7] Schneider Electric, «Power logic TN serie PM5100,» Rueil-Malmaison, 2021.
- [8] Schneider Electric, «Soluciones de Medición de energía para la industria y la construcción.,» 2019.
- [9] J. Colomer , J. Meléndez y J. Ayza, «Sistemas de Supervisión,» Cetisa Boixareu Editores, S.A, Barcelona, 2000.
- [10] A. Rodríguez Penin, «Sistemas Scada,» MARCOMBO S.A, España, 2007.
- [11] R. Rojas, Y. Palma y J. Devia, «La detección de fallas en procesos industriales,» Maturín, 2015.
- [12] R. Patton, P. Frank y R. Clark, *Fault Diagnosis in Dynamic Systems. Theory and applications*, New Jersey: Prentice Hall, 1989.
- [13] Schneider Electric, «EcoStruxure Geo SCADA Expert,» Massachusetts, 2021.
- [14] Mejoras Energética S.A, «Geo SCADA Expert,» Madrid, 2020.
- [15] E. A. Orozco Vásquez, *Los protocolos de comunicación en el entorno industrial, sus fundamentos y su importancia en el sistema de automatización de una planta de generación de energía geotérmica*, Guatemala, 2006.
- [16] Ó. Clemente Pedrico, *Implementación del protocolo DNP3 en una red de sistemas SCADA empotrados para la monitorización de variables y dispositivos*, Zaragoza, 2016.

- [17] E. Mendoza Robles, *Datalogger para subestaciones eléctricas*, Tijuana, 2015.
- [18] Centro de formación técnica para la industria, «Aula21,» 5 Mayo 2020. [En línea]. Available: <https://www.cursosaula21.com/modbus-que-es-y-como-funciona/>. [Último acceso: 3 junio 2022].
- [19] G. Perez Serrano, «Investigación cualitativa: Retos e Interrogantes. La investigación-Acción,» Muralla, Madrid, 1998.
- [20] P. López Roldán y S. Fachelli, «Metodología de la investigación social cuantitativa,» <http://ddd.uab.cat/record/129382>, Barcelona, 2015.
- [21] Revista Electro Industria, «electroindustria,» marzo 2009. [En línea]. Available: <https://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1132&ni=protocolo-dnp3>. [Último acceso: 5 agosto 2023].

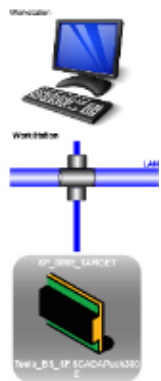
## 9 ANEXOS

### 9.1 ANEXO 1: Programación RTU

Detalla la programación del RTU obtenida desde software Workbench, la cual realiza las funciones de control y comunicaciones.

#### TESIS\_BS\_SF

Deployment View



## Target

### SP\_300E\_TARGET

<b>Target Features</b>	Memory Size	4096
	Enhanced Target	True
	Password	True
	Ladder Diagram Optimized Code	True
	Binding	True
	Multiple Resources	True
	Online Change	True
	Retain	True
	Micro Cycle Time	False
	Interrupts	False
	Flexible array and FB parameters by reference	False
	POU TIC greater than 64 KB	False
	Binding Network Instances	False

SFC transition priority	False
Wiring on complex variable members	False
IO Device channel OEM parameters	False
Online change support for initialization of C FB instances	False
Partial access of ANY_BIT variables	False
POU Numbering Persistence for Online Change	False
Indirect Bit Addressing	False

#### SCADAPack300E

Configuration Name	Network Name	Network Type	Network Parameters
SCADAPack300E	LAN	ETCP	IPAddress: 192.168.213.83

#### SL\_PB\_AAPP

#### I/O Wiring

(\* REAL Input of Driver LOCAL \*)

**Index:0 Simple device RTU\_ENG\_READ**

### Parameters

board_reference	3	
First_Point_Number	1	Point Number for the first channel

### Channels

%IR0.0	NIVEL_CISTERNA_INT	<i>No conversion</i>
%IR0.1	CAUDAL_INT	<i>No conversion</i>
%IR0.2	Nivel_tanque_AI	<i>No conversion</i>
%IR0.3	CAUDAL_TA_INT	<i>No conversion</i>
%IR0.4	Cloro_Salida_Tq	<i>No conversion</i>

(\* BOOL Input of Driver LOCAL \*)

### Index:1 Simple device RTU\_BIN\_READ

#### Parameters

board_reference	1
-----------------	---

First\_Point\_Number

1

Point Number for the first channel

### Channels

%IX1.0	P_E	<i>Direct</i>	0 Activado, 1 Desactivado
%IX1.1	AUTOMATICO	<i>Direct</i>	0 Manual , 1 Automatico
%IX1.2	OPERACION_B_1	<i>Direct</i>	0 Apagado, 1 Encendido
%IX1.3	OPERACION_B_2	<i>Direct</i>	0 Apagado, 1 Encendido
%IX1.4	Detector_rebose_cisterna	<i>Direct</i>	0 Normal, 1 Rebose
%IX1.5	Detector_rebose_tanque	<i>Direct</i>	0 Normal, 1 Rebose
%IX1.6	Actuador_ABIERTO	<i>Direct</i>	0 , 1 Abierto
%IX1.7	Actuador_CERRADO	<i>Direct</i>	0 , 1 Cerrado
%IX1.8	ESTADO_VARIADOR_B_1	<i>Direct</i>	0 En Falla, 1 Normal
%IX1.9	ESTADO_VARIADOR_B_2	<i>Direct</i>	0 En Falla, 1 Normal
%IX1.10	S_V	<i>Direct</i>	0 En Falla, 1 Normal
%IX1.11	Enlace_deradio	<i>Direct</i>	0 En Falla, 1 Normal
%IX1.12	S_T	<i>Direct</i>	0 En Falla, 1 Normal



%IX1.13	I_F_BOMBA_1	<i>Direct</i>	0 En Falla, 1 Normal
%IX1.14	I_F_BOMBA_2	<i>Direct</i>	0 En Falla, 1 Normal

(\* BOOL Output of Driver LOCAL \*)

## Index:2 Simple device RTU\_BIN\_WRITE

### Parameters

board_reference	2	
First_Point_Number	1	Point Number for the first channel
Hold_On_Stop	0	Hold (True) or Clear (False) Physical Outputs when the application is stopped

### Channels

%QX2.0	ENCENDER_B_1	<i>Direct</i>	Pulso encender Bomba 1
%QX2.1	ENCENDER_B_2	<i>Direct</i>	Pulso encender Bomba 2
%QX2.2	ESTADO_B_1_X	<i>Reverse</i>	Pulso encender Falla Bomba 1
%QX2.3	ESTADO_B_2_X	<i>Direct</i>	Pulso encender Falla Bomba 2

%QX2.4	RESET_B_1	<i>Direct</i>	Pulso Reset Bomba 1
%QX2.5	RESET_B_2	<i>Direct</i>	Pulso Reset Bomba 2
%QX2.6	APAGADO_ALTERNO_B_1	<i>Direct</i>	
%QX2.7	APAGADO_ALTERNO_B_2	<i>Direct</i>	
%QX2.8	ABRIR_ACTUADOR	<i>Direct</i>	Envia abrir actuador
%QX2.9	CERRAR_ACTUADOR	<i>Direct</i>	Envia cerrar actuador

(\* BOOL Input of Driver LOCAL \*)

### Index:3 Simple device RTU\_BIN\_READ

#### Parameters

board_reference	1	
First_Point_Number	100	Point Number for the first channel

#### Channels

%IX3.0	LOCAL_REMOTO_INT	<i>Direct</i>	0 Local , 1 Remoto
--------	------------------	---------------	--------------------

%IX3.1	CONTROL_NIVEL_CISTERNA_INT	<i>Direct</i>
%IX3.2	CONTROL_NIVEL_TANQUE_INT	<i>Direct</i>
%IX3.3	OPERACION_INT_B_1	<i>Direct</i>
%IX3.4	CONDICION_INT_B_1	<i>Direct</i>
%IX3.5	RESET_FALLA_INT_B_1	<i>Direct</i>
%IX3.6	OPERACION_INT_B_2	<i>Direct</i>
%IX3.7	CONDICION_INT_B_2	<i>Direct</i>
%IX3.8	RESET_FALLA_INT_B_2	<i>Direct</i>

(\* BOOL Output of Driver LOCAL \*)

#### **Index:4 Simple device RTU\_BIN\_WRITE**

##### **Parameters**

board_reference	2	
First_Point_Number	109	Point Number for the first channel
Hold_On_Stop	0	Hold (True) or Clear (False) Physical Outputs when the application is stopped

## Channels

%QX4.0	CONTROL_NIVEL_CISTERNA	<i>Direct</i>	0 NIVEL 1 BOYAS
%QX4.1	CONTROL_NIVEL_TANQUE	<i>Direct</i>	0 NIVEL 1 BOYAS
%QX4.2	ESTADO_B_1	<i>Direct</i>	
%QX4.3	CONDICION_B_1	<i>Direct</i>	
%QX4.4	ESTADO_B_2	<i>Direct</i>	
%QX4.5	CONDICION_B_2	<i>Direct</i>	
%QX4.6	ESTADO_ENLACE_RADIO	<i>Direct</i>	
%QX4.7	FACTOR_POTENCIA_ESTACION_BAJO_D	<i>Direct</i>	

(\* BOOL Input of Driver LOCAL \*)

## Index:5 Simple device RTU\_BIN\_READ

### Parameters

board_reference	1	
First_Point_Number	150	Point Number for the first channel

## Channels

%IX5.0	RESET_FALLA_PANEL_B_1	<i>Direct</i>
%IX5.1	RESET_FALLA_PANEL_B_2	<i>Direct</i>

(\* REAL Output of Driver LOCAL \*)

## Index:6 Simple device RTU\_ENG\_WRITE

### Parameters

board_reference	4	
First_Point_Number	200	Point Number for the first channel
Hold_On_Stop	0	Hold (True) or Clear (False) Physical Outputs when the application is stopped

## Channels

%QR6.0	CAUDAL	<i>No conversion</i>
%QR6.1	NIVEL_CISTERNA	<i>No conversion</i>
%QR6.2	NIVEL_TANQUE	<i>No conversion</i>

%QR6.3	HOROMETRO_TOTAL_B_1	<i>No conversion</i>
%QR6.4	HOROMETRO_TOTAL_B_2	<i>No conversion</i>
%QR6.5	VOLTAJE_B_1	<i>No conversion</i>
%QR6.6	POTENCIA_REACTIVA_B_1	<i>No conversion</i>
%QR6.7	POTENCIA_APARENTE_B_1	<i>No conversion</i>
%QR6.8	FACTOR_DE_POTENCIA_B_1	<i>No conversion</i>
%QR6.9	FRECUENCIA_BOMBA_1	<i>No conversion</i>
%QR6.10	TEMPERATURA_BOMBA_1	<i>No conversion</i>
%QR6.11	VOLTAJE_B_2	<i>No conversion</i>
%QR6.12	POTENCIA_REACTIVA_B_2	<i>No conversion</i>
%QR6.13	POTENCIA_APARENTE_B_2	<i>No conversion</i>
%QR6.14	FACTOR_DE_POTENCIA_B_2	<i>No conversion</i>
%QR6.15	FRECUENCIA_BOMBA_2	<i>No conversion</i>
%QR6.16	TEMPERATURA_BOMBA_2	<i>No conversion</i>

(\* REAL Input of Driver LOCAL \*)

**Index:7 Simple device RTU\_ENG\_READ**

**Parameters**

board_reference	3	
First_Point_Number	217	Point Number for the first channel

**Channels**

%IR7.0	HOROMETRO_INICIO_B_1	<i>No conversion</i>
%IR7.1	HOROMETRO_INICIO_B_2	<i>No conversion</i>

(\* REAL Output of Driver LOCAL \*)

**Index:8 Simple device RTU\_ENG\_WRITE**

**Parameters**

board_reference	4	
First_Point_Number	219	Point Number for the first channel
Hold_On_Stop	0	Hold (True) or Clear (False) Physical Outputs when the application is stopped

**Channels**

%QR8.0	COLORO_TANQUE	<i>No conversion</i>
%QR8.1	CAUDAL_TA	<i>No conversion</i>

(\* REAL Output of Driver LOCAL \*)

**Index:9 Simple device RTU\_ENG\_WRITE****Parameters**

board_reference	4	
First_Point_Number	230	Point Number for the first channel
Hold_On_Stop	0	Hold (True) or Clear (False) Physical Outputs when the application is stopped

**Channels**

%QR9.0	NIVEL_CISTERNA_TEMP	<i>No conversion</i>
--------	---------------------	----------------------



%QR9.1	NIVEL_TANQUE_TEMP	<i>No conversion</i>
%QR9.2	CAUDAL_TEMP	<i>No conversion</i>
%QR9.3	COLORO_TANQUE_TEMP	<i>No conversion</i>
%QR9.4	CAUDAL_TA_TEMP	<i>No conversion</i>
%QR9.5	<i>Not Wired</i>	<i>No conversion</i>
%QR9.6	<i>Not Wired</i>	<i>No conversion</i>
%QR9.7	<i>Not Wired</i>	<i>No conversion</i>

(\* REAL Output of Driver LOCAL \*)

**Index:10 Simple device RTU\_ENG\_WRITE**

**Parameters**

board_reference	4	
First_Point_Number	300	Point Number for the first channel
Hold_On_Stop	0	Hold (True) or Clear (False) Physical Outputs when the application is stopped

## Channels

%QR10.0	CORRIENTE_B_1	<i>No conversion</i>
%QR10.1	POTENCIA_ACTIVA_B_1	<i>No conversion</i>
%QR10.2	HOROMETRO_B_1	<i>No conversion</i>
%QR10.3	CODIGO_FALLA_B_1	<i>No conversion</i>
%QR10.4	PRIORIDAD_B_1	<i>No conversion</i>
%QR10.5	CORRIENTE_B_2	<i>No conversion</i>
%QR10.6	POTENCIA_ACTIVA_B_2	<i>No conversion</i>
%QR10.7	HOROMETRO_B_2	<i>No conversion</i>
%QR10.8	CODIGO_FALLA_B_2	<i>No conversion</i>
%QR10.9	PRIORIDAD_B_2	<i>No conversion</i>
%QR10.10	CORRIENTE_IA_ESTACION	<i>No conversion</i>
%QR10.11	CORRIENTE_IB_ESTACION	<i>No conversion</i>
%QR10.12	CORRIENTE_IC_ESTACION	<i>No conversion</i>
%QR10.13	VOLTAJE_VAB_ESTACION	<i>No conversion</i>
%QR10.14	VOLTAJE_VBC_ESTACION	<i>No conversion</i>
%QR10.15	VOLTAJE_VCA_ESTACION	<i>No conversion</i>

%QR10.16	POTENCIA_ACTIVIA_ESTACION	<i>No conversion</i>
%QR10.17	POTENCIA_REACTIVA_ESTACION	<i>No conversion</i>
%QR10.18	POTENCIA_APARENTE_ESTACION	<i>No conversion</i>
%QR10.19	FACTOR_POTENCIA_ESTACION	<i>No conversion</i>
%QR10.20	FRECUENCIA_ESTACION	<i>No conversion</i>
%QR10.21	ENERGIA_TOTAL_ESTACION	<i>No conversion</i>
%QR10.22	<i>Not Wired</i>	<i>No conversion</i>
%QR10.23	<i>Not Wired</i>	<i>No conversion</i>

(\* REAL Input of Driver LOCAL \*)

**Index:11 Simple device RTU\_ENG\_READ**

**Parameters**

board_reference	3	
First_Point_Number	324	Point Number for the first channel

## Channels

%IR11.0	CAUDAL_MAXIMO	<i>No conversion</i>
%IR11.1	CAUDAL_ALTO	<i>No conversion</i>
%IR11.2	CAUDAL_BAJO	<i>No conversion</i>
%IR11.3	CAUDAL_MINIMO	<i>No conversion</i>
%IR11.4	NIVEL_CISTERNA_MAXIMO	<i>No conversion</i>
%IR11.5	NIVEL_CISTERNA_REBOSE	<i>No conversion</i>
%IR11.6	NIVEL_CISTERNA_PRE_REBOSE	<i>No conversion</i>
%IR11.7	NIVEL_CISTERNA_ALTO	<i>No conversion</i>
%IR11.8	NIVEL_CISTERNA_BAJO	<i>No conversion</i>
%IR11.9	NIVEL_CISTERNA_BAJO_BAJO	<i>No conversion</i>
%IR11.10	NIVEL_CISTERNA_MINIMO	<i>No conversion</i>
%IR11.11	NIVEL_TANQUE_MAXIMO	<i>No conversion</i>
%IR11.12	NIVEL_TANQUE_REBOSE	<i>No conversion</i>
%IR11.13	NIVEL_TANQUE_PRE_REBOSE	<i>No conversion</i>
%IR11.14	NIVEL_TANQUE_ALTO	<i>No conversion</i>
%IR11.15	NIVEL_TANQUE_BAJO	<i>No conversion</i>

%IR11.16	NIVEL_TANQUE_BAJO_BAJO	<i>No conversion</i>
%IR11.17	NIVEL_TANQUE_MINIMO	<i>No conversion</i>
%IR11.18	FACTOR_DE_POTENCIA_BAJO	<i>No conversion</i>
%IR11.19	TIEMPO_ARRANQUE_B_SECUNDARIA	<i>No conversion</i>
%IR11.20	TIEMPO_ESPERA_MINIMO	<i>No conversion</i>
%IR11.21	COLORO_TANQUE_MAXIMO	<i>No conversion</i>
%IR11.22	COLORO_TANQUE_ALTO	<i>No conversion</i>
%IR11.23	COLORO_TANQUE_BAJO	<i>No conversion</i>
%IR11.24	COLORO_TANQUE_MINIMO	<i>No conversion</i>
%IR11.25	CAUDAL_TA_MAX	<i>No conversion</i>
%IR11.26	CAUDAL_TA_ALTO	<i>No conversion</i>
%IR11.27	CAUDAL_TA_BAJO	<i>No conversion</i>
%IR11.28	CAUDAL_TA_MIN	<i>No conversion</i>
%IR11.29	USUARIO_VIGENTE	<i>No conversion</i>

(\* BOOL Output of Driver LOCAL \*)

## Index:12 Simple device RTU\_BIN\_WRITE

### Parameters

board_reference	2	
First_Point_Number	400	Point Number for the first channel
Hold_On_Stop	0	Hold (True) or Clear (False) Physical Outputs when the application is stopped

### Channels

%QX12.0	LOCAL_REMOTO	<i>Direct</i>
%QX12.1	ESTACION_APAGADA	<i>Direct</i>
%QX12.2	INGRESO_USUARIO_MANTENIMIENTO	<i>Direct</i>
%QX12.3	SALIDA_USUARIO_MANTENIMIENTO	<i>Direct</i>
%QX12.4	INGRESO_USUARIO_OPERACION	<i>Direct</i>
%QX12.5	SALIDA_USUARIO_OPERACION	<i>Direct</i>
%QX12.6	NIVEL_TANQUE_REBOSE_D	<i>Direct</i>
%QX12.7	NIVEL_TANQUE_PRE_REBOSE_D	<i>Direct</i>
%QX12.8	NIVEL_TANQUE_ALTO_D	<i>Direct</i>

%QX12.9	NIVEL_TANQUE_BAJO_D	<i>Direct</i>
%QX12.10	NIVEL_TANQUE_BAJO_BAJO_D	<i>Direct</i>
%QX12.11	CAUDAL_ALTO_D	<i>Direct</i>
%QX12.12	CAUDAL_BAJO_D	<i>Direct</i>
%QX12.13	FNE_B_1	<i>Direct</i>
%QX12.14	FNA_B_1	<i>Direct</i>
%QX12.15	FNE_B_2	<i>Direct</i>
%QX12.16	FNA_B_2	<i>Direct</i>
%QX12.17	E_MN_TANQUE	<i>Direct</i>
%QX12.18	NIVEL_CISTERNA_REBOSE_D	<i>Direct</i>
%QX12.19	NIVEL_CISTERNA_PRE_REBOSE_D	<i>Direct</i>
%QX12.20	NIVEL_CISTERNA_ALTO_D	<i>Direct</i>
%QX12.21	NIVEL_CISTERNA_BAJO_D	<i>Direct</i>
%QX12.22	NIVEL_CISTERNA_BAJO_BAJO_D	<i>Direct</i>
%QX12.23	TIEMPO_ESPERA_SUPERADO_B1	<i>Direct</i>
%QX12.24	TIEMPO_ESPERA_NO_SUPERADO_B1	<i>Direct</i>
%QX12.25	TIEMPO_ESPERA_SUPERADO_B2	<i>Direct</i>

%QX12.26	TIEMPO_ESPERA_NO_SUPERADO_B2	<i>Direct</i>
%QX12.27	E_MN_CISTERNA	<i>Direct</i>
%QX12.28	E_SC	<i>Direct</i>
%QX12.29	UPS_CARGANDO_BATERIAS	<i>Direct</i>
%QX12.30	TANQUE_SV	<i>Direct</i>
%QX12.31	TANQUE_ST	<i>Direct</i>
%QX12.32	TANQUE_B_N_BB	<i>Direct</i>
%QX12.33	TANQUE_B_N_B	<i>Direct</i>
%QX12.34	TANQUE_B_N_A	<i>Direct</i>
%QX12.35	E_CLORO_TANQUE	<i>Direct</i>
%QX12.36	ENCENDIDO_CLORADORA	<i>Direct</i>

(\* INT Input of Driver PLC \*)

### **Index:13 Simple device MTCP\_INT\_READ**

#### **Parameters**

board\_reference      10



register_format	IEC INT	
plc_device_type	mt	
data_update_rate	30000	Data update rate in ms
plc_device_addr	1	Modbus slave address (1 to 254)
timeout	300	Message timeout in ms
TCP_port	502	1 to 65535, Default = 502
IP_address	10.150.73.22	IP address of the slave device
first_register_5digit	30001	Modbus 5 digit register address of the first channel (set to 0 if using first_register_6digit below)
first_register_6digit	0	Modbus 6 digit register address of the first channel (set first_register_5digit = 0 above)

### Channels

%IW13.0	MDB_VOLTAJE_B_1	<i>No conversion</i>
%IW13.1	MDB_CORRIENTE_B_1	<i>No conversion</i>
%IW13.2	MDB_POTENCIA_ACTIVIA_B_1	<i>No conversion</i>
%IW13.3	MDB_POTENCIA_APARENTE_B_1	<i>No conversion</i>
%IW13.4	MDB_POTENCIA_REACTIVA_B_1	<i>No conversion</i>

%IW13.5	MDB_FACTOR_POTENCIA_B_1	<i>No conversion</i>
%IW13.6	MDB_FRECUENCIA_B_1	<i>No conversion</i>
%IW13.7	MDB_TEMPERATURA_B_1	<i>No conversion</i>
%IW13.8	MDB_HOROMETRO_B_1	<i>No conversion</i>
%IW13.9	MDB_CODIGO_DE_FALLA_B_1	<i>No conversion</i>

(\* INT Input of Driver PLC \*)

**Index:14 Simple device MTCP\_INT\_READ**

**Parameters**

board_reference	10	
register_format	IEC INT	
plc_device_type	mt	
data_update_rate	30000	Data update rate in ms
plc_device_addr	3	Modbus slave address (1 to 254)
timeout	300	Message timeout in ms
TCP_port	502	1 to 65535, Default = 502

IP_address	10.150.73.23	IP address of the slave device
first_register_5digit	30001	Modbus 5 digit register address of the first channel (set to 0 if using first_register_6digit below)
first_register_6digit	0	Modbus 6 digit register address of the first channel (set first_register_5digit = 0 above)

### Channels

%IW14.0	MDB_VOLTAJE_B_2	<i>No conversion</i>
%IW14.1	MDB_CORRIENTE_B_2	<i>No conversion</i>
%IW14.2	MDB_POTENCIA_ACTIVIA_B_2	<i>No conversion</i>
%IW14.3	MDB_POTENCIA_APARENTE_B_2	<i>No conversion</i>
%IW14.4	MDB_POTENCIA_REACTIVA_B_2	<i>No conversion</i>
%IW14.5	MDB_FACTOR_POTENCIA_B_2	<i>No conversion</i>
%IW14.6	MDB_FRECUENCIA_B_2	<i>No conversion</i>
%IW14.7	MDB_TEMPERATURA_B_2	<i>No conversion</i>
%IW14.8	MDB_HOROMETRO_B_2	<i>No conversion</i>
%IW14.9	MDB_CODIGO_DE_FALLA_B_2	<i>No conversion</i>

(\* DINT Input of Driver LOCAL \*)

**Index:15 Simple device RTU\_RAW\_READ**

**Parameters**

board_reference	3	
First_Point_Number	500	Point Number for the first channel

**Channels**

%ID15.0	PALABRA_HMI_TIME_00	<i>No conversion</i>
---------	---------------------	----------------------

(\* DINT Output of Driver LOCAL \*)

**Index:16 Simple device RTU\_RAW\_WRITE**

**Parameters**

board_reference	4	
First_Point_Number	501	Point Number for the first channel
Hold_On_Stop	0	Hold (True) or Clear (False) Physical Outputs when the application is stopped

## Channels

%QD16.0	PALABRA_HMI_TIME_01	<i>No conversion</i>
%QD16.1	PALABRA_HMI_TIME_02	<i>No conversion</i>
%QD16.2	PALABRA_HMI_TIME_03	<i>No conversion</i>
%QD16.3	PALABRA_HMI_TIME_04	<i>No conversion</i>

## Global Variables

Name	DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
NIVEL_CISTERNA_INT (* DNP 000000/MDB 30001 *)	REAL		%IR0.0	Read	VarInput		
CAUDAL_INT (* DNP 000001/MDB 30002 *)	REAL		%IR0.1	Read	VarInput		
Nivel_tanque_AI (* DNP 000002/MDB 30003 *)	REAL		%IR0.2	Read	VarInput		
CAUDAL_TA_INT (* DNP 000003/MDB 30004 *)	REAL		%IR0.3	Read	VarInput		

Name	DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
Cloro_Salida_Tq (* DNP 000004/MDB 30005 *)	REAL		%IR0.4	Read	VarInput		
ENCENDER_B_1 (* DNP 00001/MDB 00001 - 0/0 *)	BOOL		%QX2.0	Read/Write	VarOutput		Pulso encender Bomba 1
ENCENDER_B_2 (* DNP 00002/MDB 00002 - 0/1 *)	BOOL		%QX2.1	Read/Write	VarOutput		Pulso encender Bomba 2
ESTADO_B_1_X (* DNP 00003/MDB 00003 - 0/2 *)	BOOL		%QX2.2	Read/Write	VarOutput		Pulso encender Falla Bomba 1
ESTADO_B_2_X (* DNP 00004/MDB 00004 - 0/3 *)	BOOL		%QX2.3	Read/Write	VarOutput		Pulso encender Falla Bomba 2
RESET_B_1 (* DNP 00005/MDB 00005 - 0/4 *)	BOOL		%QX2.4	Read/Write	VarOutput		Pulso Reset Bomba 1
RESET_B_2 (* DNP 00006/MDB 00006 - 0/5 *)	BOOL		%QX2.5	Read/Write	VarOutput		Pulso Reset Bomba 2
APAGADO_ALTERNO_B_1 (* DNP 00007/MDB 00007 - 0/6 *)	BOOL		%QX2.6	Read/Write	VarOutput		

Name	DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
APAGADO_ALTERNO_B_2 (* DNP 00008/MDB 00008 - 0/7 *)	BOOL		%QX2.7	Read/Write	VarOutput		
P_E (* DNP 001/MDB 10001 - 0/0 *)	BOOL		%IX1.0	Read	VarInput	0	Activado, 1 Desactivado
AUTOMATICO (* DNP 002/MDB 10002 - 0/1 *)	BOOL		%IX1.1	Read	VarInput	0	Manual , 1 Automatico
OPERACION_B_1 (* DNP 003/MDB 10003 - 0/2 *)	BOOL		%IX1.2	Read	VarInput	0	Apagado, 1 Encendido
OPERACION_B_2 (* DNP 004/MDB 10004 - 0/3 *)	BOOL		%IX1.3	Read	VarInput	0	Apagado, 1 Encendido
Detector_rebose_cisterna (* DNP 005/MDB 10005 - 0/4 *)	BOOL		%IX1.4	Read	VarInput	0	Normal, 1 Rebose
Detector_rebose_tanque (* DNP 006/MDB 10006 - 0/5 *)	BOOL		%IX1.5	Read	VarInput	0	Normal, 1 Rebose

Name	DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
Actuador_ABIERTO (* DNP 007/MDB 10007 - 0/6 *)	BOOL		%IX1.6	Read	VarInput	0	, 1 Abierto
Actuador_CERRADO (* DNP 008/MDB 10008 - 0/7 *)	BOOL		%IX1.7	Read	VarInput	0	, 1 Cerrado
ESTADO_VARIADOR_B_1 (* DNP 009/MDB 10009 - 0/8 *)	BOOL		%IX1.8	Read	VarInput	0	En Falla, 1 Normal
ESTADO_VARIADOR_B_2 (* DNP 010/MDB 10010 - 0/9 *)	BOOL		%IX1.9	Read	VarInput	0	En Falla, 1 Normal
S_V (* DNP 011/MDB 10011 - 0/10 *)	BOOL		%IX1.10	Read	VarInput	0	En Falla, 1 Normal
Enlace_deradio (* DNP 012/MDB 10012 - 0/11 *)	BOOL		%IX1.11	Read	VarInput	0	En Falla, 1 Normal
S_T (* DNP 013/MDB 10013 - 0/12 *)	BOOL		%IX1.12	Read	VarInput	0	En Falla, 1 Normal



Name	Data Type	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment	
I_F_BOMBA_1 (* DNP 014/MDB 10014 - 0/13 *)	BOOL		%IX1.13	Read	VarInput		0 En Falla, Normal	1
I_F_BOMBA_2 (* DNP 015/MDB 10015 - 0/14 *)	BOOL		%IX1.14	Read	VarInput		0 En Falla, Normal	1
LOCAL_REMOTO_INT (* DNP 100/MDB 00100 - 0/0 *)	BOOL		%IX3.0	Read	VarInput		0 Local , Remoto	1
CONTROL_NIVEL_CISTERNA_INT (* DNP 101/MDB 00101 - 0/1 *)	BOOL		%IX3.1	Read	VarInput			
CONTROL_NIVEL_TANQUE_INT (* DNP 102/MDB 00102 - 0/2 *)	BOOL		%IX3.2	Read	VarInput			
OPERACION_INT_B_1 (* DNP 103/MDB 00103 - 0/3 *)	BOOL		%IX3.3	Read	VarInput			
CONDICION_INT_B_1 (* DNP 104/MDB 00104 - 0/4 *)	BOOL		%IX3.4	Read	VarInput			

Name	DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
RESET_FALLA_INT_B_1 (* DNP 105/MDB 00105 - 0/5 *)	BOOL		%IX3.5	Read	VarInput		
OPERACION_INT_B_2 (* DNP 106/MDB 00106 - 0/6 *)	BOOL		%IX3.6	Read	VarInput		
CONDICION_INT_B_2 (* DNP 107/MDB 00107 - 0/7 *)	BOOL		%IX3.7	Read	VarInput		
RESET_FALLA_INT_B_2 (* DNP 108/MDB 00108 - 0/8 *)	BOOL		%IX3.8	Read	VarInput		
CONTROL_NIVEL_CISTERNA (* DNP 109/MDB 00109 *)	BOOL		%QX4.0	Read/Write	VarOutput		0 NIVEL 1 BOYAS
CONTROL_NIVEL_TANQUE (* DNP 110/MDB 00110 *)	BOOL		%QX4.1	Read/Write	VarOutput		0 NIVEL 1 BOYAS
ESTADO_B_1 (* DNP 111/MDB 00111 *)	BOOL		%QX4.2	Read/Write	VarOutput		
CONDICION_B_1 (* DNP 112/MDB 00112 *)	BOOL		%QX4.3	Read/Write	VarOutput		
ESTADO_B_2 (* DNP 113/MDB 00113 *)	BOOL		%QX4.4	Read/Write	VarOutput		

Name	DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
CONDICION_B_2 (* DNP 114/MDB 00114 *)	BOOL		%QX4.5	Read/Write	VarOutput		
ESTADO_ENLACE_RADIO (* DNP 115/MDB 00115 *)	BOOL		%QX4.6	Read/Write	VarOutput		
FACTOR_POTENCIA_ESTACION_BAJO_D (* DNP 116/MDB 00116 *)	BOOL		%QX4.7	Read/Write	VarOutput		
RESET_FALLA_PANEL_B_1 (* DNP 150/MDB 00150 *)	BOOL		%IX5.0	Read	VarInput		
RESET_FALLA_PANEL_B_2 (* DNP 151/MDB 00151 *)	BOOL		%IX5.1	Read	VarInput		
CAUDAL (* DNP 200/MDB 40200 - 0 *)	REAL		%QR6.0	Read/Write	VarOutput		
NIVEL_CISTERNA (* DNP 201/MDB 40202 - 2 *)	REAL		%QR6.1	Read/Write	VarOutput		
NIVEL_TANQUE (* DNP 202/MDB 40204 - 4 *)	REAL		%QR6.2	Read/Write	VarOutput		
HOROMETRO_TOTAL_B_1 (* DNP 203/MDB 40206 - 6 *)	REAL		%QR6.3	Read/Write	VarOutput		

Name	DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
HOROMETRO_TOTAL_B_2 (* DNP 204/MDB 40208 - 8 *)	REAL		%QR6.4	Read/Write	VarOutput		
VOLTAJE_B_1 (* DNP 205/MDB 40210 - 10 *)	REAL		%QR6.5	Read/Write	VarOutput		
POTENCIA_REACTIVA_B_1 (* DNP 206/MDB 40212 - 12 *)	REAL		%QR6.6	Read/Write	VarOutput		
POTENCIA_APARENTE_B_1 (* DNP 207/MDB 40214 - 14 *)	REAL		%QR6.7	Read/Write	VarOutput		
FACTOR_DE_POTENCIA_B_1 (* DNP 208/MDB 40216 - 16 *)	REAL		%QR6.8	Read/Write	VarOutput		
FRECUENCIA_BOMBA_1 (* DNP 209/MDB 40218 - 18 *)	REAL		%QR6.9	Read/Write	VarOutput		
TEMPERATURA_BOMBA_1 (* DNP 210/MDB 40220 - 20 *)	REAL		%QR6.10	Read/Write	VarOutput		
VOLTAJE_B_2 (* DNP 211/MDB 40222 - 22 *)	REAL		%QR6.11	Read/Write	VarOutput		

Name	DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
POTENCIA_REACTIVA_B_2 (* DNP 212/MDB 40224 - 24 *)	REAL		%QR6.12	Read/Write	VarOutput		
POTENCIA_APARENTE_B_2 (* DNP 213/MDB 40226 - 26 *)	REAL		%QR6.13	Read/Write	VarOutput		
FACTOR_DE_POTENCIA_B_2 (* DNP 214/MDB 40228 - 28 *)	REAL		%QR6.14	Read/Write	VarOutput		
FRECUENCIA_BOMBA_2 (* DNP 215/MDB 40230 - 30 *)	REAL		%QR6.15	Read/Write	VarOutput		
TEMPERATURA_BOMBA_2 (* DNP 216/MDB 40232 - 32 *)	REAL		%QR6.16	Read/Write	VarOutput		
HOROMETRO_INICIO_B_1 (* DNP 217/MDB 40234 - 34 *)	REAL		%IR7.0	Read	VarInput		
HOROMETRO_INICIO_B_2 (* DNP 218/MDB 40236 - 36 *)	REAL		%IR7.1	Read	VarInput		
COLORO_TANQUE (* DNP 219/MDB 40238 - 38 *)	REAL		%QR8.0	Read/Write	VarOutput		

Name	DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
CAUDAL_TA (* DNP 220/MDB 40240 - 40 *)	REAL		%QR8.1	Read/Write	VarOutput		
NIVEL_CISTERNA_TEMP (* DNP 230/MDB 40260 - 42 *)	REAL		%QR9.0	Read/Write	VarOutput		
NIVEL_TANQUE_TEMP (* DNP 231/MDB 40262 - 44 *)	REAL		%QR9.1	Read/Write	VarOutput		
CAUDAL_TEMP (* DNP 232/MDB 40264 - 46 *)	REAL		%QR9.2	Read/Write	VarOutput		
COLORO_TANQUE_TEMP (* DNP 233/MDB 40266 - 48 *)	REAL		%QR9.3	Read/Write	VarOutput		
CAUDAL_TA_TEMP (* DNP 234/MDB 40268 - 50 *)	REAL		%QR9.4	Read/Write	VarOutput		
CORRIENTE_B_1 (* DNP 300/MDB 40300 - 0 *)	REAL		%QR10.0	Read/Write	VarOutput		
POTENCIA_ACTIVA_B_1 (* DNP 301/MDB 40302 - 1 *)	REAL		%QR10.1	Read/Write	VarOutput		
HOROMETRO_B_1 (* DNP 302/MDB 40304 - 2 *)	REAL		%QR10.2	Read/Write	VarOutput		

Name	Data Type	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
CODIGO_FALLA_B_1 (* DNP 303/MDB 40306 - 3 *)	REAL		%QR10.3	Read/Write	VarOutput		
PRIORIDAD_B_1 (* DNP 304/MDB 40308 - 4 *)	REAL		%QR10.4	Read/Write	VarOutput		
CORRIENTE_B_2 (* DNP 305/MDB 40310 - 5 *)	REAL		%QR10.5	Read/Write	VarOutput		
POTENCIA_ACTIVA_B_2 (* DNP 306/MDB 40312 - 6 *)	REAL		%QR10.6	Read/Write	VarOutput		
HOROMETRO_B_2 (* DNP 307/MDB 40314 - 7 *)	REAL		%QR10.7	Read/Write	VarOutput		
CODIGO_FALLA_B_2 (* DNP 308/MDB 40316 - 8 *)	REAL		%QR10.8	Read/Write	VarOutput		
PRIORIDAD_B_2 (* DNP 309/MDB 40318 - 9 *)	REAL		%QR10.9	Read/Write	VarOutput		
CORRIENTE_IA_ESTACION (* DNP 310/MDB 40320 - 10 *)	REAL		%QR10.10	Read/Write	VarOutput		
CORRIENTE_IB_ESTACION (* DNP 311/MDB 40322 - 11 *)	REAL		%QR10.11	Write	VarOutput		

Name	DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
CORRIENTE_IC_ESTACION (* DNP 312/MDB 40324 - 12 *)	REAL		%QR10.12	Read/Write	VarOutput		
VOLTAJE_VAB_ESTACION (* DNP 313/MDB 40326 - 13 *)	REAL		%QR10.13	Read/Write	VarOutput		
VOLTAJE_VBC_ESTACION (* DNP 314/MDB 40328 - 14 *)	REAL		%QR10.14	Read/Write	VarOutput		
VOLTAJE_VCA_ESTACION (* DNP 315/MDB 40330 - 15 *)	REAL		%QR10.15	Read/Write	VarOutput		
POTENCIA_ACTIVIA_ESTACION (* DNP 316/MDB 40332 - 16 *)	REAL		%QR10.16	Read/Write	VarOutput		
POTENCIA_REACTIVA_ESTACION (* DNP 317/MDB 40334 - 17 *)	REAL		%QR10.17	Read/Write	VarOutput		
POTENCIA_APARENTE_ESTACION (* DNP 318/MDB 40336 - 18 *)	REAL		%QR10.18	Read/Write	VarOutput		



Name		DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
FACTOR_POTENCIA_ESTACION	(* DNP 319/MDB 40338 - 19 *)	REAL		%QR10.19	Read/Write	VarOutput		
FRECUENCIA_ESTACION	(* DNP 320/MDB 40340 - 20 *)	REAL		%QR10.20	Read/Write	VarOutput		
ENERGIA_TOTAL_ESTACION	(* DNP 321/MDB 40342 - 21 *)	REAL		%QR10.21	Read/Write	VarOutput		
CAUDAL_MAXIMO	(* DNP 324/MDB 40348 - 24 *)	REAL		%IR11.0	Read	VarInput		
CAUDAL_ALTO	(* DNP 325/MDB 40350 - 25 *)	REAL		%IR11.1	Read	VarInput		
CAUDAL_BAJO	(* DNP 324/MDB 40352 - 26 *)	REAL		%IR11.2	Read	VarInput		
CAUDAL_MINIMO	(* DNP 324/MDB 40354 - 27 *)	REAL		%IR11.3	Read	VarInput		
NIVEL_CISTERNA_MAXIMO	(* DNP 324/MDB 40356 - 28 *)	REAL		%IR11.4	Read	VarInput		

Name	Data Type	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
NIVEL_CISTERNA_REBOSE (* DNP 324/MDB 40358 - 29 *)	REAL		%IR11.5	Read	VarInput		
NIVEL_CISTERNA_PRE_REBOSE (* DNP 324/MDB 40360 - 30 *)	REAL		%IR11.6	Read	VarInput		
NIVEL_CISTERNA_ALTO (* DNP 324/MDB 40362 - 31 *)	REAL		%IR11.7	Read	VarInput		
NIVEL_CISTERNA_BAJO (* DNP 324/MDB 40364 - 32 *)	REAL		%IR11.8	Read	VarInput		
NIVEL_CISTERNA_BAJO_BAJO (* DNP 324/MDB 40366 - 33 *)	REAL		%IR11.9	Read	VarInput		
NIVEL_CISTERNA_MINIMO (* DNP 324/MDB 40368 - 34 *)	REAL		%IR11.10	Read	VarInput		
NIVEL_TANQUE_MAXIMO (* DNP 324/MDB 40370 - 35 *)	REAL		%IR11.11	Read	VarInput		

Name	DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
NIVEL_TANQUE_REBOSE (* DNP 324/MDB 40372 - 36 *)	REAL		%IR11.12	Read	VarInput		
NIVEL_TANQUE_PRE_REBOSE (* DNP 324/MDB 40374 - 37 *)	REAL		%IR11.13	Read	VarInput		
NIVEL_TANQUE_ALTO (* DNP 324/MDB 40376 - 38 *)	REAL		%IR11.14	Read	VarInput		
NIVEL_TANQUE_BAJO (* DNP 324/MDB 40378 - 39 *)	REAL		%IR11.15	Read	VarInput		
NIVEL_TANQUE_BAJO_BAJO (* DNP 324/MDB 40380 - 40 *)	REAL		%IR11.16	Read	VarInput		
NIVEL_TANQUE_MINIMO (* DNP 324/MDB 40382 - 41 *)	REAL		%IR11.17	Read	VarInput		
FACTOR_DE_POTENCIA_BAJO (* DNP 324/MDB 40384 - 42 *)	REAL		%IR11.18	Read	VarInput		

Name	DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
TIEMPO_ARRANQUE_B_SECUNDARIA (* DNP 324/MDB 40386 - 43 *)	REAL		%IR11.19	Read	VarInput		
TIEMPO_ESPERA_MINIMO (* DNP 324/MDB 40388 - 44 *)	REAL		%IR11.20	Read	VarInput		
COLORO_TANQUE_MAXIMO (* DNP 324/MDB 40390 - 45 *)	REAL		%IR11.21	Read	VarInput		
COLORO_TANQUE_ALTO (* DNP 324/MDB 40392 - 46 *)	REAL		%IR11.22	Read	VarInput		
COLORO_TANQUE_BAJO (* DNP 324/MDB 40394 - 47 *)	REAL		%IR11.23	Read	VarInput		
COLORO_TANQUE_MINIMO (* DNP 324/MDB 40396 - 48 *)	REAL		%IR11.24	Read	VarInput		
CAUDAL_TA_MAX (* DNP 324/MDB 40398 - 49 *)	REAL		%IR11.25	Read	VarInput		

Name	Data Type	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
CAUDAL_TA_ALTO (* DNP 324/MDB 40400 - 50 *)	REAL		%IR11.26	Read	VarInput		
CAUDAL_TA_BAJO (* DNP 324/MDB 40402 - 51 *)	REAL		%IR11.27	Read	VarInput		
CAUDAL_TA_MIN (* DNP 324/MDB 40404 - 52 *)	REAL		%IR11.28	Read	VarInput		
USUARIO_VIGENTE (* DNP 324/MDB 40406 - 53 *)	REAL		%IR11.29	Read	VarInput		
LOCAL_REMOTO (* DNP 400/MDB 00400 - 400/0 *)	BOOL		%QX12.0	Read/Write	VarOutput		
ESTACION_APAGADA (* DNP 401/MDB 00401 - 400/1 *)	BOOL		%QX12.1	Read/Write	VarOutput		
INGRESO_USUARIO_MANTENIMIENTO (* DNP 400/MDB 00401 - 400/2 *)	BOOL		%QX12.2	Read/Write	VarOutput		

Name	DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
SALIDA_USUARIO_MANTENIMIENTO (* DNP 401/MDB 00402 - 400/3 *)	BOOL		%QX12.3	Read/Write	VarOutput		
INGRESO_USUARIO_OPERACION (* DNP 400/MDB 00402 - 400/4 *)	BOOL		%QX12.4	Read/Write	VarOutput		
SALIDA_USUARIO_OPERACION (* DNP 401/MDB 00403 - 400/5 *)	BOOL		%QX12.5	Read/Write	VarOutput		
NIVEL_TANQUE_REBOSE_D (* DNP 400/MDB 00403 - 400/6 *)	BOOL		%QX12.6	Read/Write	VarOutput		
NIVEL_TANQUE_PRE_REBOSE_D (* DNP 401/MDB 00404 - 400/7 *)	BOOL		%QX12.7	Read/Write	VarOutput		
NIVEL_TANQUE_ALTO_D (* DNP 400/MDB 00404 - 400/8 *)	BOOL		%QX12.8	Read/Write	VarOutput		
NIVEL_TANQUE_BAJA_D (* DNP 401/MDB 00405 - 400/9 *)	BOOL		%QX12.9	Read/Write	VarOutput		

Name		DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
NIVEL_TANQUE_BAJO_BAJO_D	(* DNP 400/MDB 00405 - 400/10 *)	BOOL		%QX12.10	Read/Write	VarOutput		
CAUDAL_ALTO_D	(* DNP 401/MDB 00406 - 400/11 *)	BOOL		%QX12.11	Read/Write	VarOutput		
CAUDAL_BAJO_D	(* DNP 400/MDB 00406 - 400/12 *)	BOOL		%QX12.12	Read/Write	VarOutput		
FNE_B_1	(* DNP 401/MDB 00407 - 400/13 *)	BOOL		%QX12.13	Read/Write	VarOutput		
FNA_B_1	(* DNP 400/MDB 00407 - 400/14 *)	BOOL		%QX12.14	Read/Write	VarOutput		
FNE_B_2	(* DNP 401/MDB 00408 - 400/15 *)	BOOL		%QX12.15	Read/Write	VarOutput		
FNA_B_2	(* DNP 400/MDB 00408 - 400/16 *)	BOOL		%QX12.16	Read/Write	VarOutput		
E_MN_TANQUE	(* DNP 401/MDB 00409 - 400/17 *)	BOOL		%QX12.17	Read/Write	VarOutput		
NIVEL_CISTERNA_REBOSE_D	(* DNP 400/MDB 00409 - 400/18 *)	BOOL		%QX12.18	Read/Write	VarOutput		

Name		Data Type	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
NIVEL_CISTERNA_PRE_REBOSE_D	(* DNP 401/MDB 00410 - 400/19 *)	BOOL		%QX12.19	Read/Write	VarOutput		
NIVEL_CISTERNA_ALTO_D	(* DNP 400/MDB 00410 - 400/20 *)	BOOL		%QX12.20	Read/Write	VarOutput		
NIVEL_CISTERNA_BAJO_D	(* DNP 401/MDB 00411 - 400/21 *)	BOOL		%QX12.21	Read/Write	VarOutput		
NIVEL_CISTERNA_BAJO_BAJO_D	(* DNP 400/MDB 00411 - 400/22 *)	BOOL		%QX12.22	Read/Write	VarOutput		
TIEMPO_ESPERA_SUPERADO_B1	(* DNP 401/MDB 00412 - 400/23 *)	BOOL		%QX12.23	Read/Write	VarOutput		
TIEMPO_ESPERA_NO_SUPERADO_B1	(* DNP 400/MDB 00412 - 400/24 *)	BOOL		%QX12.24	Read/Write	VarOutput		
TIEMPO_ESPERA_SUPERADO_B2	(* DNP 401/MDB 00413 - 400/25 *)	BOOL		%QX12.25	Read/Write	VarOutput		



Name	DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
TIEMPO_ESPERA_NO_SUPERADO_B2 (* DNP 400/MDB 00413 - 400/26 *)	BOOL		%QX12.26	Read/Write	VarOutput		
E_MN_CISTERNA (* DNP 401/MDB 00414 - 400/27 *)	BOOL		%QX12.27	Read/Write	VarOutput		
E_SC (* DNP 400/MDB 00414 - 400/28 *)	BOOL		%QX12.28	Read/Write	VarOutput		
UPS_CARGANDO_BATERIAS (* DNP 401/MDB 00415 - 400/29 *)	BOOL		%QX12.29	Write	VarOutput		
TANQUE_SV (* DNP 400/MDB 00415 - 400/30 *)	BOOL		%QX12.30	Read/Write	VarOutput		
TANQUE_ST (* DNP 401/MDB 00416 - 400/31 *)	BOOL		%QX12.31	Read/Write	VarOutput		
TANQUE_B_N_BB (* DNP 400/MDB 00416 - 400/32 *)	BOOL		%QX12.32	Read/Write	VarOutput		
TANQUE_B_N_B (* DNP 401/MDB 00417 - 400/33 *)	BOOL		%QX12.33	Read/Write	VarOutput		
TANQUE_B_N_A (* DNP 400/MDB 00417 - 400/34 *)	BOOL		%QX12.34	Read/Write	VarOutput		

Name	Data Type	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
E_CLORO_TANQUE (* DNP 401/MDB 00418 - 400/35 *)	BOOL		%QX12.35	Read/Write	VarOutput		
ENCENDIDO_CLORADORA (* DNP 400/MDB 00418 - 400/36 *)	BOOL		%QX12.36	Read/Write	VarOutput		
PALABRA_HMI_TIME_00 (* DNP 500/MDB 40500 - 0 *)	DINT		%ID15.0	Read	VarInput		
PALABRA_HMI_TIME_01 (* DNP 501/MDB 40501 - 1 *)	DINT		%QD16.0	Read/Write	VarOutput		
PALABRA_HMI_TIME_02 (* DNP 502/MDB 40502 - 2 *)	DINT		%QD16.1	Read/Write	VarOutput		
PALABRA_HMI_TIME_03 (* DNP 503/MDB 40503 - 3 *)	DINT		%QD16.2	Read/Write	VarOutput		
PALABRA_HMI_TIME_04 (* DNP 504/MDB 40504 - 4 *)	DINT		%QD16.3	Read/Write	VarOutput		
INTERNO_10_B_1	BOOL			Read/Write	Var		

Name	DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
INTERNO_11_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_12_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_13_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_14_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_15_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_16_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_17_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_18_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_19_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_20_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_21_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_22_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_23_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_24_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
MDB_PULSO_TANQUE_ELEVADO	BOOL			Read/Write	Var		

Name	DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
UPS_SOBRECARGA	BOOL			Read	Var		
TIEMPO_BOMBA_SECUNDARIA	TIME			Read/Write	Var		
RESET_HOROMETRO_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_01_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
MANUAL	BOOL			Read	Var		
VOLTAJE_LINEA_NEUTRO_ESTACION	REAL			Read/Write	Var		
AUTOMATICO_OK	BOOL			Read/Write	Var		
FOD_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
FOD_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
ENCENDER_CR_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
ENCENDER_CR_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
RESET_SCADA_60_M_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
RESET_SCADA_60_M_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
FALLAB1B2	BOOL			Read/Write	Var		
FALLA_TEMPORIZADA	BOOL			Read/Write	Var		

Name	DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
MDB_CORRIENTE_B_2	INT		%IW14.1	Read	VarInput		
MDB_HOROMETRO_B_2	INT		%IW14.8	Read	VarInput		
MDB_ENERGIA_B_2	INT			Read/Write	Var		
MDB_VOLTAJE_B_2	INT		%IW14.0	Read	VarInput		
CODIGO_FALLO_UPS	REAL			Read/Write	Var		
MDB_FRECUENCIA_B_2	INT		%IW14.6	Read	VarInput		
MDB_CODIGO_DE_FALLA_B_1	INT		%IW13.9	Read	VarInput		
UPS_ALIMENTACION_DESDE_BATERIAS	BOOL			Read	Var		
TIEMPO_HOROMETRO_B_1	TIME			Read/Write	Var		
INTERNO_02_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
RADIO	BOOL	1		Read/Write	Var		
UPS_BATERIA_BAJA	BOOL			Read	Var		
TIEMPO_ESPERA_MINIMO_INT	TIME			Read/Write	Var		
CONTEO_ARRANQUES_B_1	DINT			Read/Write	Var		
INTERNO_03_B_2	BOOL			Read/Write	Var		

Name	DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
PULSO_30S	BOOL			Read/Write	Var		
UPS_REEMPLAZO_DE_BATERIAS	BOOL			Read	Var		
ERRORES_CONTEO_B_1	DINT			Read/Write	Var		
INTERNO_04_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
DURACION	DINT	35565		Read/Write	Var		
UPS_PERDIDA_DE_COMUNICACIONES	BOOL			Read	Var		
TIEMPO_HOROMETRO_B_2	TIME			Read/Write	Var		
INTERNO_05_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
ESTADO_2_2	BOOL			Read/Write	Var		
BP_1	BOOL			Read/Write	Var		
BP_2	BOOL			Read/Write	Var		
BOMBAS_APAGADAS	BOOL			Read/Write	Var		
FALLA_PRIMARIA_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
FALLA_PRIMARIA_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
NUMERO	INT			Read/Write	Var		

Name	DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
MDB_FRECUENCIA_B_1	INT		%IW13.6	Read	VarInput		
MDB_CORRIENTE_B_1	INT		%IW13.1	Read	VarInput		
MDB_POTENCIA_ACTIVIA_B_1	INT		%IW13.2	Read	VarInput		
MDB_HOROMETRO_B_1	INT		%IW13.8	Read	VarInput		
MDB_ENERGIA_B_1	INT			Read/Write	Var		
MDB_POTENCIA_ACTIVIA_B_2	INT		%IW14.2	Read	VarInput		
BOMBA_SECUNDARIA	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_01_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_02_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_03_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_04_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_05_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_06_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_07_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_08_B_1	BOOL			Read/Write	Var		

Name	DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
INTERNO_09_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
CONTEO_ARRANQUES_B_2	DINT			Read/Write	Var		
INTERNO_06_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
UPS_EN_FALLA	BOOL			Read	Var		
ERRORES_CONTEO_B_2	DINT			Read/Write	Var		
INTERNO_07_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
RESET_HOROMETRO_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_08_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
TIMERPOINT_B_1	DINT			Read/Write	Var		
INTERNO_09_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
COUNTERPOINT_B_1	DINT			Read/Write	Var		
INTERNO_10_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
TIMERPOINT_B_2	DINT			Read/Write	Var		
INTERNO_11_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
COUNTERPOINT_B_2	DINT			Read/Write	Var		



Name	DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
INTERNO_12_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_13_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_14_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_15_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_16_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_17_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_18_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_19_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
INTERNO_20_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
CODIGO_DE_FALLA_B_1_X	REAL			Read/Write	Var		
INTERNO_21_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
CODIGO_DE_FALLA_B_1_Y	REAL			Read/Write	Var		
INTERNO_22_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
NE_B1_REAL	REAL			Read/Write	Var		
INTERNO_23_B_2	BOOL			Read/Write	Var		

Name	DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
NA_B1_REAL	REAL			Read/Write	Var		
INTERNO_24_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
VARIADOR_CONSTANTE_REAL_B1	REAL			Read/Write	Var		
INTERNO_1_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
CODIGO_DE_FALLA_B_2_X	REAL			Read/Write	Var		
CODIGO_DE_FALLA_B_2_Y	REAL			Read/Write	Var		
NE_B2_REAL	REAL			Read/Write	Var		
NA_B2_REAL	REAL			Read/Write	Var		
VARIADOR_CONSTANTE_REAL_B2	REAL			Read/Write	Var		
ENCENDER_INT_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
RESET_FE_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
OPERACION_CR_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
RESET_FE_B_2	BOOL			Read/Write	Var		
MDB_ENCENDER_B_1	BOOL			Read/Write	Var		
MDB_ENCENDER_B_2	BOOL			Read/Write	Var		

Name	DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
B_N_A_CISTERNA	BOOL			Read/Write	Var		
B_N_B_CISTERNA	BOOL			Read/Write	Var		
NIVEL_CISTERNA_OK	BOOL			Read/Write	Var		
MDB_CODIGO_DE_FALLA_B_2	INT		%IW14.9	Read	VarInput		
MDB_VOLTAJE_B_1	INT		%IW13.0	Read	VarInput		
PUNTO_DE_CONSIGNA	REAL			Read/Write	Var		
B_N_BB_CISTERNA	BOOL			Read/Write	Var		
I_F_EEE	BOOL			Read	Var		
B_N_BB_TANQUE	BOOL			Read/Write	Var		
MDB_POTENCIA_REACTIVA_B_1	INT		%IW13.4	Read	VarInput		
MDB_FACTOR_POTENCIA_B_1	INT		%IW13.5	Read	VarInput		
MDB_TEMPERATURA_B_1	INT		%IW13.7	Read	VarInput		
MDB_POTENCIA_APARENTE_B_1	INT		%IW13.3	Read	VarInput		
MDB_POTENCIA_APARENTE_B_2	INT		%IW14.3	Read	VarInput		
MDB_POTENCIA_REACTIVA_B_2	INT		%IW14.4	Read	VarInput		

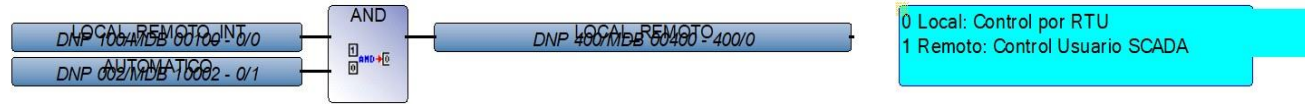
Name	Data Type	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
MDB_FACTOR_POTENCIA_B_2	INT		%IW14.5	Read	VarInput		
MDB_TEMPERATURA_B_2	INT		%IW14.7	Read	VarInput		
FALLA_PRESIONES	BOOL			Read/Write	Var		
ESTADO_1_2	BOOL			Read/Write	Var		
_IO_QR9_5	REAL		%QR9.5	Read/Write	VarDirectlyRepresented		
_IO_QR9_6	REAL		%QR9.6	Read/Write	VarDirectlyRepresented		
_IO_QR9_7	REAL		%QR9.7	Read/Write	VarDirectlyRepresented		
_IO_QR10_22	REAL		%QR10.22	Read/Write	VarDirectlyRepresented		
_IO_QR10_23	REAL		%QR10.23	Read/Write	VarDirectlyRepresented		
ABRIR_ACTUADOR (* DNP 00009/MDB 00009 - 0/8 *)	BOOL		%QX2.8	Read/Write	VarOutput		Envia abrir actuador
CERRAR_ACTUADOR (* DNP 00010/MDB 00010 - 0/9 *)	BOOL		%QX2.9	Read/Write	VarOutput		Envia cerrar actuador
__SYSVA_CYCLECNT	DINT			Read	VarGlobal		Cycle counter

Name	DataType	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
__SYSVA_CYCLEDATE	TIME			Read	VarGlobal		Timestamp of the beginning of the cycle in milliseconds (ms)
__SYSVA_KVBPERR	BOOL			Read	VarGlobal		Kernel variable binding producing error (production error)
__SYSVA_KVBCERR	BOOL			Read/Write	VarGlobal		Kernel variable binding consuming error (consumption error)
__SYSVA_RESNAME	STRING			Read	VarGlobal		Resource name (max length=255)
__SYSVA_SCANCNT	DINT			Read	VarGlobal		Input scan counter
__SYSVA_TCYCYCTIME	TIME			Read/Write	VarGlobal		Programmed cycle time

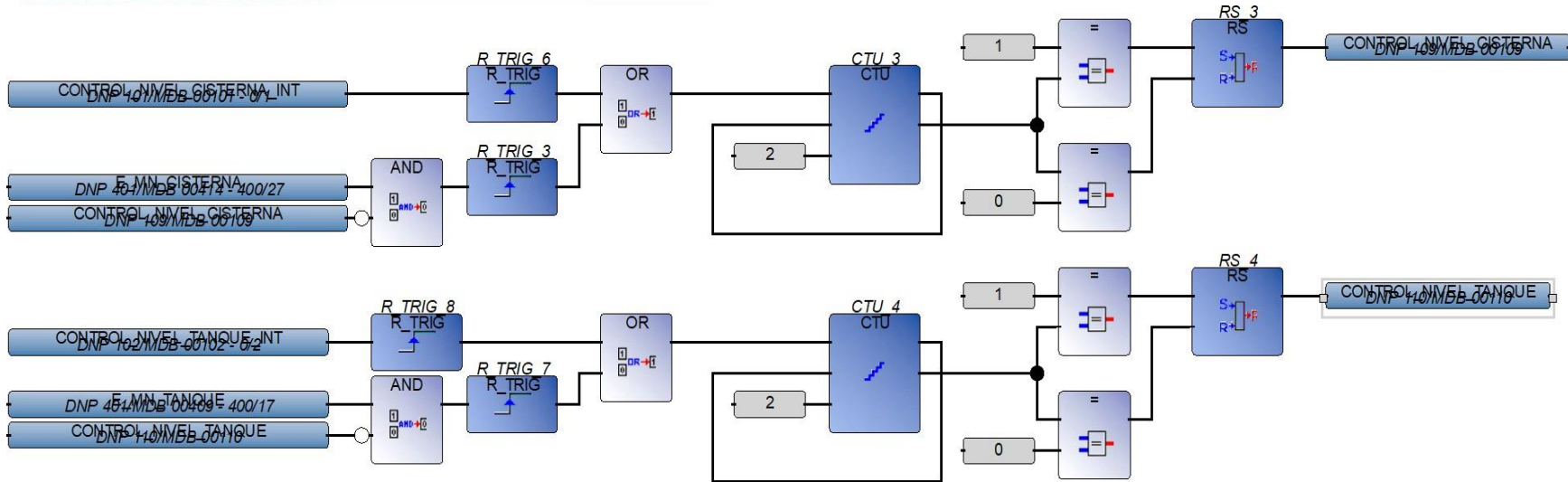
Name	Data Type	Initial Value	Wiring	Attribute	Direction	String Size	Comment
__SYSVA_TCYCURRENT	TIME			Read	VarGlobal		Current cycle time
__SYSVA_TCYMAXIMUM	TIME			Read	VarGlobal		Maximum cycle time since last start
__SYSVA_TCYOVERFLOW	DINT			Read	VarGlobal		Number of cycle overflows
__SYSVA_RESMODE	SINT			Read	VarGlobal		Resource execution mode
__SYSVA_CCEXEC	BOOL			Read/Write	VarGlobal		Execute one cycle when application is in cycle to cycle mode

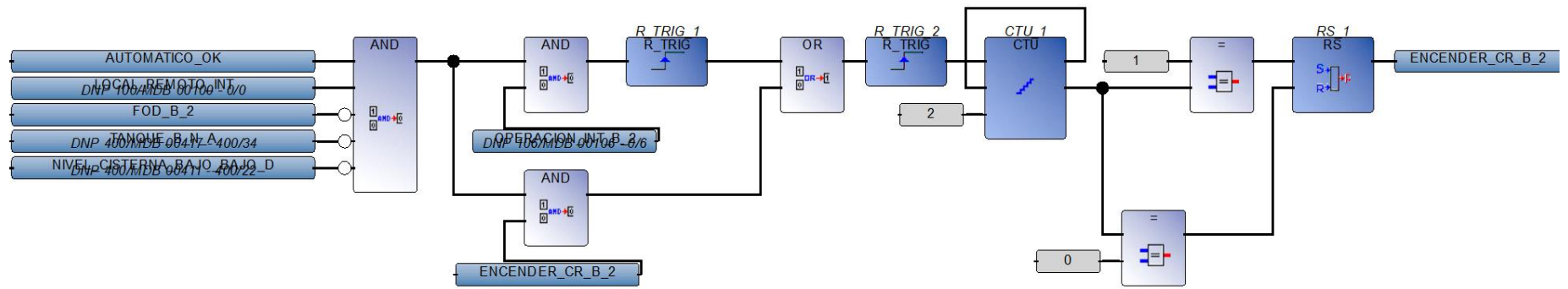
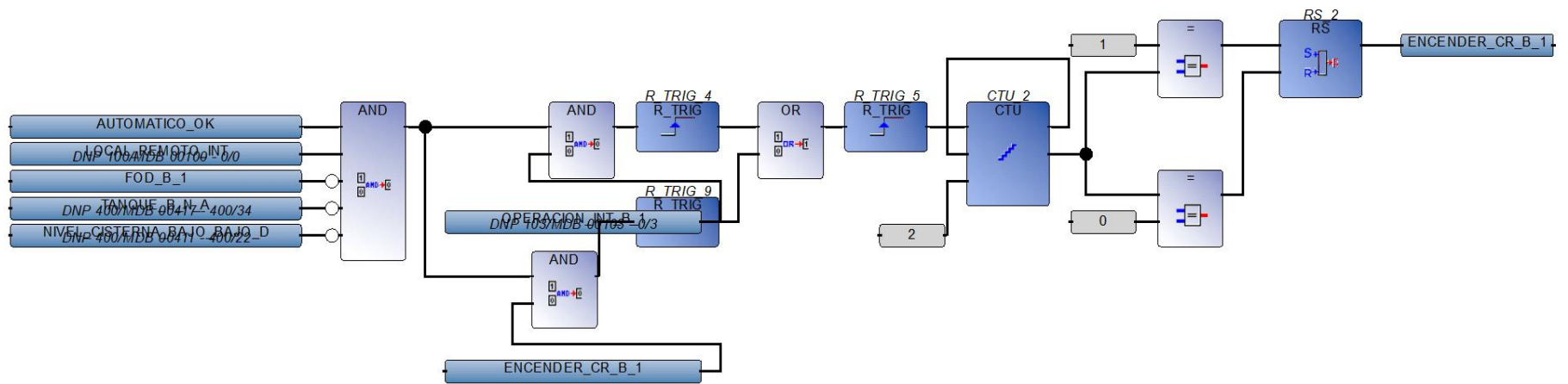
## Remoto Diagram

CONTROL REMOTO: Contro remoto es un manual a distancia, responsabilidad del usuario del sistema SCADA

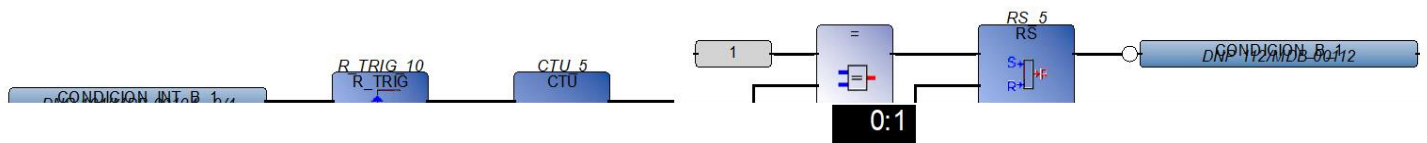


CONTROL DE NIVEL:BOYAS 0 NIVEL 1

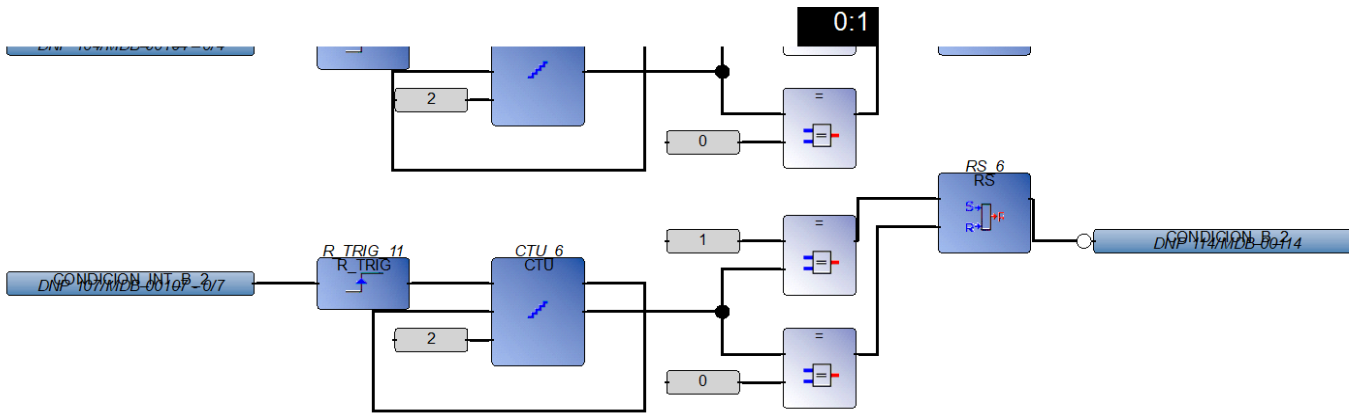




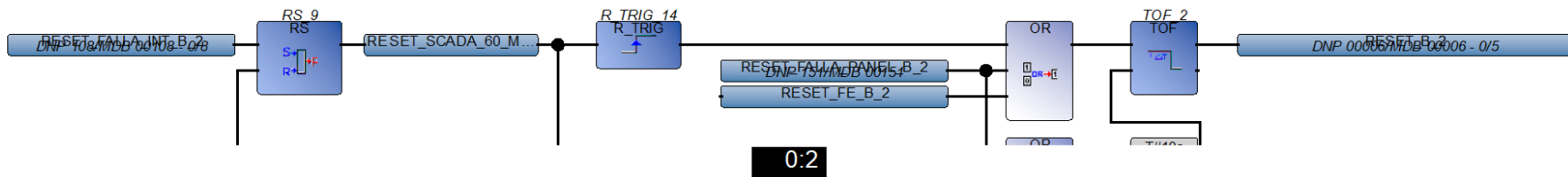
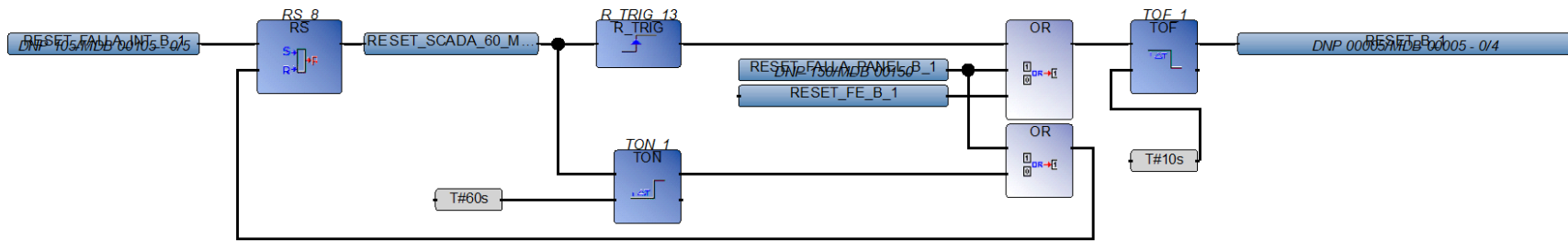
HABILITAR DESHABILITAR BOMBAS



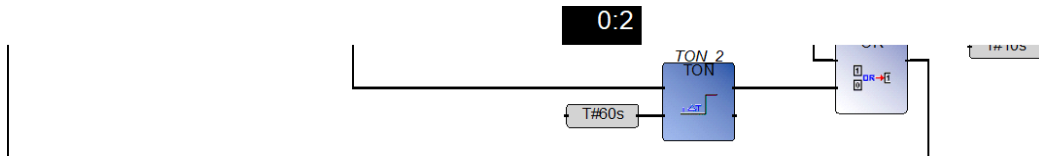




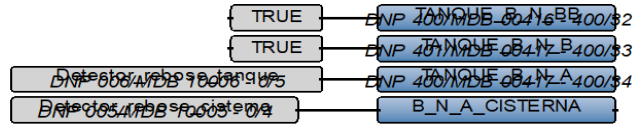
**RESET FALLA DE BOMBAS:** Para reset por segunda oacion desde el SCADA se debe esperar 1min, como metodo de precaucion para motor



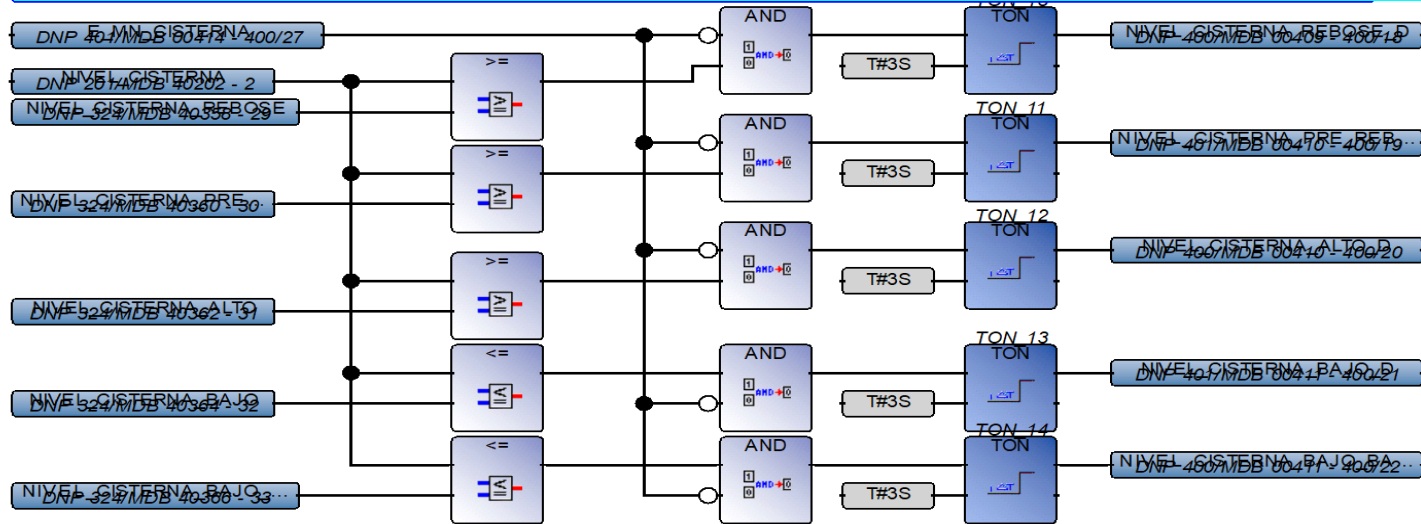
0:2



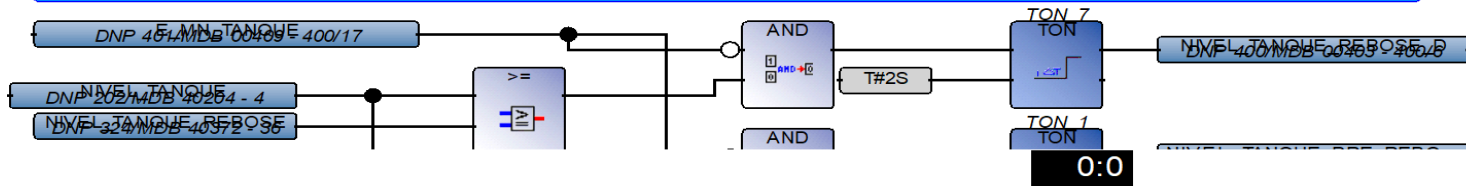
## Variable Diagram

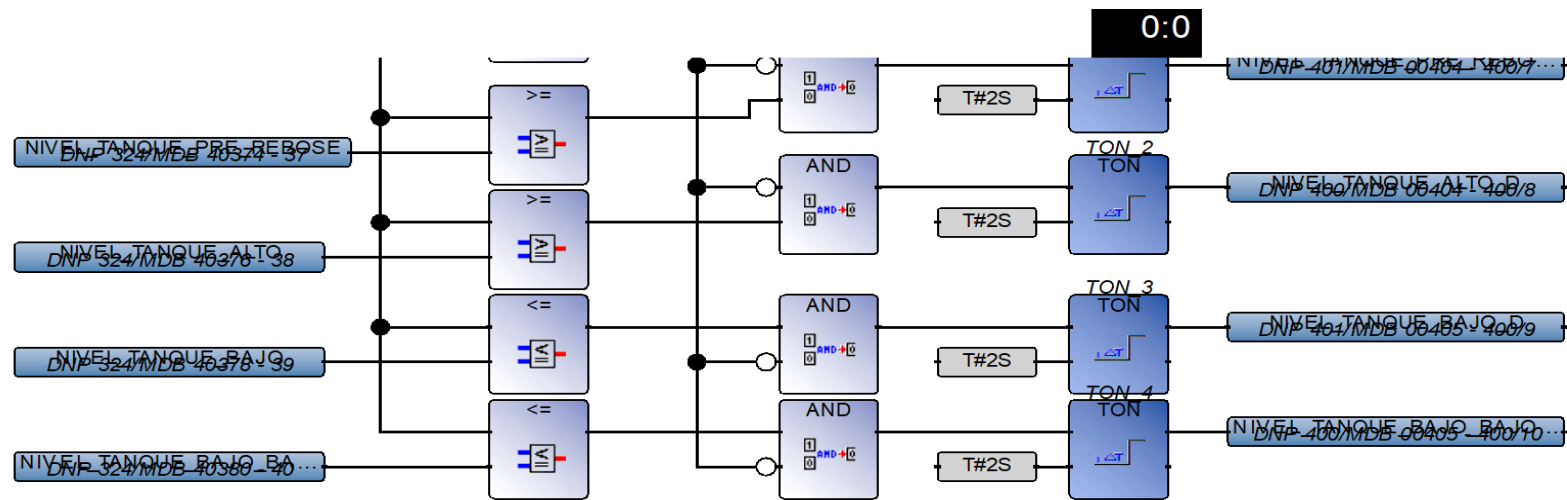


### COMPARADORES NIVEL CISTERNA: BITS DE AYUDA: NIVELES ALTO ALTO, ALTO, BAJO, BAJO BAJO

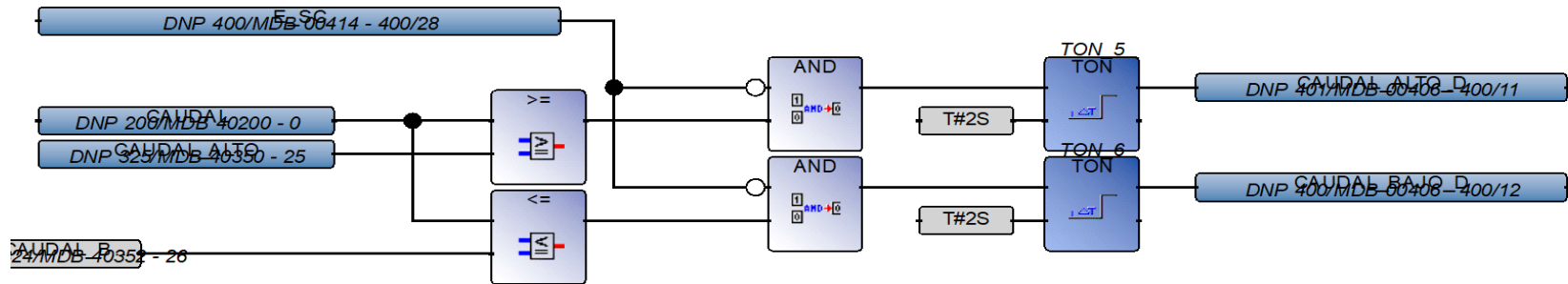


### COMPARADORES NIVEL TANQUE: BITS DE AYUDA: NIVELES ALTO ALTO, ALTO, BAJO, BAJO BAJO

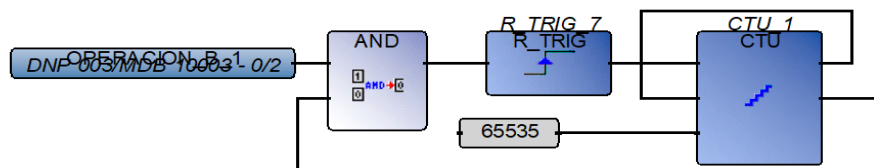




**BITS DE AYUDA: CAUDALES ALTO, BAJO**



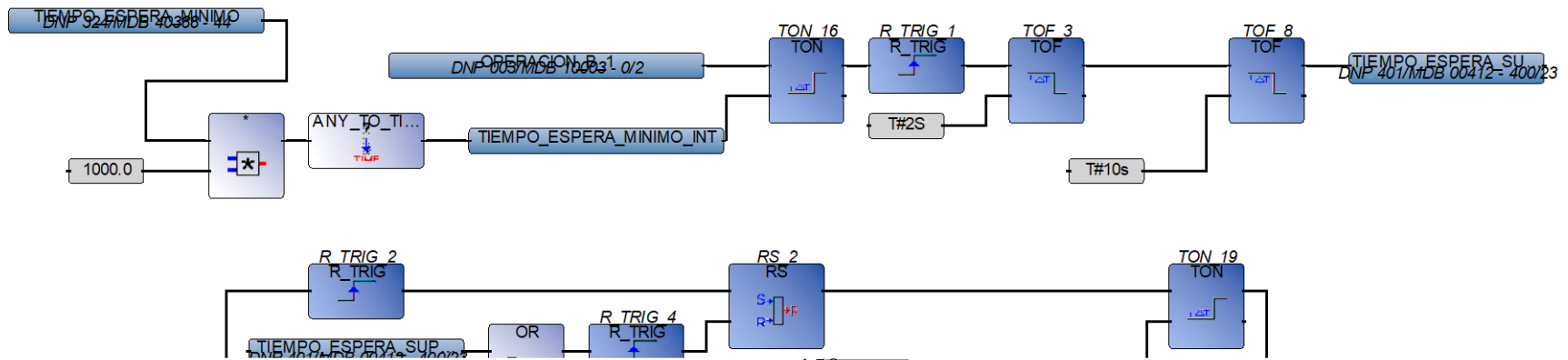
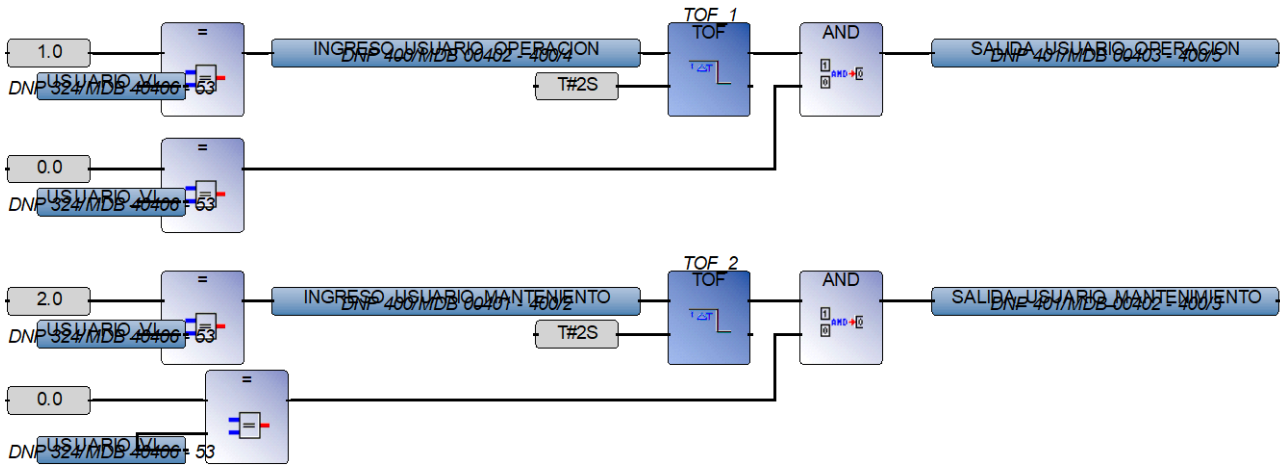
**SUMA DE HOROMETROS DE INICIO Y DE VARIADORES DA IGUAL AL HOROMETRO TOTAL**

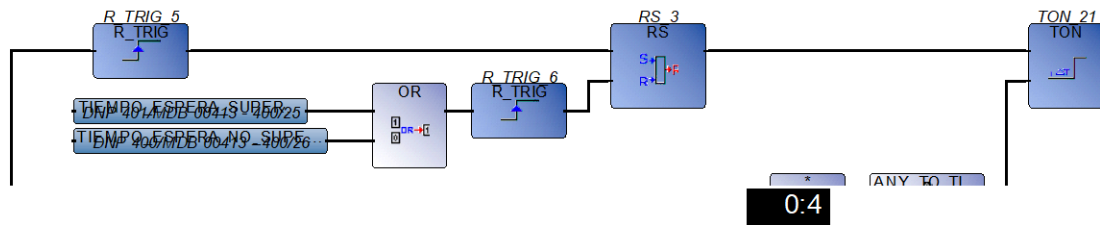
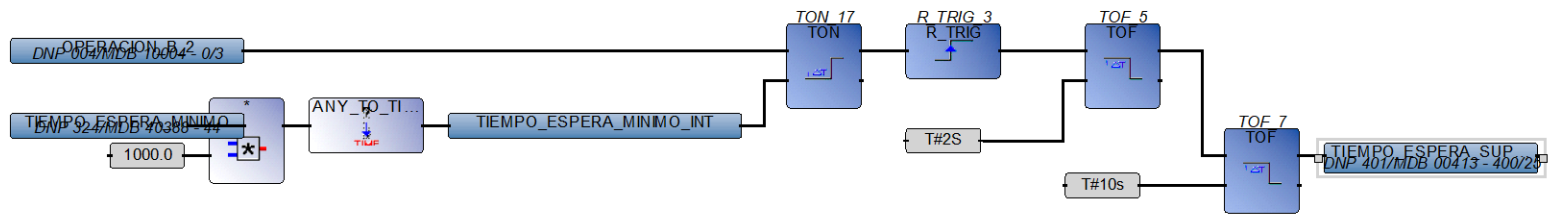
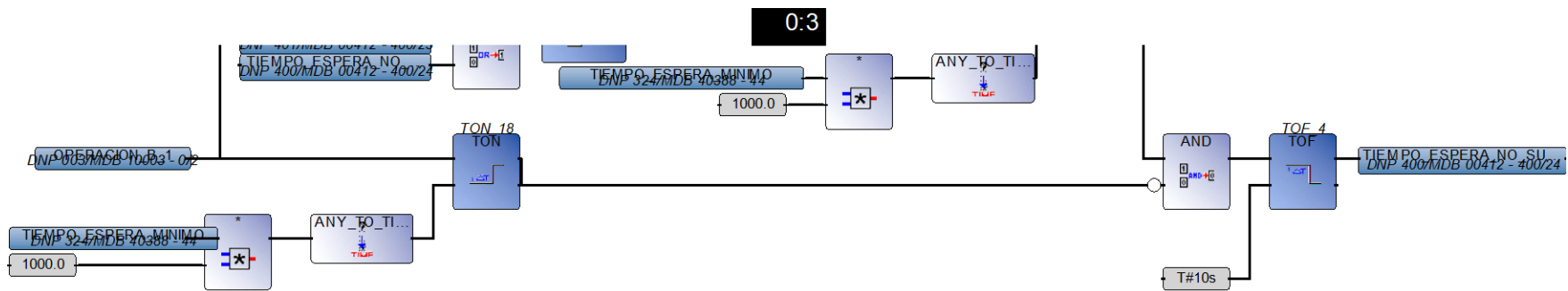


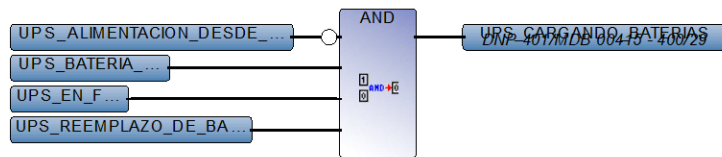
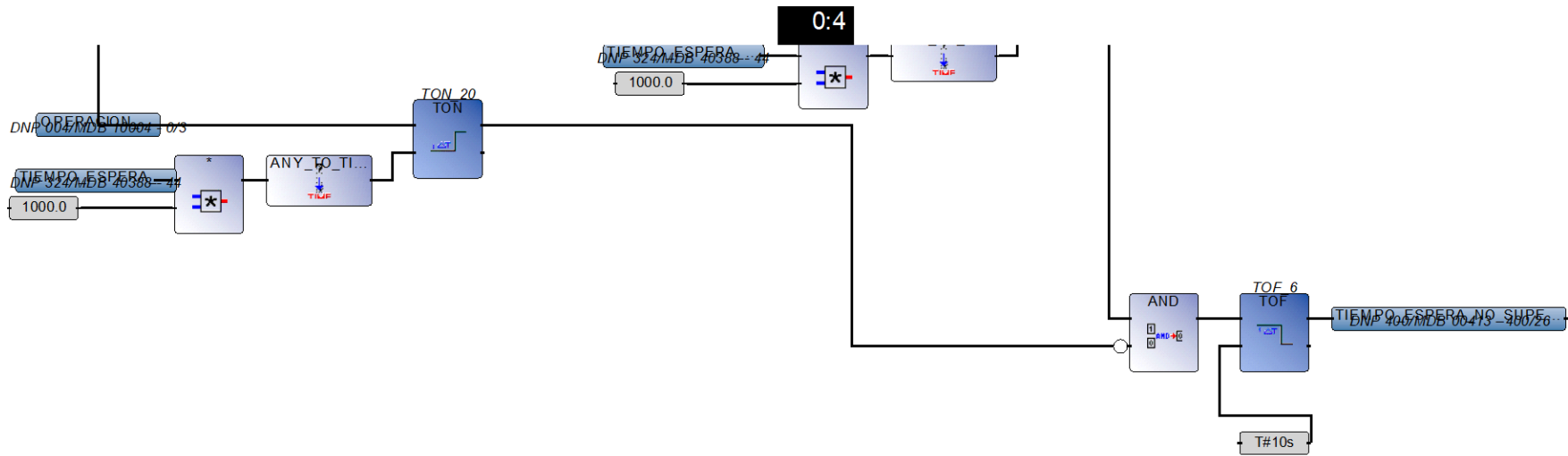


LINP-004/MDB-10004-0/5

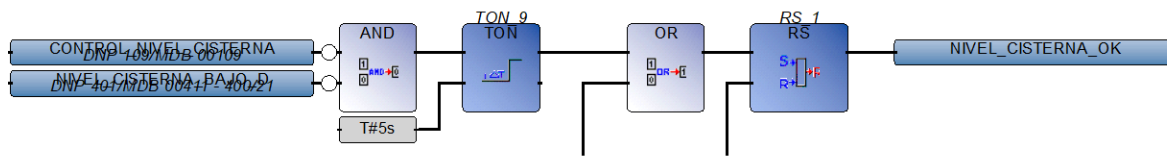
REGISTRO DE INGRESO Y SALIDA DE USUARIOS HMI







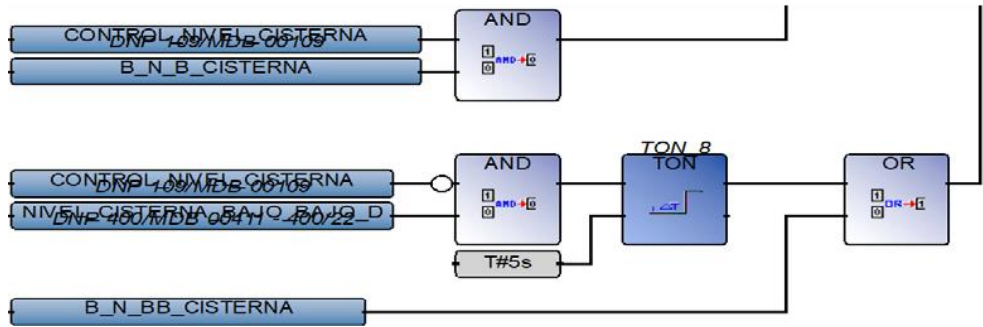
DETECCION DE AGUA SUFICIENTE EN LA CISTERNA PARA PODER ENCENDER LAS BOMBAS



0:5

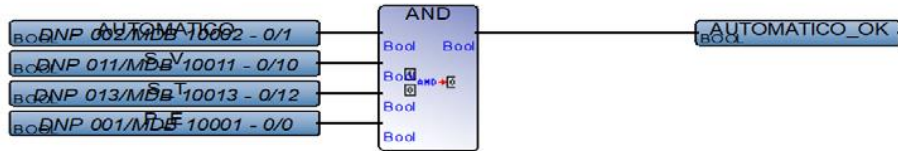


0:5

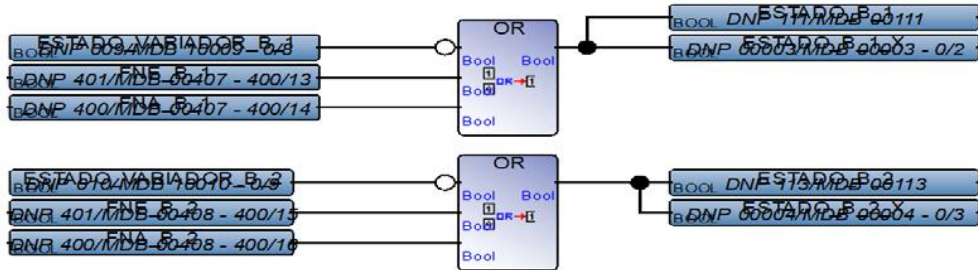


## Fallas Diagram

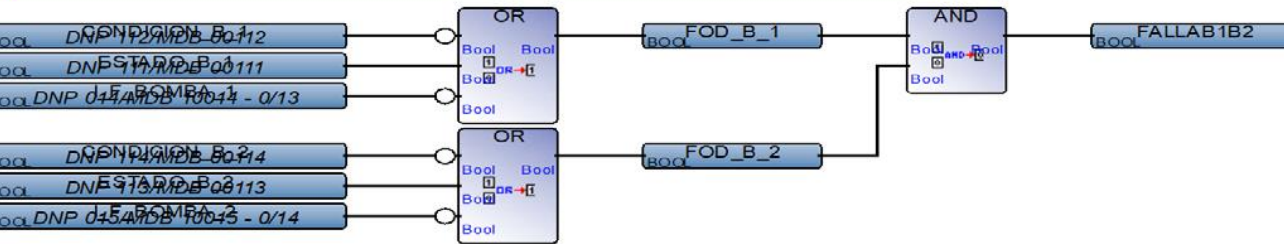
BITS DE APOYO: VERIFICA SI LAS SEÑALES ELECTRICAS ESTAN OK



SUMA DE FALLAS DE CADA BOMBA, INCLUYE DESHABILITACION, NO LAS TOMA EN CUENTA EN LA ALTERNANCIA Y POSTERIOR ENCENDIDO

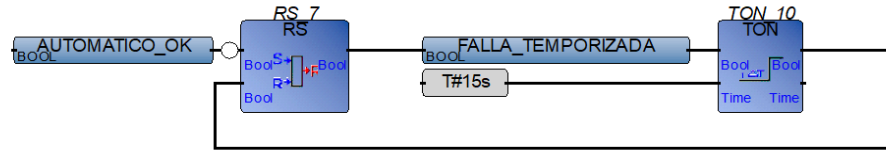


SUMA DE FALLAS DE CADA BOMBA, INCLUYE DESHABILITACION, NO LAS TOMA EN CUENTA EN ALTERNANCIA Y POSTERIOR ENCENDIDO

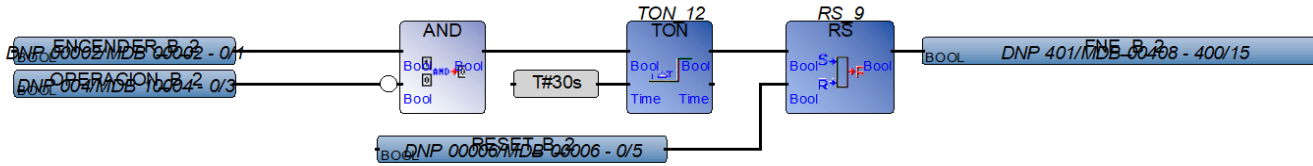
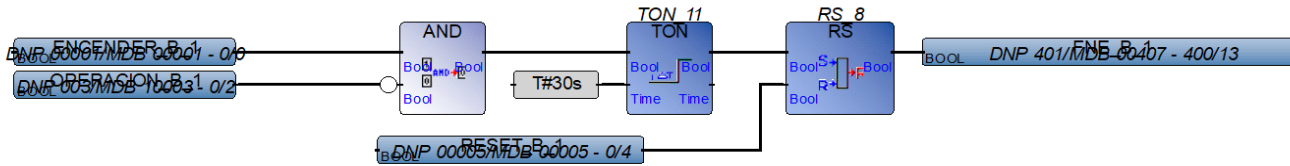


0:0

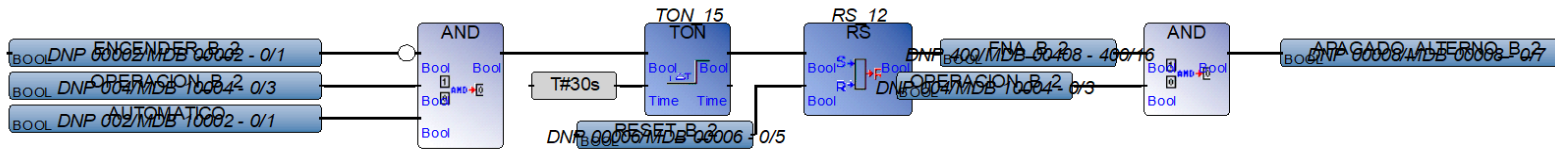
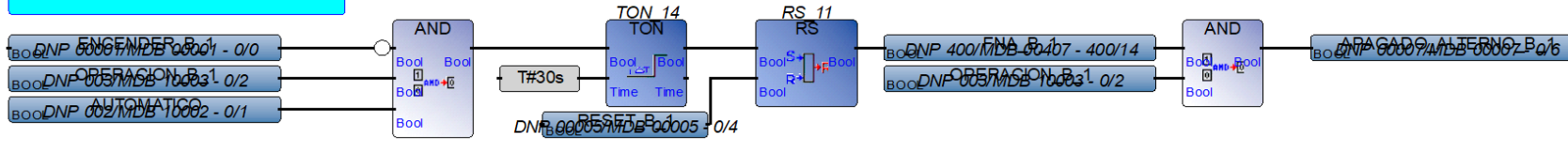
BITS DE APOYO: ESPERA 15 SEG DESPUES DE UNA FALLA ELECTRICA ANTES DE VOLVER A OPERAR



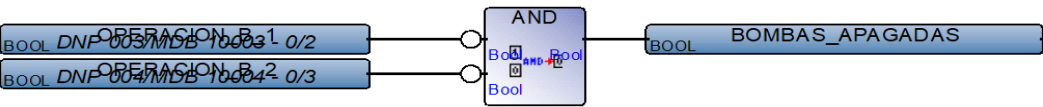
FALLA DE NO ENCIENDE



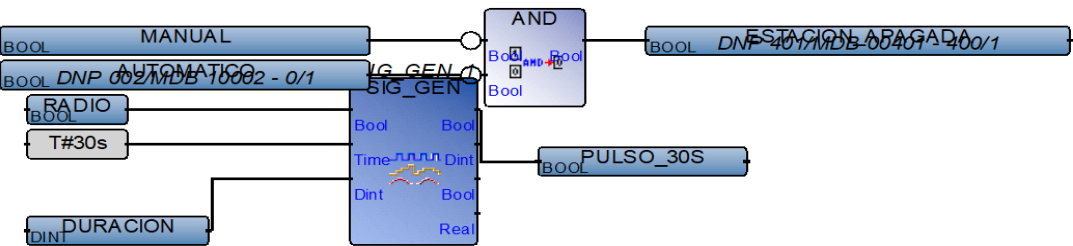
FALLA DE NO APAGA



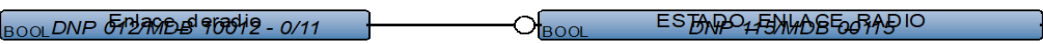
BITS DE APOYO: DETERMINA SI LAS BOMBAS ESTAN APAGADAS



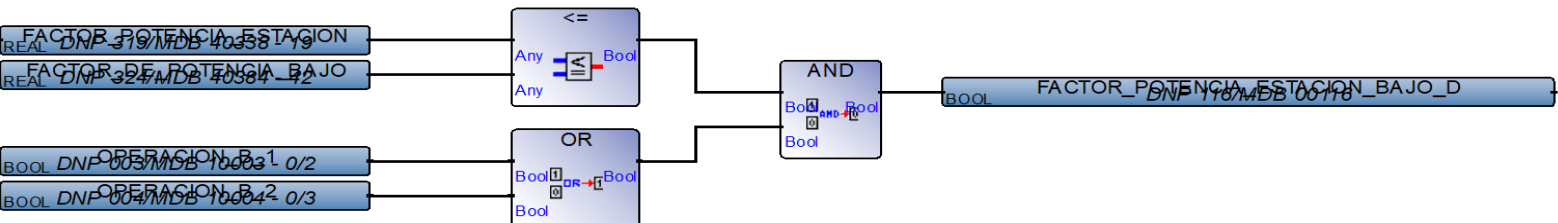
BITS DE APOYO: DETERMINA SI LA ESTACION ESTA APAGADA



BITS DE APOYO: ENLACE DE RADIO EN FALLA



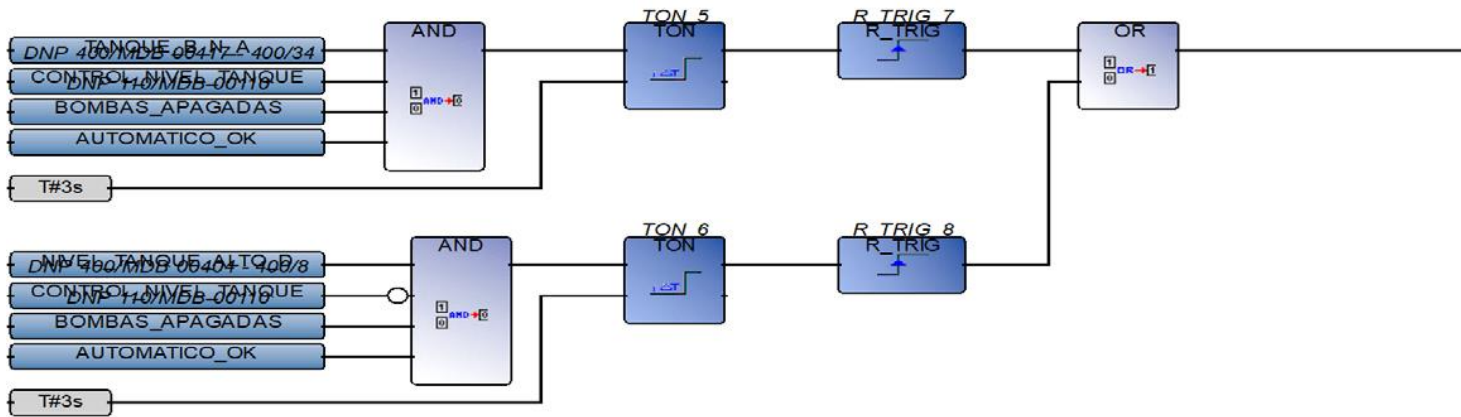
BAJO FACTOR DE POTENCIA CON BOMBEO ENCENDIDO



# Encender Diagram

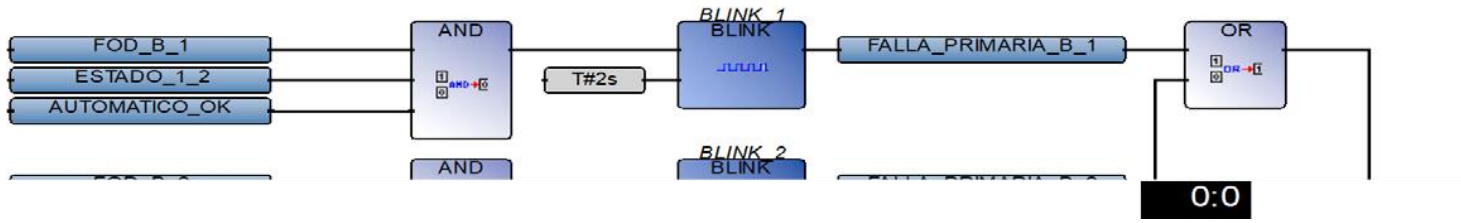
## ALTERNANCIA DE BOMBAS: TANQUE LLENO

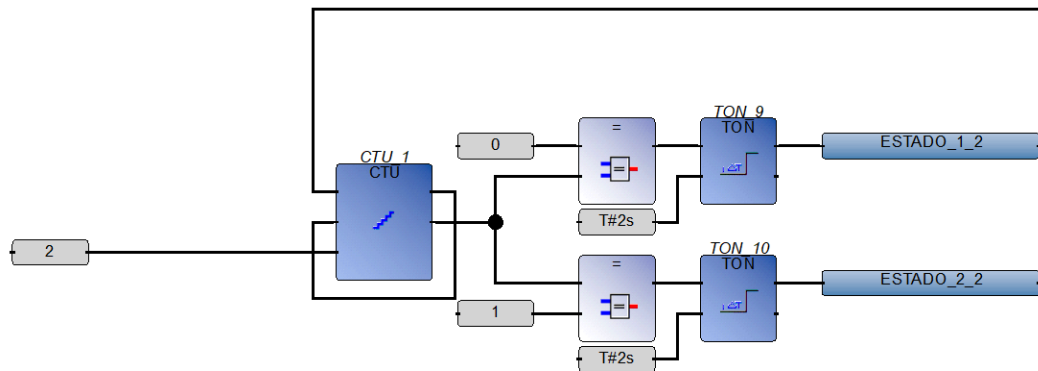
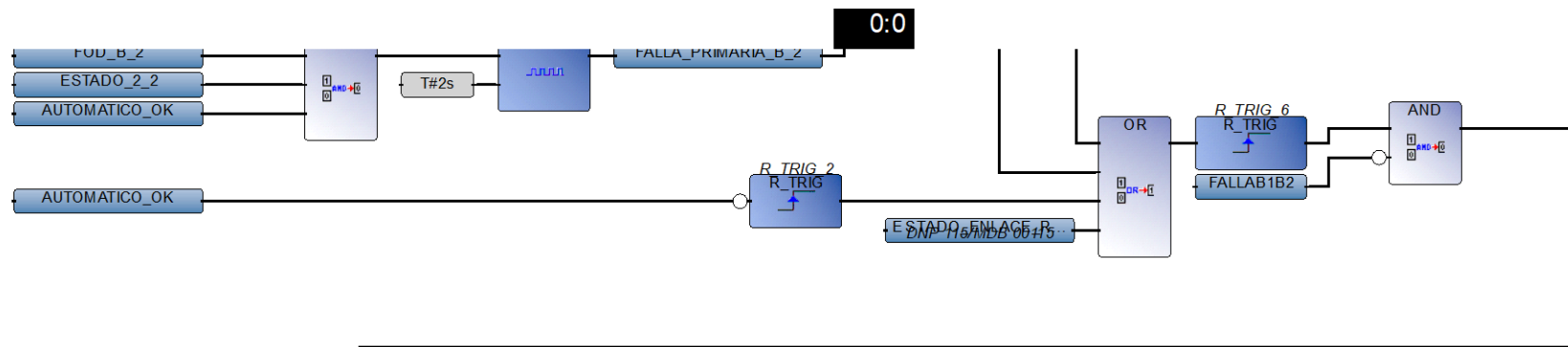
## ALTERNANCIA DE BOMBAS



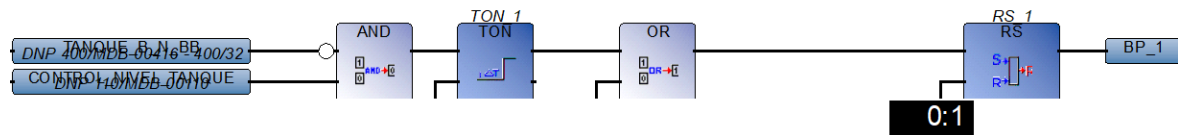
## ALTERNANCIA DE BOMBAS

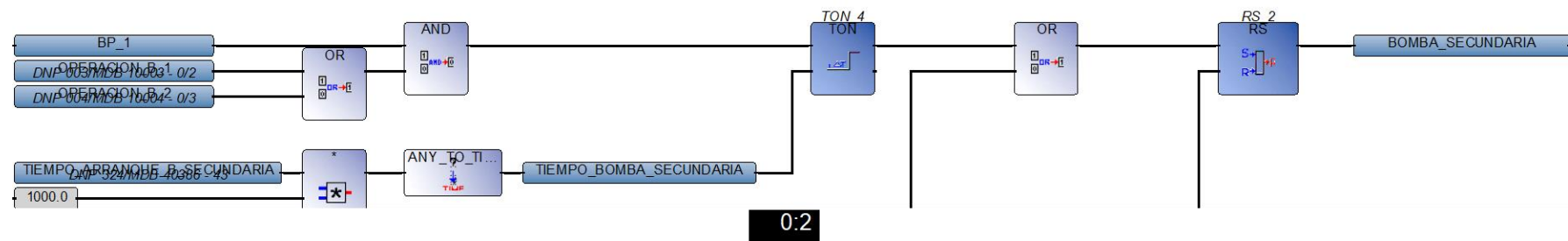
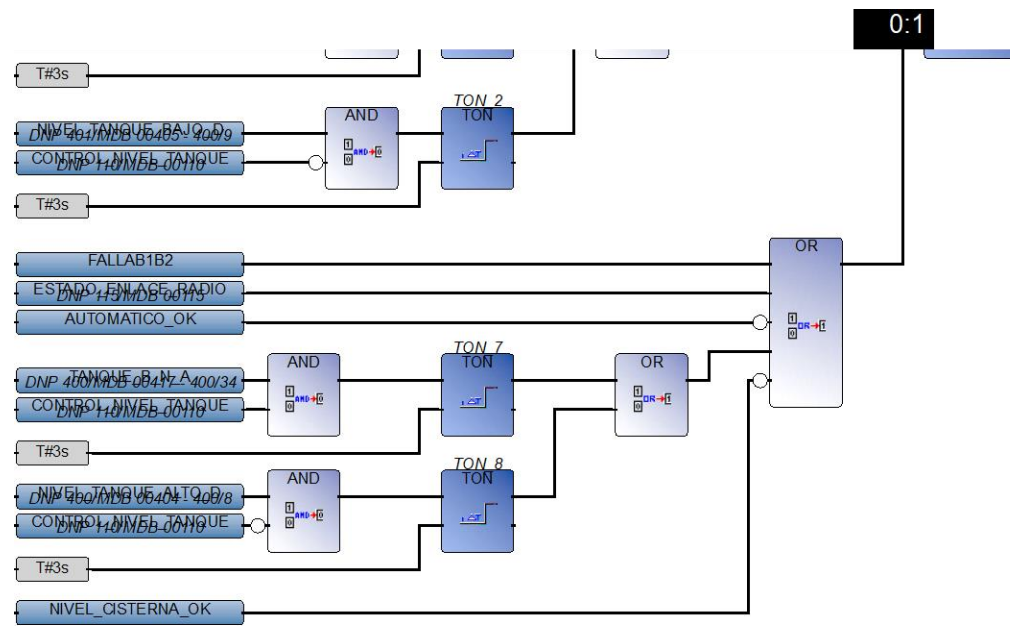
## ALTERNANCIA DE BOMBAS: BOMBA PRIMARIA

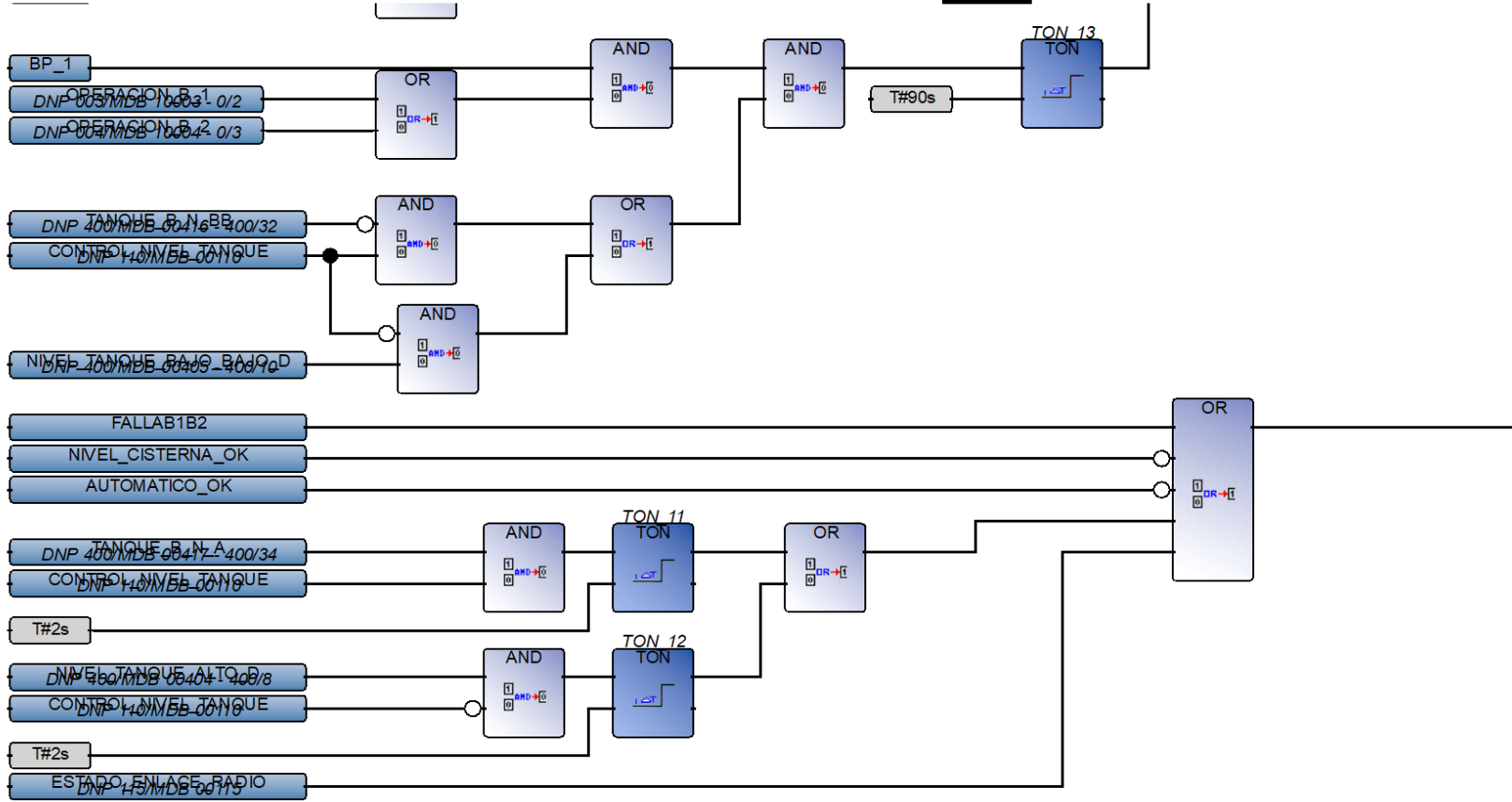




**NECESIDAD DE ENCENDIDO DE UNA BOMBA**

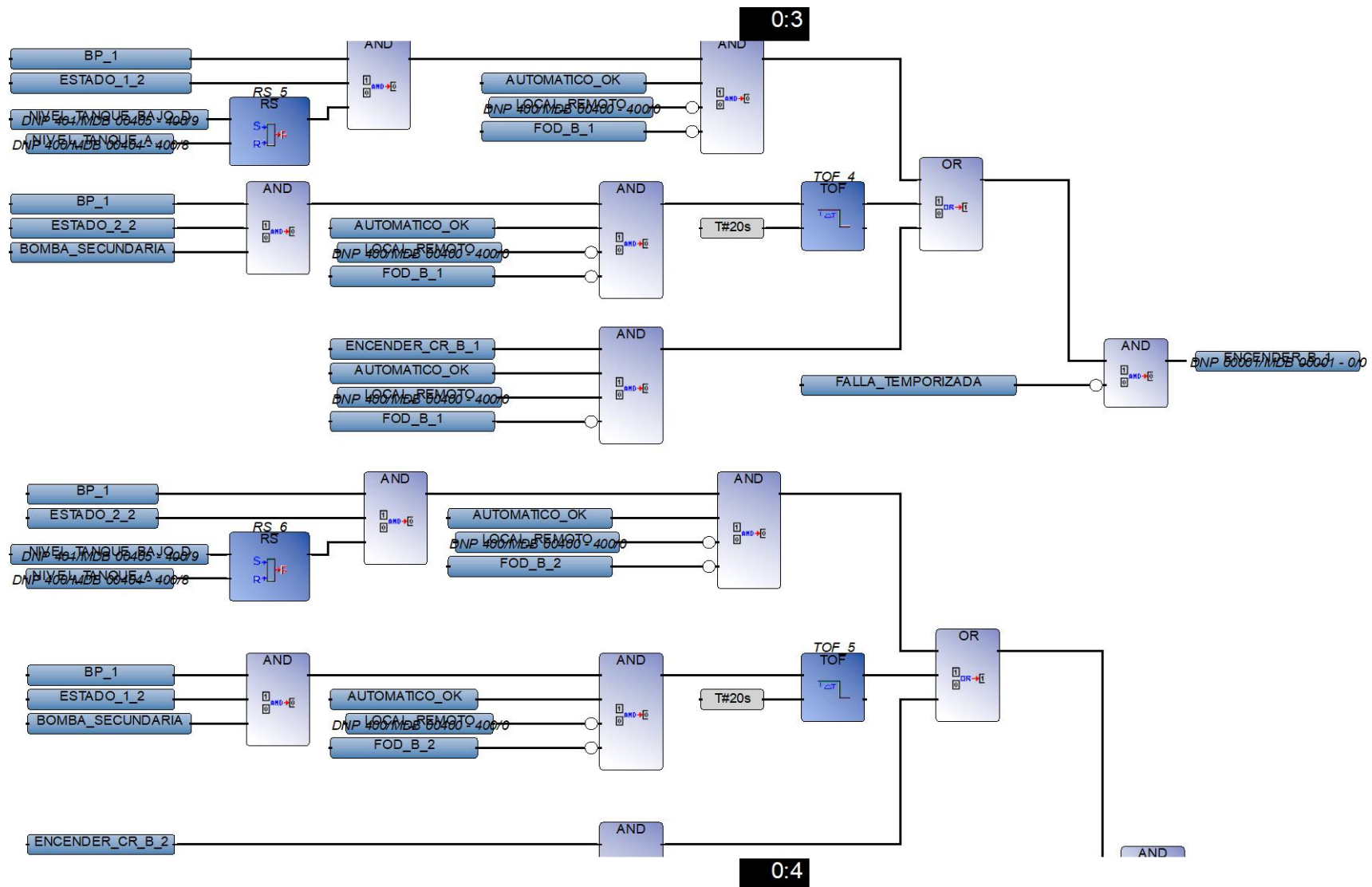


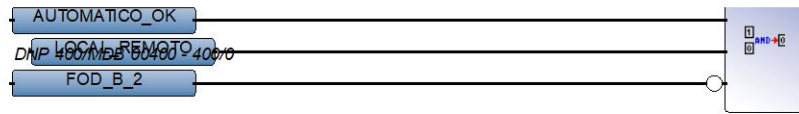




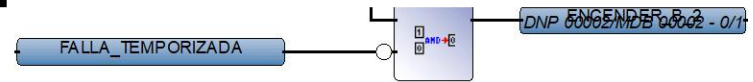
ENCENDIDO DE BOMBAS CONTROL AUTOMATICO-LOCAL



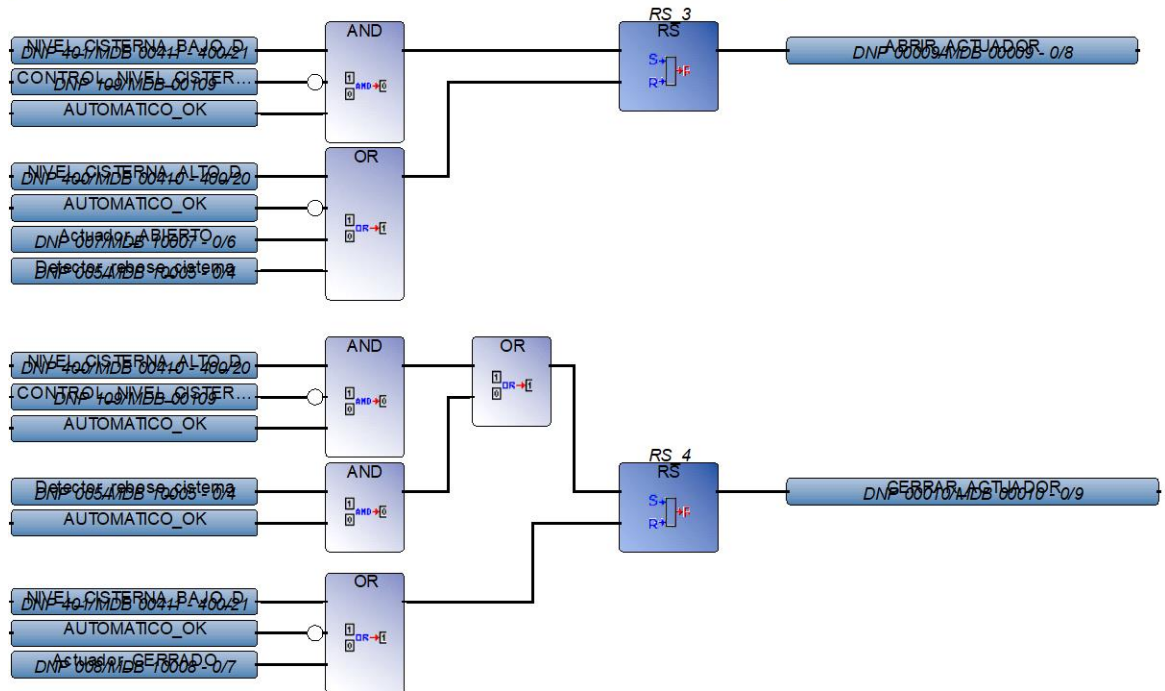




0:4

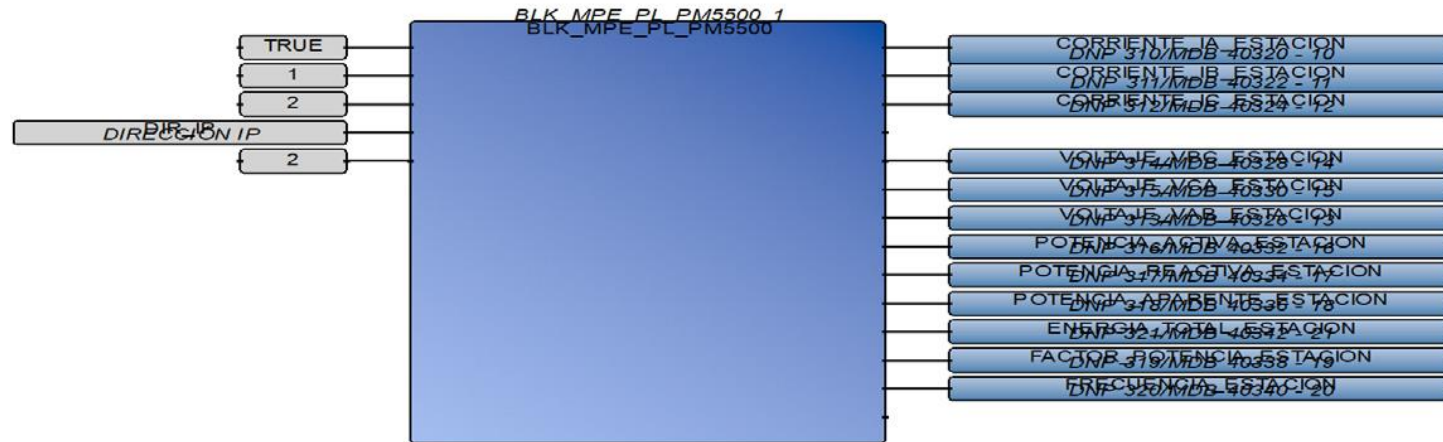


ENCENDIDO DE ACTUADOR ELECTRICO AUTOMATICO-LOCAL

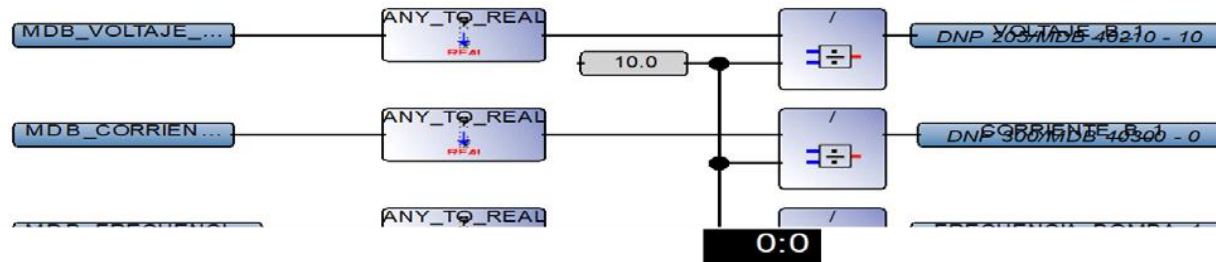


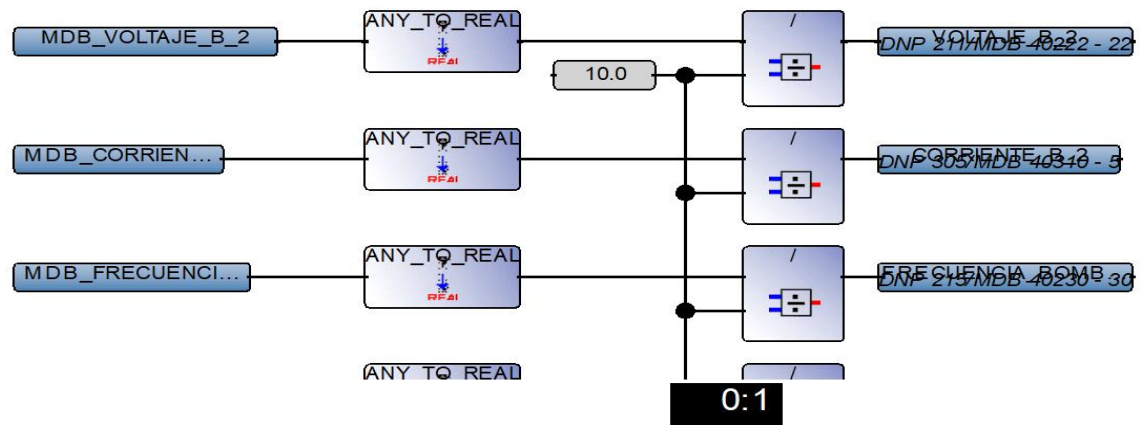
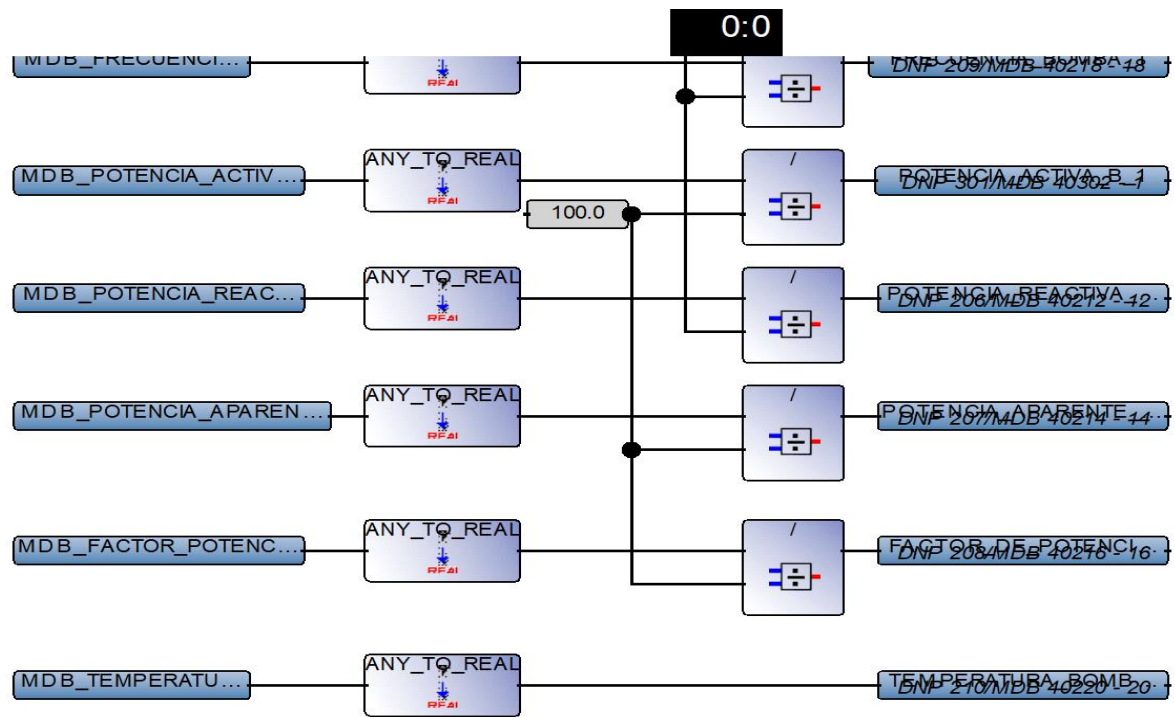
## Modbus Diagram

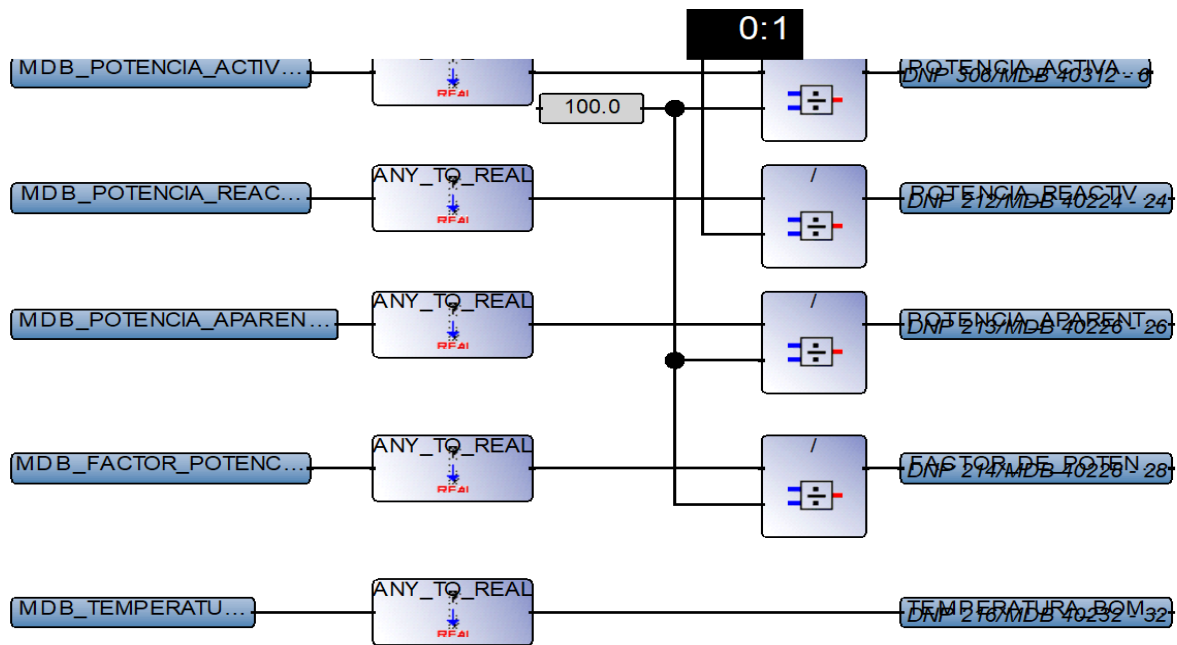
### LECTURA VIA MODBUS SERIAL DE LOS REGISTROS DEL MEDIDOR DE PARAMETROS ELECTRICOS



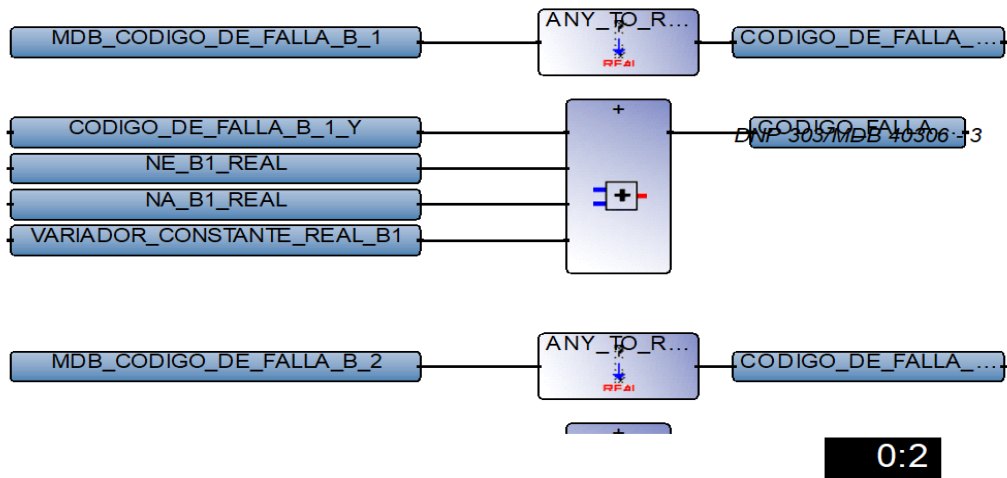
### LECTURA VIA MODBUS TCP DE LOS REGISTROS DE LOS VARIADORES



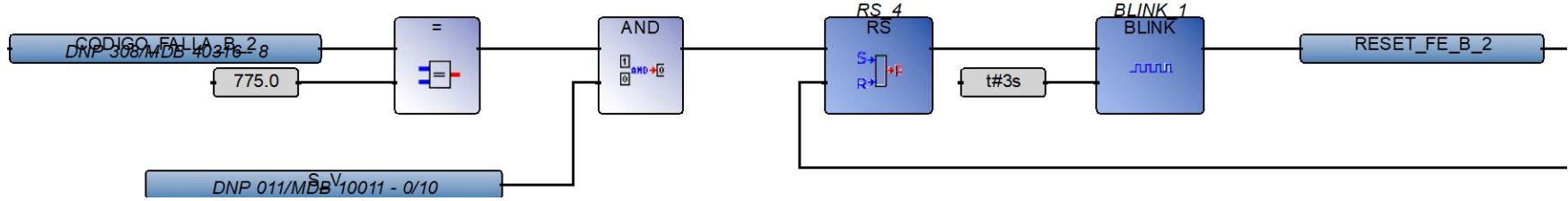
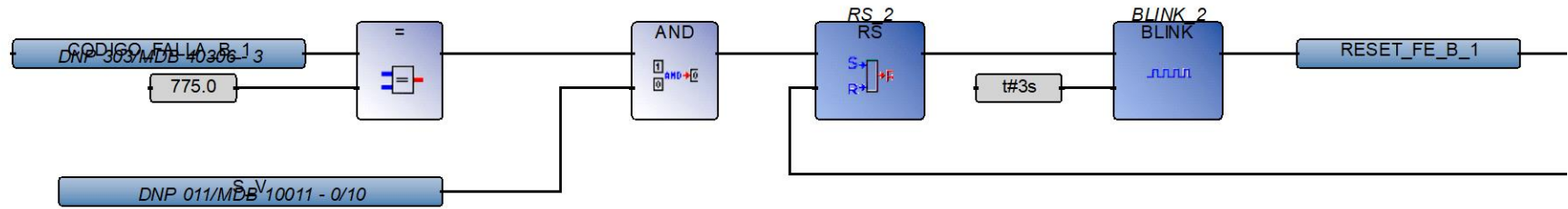
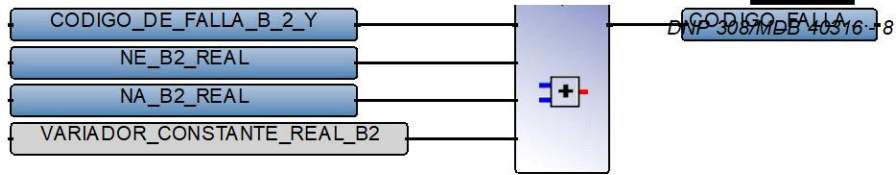




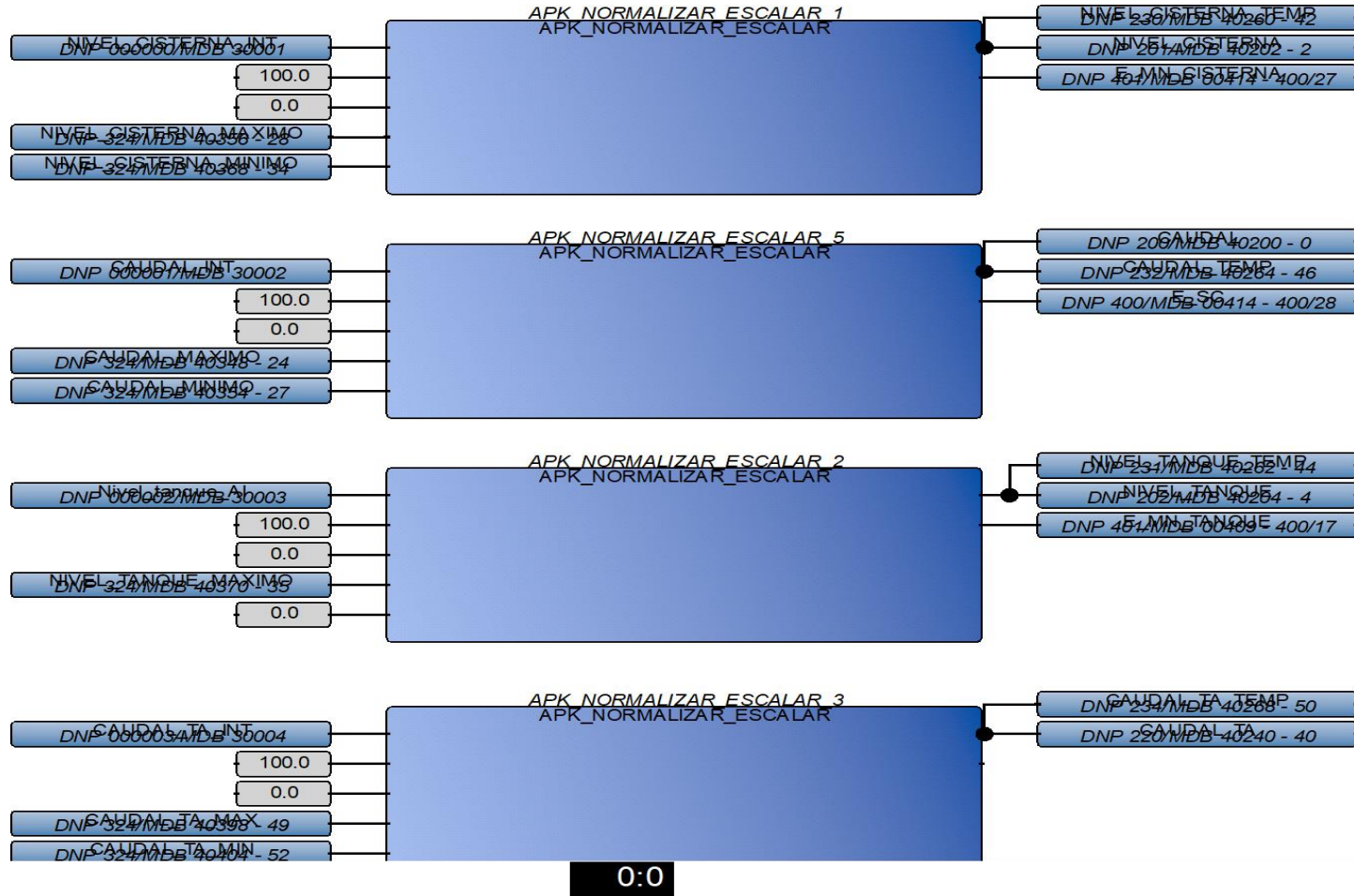
**LECTURA VIA MODBUS TCP DE LAS PALABRAS DE ALARMA DE LOS VARIADORES**

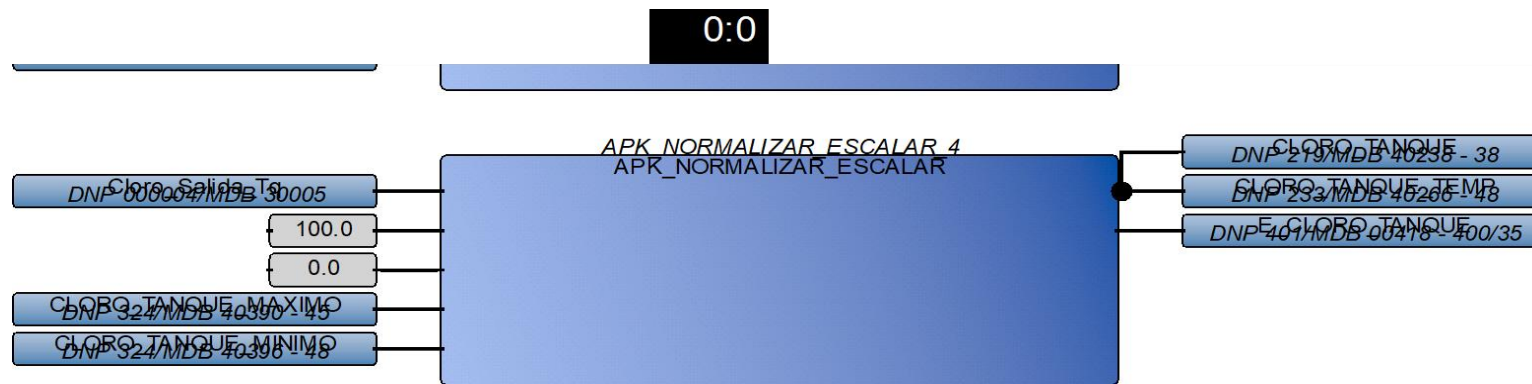


0:2



### Escalament Diagram







## Panel Diagram

```
(*****)
```

```
IF ESTADO_1_2 THEN PRIORIDAD_B_1:=1.0 ;PRIORIDAD_B_2:=2.0;  
END_IF;  
IF ESTADO_2_2 THEN PRIORIDAD_B_1:=2.0 ;PRIORIDAD_B_2:=1.0;  
END_IF;
```

```
(*****)
```

```
IF ESTADO_B_1 THEN CODIGO_DE_FALLA_B_1_Y:=CODIGO_DE_FALLA_B_1_X; ELSE CODIGO_DE_FALLA_B_1_Y:=0.0;  
END_IF;  
IF ESTADO_B_2 THEN CODIGO_DE_FALLA_B_2_Y:=CODIGO_DE_FALLA_B_2_X; ELSE CODIGO_DE_FALLA_B_2_Y:=0.0;  
END_IF;
```

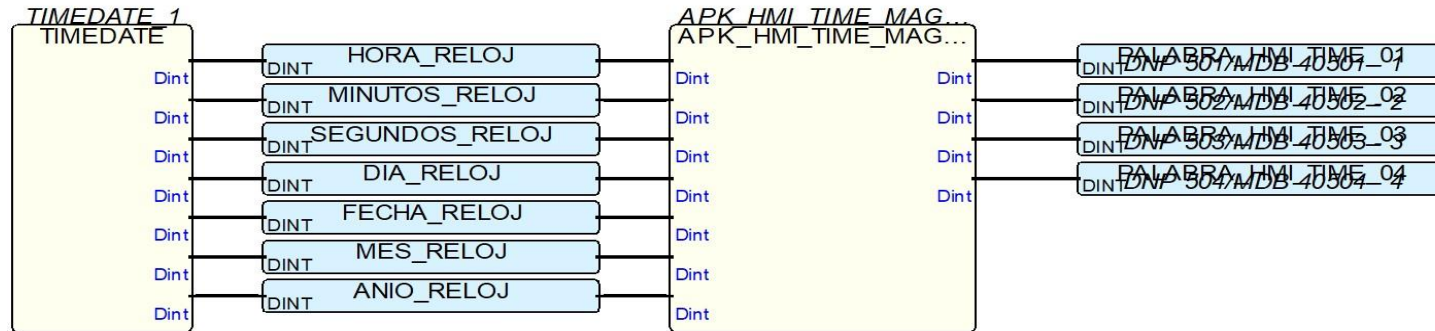
```
IF FNE_B_1 THEN NE_B1_REAL:=100.0; ELSE NE_B1_REAL:=0.0;  
END_IF;  
IF FNA_B_1 THEN NA_B1_REAL:=101.0; ELSE NA_B1_REAL:=0.0;  
END_IF;
```

```
IF FNE_B_2 THEN NE_B2_REAL:=100.0; ELSE NE_B2_REAL:=0.0;  
END_IF;  
IF FNA_B_2 THEN NA_B2_REAL:=101.0; ELSE NA_B2_REAL:=0.0;  
END_IF;
```

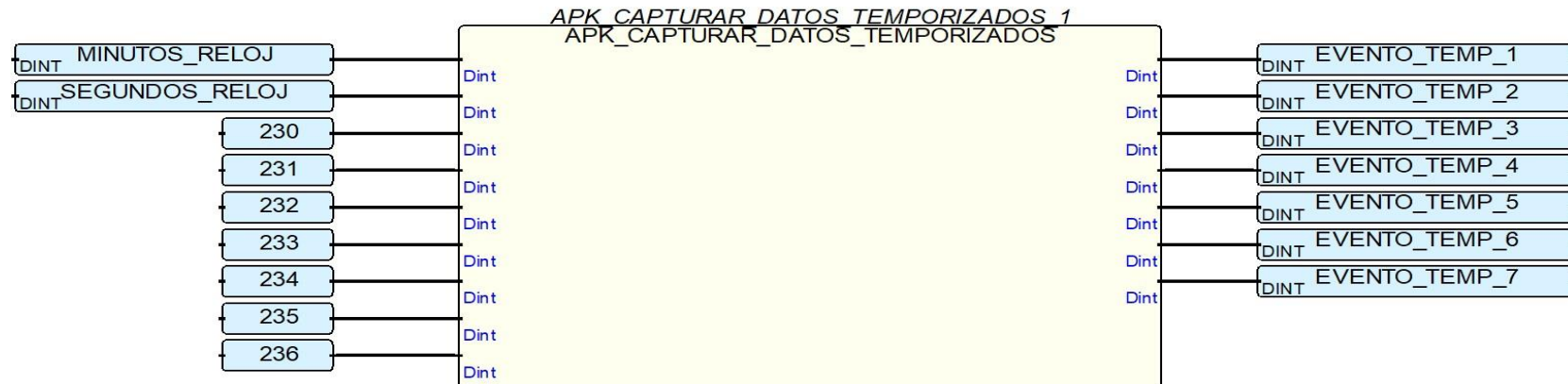
```
(*****)
```

## Temporizados Diagram

### OBTENCIÓN DE DATOS DEL RELOJ INTERNO DE RTU



### DATOS TEMPORIZADOS



### Word2Bit Diagram

```
bit0 :=ANY_TO_BOOL(AND_MASK(ANY_TO_DINT(IN), 1));
bit1 :=ANY_TO_BOOL(AND_MASK(ANY_TO_DINT(IN), 2));
bit2 :=ANY_TO_BOOL(AND_MASK(ANY_TO_DINT(IN), 4));
bit3 :=ANY_TO_BOOL(AND_MASK(ANY_TO_DINT(IN), 8));
bit4 :=ANY_TO_BOOL(AND_MASK(ANY_TO_DINT(IN), 16));
bit5 :=ANY_TO_BOOL(AND_MASK(ANY_TO_DINT(IN), 32));
bit6 :=ANY_TO_BOOL(AND_MASK(ANY_TO_DINT(IN), 64));
bit7 :=ANY_TO_BOOL(AND_MASK(ANY_TO_DINT(IN), 128));
bit8 :=ANY_TO_BOOL(AND_MASK(ANY_TO_DINT(IN), 256));
bit9 :=ANY_TO_BOOL(AND_MASK(ANY_TO_DINT(IN), 512));
bit10 :=ANY_TO_BOOL(AND_MASK(ANY_TO_DINT(IN), 1024));
bit11 :=ANY_TO_BOOL(AND_MASK(ANY_TO_DINT(IN), 2048));
bit12 :=ANY_TO_BOOL(AND_MASK(ANY_TO_DINT(IN), 4096));
bit13 :=ANY_TO_BOOL(AND_MASK(ANY_TO_DINT(IN), 8192));
bit14 :=ANY_TO_BOOL(AND_MASK(ANY_TO_DINT(IN), 16384));
bit15 :=ANY_TO_BOOL(AND_MASK(ANY_TO_DINT(IN), 32768));
```

## Bit2Word Diagram

```
bit_val:=0;

IF bit0 THEN bit_val := bit_val + ANY_TO_INT(EXPT(2.0, 0)); END_IF;
IF bit1 THEN bit_val := bit_val + ANY_TO_INT(EXPT(2.0, 1)); END_IF;
IF bit2 THEN bit_val := bit_val + ANY_TO_INT(EXPT(2.0, 2)); END_IF;
IF bit3 THEN bit_val := bit_val + ANY_TO_INT(EXPT(2.0, 3)); END_IF;
IF bit4 THEN bit_val := bit_val + ANY_TO_INT(EXPT(2.0, 4)); END_IF;
IF bit5 THEN bit_val := bit_val + ANY_TO_INT(EXPT(2.0, 5)); END_IF;
IF bit6 THEN bit_val := bit_val + ANY_TO_INT(EXPT(2.0, 6)); END_IF;
IF bit7 THEN bit_val := bit_val + ANY_TO_INT(EXPT(2.0, 7)); END_IF;
IF bit8 THEN bit_val := bit_val + ANY_TO_INT(EXPT(2.0, 8)); END_IF;
IF bit9 THEN bit_val := bit_val + ANY_TO_INT(EXPT(2.0, 9)); END_IF;
IF bit10 THEN bit_val := bit_val + ANY_TO_INT(EXPT(2.0, 10)); END_IF;
IF bit11 THEN bit_val := bit_val + ANY_TO_INT(EXPT(2.0, 11)); END_IF;
IF bit12 THEN bit_val := bit_val + ANY_TO_INT(EXPT(2.0, 12)); END_IF;
IF bit13 THEN bit_val := bit_val + ANY_TO_INT(EXPT(2.0, 13)); END_IF;
IF bit14 THEN bit_val := bit_val + ANY_TO_INT(EXPT(2.0, 14)); END_IF;
IF bit15 THEN bit_val := bit_val + ANY_TO_INT(EXPT(2.0, 15)); END_IF;

Out:=bit_val;
```

## **dnpTimerCntn Diagram**

(\* This FB operates a timer and includes a counter that is incremented each time the timer is restarted. This FB is ideal for recording motor/pump starts and runtime.

The timer and starts counter have values retained in the specified DNP3 points.

Time is saved in the DNP3 point as the number of hours in REAL format. There is no maximum value for this timer when observed at the timerHrs output. However, the optional timerVar output is in TIME variable format and has a maximum set by the IEC61131-3 standard: 1193h2m47s294ms, which is about 49 days.

If the timer exceeds 1193h2m47s294ms, the timerVar output will rollover, while the timerHrs output will continue to accumulate time correctly.

If DNP point does not exist the error code 1 is returned, otherwise 0 is returned.

```
*)
(* STARTUP: if this program restarts, initialize counter and timer from values retined in DNP3 points *)
if (NOT initialized) THEN
    initialized := TRUE;

    (* reload start counter from DNP3 point *)
    rdrec_an_1(counterPoint, AIN);
    iCounter    := rdrec_an_1.oraw;

    (* error code = 1 will be returned if the DNP counterPoint does not exist; it returns 0 if point does exist *)
    errorCode   := rdrec_an_1.status;

    (* reload hour timer from DNP3 point *)
    rdrec_an_1(timerPoint, AIN);
    timeInhoursLast    := rdrec_an_1.oeng;
    timeInhoursCurrent := timeInhoursLast;

    (* check error code only if an error has not already occurred for counterPoint *)
```

```

    if (errorCode = 0) then
        (* error code = 1 will be returned if the DNP timerPoint does not exist; it returns 0 if point does
exist *)
        errorCode := rdrec_an_1.status;
    end_if;
end_if;

(* RESET ON: zero counter and timer on the rising edge of reset input *)
R_TRIG_1(reset);
if R_TRIG_1.Q then
    iCounter           := 0;
    timeInhoursLast    := 0.0;
    timeInhoursCurrent := 0.0;

    (* turn OFF timer to reset it *)
    TON_1(FALSE, t#49d);
end_if;

(* STARTS: increment start counter on a rising edge of timerOn input *)
R_TRIG_2(timerOn);
if R_TRIG_2.Q then
    iCounter := iCounter + 1;
end_if;

(* set FB output *)
(* TIMER OFF: save last timer value on the falling edge of timerOn input *)
F_TRIG_1(timerOn);
if F_TRIG_1.Q then
    (* save current time as last time *)
    timeInhoursLast := timeInhoursCurrent;

    (* turn OFF timer to reset it *)
    TON_1(FALSE, t#49d);
end_if;

(* TIMER ON: advance timer when timerOn input is TRUE *)

```

```

if (timerOn) then
  (* get current timer value *)
  TON_1(TRUE, t#49d);

  if (TON_1.Q) then
    (* time has reached 49 days = maximum for a TIME variable:
    increment timeInhoursLast by 49 days and zero TON *)
    timeInhoursLast := timeInhoursLast + ANY_TO_REAL(TON_1.ET) / 3600000.0;

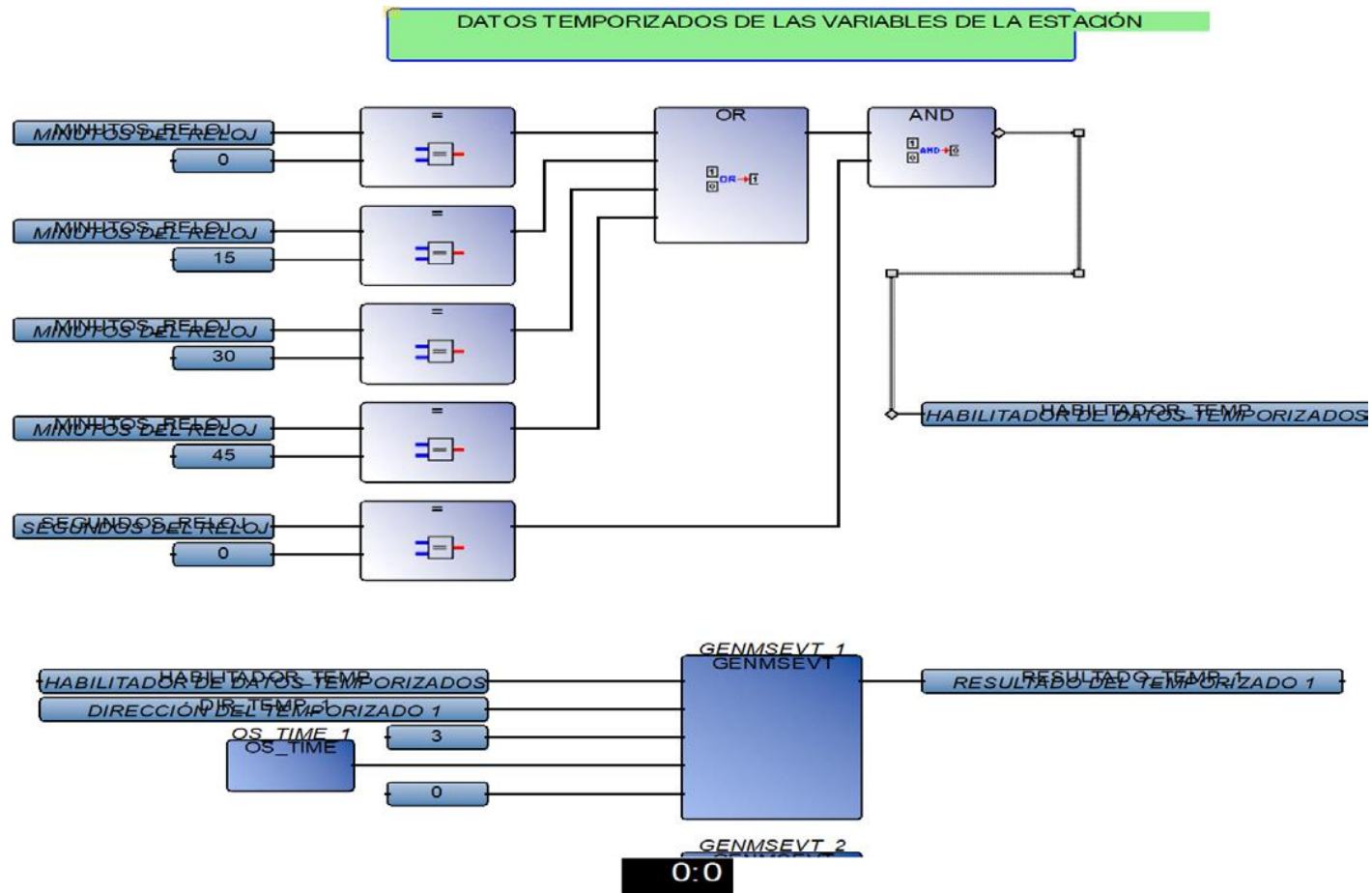
    (* toggle timer input to reset time to 0 ms *)
    TON_1(FALSE, t#49d);
    TON_1(TRUE, t#49d);
  end_if;

  (* total time is the sum in hours of the last accumulated time plus the current timer value *)
  timeInhoursCurrent := timeInhoursLast + ANY_TO_REAL(TON_1.ET) / 3600000.0;
end_if;

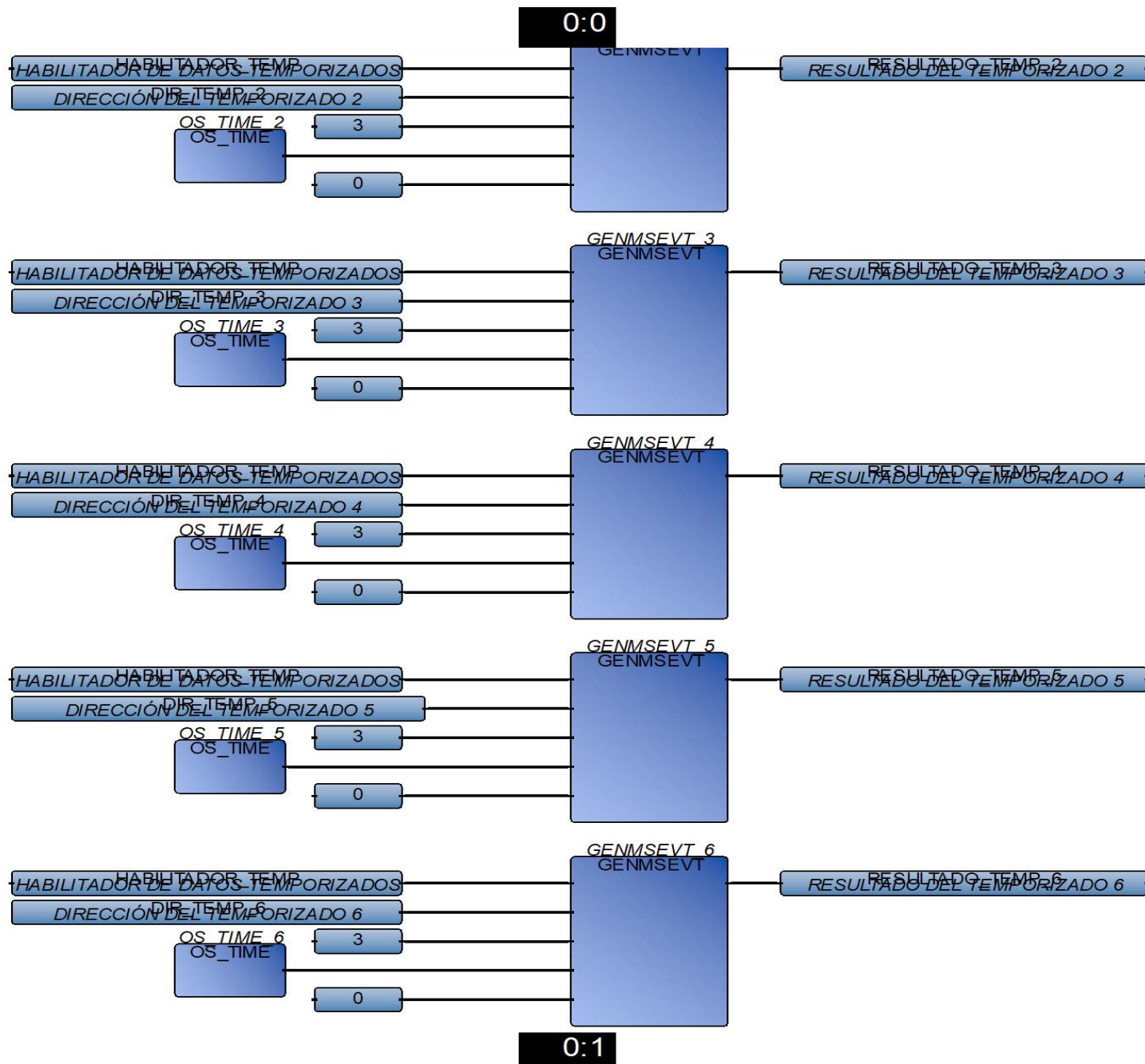
(* set FB outputs *)
timerHrs      := timeInhoursCurrent;
timerVar      := ANY_TO_TIME(timeInhoursCurrent * 3600000.0); (* convert hours to ms and then to TIME format *)
counterStarts := iCounter;
errorValue    := errorCode;

```

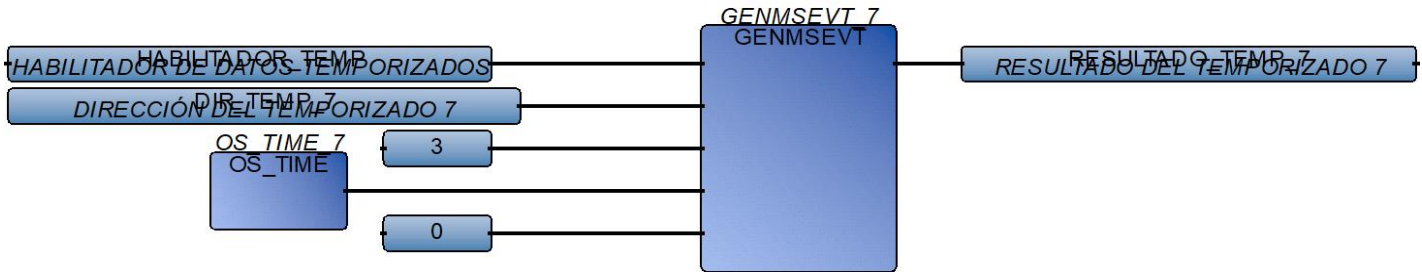
APK\_CAPTURED\_DATA\_TEMPORIZED Diagram







0:1



### APK\_HMI\_TIME\_MAGELIS Diagram

```
VAT_1 := ANY_TO_INT(SEGUNDO) * 256 ;  
VAT_1 := ANY_TO_INT(DIA_SEMANA) + VAT_1 ;
```

```
VAT_2 := ANY_TO_INT(HORA) * 256 ;  
VAT_2 := ANY_TO_INT(MINUTO) + VAT_2 ;
```

```
VAT_3 := ANY_TO_INT(MES) * 256 ;  
VAT_3 := ANY_TO_INT(DIA_MES) + VAT_3 ;
```

```
ANIO_PRIEMROS2 := ANY_TO_INT(ANIO) / 100 ;  
VAT_4 := ANY_TO_INT(ANIO_PRIEMROS2) * 256 ;  
ANIO_SEGUNDOS2 := ANY_TO_INT(ANIO) - 2000 ;  
VAT_4 := ANY_TO_INT(ANIO_SEGUNDOS2) + VAT_4 ;
```

```
PALABRA_1 := ANY_TO_DINT(VAT_1) ;  
PALABRA_2 := ANY_TO_DINT(VAT_2) ;  
PALABRA_3 := ANY_TO_DINT(VAT_3) ;  
PALABRA_4 := ANY_TO_DINT(VAT_4) ;
```

### **APK\_LIMIT\_REAL Diagram**

(\*INICIO\*)

```
IF VARIABLE_ENTRADA >= MIN_LIMIT AND VARIABLE_ENTRADA <= MAX_LIMIT THEN OUTPUT := VARIABLE_ENTRADA; END_IF;
```

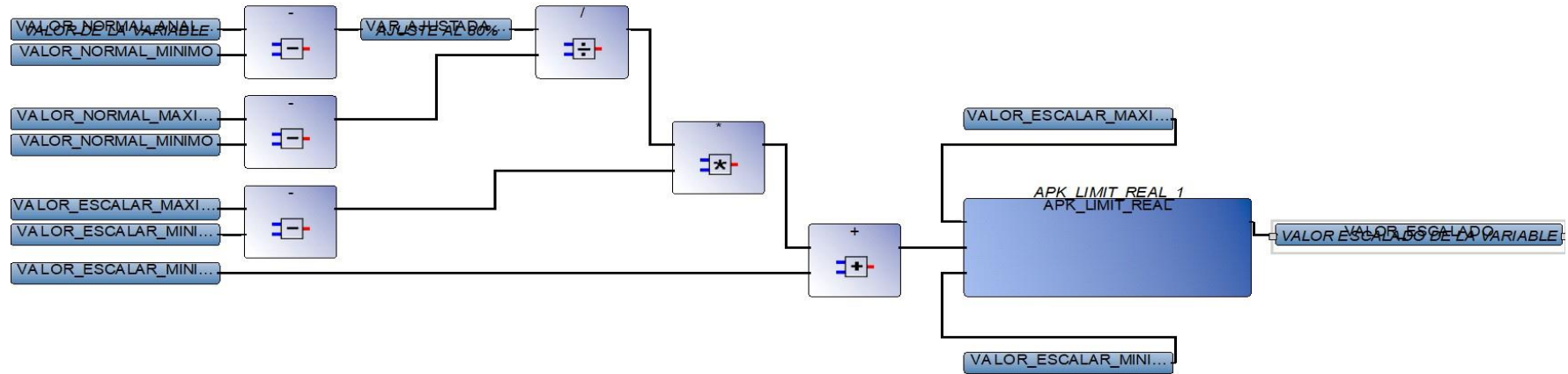
```
IF VARIABLE_ENTRADA <= MIN_LIMIT THEN OUTPUT := MIN_LIMIT; END_IF;
```

```
IF VARIABLE_ENTRADA >= MAX_LIMIT THEN OUTPUT := MAX_LIMIT; END_IF;
```

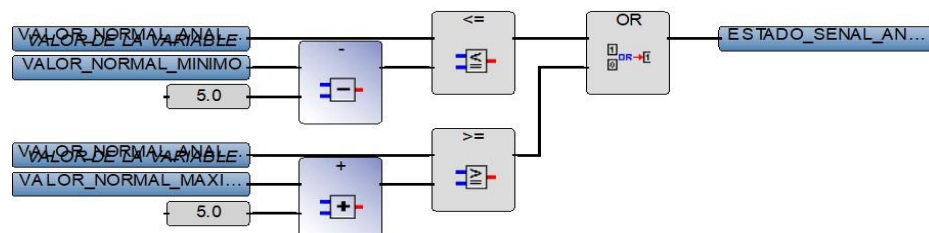
(\*FIN\*)

## APK\_NORMALIZAR\_ESCALAR Diagram

$$\text{Valor Escalado} = \left( \frac{\text{Valor Normal} - \text{Valor Normal Minimo}}{\text{Valor normal Maximo} - \text{Valor Normal Minimo}} \right) \times (\text{Valor escalado maximo} - \text{Valor escalado minmo})$$



## COMPROBACIÓN DE ESTADO DE SEÑAL ANALÓGICA



### **APK\_SEL\_REAL Diagram**

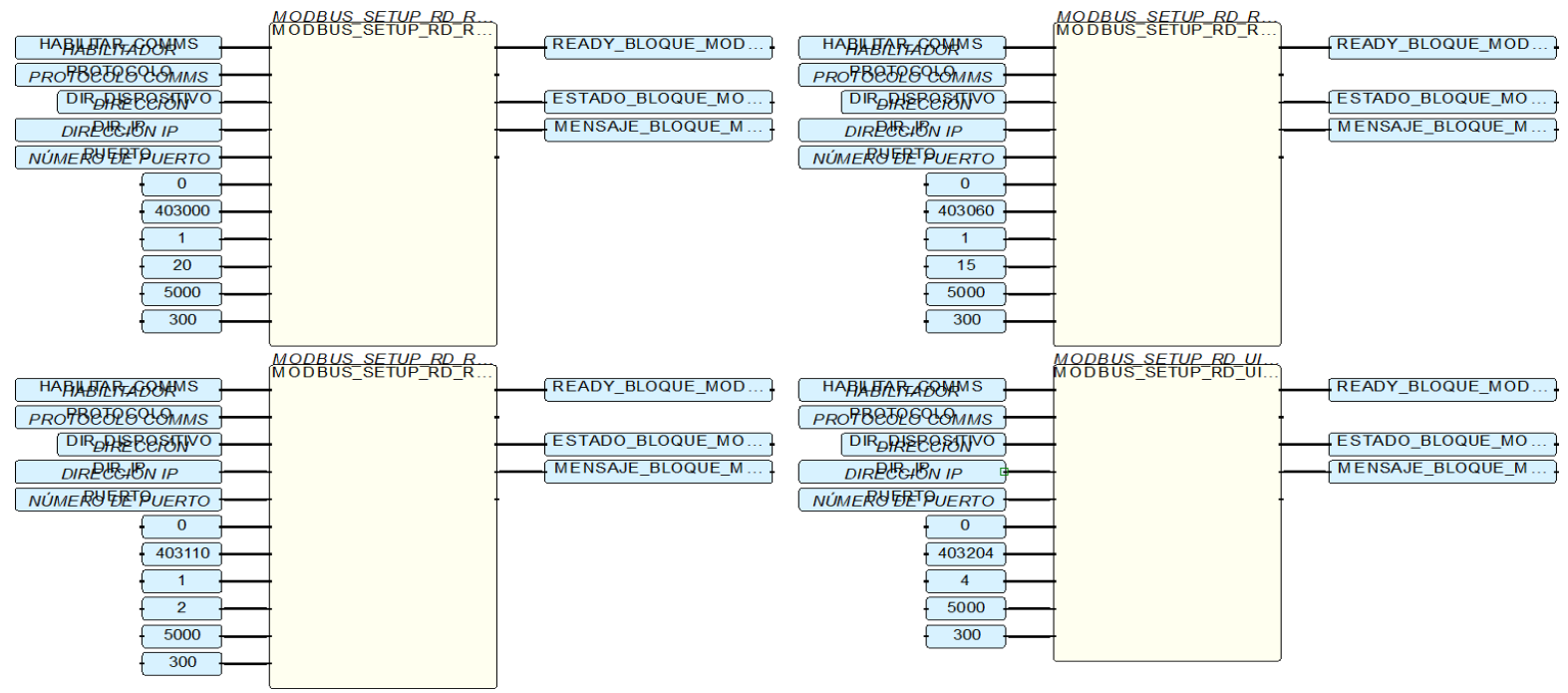
(\*INICIO\*)

```
IF NOT SELECTOR THEN OUTPUT := INPUT_VALUE_0; END_IF;  
IF SELECTOR THEN OUTPUT := INPUT_VALUE_1; END_IF;
```

(\*FIN\*)

# BLK\_MPE\_PL\_PM5500 Diagram

## LECTURA DE DATOS DEL MEDIDOR DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS



0.0

## 9.2 ANEXO 2: Programación de HMI

El siguiente anexo, detalla la programación del HMI, información obtenida desde el software Vijeo Designer

# Magelis

## Paneles y funciones del panel

### Paneles base\HOME



### HOME: Acciones del panel

#### ~~1 Periódica - Repetir cada 0,1 seg.~~

---

*Descripción: Tipo de Usuario*

---

Script



```

String User_Mant_Estacion;
String User_Oper_Estacion;
User_Mant_Estacion = _UserName.getStringValue();
User_Oper_Estacion = _UserName.getStringValue();
boolean mant;
boolean oper;
mant = User_Mant_Estacion.startsWith("2");
oper = User_Mant_Estacion.startsWith("1");

if (mant == true)
{
    User_Mant.write(true);
    User_Mant_Out.write(true);
}
else
{
    User_Mant.write(false);
    User_Mant_Out.write(false);
}

if (oper==true)
{
    User_Oper.write(true);
    User_Oper_Out.write(true);
}
else
{
    User_Oper.write(false);
    User_Oper_Out.write(false);
}

```

## Paneles base\GENERAL



## GENERAL: Acciones del panel

Ninguna acción

## Paneles base\FUNCIONAMIENTO



### FUNCIONAMIENTO: Acciones del panel

Ninguna acción

---

## Paneles base\NIVEL\_TQ\_BAJO



Ninguna acción

---

## Paneles base\ADICIONALES



### ADICIONALES: Acciones del panel

Ninguna acción

---

## Paneles base\CTRL\_nivel\_tq\_bajo



### CTRL\_nivel\_tq\_bajo: Acciones del panel

Ninguna acción

---

## Paneles base\ESTADO\_B1



### ESTADO\_B1: Acciones del panel

Ninguna acción

---

## Paneles base\parametr\_elect\_estac



### parametr\_elect\_estac: Acciones del panel

Ninguna acción

## Paneles base\ALARMAS



### ALARMAS: Acciones del panel

Ninguna acción

---

## Paneles base\CAUDAL\_tq\_bajo



### CAUDAL\_tq\_bajo: Acciones del panel

Ninguna acción

## Paneles base\ESTADO\_B2



### ESTADO\_B2: Acciones del panel

Ninguna acción

## Paneles base\HOROMETROS



### HOROMETROS: Acciones del panel

Ninguna acción

## Paneles base\CTRL\_nivel\_tq\_alto



### CTRL\_nivel\_tq\_alto: Acciones del panel

Ninguna acción

---

## Paneles base\NIVEL\_TQ\_ALTO



### NIVEL\_TQ\_ALTO: Acciones del panel

Ninguna acción

---

## Paneles base\ANALIZADOR\_DE\_CLORO



### ANALIZADOR\_DE\_CLORO: Acciones del panel

Ninguna acción

---

## Paneles base\CAUDAL\_TQ\_ALTO



### CAUDAL\_TQ\_ALTO: Acciones del panel

Ninguna acción



---

## Ventanas emergentes\Ventana1\Estado\_de\_sistema

CONTROL ESTACIÓN	CONTROL LOCAL
OPERACIÓN ESTACIÓN	ALARMADO
SUPERVISOR DE V.	NORMAL
S. TRANSIENTE	NORMAL
PARO DE EMERGENCIA	ACTIVADO
NIVEL CISTERNA	FOR SENSOR DE NIVEL
NIVEL TANQUE	FOR SENSOR DE NIVEL
ENLACE DE RADIO	NORMAL

### Estado\_de\_sistema: Acciones del panel

Ninguna acción

---

## Paneles principales\PLANTILLA



### PLANTILLA: Acciones del panel

Ninguna acción

---

## Paneles principales\PLANTILLA\_2



### PLANTILLA\_2: Acciones del panel

Ninguna acción

## Acciones

### ~~1. Periódica - Repetir cada 0,1 seg~~

---

*Publicar en: Todo*

---

Script

```
//-----  
  
//Script creado el : Jul 21, 2023  
//  
// Descripción :  
  
//  
//-----  
  
// Sustituir esta línea por su script
```

```
int Nivel_Seguridad;  
Nivel_Seguridad= _UserName.getIntValue();  
  
if (Nivel_Seguridad == 1)      USER_LEVEL.write(1.0);  
if (Nivel_Seguridad == 2)      USER_LEVEL.write(2.0);  
if (Nivel_Seguridad != 1 &&  
    Nivel_Seguridad != 2 &&  
    Nivel_Seguridad != 3)      USER_LEVEL.write(0.0);
```

---

Todas las variables por nombre

Name	Type	Source	Initial Value/Address	Description
_AirPlus.Connections	DINT	Interno		Indica el estado de las conexiones de Vijeo Design'Air Plus
_AirPlus.DisableConnections	BOOL	Interno		Determina si las Conexiones de Vijeo Design'Air Plus se permiten o no
_BackLight.Control	DINT	Interno		Controla el tiempo de suspensión de la
_BackLight.Status	DINT	Interno		Indica el estado de la luz de fondo
_Brightness	DINT	Interno		Indica el brillo
_Contrast	DINT	Interno		Indica el contraste
_CurPanelID	DINT	Interno		Indica el ID del panel actualmente abierto. Asigne un ID de panel al panel abierto
_Day	DINT	Interno		Indica el día en formato BIN (1 - 31)
_DayoftheWeek	DINT	Interno		Indica el día de la semana como 1=domingo, ... 7=sábado
_DIOPort.DOut0	BOOL	Interno		Indica un puerto de salida DIO
_FileTransferStatus	DINT	Interno		Indica el estado de la transferencia del archivo
_Hour	DINT	Interno		Indica la hora en formato BIN (0 - 23)
_InputStatus	DINT	Interno		Indica el estado de ingreso
_LastErrorString	STRING	Interno		Guarda la descripción del último error en la aplicación de usuario
_Maintenance	DINT	Interno		Indica el actual estado del modo de mantenimiento
_Minutes	DINT	Interno		Indica los minutos en formato BIN (0 - 59)
_Month	DINT	Interno		Indica el mes en formato BIN (1 - 12)
_RemoteViewer.Connections	DINT	Interno		Indica el estado de las conexiones de Vijeo
_RemoteViewer.DisableConnections	BOOL	Interno		Determina si las Conexiones de Vijeo Design'Air se permiten o no
_Seconds	DINT	Interno		Indica los segundos en formato BIN (0 - 59)
_SelfDownload.Error	DINT	Interno	0	Error de la operación de Autodescarga.
_SelfDownload.Status	DINT	Interno	0	Estado operativo de Autodescarga.
_SystemLanguage	DINT	Interno		Indica el idioma del sistema
_TimeZoneOffset	DINT	Interno		Indica HusoHorario en formato BIN (de -720 a +780)
_TouchField	DINT	Interno		Indica el ID del campo
_UserApplicationLanguage	DINT	Interno		Indica el idioma de aplicación de usuario
_UserLevel	DINT	Interno		Indica el nivel actual de seguridad del usuario que está actualmente conectado.
_UserName	STRING	Interno		Indica el nombre del usuario que está actualmente conectado.
_Year2	DINT	Interno		Indica 2 dígitos del año en formato BIN
_Year4	DINT	Interno		Indica 4 dígitos del año en formato BIN
ALWAYS_ON	BOOL	Interno	Off	
Authorization01.Result	DINT	Interno	0	
Authorization01.UserName	STRING	Interno		
Authorization01.UserPW	STRING	Interno		
BOMBA1_NO_APAGA	BOOL	Externo	00414	
BOMBA1_NO_ENCIENDE	BOOL	Externo	00413	
BOMBA2_NO_APAGA	BOOL	Externo	00416	

BOMBA2_NO_ENCIENDE	BOOL	Externo	00415	
BORRAR_FALLA_B1	BOOL	Externo	00150	
BORRAR_FALLA_B2	BOOL	Externo	00151	
CAUDAL	REAL	Externo	40200	
CAUDAL_ALTO	REAL	Externo	40350	
CAUDAL_ALTO_D	BOOL	Externo	00411	
CAUDAL_BAJO	REAL	Externo	40352	
CAUDAL_BAJO_D1	BOOL	Externo	00412	
CAUDAL_MAX	REAL	Externo	40348	
CAUDAL_MIN	REAL	Externo	40354	
CAUDAL_TA	REAL	Externo	40240	
CAUDAL_TA_ALTO	REAL	Externo	40400	
CAUDAL_TA_BAJO	REAL	Externo	40402	
CAUDAL_TA_MAX	REAL	Externo	40398	
CAUDAL_TA_MIN	REAL	Externo	40404	
CAUDAL_TEMPORIZADA	INT	Interno	0	
CISTERNA_BOYA_HI_ACT	BOOL	Externo	10005	
CISTERNA_BOYA_HI_DES	BOOL	Externo	10005	
CISTERNA_BOYA_LO_ACT	BOOL	Externo	10021	
CISTERNA_BOYA_LO_DES	BOOL	Externo	10021	
CISTERNA_BOYA_LOLO_FALLA	BOOL	Externo	10032	
CISTERNA_BOYA_LOLO_NORMAL	BOOL	Externo	10032	
CISTERNA_X_BOYA	BOOL	Externo	00109	
CISTERNA_X_SENSOR	BOOL	Externo	00109	
COLORO_ALTO_TQ	REAL	Externo	40392	
COLORO_BAJO_TQ	REAL	Externo	40394	
COLORO_MAX_TQ	REAL	Externo	40390	
COLORO_MIN_TQ	REAL	Externo	40396	
COLORO_TQ_SCALADO	REAL	Externo	40238	
cod_falla_B1	REAL	Externo	40306	
cod_falla_B2	REAL	Externo	40316	
codigo_evento1	INT	Interno	0	
codigo_evento2	INT	Interno	0	
CODIGO_FALLAS_UPS1	REAL	Externo	40346	
CONDICION_DES_B1	BOOL	Externo	00112	
CONDICION_DES_B2	BOOL	Externo	00114	
CONDICION_HAB_B1	BOOL	Externo	00112	
CONDICION_HAB_B2	BOOL	Externo	00114	
CONTROL_NI_CISTERNA	BOOL	Externo	00101	
CONTROL_NI_TQ_ELEVADO	BOOL	Externo	00102	
corriente_B1	REAL	Externo	40300	
corriente_B2	REAL	Externo	40310	
corriente_L1	REAL	Externo	40320	
corriente_L11	REAL	Externo	%MF2999	

corriente_L2	REAL	Externo	40322	
corriente_L21	REAL	Externo	%MF3001	
corriente_L3	REAL	Externo	40324	
corriente_L31	REAL	Externo	%MF3003	
energia_T_estacion	REAL	Externo	40342	
ENLACE_RADIO_FALLA	BOOL	Externo	00115	

	BOOL	Externo	00115	
ESTACION_APAGADA	BOOL	Externo	00401	
ESTACION_AUTO	BOOL	Externo	10002	
ESTACION_CONTROL_LOCAL	BOOL	Externo	00100	
ESTACION_CONTROL_REMOTO	BOOL	Externo	00100	
ESTACION_MANUAL	BOOL	Externo	10031	
ESTADO_ARRANCA_1_FALLA	BOOL	Externo	10009	
ESTADO_ARRANCA_1_NORMAL	BOOL	Externo	10009	
ESTADO_ARRANCA_2_FALLA	BOOL	Externo	10010	
ESTADO_ARRANCA_2_NORMAL	BOOL	Externo	10010	
ESTADO_B1_FALLA	BOOL	Externo	00111	
ESTADO_B1_NORMAL	BOOL	Externo	00111	
ESTADO_B2_FALLA	BOOL	Externo	00113	
ESTADO_B2_NORMAL	BOOL	Externo	00113	
ESTADOS_BOMBA_1	Integer	Interno	0	
ESTADOS_BOMBA_2	Integer	Interno	0	
factor_pot_bomba1	REAL	Externo	40216	
factor_pot_bomba2	REAL	Externo	40228	
FACTOR_POTENCIA_BAJO	REAL	Externo	40384	
fator_potencia_estacion	REAL	Externo	40338	
fator_potencia_estacion1	REAL	Externo	%MW3083	
FP_FALLA	BOOL	Externo	00116	
FP_NORMAL	BOOL	Externo	00116	
frecuencia_bomba1	REAL	Externo	40218	
frecuencia_bomba2	REAL	Externo	40230	
frecuencia_est	REAL	Externo	40340	
frecuencia_est1	REAL	Externo	%MF3109	
HAB_DESHA_B1	BOOL	Externo	00104	
HAB_DESHA_B2	BOOL	Externo	00107	
horometro_ARRA1	REAL	Externo	40304	
horometro_ARRA2	REAL	Externo	40314	
horometro_INI_B1	REAL	Externo	40234	
horometro_INI_B2	REAL	Externo	40236	
horometro_TOTAL_B1	REAL	Externo	40206	
horometro_TOTAL_B2	REAL	Externo	40208	
Increment300ms	Integer	Interno	0	
INGRESO_USER_MANT_c	BOOL	Externo	00402	
INGRESO_USER_OPERADOR_c	BOOL	Externo	00404	
INTERRUPTOR_BOMBA1_CLOSE	BOOL	Externo	10014	

INTERRUPTOR_BOMBA1_OPEN	BOOL	Externo	10034	
INTERRUPTOR_BOMBA2_CLOSE	BOOL	Externo	10015	
INTERRUPTOR_BOMBA2_OPEN	BOOL	Externo	10015	
INTERRUPTOR_PRINCIPAL_CLOSE	BOOL	Externo	10034	
INTERRUPTOR_PRINCIPAL_OPEN	BOOL	Externo	10014	
MEDIDOR_CAUDAL_FALLA	BOOL	Externo	00428	
MEDIDOR_CAUDAL_NORMAL	BOOL	Externo	00428	
MEDIDOR_N_TQ_ELEVADO_NORMAL	BOOL	Interno	Off	
MEDIDOR_N_TQ_ELEVADO_NORMAL1	BOOL	Externo	00417	
MEDIDOR_NI_CISTERNA_FALLA	BOOL	Externo	00427	
MEDIDOR_NI_CISTERNA_NORMAL	BOOL	Externo	00427	

	BOOL	Interno	Off	
MEDIDOR_NI_TQ_ELEVADO_FALLA1	BOOL	Externo	00417	
NI_CISTERNA_ALTO	BOOL	Externo	00420	
NI_CISTERNA_BAJO	BOOL	Externo	00421	
NI_CISTERNA_BAJO_BAJO	BOOL	Externo	00422	
NI_CISTERNA_PRO_REB	BOOL	Externo	00419	
NI_CISTERNA_REBOSE	BOOL	Externo	00418	
NI_TQ_ELEVADO_ALTO1	BOOL	Externo	00408	
NI_TQ_ELEVADO_BAJO1	BOOL	Externo	00409	
NI_TQ_ELEVADO_BAJO_BAJO1	BOOL	Externo	00410	
NI_TQ_ELEVADO_PRO_REB1	BOOL	Externo	00407	
NI_TQ_ELEVADO_REBOSE1	BOOL	Externo	00406	
NIVEL_ALTO_CIST	REAL	Externo	40362	
NIVEL_ALTO_TQ	REAL	Externo	40376	
NIVEL_BA_BA_CIST	REAL	Externo	40366	
NIVEL_BA_BA_TQ	REAL	Externo	40380	
NIVEL_BAJO_CIST	REAL	Externo	40364	
NIVEL_BAJO_TQ	REAL	Externo	40378	
NIVEL_cisterna	REAL	Externo	40202	
NIVEL_MAX_CIST	REAL	Externo	40356	
NIVEL_MAX_TQ	REAL	Externo	40370	
NIVEL_MIN_CIST	REAL	Externo	40368	
NIVEL_MIN_TQ	REAL	Externo	40382	
NIVEL_OFFSET_CIST	REAL	Interno	0	
NIVEL_OFFSET_TQ	REAL	Interno	0	
NIVEL_PRE_REB_CIST	REAL	Externo	40360	
NIVEL_PRE_REB_TQ	REAL	Externo	40374	
NIVEL_REB_CIST	REAL	Externo	40358	
NIVEL_REB_TQ	REAL	Externo	40372	
NIVEL_tq_elevado	REAL	Externo	40204	
OPERACION_B1_OFF	BOOL	Externo	10003	ON_OFF_B1
OPERACION_B1_ON	BOOL	Externo	10003	ON_OFF_B1
OPERACION_B2_OFF	BOOL	Externo	10004	ON_OFF_B1
OPERACION_B2_ON	BOOL	Externo	10004	ON_OFF_B1
PARO_EMERGENCIA_ACT	BOOL	Externo	10001	

PARO_EMERGENCIA_DES	BOOL	Externo	10001	
pot_act_B1	REAL	Externo	40302	
pot_act_bomba2	REAL	Externo	40312	
pot_apa_bomba1	REAL	Externo	40214	
pot_apa_bomba2	REAL	Externo	40226	
pot_react_bomba1	REAL	Externo	40212	
pot_react_bomba2	REAL	Externo	40224	
potencia_act_total	REAL	Externo	40332	
potencia_act_total1	REAL	Externo	%MF3059	
potencia_apa_total	REAL	Externo	40336	
potencia_apa_total1	REAL	Externo	%MW3075	
potencia_reac_total	REAL	Externo	40334	
potencia_reac_total1	REAL	Externo	%MF3067	
PRIORIDAD_B1	REAL	Externo	40308	
PRIORIDAD_B2	REAL	Externo	40318	

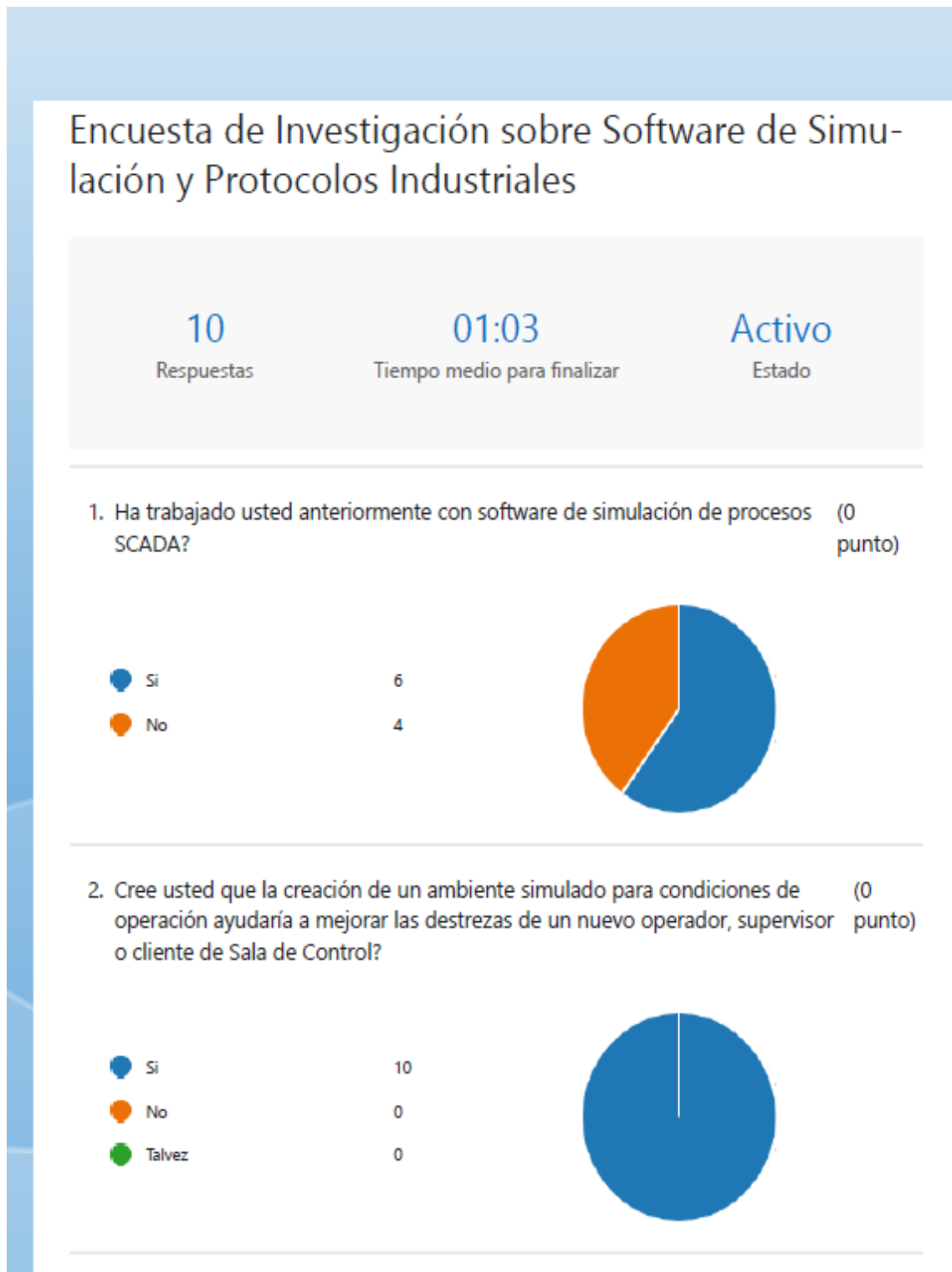
	BOOL	Externo	00403	
SALIDA_USER_OPERADOR_c	BOOL	Externo	00405	
SUPERVISOR_VOL_FALLA	BOOL	Externo	10011	
SUPERVISOR_VOL_NOR	BOOL	Externo	10011	
SUPRESOR_TRANS_FALLA	BOOL	Externo	10013	
SUPRESOR_TRANS_NOR	BOOL	Externo	10013	
temp_bomba1	REAL	Externo	40220	
temp_bomba2	REAL	Externo	40232	
tiempo_min	REAL	Externo	40388	
TIEMPO_MIN_ON_BOMBA1_NO_SUPERADO	BOOL	Externo	00424	
TIEMPO_MIN_ON_BOMBA1_SUPERADO	BOOL	Externo	00423	
TIEMPO_MIN_ON_BOMBA2_NO_SUPERADO	BOOL	Externo	00426	
TIEMPO_MIN_ON_BOMBA2_SUPERADO	BOOL	Externo	00425	
tiempo_T	REAL	Externo	40386	
TQ_ALTO_BOYA_HI_ACT	BOOL	Externo	10006	
TQ_ALTO_BOYA_HI_DES	BOOL	Externo	10006	
TQ_CLORO_EN_FALLA	BOOL	Externo	00430	
TQ_CLORO_NORMAL	BOOL	Externo	00430	
TQ_ELEV_X_BOYA1	BOOL	Externo	00110	
TQ_ELEV_X_SENSOR1	BOOL	Externo	00110	
UPS_SUMIN_ENER_BANCO_BATERIA_1	BOOL	Externo	10035	
UPS_SUMIN_ENER_carga_BATERIA_1	BOOL	Externo	10035	
USER_LEVEL	REAL	Externo	40406	Usuario
User_Mant	BOOL	Interno	Off	
User_Mant_Out	BOOL	Interno	Off	
User_Oper	BOOL	Interno	Off	
User_Oper_Out	BOOL	Interno	Off	
voltaje_bomba1	REAL	Externo	40210	
voltaje_bomba2	REAL	Externo	40222	
voltaje_l1_l2	REAL	Externo	40326	
voltaje_l1_l3	REAL	Externo	40330	



voltaje_l2_l3	REAL	Externo	40328	
voltaje_v1	REAL	Externo	%MF3027	
voltaje_v2	REAL	Externo	%MF3029	
voltaje_v3	REAL	Externo	%MF3031	

### 9.3 ANEXO 4: Resultado Encuesta de Investigación

El siguiente anexo detalla la encuesta de investigación realizada al personal que opera y maneja el sistema SCADA.



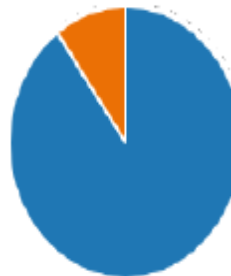
3. Le gustaria tener acceso a un software de procesos de control y monitoreo (0 con ayuda de Geo SCADA Expert para mejorar sus conocimientos y destrezas? punto)

● Si	10
● No	0
● Talvez	0



4. Cree usted que tener acceso a geolocalización de fallas le ahorraria tiempo al personal operativo? (0 punto)

● Si	9
● No	1
● Talvez	0



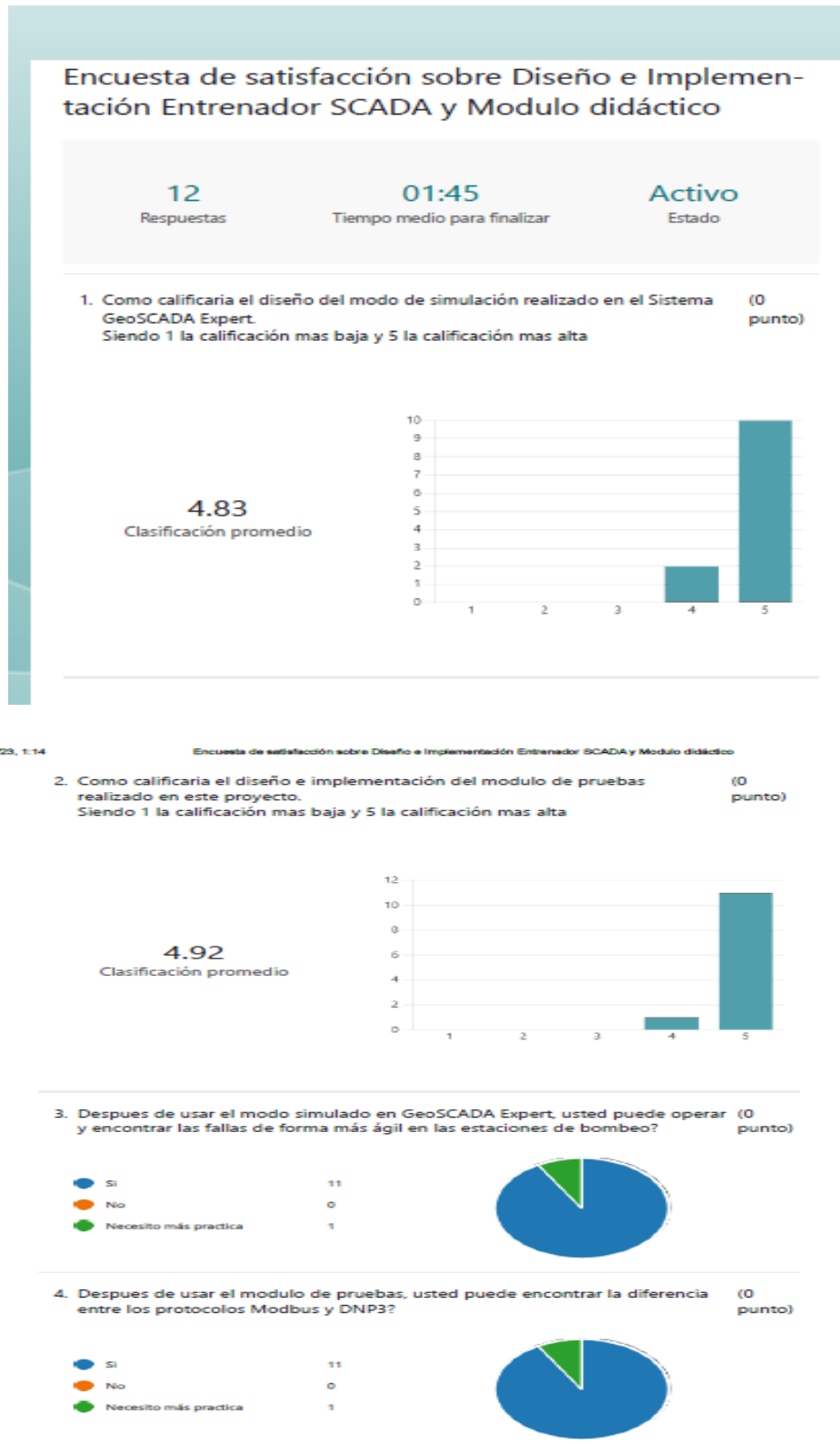
5. Conoce usted las diferencias y similitudes entre protocolos de comunicaci3n Modbus y DNP3? (0 punto)

● Si	5
● No	3
● Mas o menos	2



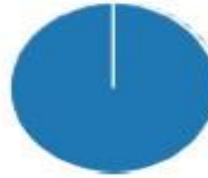
## 9.4 ANEXO 4: Resultado Encuesta de Satisfacción

El siguiente anexo detalla la encuesta de satisfacción realizada al personal que usó el software de simulación y maleta de pruebas.



5. Cree Ud. que este tipo de proyectos ayudan a la empresas a mejorar las destrezas de sus trabajadores? (0 punto)

● Si 12  
● No 0



6. Recomendaria usted este proyecto a otras Empresas para realicen sus capacitaciones. (0 punto)

● Si 11  
● No 1

