



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación



“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL
AUTOMÁTICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL
BATALLÓN DE I.M. No. 12 “ESMERALDAS”

Examen Complexivo, Componente Práctico

Informe Profesional

Previa la obtención del título de:

**MAGISTER EN AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL
INDUSTRIAL**

Autor: Ing. Milton Valentín Mendieta Flores

GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO: 2015

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a Dios por cuidar cada uno de mis pasos y lograr culminar con éxito una etapa más de mi vida como profesional. El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), y en especial a los profesores de la Maestría en Automatización y Control Industrial (MACI), quienes con humildad, sinceridad y responsabilidad, supieron guiarnos e impartir sus valiosos conocimientos y experiencia, dándonos la oportunidad de ser mejores profesionales al servicio de la sociedad. Agradezco de igual manera a todos mis compañeros de la MACI III y IV promoción por haber labrado una muy buena amistad y estrechar los lazos de camaradería durante largas jornadas de trabajo y estudio, en especial al Ing. Victor Asanza por ser muy paciente y haberme ayudado en incontables ocasiones, ya que sin esa ayuda hubiera sido muy difícil culminar el programa. Agradezco al Ing. Fausto Fuentes de la compañía AMPLIACORP S.A. por tener la paciencia de enseñarme cada uno de los detalles del proyecto de agua que fuera contratado por el Batallón de I.M. No. 12 "ESMERALDAS", y al Suboficial Segundo – IM William Gómez Osorio por ayudarme desinteresadamente a resolver el problema de la falta de agua en el batallón, sin tu ayuda no hubiera sido posible. Finalmente agradezco a mi padre ya que sin su apoyo económico no hubiera llegado hasta el final.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mi familia, fuente de apoyo constante e incondicional en toda mi vida y más aún en mis duros años de carrera militar, porque creyeron en mí y me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí.

A mis tres hijos: Melanie, Valentín y Caleb, los amo mucho, ustedes son mi mundo, espero que este logro sirva de ejemplo para que ustedes también persigan sus sueños y anhelos, siempre estaré ahí para ustedes.

A Stephanie y Thalia por quererme mucho, ser humildes, nobles y sinceras, admiro su dedicación y entrega, las quiero mucho, sigan adelante.

A mi esposa por ser mi escudera fiel, mi compañera, ayuda idónea y la mujer virtuosa que eres, te amo mucho, gracias por estar a mi lado.

A mis padres por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida, en especial a mi padre por confiar en mí a pesar de todo.

Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles. A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

M. Sc. Sara Ríos

PRESIDENTE

M. Sc. Dennys Cortéz

VOCAL

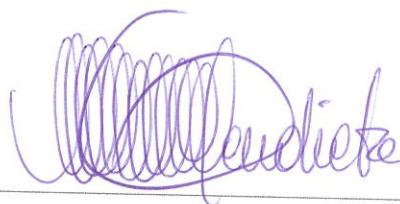
Ph. D. Douglas Plaza

VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de este Informe Profesional, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

Art. 12 del Reglamento de graduación



Ing. Milton Mendieta Flores

C.I. 0911964856

RESÚMEN

El Batallón de I.M. No. 12 “ESMERALDAS”, BIMESM, es una unidad operativa de la Armada del Ecuador que cumple operaciones militares en la Frontera Norte, siendo su principal misión la defensa del Complejo Hidrocarburífero, cuenta aproximadamente con 500 hombres, entre oficiales, tripulantes y conscriptos, distribuidos en dos instalaciones: el BIMESM ubicado en la cota 190 sobre el complejo industrial, y el CALIME cerca al Terminal Marítimo de Balao a nivel del mar. Su ubicación estratégica dificulta la provisión del servicio de agua por las grandes distancias desde el cuarto de bombas hasta los reservorios entre 4 y 7,5 Kms, y el trazado de la acometida por varias colinas. El sistema implementado hace 10 años era operado manualmente con gran cantidad de personal, y aun así era necesario racionalizar el suministro. A partir del 2007 el sistema colapsó y desde entonces se recibía el servicio por tanquero.

En el año 2012 el batallón ejecutó un proyecto integral para reemplazar los 8 kms de acometida existente, instalar una bomba sumergible, e implementar un sistema de control automático para operar el sistema de agua las 24 horas del día, con sensores de nivel en las cisternas, presión y flujo en el cuarto de bombas, actuadores para apertura y cierre de válvulas de manera remota, todo esto controlado por PLC's de la familia SIEMENS S7-1200 que utilizan el estándar Ethernet para comunicaciones entre sí a través de un conjunto de radio enlaces. El sistema es monitoreado por un SCADA, que obtiene los datos desde el autómatas maestro mediante una red Ethernet TCP/IP.

Desde la implementación del proyecto no ha existido racionamiento de agua, el suministro es permanente e ininterrumpido, mejorando el bienestar y la calidad de vida del soldado. El control lo realiza personal militar desde el puesto de mando donde se supervisan las operaciones, los datos históricos y tendencias alertan al Comando cuando hay desperdicio del líquido vital para tomar los correctivos necesarios.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del BIMESM sobre la Refinería Estatal de Esmeraldas	x
Figura 2: Sistema de Agua Potable del BIMESM	xi
Figura 3: Pirámide de Automatización.....	1
Figura 4: Medidor de flujo marca MJK, modelo MagFlux 7200	1
Figura 5: Distribución de Conexiones del Medidor de Flujo MagFlux	2
Figura 6: Sensor de nivel Toughsonic modelo TS-30S2-IV	3
Figura 7: Diagrama de conexiones 4-20 mA	3
Figura 8: Switch de desborde OMRON 61F-GP-V50 con los electrodos PS-31	4
Figura 9: Principio de operación del switch OMRON 61F-GP-V50.....	4
Figura 10: Transmisor de presión SIEMENS SITRANS P Series Z.....	5
Figura 11: Principio de Operación del Sensor de Presión SIEMENS SITRANS P Series Z	5
Figura 12: Medidor de parámetros eléctricos M2M de ABB	6
Figura 13: Actuador Rotatorio BELIMO SY1-24-3-T.....	6
Figura 14: PLC's SIEMENS SIMATIC S7-1200 con módulos adicionales.....	8
Figura 15: Regla de encapsulación de los protocolos	9
Figura 16: Esquema del bloque "T Communication" en los PLC's S7-1200.....	10
Figura 17: Jerarquía de los bloques de comunicación usados por el maestro.....	11

Figura 18: Jerarquía de los bloques de comunicación usados por el esclavo	11
Figura 19: Enlace en red mediante bus RS-485.....	13
Figura 20: Interfaz de lazo de corriente.....	14
Figura 21: Radios MIKROTIK SEXTANT RB/SXT 5HnD y sus antenas.....	15
Figura 22: Radio TRANGO BROADBAND Access 5830 (AP) y (SU).....	15
Figura 23: Arquitectura de control	17
Figura 24: Diagrama de señales de la estación de bombeo.....	19
Figura 25: Diagrama de comunicaciones en la estación de bombeo.....	19
Figura 26: Disposición de equipos en la estación de bombeo	20
Figura 27: Detalle de las entradas digitales del PLC de la estación de bombeo.....	21
Figura 28: Detalle de las salidas digitales del PLC de la estación de bombeo	21
Figura 29: Detalle de las entradas analógicas del PLC de la estación de bombeo.....	22
Figura 30: Diagrama de señales del centro de mando	23
Figura 31: Diagrama de señales de la Derivación	24
Figura 32: Diagrama de señales del tanque remoto en el Gate 8 y CALIME	25
Figura 33: Enlace entre la estación de control y estación de bombeo	26
Figura 34: Enlace entre el puesto de mando y el repetidor A (1er salto)	26
Figura 35: Enlace entre el repetidor A y repetidor B (2do salto)	26
Figura 36: Enlace entre el repetidor B y el CALIME	27

Figura 37: Botones de acción en el SCADA para operación remota	28
Figura 38: Lógica de control respecto a niveles en tanque local y remoto.....	29
Figura 39: Secuencia de encendido de la bomba respecto a niveles	30
Figura 40: Estado del bombeo respecto a voltajes de línea	30
Figura 41: Estado de bombeo respecto a corrientes de línea	31
Figura 42: Actuador de válvula de ingreso a la cisterna respecto a nivel local	32
Figura 43: Actuador de válvulas de la derivación respecto a niveles remotos	32
Figura 44: Lógica de control del status de las comunicaciones	33
Figura 45: Pantalla principal de la interfaz HMI del VTS SCADA	35
Figura 46: Accionamiento de válvulas de la derivación y estación de bombeo.....	35
Figura 47: Histórico y tendencias de los niveles de los reservorios de agua	37
Figura 48: Comunicación del PLC maestro con el VTS SCADA.....	38
Figura 49: Pantalla de las Alarmas	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Direccionamiento de los PLC's del sistema de control	17
Tabla 2: Detalle de entradas y salidas del PLC de la estación de bombeo	21
Tabla 3: Detalle de Entradas y Salidas del PLC maestro en el centro de mando	23
Tabla 4: Detalle de entradas y salidas del PLC en la derivación.....	24
Tabla 5: Detalle de Entradas y Salidas del PLC en CALIME y Gate 8	25
Tabla 6: Enlaces de comunicaciones del sistema de control	27
Tabla 7: Niveles específicos de cada reservorio	29
Tabla 8: Niveles de apertura de los actuadores.....	32
Tabla 9: Características del VTS SCADA instalado en el centro de mando	34
Tabla 10: Alarmas configuradas en el SCADA	38

INTRODUCCIÓN

El Batallón de IM No. 12 “ESMERALDAS”, BIMESM, es una unidad altamente operativa de la Armada del Ecuador que se encuentra ubicado en la ciudad de Esmeraldas, cumple numerosas operaciones militares en la Frontera Norte tales como: control de armas, control de contrabando de combustible y derivados de petróleo, control de narcotráfico, control de la minería ilegal, control de actividades ilícitas en las riveras y bocanas de la jurisdicción, apoyo a las instituciones del Estado, etc. Su misión principal es brindar seguridad a las instalaciones del Complejo Hidrocarburífero de Esmeraldas (ver Figura 1), para lo cual dispone de dos instalaciones, una en la cima de la montaña donde se encuentra la Refinería Estatal de Esmeraldas, R.E.E., en la cota 190, y la otra frente al Terminal Marítimo de Balao denominada CALIME, Compañía de Apoyo Logístico de Infantería de Marina “ESMERALDAS”, cuenta aproximadamente con 500 efectivos entre oficiales, tripulantes y conscriptos navales, de los cuales un 80% son ermitaños y viven en la unidad, además la mayoría del personal son soldados y existe escaso personal especializado en áreas técnicas.



Figura 1: Ubicación del BIMESM sobre la Refinería Estatal de Esmeraldas

El BIMESM desde el año 2006 dejó de recibir agua por tubería por el colapso del sistema de bombeo y el mal estado de la acometida de agua potable, y comenzó a abastecerse con un tanquero propio que recogía el líquido vital desde la planta de tratamiento de agua de la R.E.E. con una cantidad de 4 tanqueros por día, volumen

que no abastecía la demanda interna, obligándose a racionalizar el agua en horarios específicos. La situación se agravaba cuando el tanquero quedaba fuera de servicio y había que solicitar apoyo del tanquero de otra unidad militar cercana. El reparto no disponía de partida presupuestaria para la contratación del servicio de tanqueros, ni tampoco los tanqueros del sector estaban en condiciones de subir a la cima de la montaña en donde se encuentran las instalaciones principales del batallón. La tubería existente era de hierro galvanizado instalada hace muchos años atrás, los tubos fueron donados por la R.E.E. por no cumplir estándares para el proceso de refinación de hidrocarburos. En el interior de la tubería existían costras producto del óxido; y debido a la gran presión de las bombas para atravesar 2 montañas de 150 a 235 metros de altura y una distancia mayor a los 5 Kms, existían varias grietas en todo el trayecto por lo que ameritaba cambiar los largos tramos averiados.

En el año 2012 el Mando Naval designó al entonces II Comandante del Batallón, TNNV-IM Milton Mendieta Flores, autor del presente trabajo profesional, realizar los estudios técnicos necesarios previa la asignación de fondos para solucionar el problema de agua de la unidad. En primer lugar, se levantaron las posiciones GPS de los hitos principales del sistema de agua, esto es: estación de bombeo, derivación de las válvulas hacia BIMESM y CALIME, 2 reservorios del batallón (Gate 8 y planchada 1), reservorio del CALIME, etc, según se muestra en el ANEXO A y en la Figura 2.

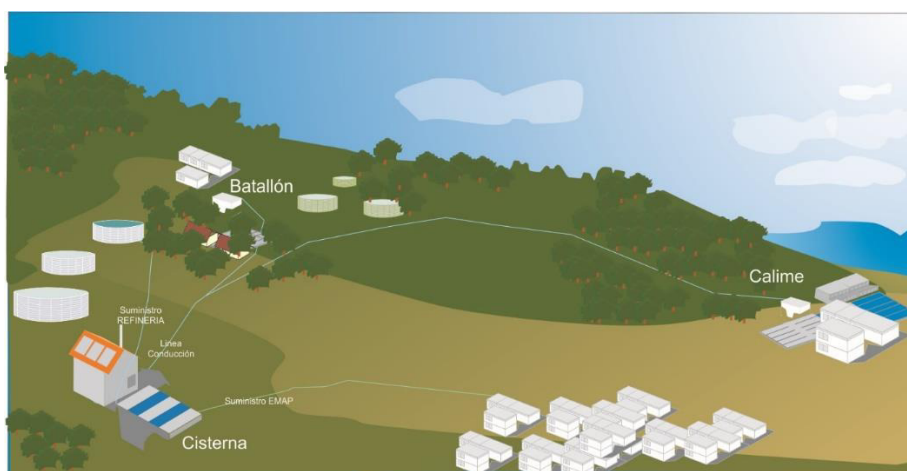


Figura 2: Sistema de Agua Potable del BIMESM

Con esta información se pudo elaborar los diagramas de planta y perfiles del trazado de la tubería en el tramo hacia el BIMESM y CALIME, según se muestra en el ANEXO B y ANEXO C, los cuales sirvieron de base para la elaboración del estudio de caudal, el cual arrojó como resultado la necesidad de instalar una bomba con un caudal de 95 GPM y una cabeza de agua de 800 pies. Las presiones resultantes obligaron a emplear una tubería de 93mm con presión nominal de 25 bares (PN25) en la línea de impulsión desde el cuarto de bombas hacia la derivación, y desde aquí hacia el BIMESM y CALIME una tubería de 63mm PN16.

Con los estudios técnicos se solicitó el financiamiento del proyecto para dotar de agua potable al batallón, el cual fue ejecutado en tres fases, iniciando en el segundo cuatrimestre del 2012 hasta finales del año 2013. El objetivo principal planteado por el batallón era la provisión permanente e ininterrumpida de agua potable hacia ambas instalaciones de la unidad, empleando la menor cantidad de personal posible para la operación del sistema: bombas, válvulas, etc, garantizando una mejor calidad de vida al personal que labora y pernocta en el BIMESM.

Durante la primera fase en el 2012 se realizó el cambio integral de toda la acometida de agua potable desde el cuarto de bombas ubicado cerca al río Teaone, hasta la derivación, y desde aquí hasta el batallón, con un trazado aproximado de 4.000 mts. Complementariamente durante el tercer cuatrimestre del mismo año 2012, la Dirección de Ingeniería Civil y Portuaria de la Armada, DINCYP, contrató el cambio de la acometida de agua desde la bifurcación hasta el CALIME, con un tramo aproximado de 4.500 mts.

La ubicación estratégica del BIMESM presenta una serie de obstáculos al momento de proveer el servicio de agua a la unidad hacia ambas instalaciones. En primer lugar, la longitud de la acometida es considerable, la distancia desde el cuarto de bombas hasta la derivación de la tubería tiene un tramo aproximado de 2.200 mts. Desde la derivación hasta el BIMESM y CALIME la distancia es de 1.500 mts y 5.500 mts

respectivamente. En segundo lugar, las pendientes desde la estación de bombeo ubicada a 4 mts del nivel del mar hacia los reservorios son pronunciadas, el reservorio del BIMESM se encuentra en la cota 190 mts y el trazado hacia el CALIME cruza dos colinas cuyo punto más alto está en la cota 235m.

La gran complejidad del sistema de agua potable obligó a que en el mismo año 2012 el BIMESM contrate los servicios para la implementación de un sistema de control automático del sistema de agua potable. El alcance del presente proyecto comprende la instalación de la instrumentación necesaria así como la configuración y programación de los controladores lógicos programables, la programación del software HMI para el monitoreo y control a través de la comunicación inalámbrica entre estaciones de bombeo, tanques de distribución y centro de operaciones del batallón. En el año 2013 la DINCYP contrató los servicios para la provisión, instalación de una bomba sumergible, y su integración al sistema de control existente, dando por culminado el proyecto que ha funcionado de manera eficiente hasta la actualidad.

El documento está estructurado en dos capítulos, el primero detalla la solución tecnológica implementada en donde se describe los componentes de cada uno de los niveles de la pirámide de automatización: campo, control, gestión, y los protocolos e interfaces de comunicación necesarios para automatizar un proceso. El segundo capítulo muestra los resultados obtenidos luego de poner en marcha la solución propuesta, esto es una arquitectura de control basada en PLC's SIEMENS que mediante una red Ethernet se comunican entre sí y con el sistema de monitoreo y supervisión a través de enlaces inalámbricos. Al final del documento se elaboran las respectivas conclusiones y recomendaciones, demostrando que el proyecto cumplió el objetivo planteado y la solución encontrada resolvió el problema de desabastecimiento de agua en la unidad.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	iii
DECLARACIÓN EXPRESA	iv
RESÚMEN.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
INTRODUCCIÓN.....	x
CAPÍTULO I: SOLUCIÓN TECNOLÓGICA IMPLEMENTADA.....	1
1.1 Nivel de campo: Sensores y Actuadores	1
1.1.1 Medidor de flujo	1
1.1.2 Medidor Ultrasónico de nivel.....	3
1.1.3 Switch de nivel.....	4
1.1.4 Transmisor de presión	5
1.1.5 Medidor de parámetros eléctricos	6
1.1.6 Actuador Rotatorio para válvulas mariposa.....	6
1.2 Nivel de control: Controladores Lógicos Programables	7
1.3 Nivel de Gestión: Sistema SCADA	8
1.4 Protocolos e Interfaces de Comunicación.....	8
1.4.1 ISO sobre TCP.....	8
1.4.2 Ethernet.....	11

1.4.3 MODBUS RTU.....	12
1.4.4 RS-485	13
1.4.5 Bucle de corriente 4-20 mA.....	14
1.5 Enlaces de Radio	14
1.5.1 Punto – Punto	14
1.5.2 Punto – Multipunto	15
CAPÍTULO II: RESULTADOS OBTENIDOS	16
2.1 Arquitectura de control	16
2.1.1 Estación de bombeo	17
2.1.2 Centro de mando y monitoreo.....	22
2.1.3 Derivación.....	23
2.1.4 Tanque de distribución del Gate 8 y CALIME.....	24
2.2 Arquitectura de comunicaciones.....	25
2.3 Lógica de programación	28
2.3.1 Modo de Operación	28
2.3.2 Bombeo respecto a niveles de agua	29
2.3.3 Bombeo respecto a voltajes de línea	30
2.3.4 Bombeo respecto a corrientes de línea	30
2.3.5 Estados respecto a actuadores y válvulas	31
2.3.6 Estado de las comunicaciones.....	33
2.4 Sistema SCADA.....	34
2.4.1 Operación del Sistema.....	34
2.4.2 Convenciones usadas en el sistema	36

2.4.3 Tendencias	37
2.4.4 Comunicaciones	37
2.4.5 Gestión de Alarmas	38
CONCLUSIONES	40
RECOMENDACIONES	41
BIBLIOGRAFÍA.....	42
ANEXOS.....	43

CAPÍTULO I: SOLUCIÓN TECNOLÓGICA IMPLEMENTADA

La herramienta utilizada para la implementación del sistema de control automático del sistema de agua potable se basa en la pirámide de automatización descrita en la Figura 3, cuyos componentes utilizados en cada nivel se describen a continuación:



Figura 3: Pirámide de Automatización

1.1 Nivel de campo: Sensores y Actuadores

1.1.1 Medidor de flujo

La medición de flujo en la línea de suministro desde el cuarto de bombas hacia los tanques remotos se realiza mediante el sensor electromecánico marca MJK, modelo MagFlux 7200 que se muestra en la Figura 4, utilizado para caudales promedios de 18 l/s, y un diámetro de 2 1/2". El sensor consta específicamente de un interfaz de comunicaciones Modbus RTU / RS485 a través del cual se dispone de localidades de memoria donde se pueden recuperar datos del flujo directo del líquido, flujo reverso, flujo bidireccional o flujo absoluto, totalizadores de volúmenes despachados, etc.



Figura 4: Medidor de flujo marca MJK, modelo MagFlux 7200

El dispositivo MagFlux mide la velocidad de fluido a través del sensor de flujo, y debido a que el sensor está construido como un tubo es sencillo calcular el flujo cuando se conoce sus dimensiones [1]; el cálculo del flujo se determina a partir de la velocidad del fluido “El flujo es generalmente proporcional a la velocidad del fluido; por lo tanto, al medir la velocidad se puede obtener el flujo [traducción personal]” [2, p. 634].

El medidor de flujo dispone de una salida aislada galvánicamente de 4 – 20 mA (carga máxima de 800 Ohms), la cual puede ser fijada para indicar flujo directo de líquido, reverso, bidireccional o absoluto. Tiene dos salidas digitales, una óptica y una segunda provista de un relé electromecánico, pueden programarse para indicar alarmas de flujo deficiente o alto, pulso de salida para contadores totalizadores, alarma de error de sistema, alarma de tubería vacía o para indicar la dirección de flujo. Para la integración del sensor a un sistema de control mediante bus RS-485 se debe desconectar el display ya que el mismo funciona como un maestro, sino produciría un conflicto con un segundo maestro (PLC). El diagrama de conexiones se muestra en la Figura 5.

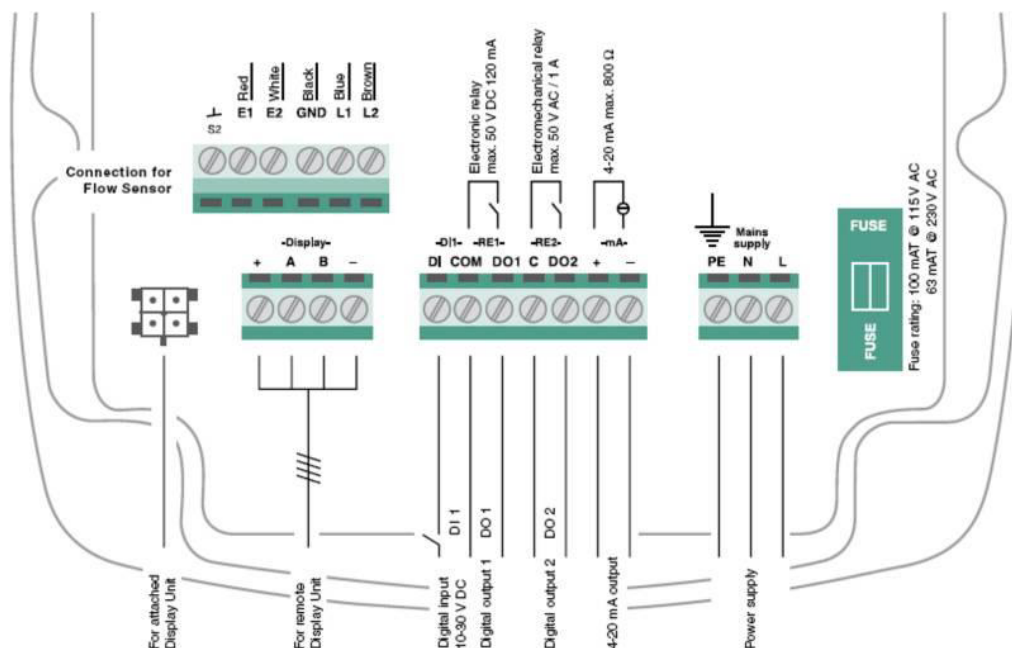


Figura 5: Distribución de Conexiones del Medidor de Flujo MagFlux

1.1.2 Medidor Ultrasónico de nivel

Para la medición de nivel se utiliza un sensor ToughSonic® Modelo TS-30S2-IV de SENIX, según se observa en la Figura 6, es ultrasónico, mide el tiempo que demora el eco de una onda sonora, encima del rango audible, en retornar desde el objeto que se desea medir. Conociendo la velocidad de la luz, el sensor calcula la distancia desde el objeto al transductor.



Figura 6: Sensor de nivel Toughsonic modelo TS-30S2-IV

Dispone de dos salidas, una de 4-20 mA y otra de 0-10 VDC, siendo la primera configuración la utilizada en el presente proyecto, el diagrama de conexión se muestra en la Figura 7. El sensor se alimenta con una fuente externa de 10 – 30 VDC y garantiza mediciones confiables desde los 0.3 a 3 mts, rango suficiente para los alijes del batallón. Dispone de un botón TEACH que permite ajustar los parámetros de empleo, tanque lleno (20 mA) y tanque vacío (4 mA), esta configuración afecta ambas salidas (voltaje y corriente) las cuales no son configurables de manera independiente.

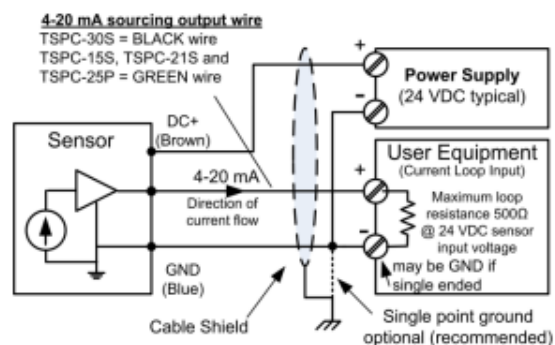


Figura 7: Diagrama de conexiones 4-20 mA

La operación del sensor se resume de la siguiente manera:

- Cuando el nivel está dentro del rango de operación, es decir a la distancia correspondiente entre 4 y 20 mA, los leds indicadores Output 1 y Output 2 están encendidos en verde permanentemente.
- Cuando el nivel ha subido por encima de la distancia máxima, osea está fuera del rango de operación, los leds indicadores Output 1 y Output 2 titilan.
- Cuando el nivel ha bajado por debajo del nivel mínimo, osea está fuera del rango de operación, los leds indicadores Output 1 y Output 2 se apagan.

1.1.3 Switch de nivel

El transductor utilizado para sensar el desborde en los alijes es el switch de nivel OMRON modelo 61F-GP-V50, el cual se usa junto con los electrodos PS-31, según se observa en la Figura 8. Este sensor es biestable, cuando los electrodos entran en contacto con el agua, una corriente débil de aproximadamente 3 mA fluye por los conductores, luego de lo cual es amplificada para operar un relay; según se muestra en la Figura 9 [3, p. 69].



Figura 8: Switch de desborde OMRON 61F-GP-V50 con los electrodos PS-31

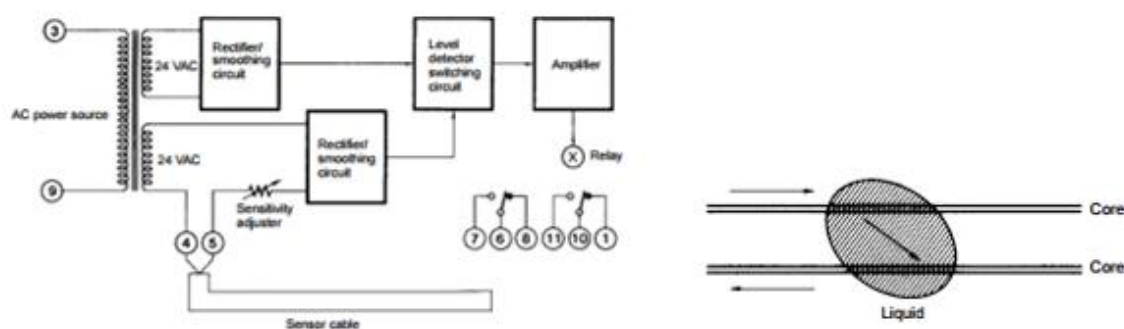


Figura 9: Principio de operación del switch OMRON 61F-GP-V50

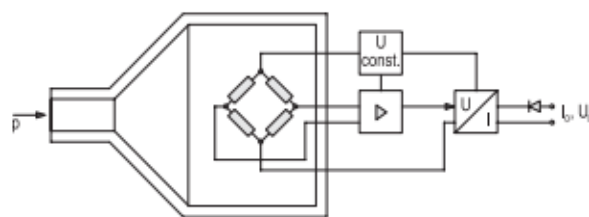
1.1.4 Transmisor de presión

Para la medición de presión se utiliza un transmisor SIEMENS SITRANS P Series Z Type 7MF1564, según se muestra en la Figura 10, el cual es usado en la industria para medir presiones absolutas y manométricas de líquidos y gases “Típicamente, la presión se mide como una cantidad diferencial, esto es, la diferencia entre una presión desconocida y una presión de referencia conocida [traducción personal]” [2, p. 571]. Consta de una carcasa de acero inoxidable que en su interior contiene una celda de silicón piezo resistiva [4, pp. 3-1].



Figura 10: Transmisor de presión SIEMENS SITRANS P Series Z

Para presiones mayores a 14.5 psi el sensor opera según se ilustra en la Figura 11. La celda de medición tiene un puente de resistencia sobre el cual la presión de operación p se transmite a través de un diafragma de cerámica. El voltaje de salida de la celda de medición se alimenta a un amplificador y se convierte en una corriente de salida de 4 – 20 mA o un voltaje de salida DC de 0 – 10 V, ambas salidas son linealmente proporcionales a la presión de entrada [4, pp. 3-2].



I_o : Output current

U_s : Auxiliary Power

Figura 11: Principio de Operación del Sensor de Presión SIEMENS SITRANS P Series Z

1.1.5 Medidor de parámetros eléctricos

El instrumento utilizado para medir los parámetros eléctricos es el M2M de ABB, el cual se muestra en la Figura 12. Este instrumento dispone de funciones avanzadas de análisis para la medición eficiente de parámetros eléctricos monofásicos y/o trifásicos: voltaje, corriente, frecuencia, factor de potencia, potencia activa y reactiva, energía activa y reactiva, los cuales se almacenan en el mapa de memoria mostrado en el ANEXO D [5, pp. 9,10]. Toda la información obtenida por el analizador puede ser transmitida rápidamente hacia localidades remotas a través de una interfaz RS-485 que soporta varios protocolos como: Modbus RTU, Modbus TCP/IP y Profibus DP [6].



Figura 12: Medidor de parámetros eléctricos M2M de ABB

1.1.6 Actuador Rotatorio para válvulas mariposa

Para el accionamiento de la válvulas mariposas existentes en la acometida de agua potable se utilizó el actuador manufacturado por BELIMO modelo SY1-24-3-T, el cual se muestra en la Figura 13 y su ficha técnica se detalla en el ANEXO E. El actuador dispone de un control ON-OFF para apertura y cerrado de las válvulas.



Figura 13: Actuador Rotatorio BELIMO SY1-24-3-T

1.2 Nivel de control: Controladores Lógicos Programables

Los autómatas utilizados en el proyecto son los PLC SIEMENS SIMATIC S7-1200, catalogados como micro PLC's, son modulares, compactos y diseñados versátilmente para una amplia gama de aplicaciones. Su diseño escalable y flexible le permite conectar a la CPU hasta 8 módulos de señales, además tienen la posibilidad de incorporar Signal Boards (SB), que son micro módulos de entradas y salidas que pueden ser enchufados directamente en la parte frontal de la CPU, ocupando el mínimo de espacio posible.

Hasta 3 módulos de comunicación (CM) pueden ser integrados en la configuración de cualquiera de los PLC's S7-1200. Los protocolos de comunicación posibles son:

- Industrial Ethernet / Profinet (puerto integrado)
- Profibus Maestro / Esclavo
- MODBUS RTU
- MODBUS TCP (puerto integrado)
- GSM / GPRS
- AS-Interface
- DNP3

La interfaz Profinet o Industrial Ethernet permite implementar redes de control en arquitecturas descentralizadas, también es utilizada para la programación del PLC, comunicación PLC-HMI y PLC-PLC. Soporta además comunicación con equipos terceros bajo el protocolo TCP/IP. La transmisión de datos se la realiza a una velocidad de 10/100 Mbps, y soporta hasta 8 dispositivos PROFINET.

La funcionalidad maestro Profibus DP se obtiene por medio del módulo CM 1243-5 y soporta hasta 16 esclavos Profibus DP, cada CPU SIMATIC S7-1200 soporta hasta un módulo CM 1243-5, y se pueden combinar con los CM RS232 y RS485. La

funcionalidad esclavo Profibus DP se obtiene por medio del módulo CM 1242-5, cada CPU SIMATIC S7-1200 soporta hasta 3 módulos CM 1242-5, y se pueden combinar con los módulos de comunicación RS232 y RS485. Las diferentes CPU's disponibles dependen principalmente del tipo de alimentación, tipo de salidas, cantidad de I/O, etc. Las principales características de estos PLC's se detallan en el ANEXO F y Figura 14.



Figura 14: PLC's SIEMENS SIMATIC S7-1200 con módulos adicionales

1.3 Nivel de Gestión: Sistema SCADA

SCADA es un acrónimo que significa Supervisory Control and Data Acquisition. Por definición un sistema SCADA está compuesto de un software HMI que utiliza una red para comunicarse con unidades RTU's distribuidas y con PLC's para controlar hardware de manera remota y recuperar información del proceso [7, pp. 1 - 2]. En este caso en particular el software empleado es el VTSCADA creado por Trihedral, cuyas características principales se detallan en el ANEXO G.

1.4 Protocolos e Interfaces de Comunicación

1.4.1 ISO sobre TCP

Los PLC de SIEMENS pueden comunicarse via Ethernet mediante 2 protocolos, el primero de ellos es TCP/IP, principalmente para conectar PLC's con hardware

diferente de SIEMENS, y el segundo es el protocolo S7 que es el backbone del sistema de comunicaciones de SIEMENS, cuya implementación en Ethernet se basa en el estándar ISO sobre TCP. TCP/IP es un protocolo genérico que establece el modo cómo los paquetes deben ser transmitidos sin conocer sobre su contenido, es stream oriented mientras que la estructura de programación de SIEMENS necesita paquetizar los datos en bloques: “TCP emplea un flujo continuo de octetos sin limitaciones explícitas, ISO sobre TCP utiliza un esquema simple de paquetes para delimitar los TPDU’s¹, cada paquete denominado TPKT está configurado como un objeto compuesto de un número entero de octetos de longitud variable” [8, p. 14].

ISO sobre TCP² es un protocolo montado sobre TCP³ (TCP en la parte baja e ISO sobre TCP en la parte alta de la capa de red). El protocolo S7 es “Function oriented or Command oriented, cada transmisión contiene un comando o una respuesta a un comando [traducción personal] [9].” Los protocolos S7, ISO TCP y TCP/IP obedecen a la regla de encapsulación: “cada telegrama de una capa superior se convierte en los datos de la capa inferior [traducción personal] [9],” lo cual se muestra en la Figura 15.

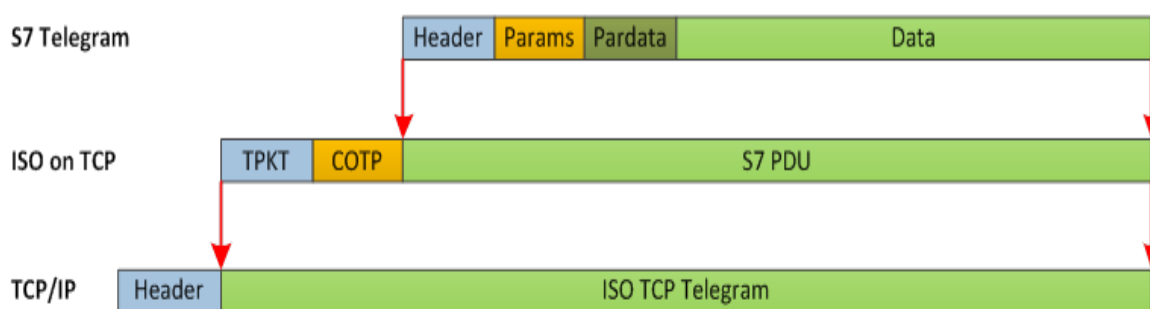


Figura 15: Regla de encapsulación de los protocolos

Para el intercambio de datos vía Ethernet los PLC's S7-1200 de SIEMENS disponen del bloque “T communications” que soporta TCP/IP e ISO on TCP” [10, p. 7], para lo

¹ TPDU: Transport Protocol Data Units. El protocolo ISO on TCP intercambia información entre los usuarios mediante unidades discretas de información llamadas TPDU's [8, p. 11]

² ISO sobre TCP corresponde a la publicación RFC 1006

³ TCP corresponde a la publicación RFC 793

cual dispone de los siguientes objetos: TCON, TSEND, TRCV, TDISCON, TSEND_C Y TRCV_C. Al seleccionar el protocolo ISO sobre TCP: “En el modelo ISO el protocolo ISO-on-TCP se monta sobre el protocolo TCP y permite una aproximación message-oriented, lo cual es muy útil para la comunicación entre sistemas SIMATIC [traducción personal]” [10, p. 7]. El intercambio de datos entre un maestro S7-1200 y los esclavos S7-1200 se realiza de acuerdo al esquema mostrado en la Figura 16.

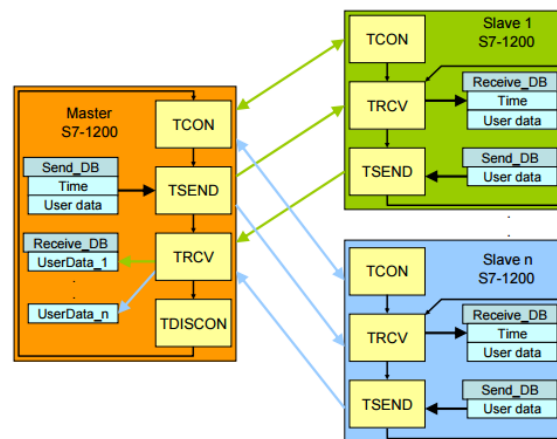


Figura 16: Esquema del bloque “T Communication” en los PLC’s S7-1200

La Figura 17 y Figura 18 muestran la jerarquía de llamada de los bloques usados en la estructura de programación para la comunicación Ethernet entre los PLC’s, tanto para el maestro como para el esclavo respectivamente; y el detalle de cada bloque se muestra en el ANEXO H.

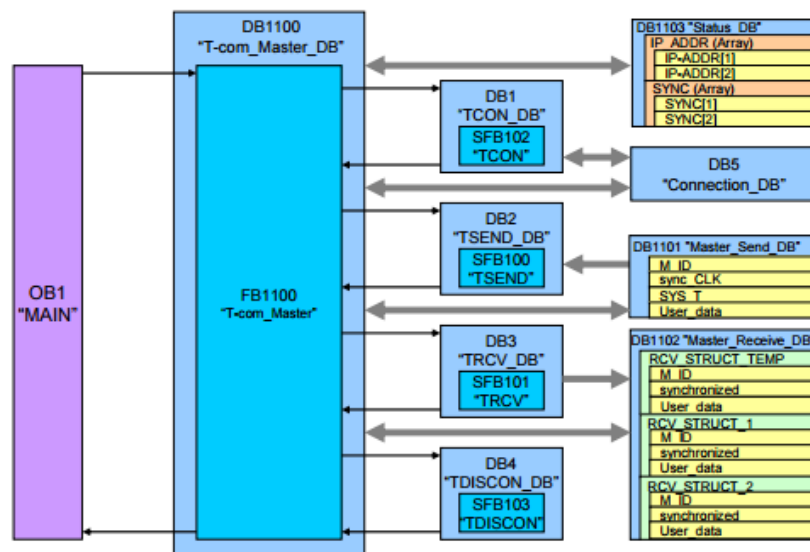


Figura 17: Jerarquía de los bloques de comunicación usados por el maestro

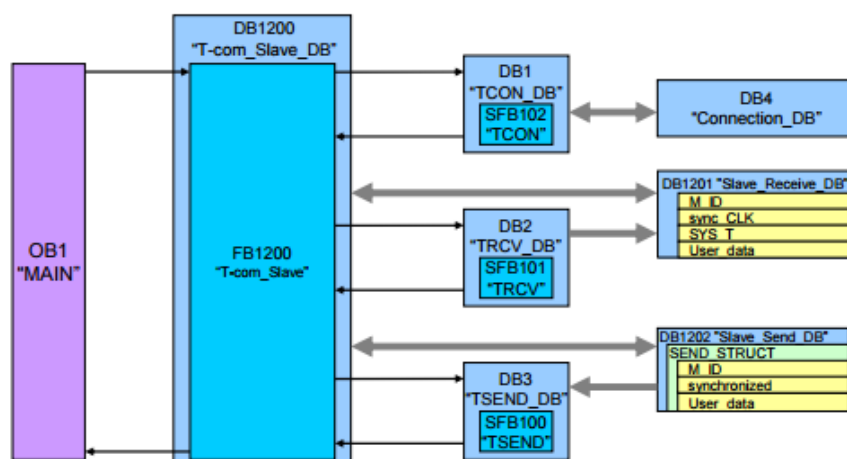


Figura 18: Jerarquía de los bloques de comunicación usados por el esclavo

1.4.2 Ethernet

También conocido como estándar IEEE 802.3 es un estándar de transmisión de datos para redes de área local que utiliza los protocolos TCP/IP, bajo el método de control de acceso al medio conocido como CSMA/CD "Carrier Sense Multiple Access, with Collision Detection". CSMA/CD determina cómo y cuándo un paquete de datos es ubicado en la red. Antes de que un dispositivo Ethernet esté habilitado a transmitir

datos, primero tiene que escuchar para asegurarse que el medio está "libre" y no haya otros dispositivos transmitiendo, el dispositivo continúa escuchando la red para ver si algún otro dispositivo está transmitiendo; caso contrario el paquete se considera enviado al receptor sin interrupciones. Si durante la transmisión detecta otro dispositivo transmitiendo se puede dar una colisión de datos, así pues, ambos detendrán sus transmisiones y realizarán un proceso conocido como back-off, esperan un tiempo aleatorio antes de volver a transmitir nuevamente [11, pp. 402 - 406].

Ethernet Industrial es una potente red de área y célula de acuerdo con los estándares IEEE 802.3 (Ethernet) con la que se pueden crear redes de comunicación eficaces de gran extensión. Es un sistema que brinda todo el potencial que ofrece Ethernet, pero utiliza medidas de seguridad, incluidas las de control de acceso y autenticación, seguridad en la conectividad y administración, a fin de asegurar y garantizar la confidencialidad e integridad de la red y ofrecer datos libres de interferencias. Efectivamente, las redes Ethernet Industrial deben ser altamente confiables y seguir en funcionamiento durante duras condiciones ambientales, interrupciones accidentales de red y fallas de los equipos. Un elemento clave de preocupación es el rendimiento de extremo a extremo; por esto, el determinismo, es decir, la capacidad de garantizar que un paquete es enviado y recibido en un determinado período de tiempo, es un importante objetivo para el diseño de las redes industriales [12, pp. 236 - 237]. Al objeto de conseguir tal seguridad, las redes industriales utilizan Switches y procesadores de comunicación gestionados que permiten garantizar la integridad de los datos y el establecimiento sin errores de la comunicación entre equipos

1.4.3 MODBUS RTU

MODBUS es un protocolo público de transmisión para sistemas de control de procesos, en contraste con otros buses de campo o protocolos no tiene definido una

interfaz de capa 1 del modelo de redes ISO, MODBUS es capa 2. Sus grandes capacidades de integración con dispositivos de varios fabricantes lo han convertido “en el estándar por defecto de la industria” [12, p. 96]. Su estructura lógica es del tipo maestro – esclavo con acceso al medio controlado por el maestro, el número máximo de estaciones previsto es de 63 esclavos más una estación maestra. La codificación de datos dentro de la trama se realiza ya sea en modo ASCII o puramente binario según el estándar RTU⁴, mediante los cuales se envían código de funciones para intercambio de datos e información: “El modo MODBUS RTU es el modo más utilizado, el modo ASCII tiene mensajes que son casi el doble del tamaño de los mensajes del modo RTU” [12, p. 97]

1.4.4 RS-485

El enlace RS-485 es en realidad una simplificación del enlace RS-422 empleando un único par trenzado para un enlace XON-XOFF, semiduplex, lo que permite utilizar una sola línea de transmisión para transmitir y recibir datos, aunque esto requiere de un software de control de enlace (nivel OSI) que haga conmutar la línea según el terminal que deba transmitir o recibir los datos, admite y se emplea en una topología tipo bus [12, pp. 53 - 55], lo cual se observa en la Figura 19.

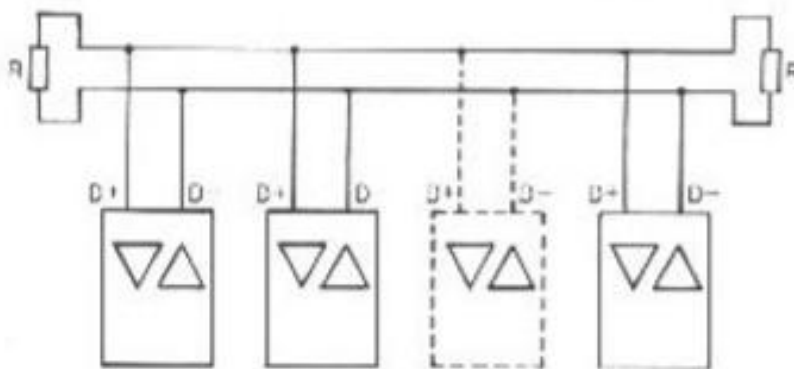


Figura 19: Enlace en red mediante bus RS-485

⁴ RTU: Remote Transmission Unit

1.4.5 Bucle de corriente 4-20 mA

Otra interfaz comúnmente usada es el lazo o bucle de corriente, el cual emplea una señal de corriente en lugar de una señal de voltaje, a través de un par de alambres separados para el transmisor y receptor de corriente, según se muestra en la Figura 20. El uso de una señal constante de corriente permite obtener mayores distancias que la alcanzada con una conexión de voltaje como RS-232, esto es debido a que el bucle de corriente tiene mayor inmunidad al ruido [12, pp. 69 - 70].



Figura 20: Interfaz de lazo de corriente

1.5 Enlaces de Radio

1.5.1 Punto – Punto

Los enlaces punto – punto utilizados en el proyecto fueron materializados mediante radios Ethernet MIKROTIK SEXTANT RB/SXT 5HnD que pueden trabajar en las bandas ISM o UNII permitidas en los reglamentos de nuestro país y en el complejo hidrocarburífero de Esmeraldas, con lo que se dispone una gama amplia de canales disponibles a seleccionarse. Estos radios disponen de un puerto 10/100 Ethernet y utilizan antenas sectoriales de 25° para las estaciones y puntos de repetición, según se muestra en la Figura 21, su ficha técnica se detalla en el ANEXO I.

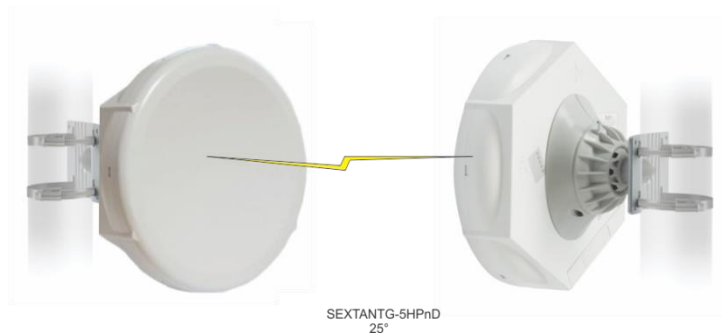


Figura 21: Radios MIKROTIK SEXTANT RB/SXT 5HnD y sus antenas

1.5.2 Punto – Multipunto

Para materializar los enlaces punto – multipunto se emplearon radios Access5830 fabricados por TRANGO BROADBAND, según se muestra en la Figura 22, ofrecen una solución versátil para proveer acceso de banda ancha en una amplia región geográfica mediante conectividad Ethernet inalámbrica: “El Access5830 entrega 10 Mbps y opera en la banda ISM de 5.8 GHz [traducción personal]” [13, p. 1]. Está clasificado como un bridge multipunto capa 2 y consiste de 2 tipos de radios: Access Points (AP) y Subscriber Units (SU). Los AP’s funcionan como “Hubs” en configuración estrella, y proveen servicios inalámbricos de banda ancha a uno o más SU’s mediante un algoritmo propietario tipo “polling”, que le permite manejar múltiples conexiones y compartir eficientemente el canal de 10 Mbps [13, pp. 1-3]. La descripción de los distintos modelos de radios y sus características técnicas se detallan en el ANEXO J.

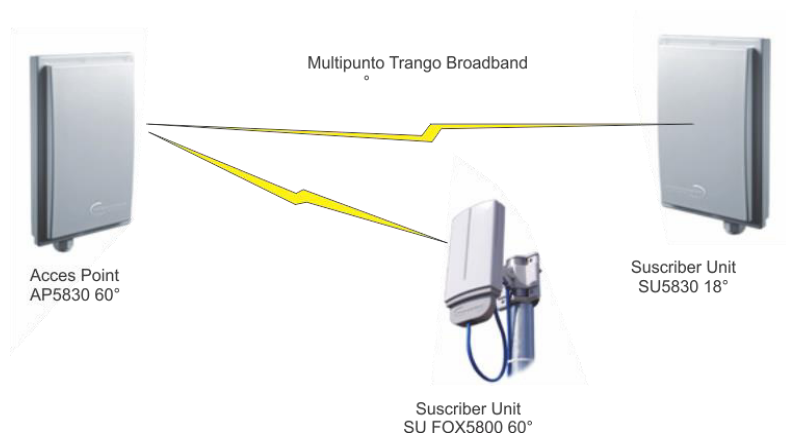


Figura 22: Radio TRANGO BROADBAND Access 5830 (AP) y (SU)

CAPÍTULO II: RESULTADOS OBTENIDOS

2.1 Arquitectura de control

El sistema de control fue diseñado en base a los tres primeros niveles de la pirámide de automatización. Los PLC's empleados en el nivel de control son de la familia SIEMENS S7-1200 interconectados a través de sus puertos Ethernet por una topología de red de comunicaciones ETHERNET tipo estrella, donde el PLC del puesto de mando actúa como maestro en el intercambio de datos necesarios entre los 4 PLC's esclavos: Calime, Gate 8, derivación y Estación de bombeo. Los PLC's se comunican entre sí mediante comunicaciones estándar ISO sobre TCP.

Se optó por una arquitectura distribuida ya que los PLC's del sistema de bombeo así como el dispuesto en la derivación, además de realizar el control bajo condiciones normales pueden también reaccionar ante condiciones de emergencia de forma independiente y localmente, como es el caso de calidad de energía o pérdida de comunicaciones comandando a parar el sistema o colocar el sistema en condiciones preestablecidas.

Dependiendo del tipo de sensor el PLC obtiene datos a través de sus entradas analógicas de 4-20 mA dispuestas para los sensores de nivel y presión así como también se comunica con ciertos dispositivos mediante el protocolo Modbus sobre interface RS-485, como es el caso del medidor de parámetros eléctricos.

Las comunicaciones inalámbricas permiten la inserción de cada punto geográfico al sistema y se las realiza a través de una red Ethernet TCP/IP, red que permite que las variables, necesarias para el funcionamiento de este sistema, puedan ser adquiridas por los controladores lógicos programables correspondientes e interfaz hombre máquina. La arquitectura de control empleada se muestra en la Figura 23. Las direcciones IP de cada PLC del sistema de control se detallan en la Tabla 1. Un

registro fotográfico de los trabajos realizados se muestra en el ANEXO K.

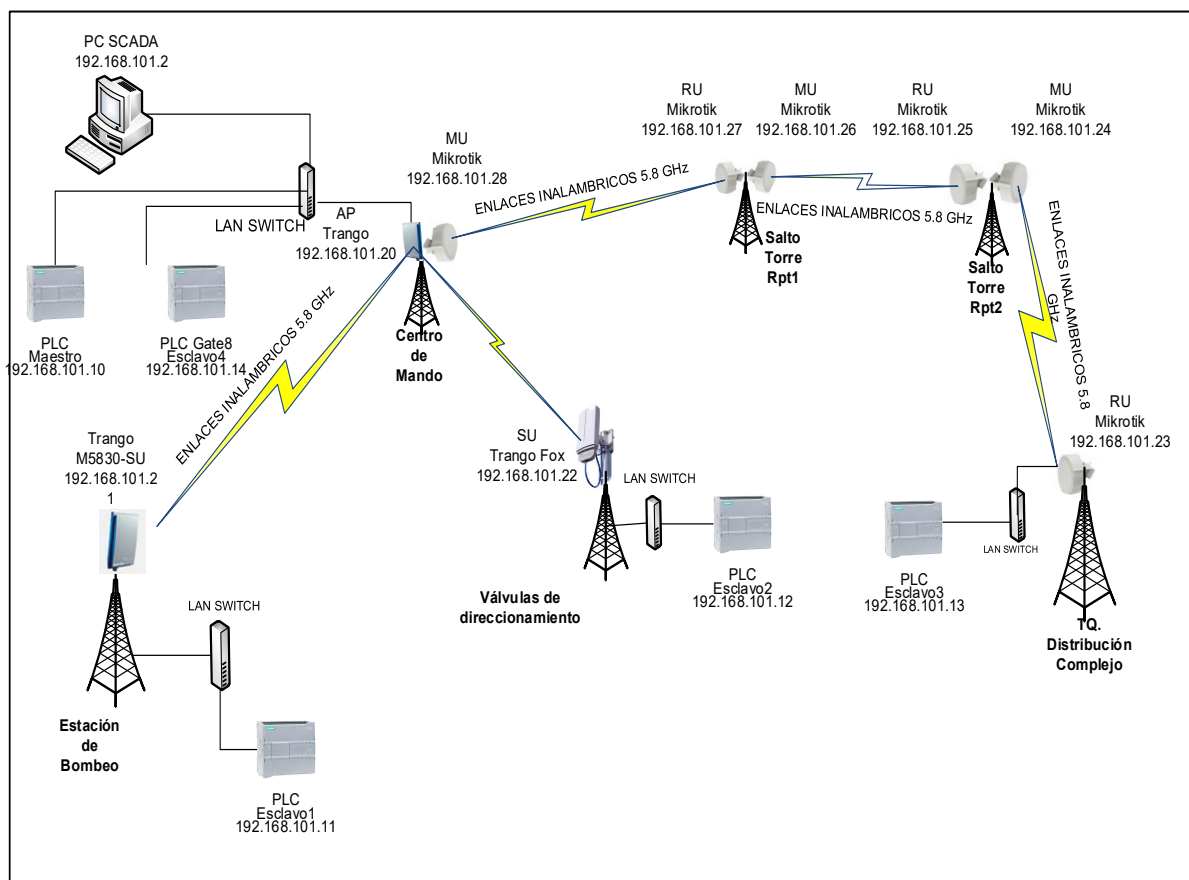


Figura 23: Arquitectura de control

Ord	Tipo PLC	Ubicación	IP
1	Maestro	Centro de mando	192.168.101.10
2	Esclavo 1	Estación de bombeo	192.168.101.11
3	Esclavo 2	Derivación	192.168.101.12
4	Esclavo 3	Calime	192.168.101.13
5	Esclavo 4	Gate 8	192.168.101.14

Tabla 1: Direccionamiento de los PLC's del sistema de control

2.1.1 Estación de bombeo

La arquitectura de control en esta localidad dispone de un PLC 1214C AC/DC/Relay Modelo 6ES7 214-1BE30-0XB0 con módulo CM1241 (RS-485) modelo 6ES7 241-1CH30-0XB0 para comunicación con el medidor de parámetros eléctricos. Entre los

sensores disponibles tenemos un sensor de presión SIEMENS SITRANS P Series Z Type 7MF1564 y un sensor ultrasónico de nivel ToughSonic modelo TS-30S2-IV de SENIX, cuyas salidas 4-20 mA están conectadas a las dos entradas análogas del PLC. Existe además un sensor de flujo marca MJK, modelo MagFlux 7200 que al momento su display está colocado en el tablero de control pero no está integrado al PLC⁵. El transmisor de presión mide la presión de la línea por donde circula el fluido para censar la rotura en la tubería, parámetro que permitirá al sistema de control parar el bombeo correspondiente. La función principal del medidor de flujo es de censar un mínimo de caudal para precautelar la seguridad de las bombas en cuanto a disminución de su rendimiento, además de registrar el consumo de agua de la unidad. Otro dispositivo encontrado en esta ubicación es un actuador BELIMO modelo SY1-24-3-T que apertura o cierra la válvula de ingreso a la cisterna en base a niveles previamente configurados. A través del módulo Ethernet CSM 1277, el PLC se comunica con el radio del enlace punto – multipunto y una pantalla HMI para tareas de mantenimiento.

En la actualidad se dispone únicamente de una bomba centrífuga sumergible integrada al sistema de control y dos bombas de pistón obsoletas diseñadas para trabajar con petróleo y no con agua que son operadas manualmente. Se espera que en el año 2016 la Armada del Ecuador asigne los fondos respectivos para adquirir otra bomba sumergible de similares características, motivo por el cual ya se han separado las entradas y salidas correspondientes para la segunda bomba. Las principales entradas digitales son: paro de emergencia, selector local/remoto, selector bomba, status encendido, status apagado, y reset. Las principales salidas digitales incluyen: lámparas de marcha y falla y botón de arranque de las dos bombas, lámparas de nivel alto de la cisterna y nivel bajo de los tanques remotos, y apertura/cierre del actuador de la válvula de ingreso a la cisterna. El diagrama de señales y comunicaciones y la

⁵ Este sensor fue adquirido recientemente y no estaba contemplado en el proyecto original, por lo que es necesario adquirir un módulo SM1231 de 4 entradas analógicas para conectar la salida de 4-20 mA del sensor y poder integrarlo al PLC.

disposición de equipos en la estación de bombeo se muestra en la Figura 24, Figura 25 y Figura 26 respectivamente, el detalle de entradas y salidas se describe literalmente en la Tabla 2, y gráficamente en la Figura 27, Figura 28 y Figura 29. El diagrama eléctrico se indica en el ANEXO L.

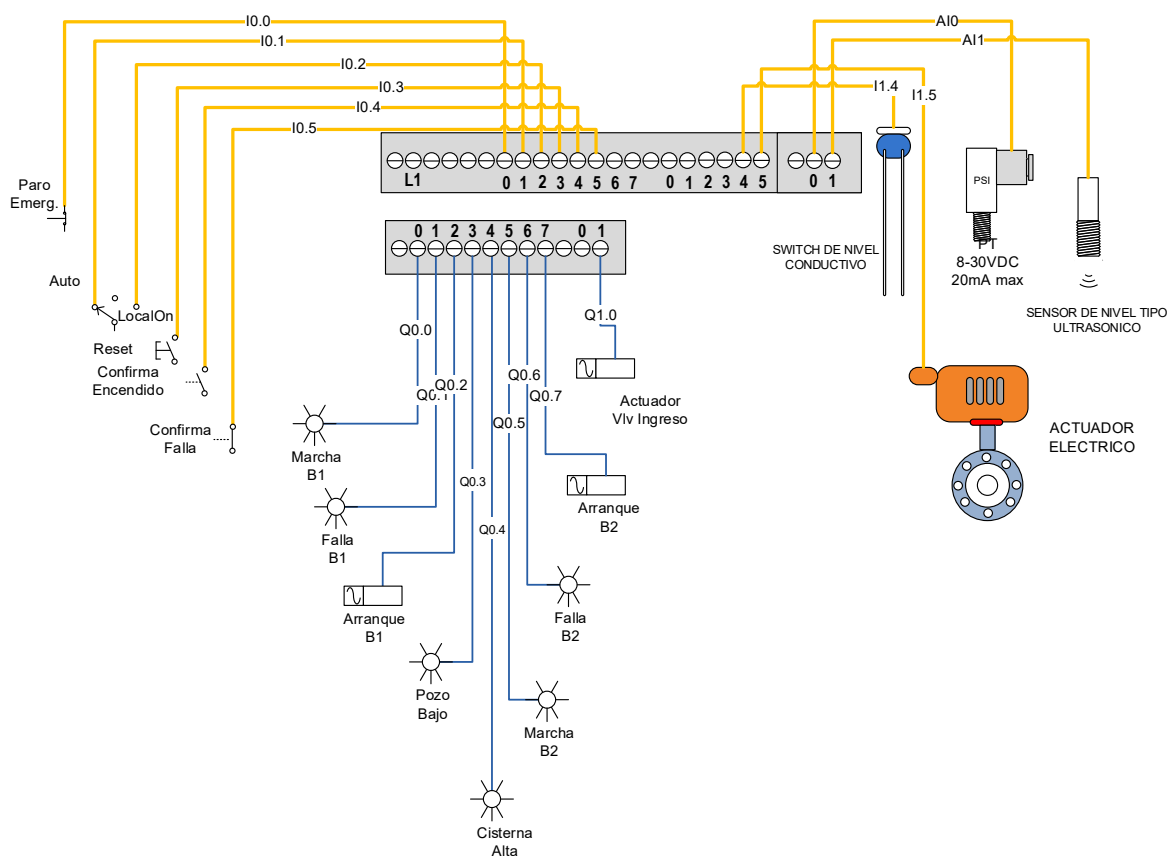


Figura 24: Diagrama de señales de la estación de bombeo

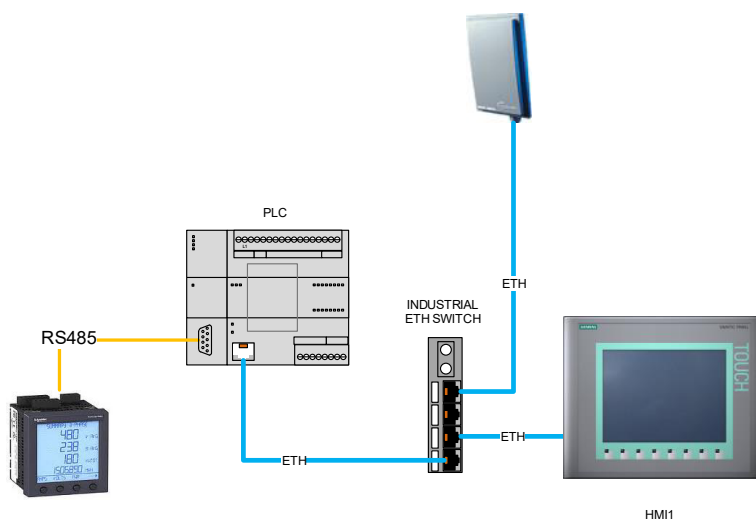


Figura 25: Diagrama de comunicaciones en la estación de bombeo

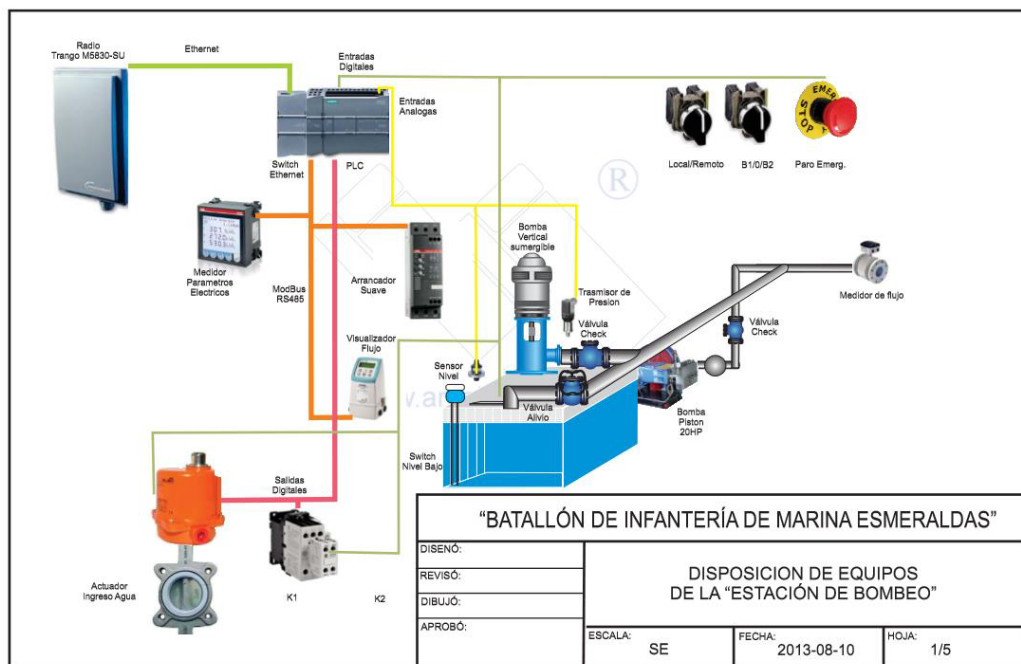


Figura 26: Disposición de equipos en la estación de bombeo

Ord	I/O	Nombre	Tipo	Dir	Observaciones
1	Entrada Digital	b_B1ParoEmg_Cmd	Boolean	%I0.0	Botón paro emergencia B1
2	Entrada Digital	b_B1Remote_Cmd	Boolean	%I0.1	Selector remoto B1
3	Entrada Digital	b_B1LocStart_Cmd	Boolean	%I0.2	Arranque local B1
4	Entrada Digital	b_B1LocReset_Cmd	Boolean	%I0.3	Reset local B1
5	Entrada Digital	b_B1Started_Ack	Boolean	%I0.4	Status arranque local B1
6	Entrada Digital	b_B1Fail_Ack	Boolean	%I0.5	Status falla B1
7	Entrada Digital	b_B2ParoEmg_Cmd	Boolean	%I0.6	Botón paro emergencia B2
8	Entrada Digital	b_B2Remote_Cmd	Boolean	%I0.7	Selector remoto B2
9	Entrada Digital	b_B2LocStart_Cmd	Boolean	%I1.0	Arranque local B2
10	Entrada Digital	b_B2LocReset_Cmd	Boolean	%I1.1	Reset local B2
11	Entrada Digital	b_B2Started_Ack	Boolean	%I1.2	Status arranque local B2
12	Entrada Digital	b_B2Fail_Ack	Boolean	%I1.3	Status falla B2
13	Entrada Digital	b_SwNivelOK_Ack	Boolean	%I1.4	Status switch nivel
14	Entrada Digital	b_VlvClosed-Ack	Boolean	%I1.5	Status actuador
15	Entrada Análoga	w_B1PSIV	Word	%IW64	Sensor presión
16	Entrada Análoga	w_LVLV	Word	%IW66	Sensor nivel ultrasónico
17	Entrada RS-485	w_B1AMPS	Word	%IW96	Medidor parámetros

Ord	I/O	Nombre	Tipo	Dir	Observaciones
18	Entrada RS-485	w_B2AMPS	Word	%IW98	eléctricos
19	Entrada RS-485	w_B1Volts	Word	%IW100	
20	Entrada RS-485	w_B2Volts	Word	%IW102	
21	Salida Digital	ToB1OnLamp	Boolean	%Q0.0	Lámpara encendido B1
22	Salida Digital	ToB1FailLamp	Boolean	%Q0.1	Lámpara falla B1
23	Salida Digital	ToB1StartRly	Boolean	%Q0.2	Encendido B1
24	Salida Digital	ToCistBajaLamp	Boolean	%Q0.3	Lámpara nivel bajo cisterna
25	Salida Digital	ToRsrvAltoLamp	Boolean	%Q0.4	Lámpara nivel alto tanques remotos
26	Salida Digital	ToB2OnLamp	Boolean	%Q0.5	Lámpara encendido B2
27	Salida Digital	ToB2FailLamp	Boolean	%Q0.6	Lámpara falla B2
28	Salida Digital	ToB2StartRly	Boolean	%Q0.7	Encendido B2

Tabla 2: Detalle de entradas y salidas del PLC de la estación de bombeo

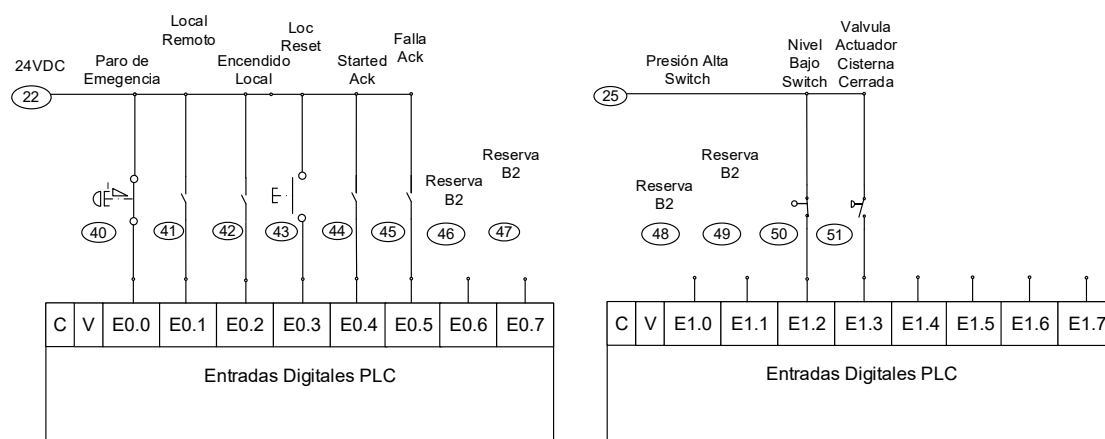


Figura 27: Detalle de las entradas digitales del PLC de la estación de bombeo

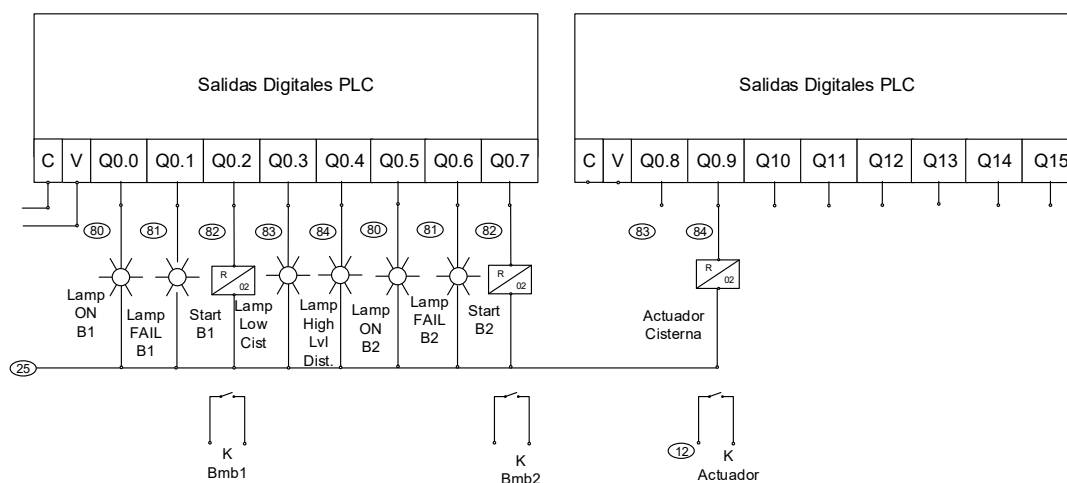


Figura 28: Detalle de las salidas digitales del PLC de la estación de bombeo

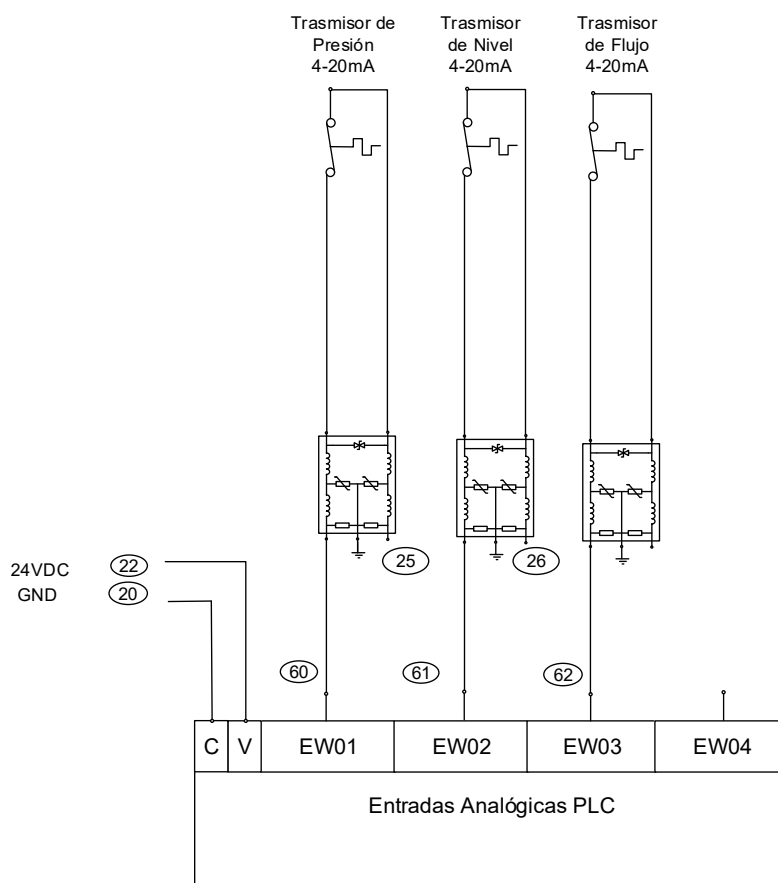


Figura 29: Detalle de las entradas analógicas del PLC de la estación de bombeo

2.1.2 Centro de mando y monitoreo

La arquitectura de control en esta localidad dispone de un PLC 1212C AC/DC/Relay Modelo 6ES7 212-1BD30-0XB0 que actúa como maestro del sistema y a la vez controla el nivel en el tanque de reserva ubicado en la planchada 1; además cuenta con un módulo Ethernet Industrial CSM 1277, un sensor ultrasónico de nivel ToughSonic modelo TS-30S2-IV de SENIX con salida 4-20 mA conectado a la entrada analógica del PLC y un switch de nivel OMRON modelo 61F-GP-V50 conectado a la entrada digital del PLC. El PLC se conecta a los enlaces inalámbricos punto – punto y punto – multipunto y al SCADA mediante el switch Ethernet industrial según se observa en el diagrama de señales de la Figura 30. El detalle de las entradas y salidas se muestra en la Tabla 3.

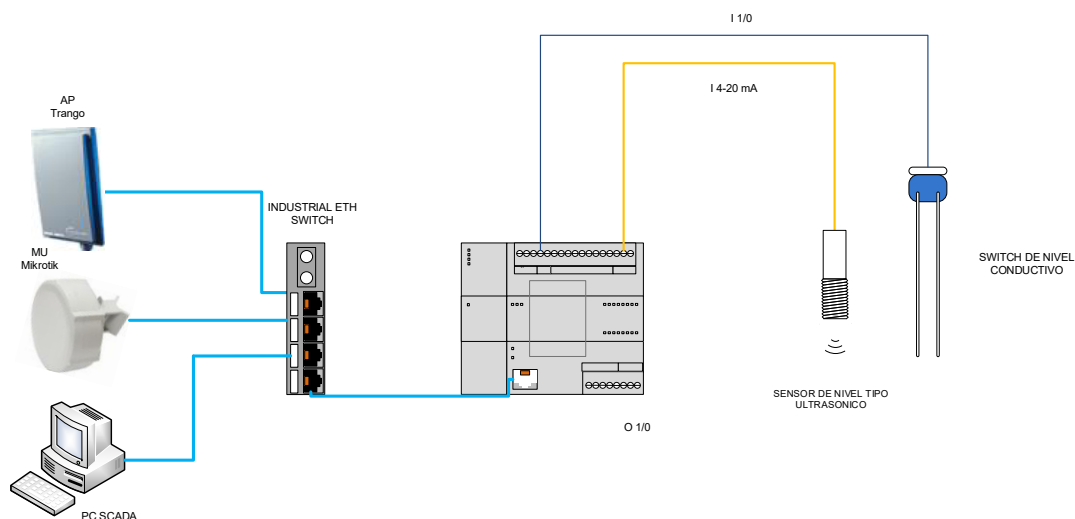


Figura 30: Diagrama de señales del centro de mando

Ord	I/O	Nombre	Tipo	Dirección	Observaciones
1	Entrada Digital	b_Rsrv1OverLvl	Boolean	%I0.1	Switch de nivel
2	Entrada Analógica	W_Rsrv1Lvl	Word	%IW64	Sensor ultrasónico

Tabla 3: Detalle de Entradas y Salidas del PLC maestro en el centro de mando

2.1.3 Derivación

La arquitectura de control en esta localidad dispone de un PLC 1214C DC/DC/Relay Modelo Específico 6ES7 214-1AE30-0XB0 que controla los dos actuadores BELIMO modelo SY1-24-3-T que accionan las válvulas mariposa hacia el Gate 8 y CALIME. Este PLC está ubicado en un lugar donde no se dispone de energía eléctrica, por lo tanto se instalaron dos paneles solares para proveer alimentación DC al dispositivo y los actuadores. El módulo Ethernet Industrial CSM 1277 le permite al PLC conectarse al radio TRANGO BROADBAND. Las salidas de cada actuador se conectan a las entradas digitales del PLC para determinar su status, y las salidas digitales del PLC controlan la apertura y cierre de ambos actuadores a través de dos relays. El esquema de control se observa en el diagrama de señales de la Figura 31. El detalle de las entradas y salidas se muestra en la Tabla 4, y el diagrama de conexiones eléctricas y el esquema del sistema fotovoltaico se indican en el ANEXO M.

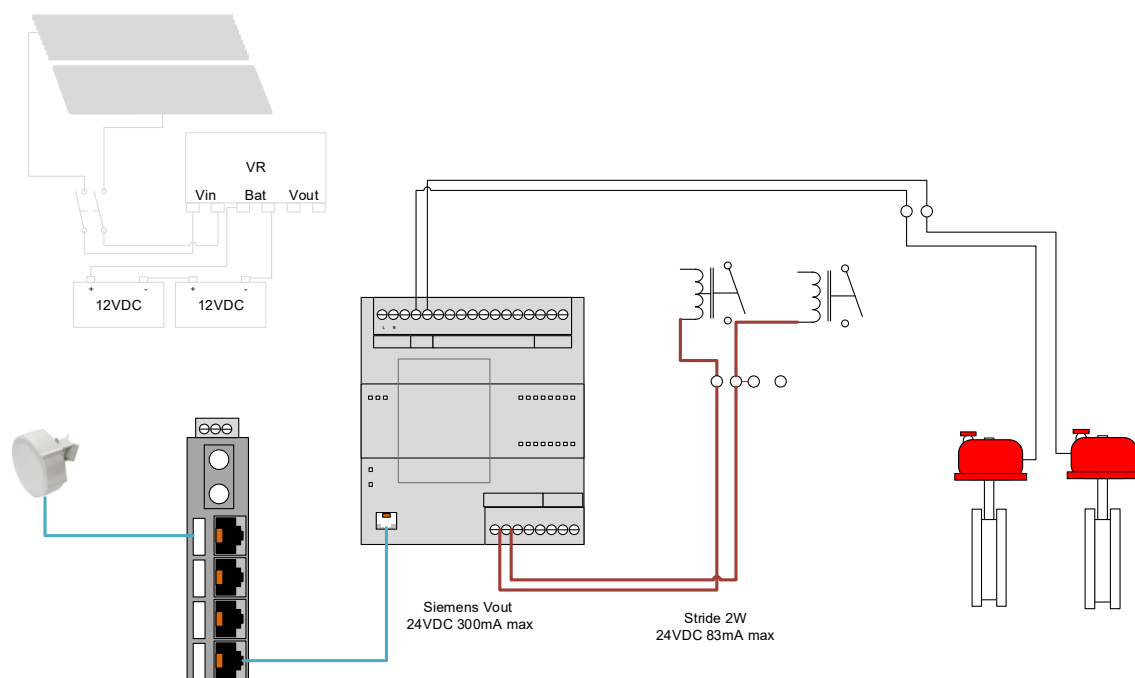


Figura 31: Diagrama de señales de la Derivación

Ord	I/O	Nombre	Tipo	Dir	Observaciones
1	Entrada Digital	b_Vlv1Cerrada	Boolean	%I0.1	Status válvula 1
2	Entrada Digital	b_Vlv2Cerrada	Boolean	%I0.2	Status válvula 1
3	Salida Digital	ToVlv1	Boolean	%Q0.0	Accionamiento válvula 1
4	Salida Digital	ToVlv2	Boolean	%Q0.1	Accionamiento válvula 2

Tabla 4: Detalle de entradas y salidas del PLC en la derivación

2.1.4 Tanque de distribución del Gate 8 y CALIME

La arquitectura de control en ambas localidades es casi idéntica, con la excepción que el Gate 8 no se comunica con el PLC maestro mediante un enlace inalámbrico sino alámbrico por Ethernet. Estas localidades controlan únicamente los niveles en los tanques de reserva mediante un PLC 1212C AC/DC/Relay Modelo 6ES7 212-1BD30-0XB0, señales que permitirán al sistema determinar la secuencia de encendido de la bomba. Otros dispositivos instalados en estos lugares son: un módulo Ethernet Industrial CSM 1277, un sensor ultrasónico de nivel ToughSonic modelo TS-30S2-IV de SENIX con salida 4-20 mA conectado a la entrada analógica del PLC, un switch de

nivel OMRON modelo 61F-GP-V50 conectado a la entrada digital del PLC, según se observa en el diagrama de señales de la Figura 32. El detalle de las entradas y salidas se muestra en la Tabla 5 y el diagrama eléctrico se indica en el ANEXO N.

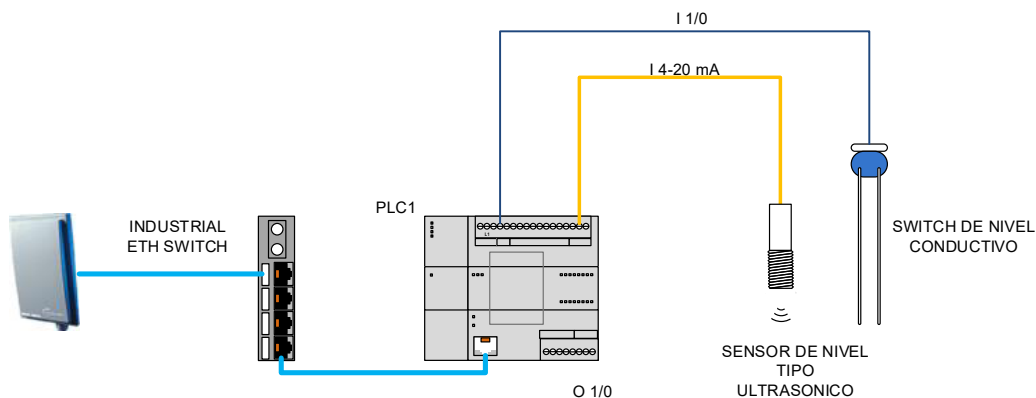


Figura 32: Diagrama de señales del tanque remoto en el Gate 8 y CALIME

Ord	I/O	Nombre	Tipo	Dirección	Observaciones
1	Entrada Digital	b_OverLvl2Good	Boolean	%I0.1	Switch de nivel
2	Entrada Analógica	W_Rsrv2Level	Word	%IW64	Sensor ultrasónico

Tabla 5: Detalle de Entradas y Salidas del PLC en CALIME y Gate 8

2.2 Arquitectura de comunicaciones

El área geográfica extensa, donde se encuentran ubicados los distintos puntos y dispositivos de control conllevó a utilizar enlaces de radio entre el PLC maestro y los PLC's esclavos, para lo cual se obtuvo apoyo del Departamento de Comunicaciones del Terminal Marítimo de Balao para la realización de un estudio de enlaces, en donde se puede observar en la Figura 33 que desde el puesto de mando hacia el cuarto de bombas y derivación existe línea de vista, y desde el puesto de mando hacia el CALIME era necesario implementar 2 saltos intermedios, según se observa en la Figura 34, Figura 35 y Figura 36.

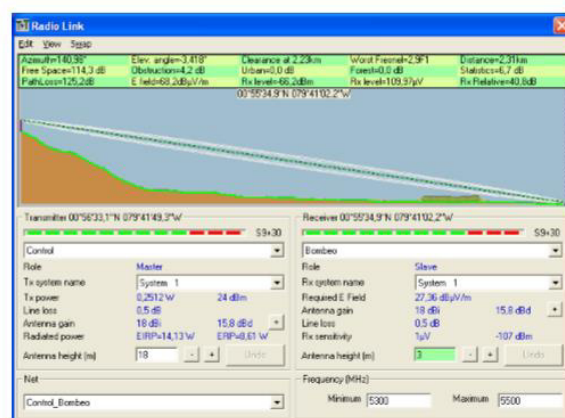


Figura 33: Enlace entre la estación de control y estación de bombeo

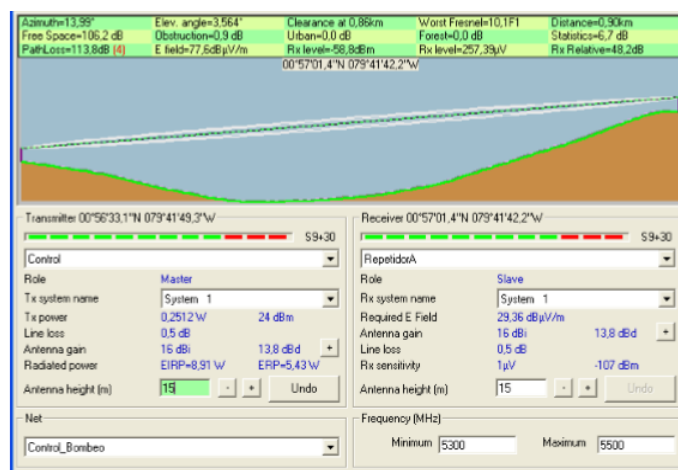


Figura 34: Enlace entre el puesto de mando y el repetidor A (1er salto)

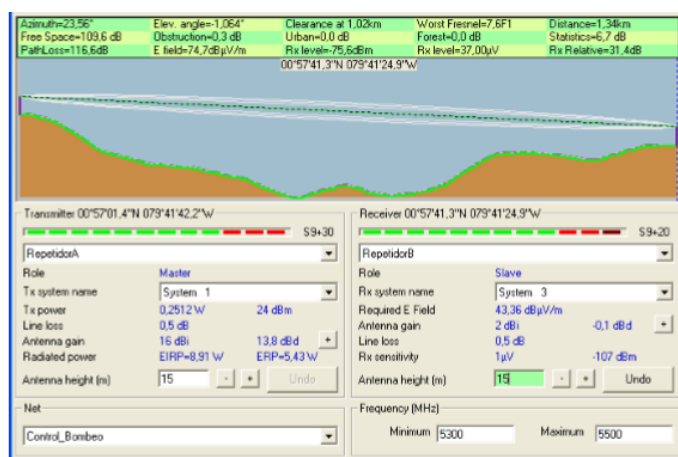


Figura 35: Enlace entre el repetidor A y repetidor B (2do salto)

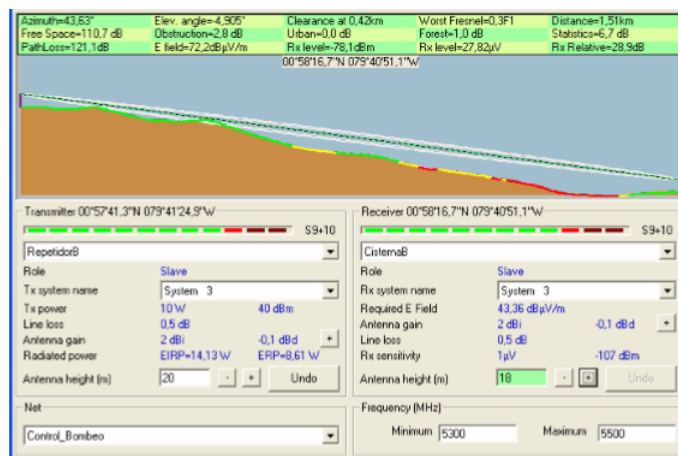


Figura 36: Enlace entre el repetidor B y el CALIME

Luego de realizar un barrido de frecuencias se determinó que el sistema podía operar dentro del rango de frecuencias no licenciadas (5470 MHz – 5725 MHz); para lo cual se materializaron 3 enlaces punto-punto con los radios MIKROTIK SEXTANT RB/SXT 5HnD y 3 enlaces punto– multipunto con los radios TRANGO BROADBAND Access 5830, según se muestra en la Tabla 6. El motivo de utilizar distintos radios para la misma aplicación se debe principalmente a un requerimiento del batallón de proveer servicios adicionales de internet, intranet, datos y telefonía IP por el mismo enlace hacia el CALIME, los equipos MIKROTIK disponen de mayor ancho de banda que los TRANGO BROADBAND utilizados en el proyecto. La arquitectura de comunicaciones se muestra en la Figura 23 del numeral 2.1 del presente documento.

Ord	Radio	Enlace	Observaciones	IP
1	Punto – Punto	Centro de mando – Torre del tanque 10 (1er salto)	MU Mikrotik RU Mikrotik	192.168.101.28 192.168.101.27
2	Punto – Punto	Torre del tanque 10 – tanque 1 (2do salto)	MU Mikrotik RU Mikrotik	192.168.101.26 192.168.101.25
3	Punto – Punto	Torre del tanque 1 – CALIME	MU Mikrotik RU Mikrotik	192.168.101.24 192.168.101.23
4	Punto – Multipunto	Centro de mando (maestro) – Derivación (esclavo)	M5830S-AP 60 (maestro) – M5830S-FSU (esclavo)	192.168.101.20 192.168.101.22
5	Punto – Multipunto	Centro de mando (maestro) – estación de bombeo (esclavo)	M5830S-AP 60 (maestro) – M5830S-SU (esclavo)	192.168.101.20 192.168.101.21

Tabla 6: Enlaces de comunicaciones del sistema de control

2.3 Lógica de programación

2.3.1 Modo de Operación

Es importante resaltar la lógica de control que define las condiciones para impedir el arranque de la bomba, independientemente del modo de operación; esto es: ausencia de nivel suficiente de agua en la cisterna de la estación de bombeo, existencia de agua suficiente en las cisternas remotas; baja de presión en las líneas por rotura, o deficiencia en el rendimiento (caudal bombeado bajo).

2.3.1.1. Operación Local

Se realiza en la estación de bombeo habilitando el selector “local/remoto” del tablero de control, el sistema funciona dependiendo exclusivamente del operario presente. Si se desea que la bomba entre en funcionamiento, el operario debe presionar el botón verde de “ARRANQUE”; y si desea apagarla debe pulsar el botón rojo de “PARO”.

2.3.1.2. Operación Remota

Se habilita seleccionando a través del botón “local/remoto” en la estación de bombeo. En este tipo de operación existen dos sub modos de operación: manual y automático, ambos se seleccionan desde la consola de operación del interfaz HMI del SCADA ubicado en el centro de mando, según se observa en la Figura 37. Para ambas opciones el selector “local/remoto” debe estar fijado en “remoto”.

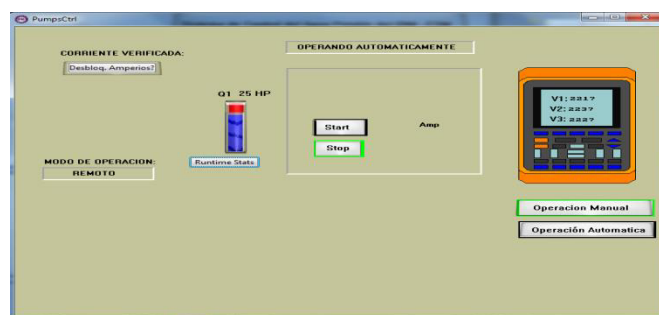


Figura 37: Botones de acción en el SCADA para operación remota

2.3.2 Bombeo respecto a niveles de agua

Los niveles en las cisternas de la estación de bombeo y los alijos remotos determinan la secuencia de encendido de la bomba. En el caso del cuarto de bombas, la lógica de control determina el encendido de la bomba cuando se alcanza un nivel superior y se apaga al alcanzar un nivel inferior. La lógica en los tanques remotos es inversa, la bomba se enciende cuando alcanza un nivel inferior y se apaga cuando alcanza un nivel superior. El esquema de control y los valores específicos de cada reservorio se muestran en la Figura 38, Figura 39 y Tabla 7.

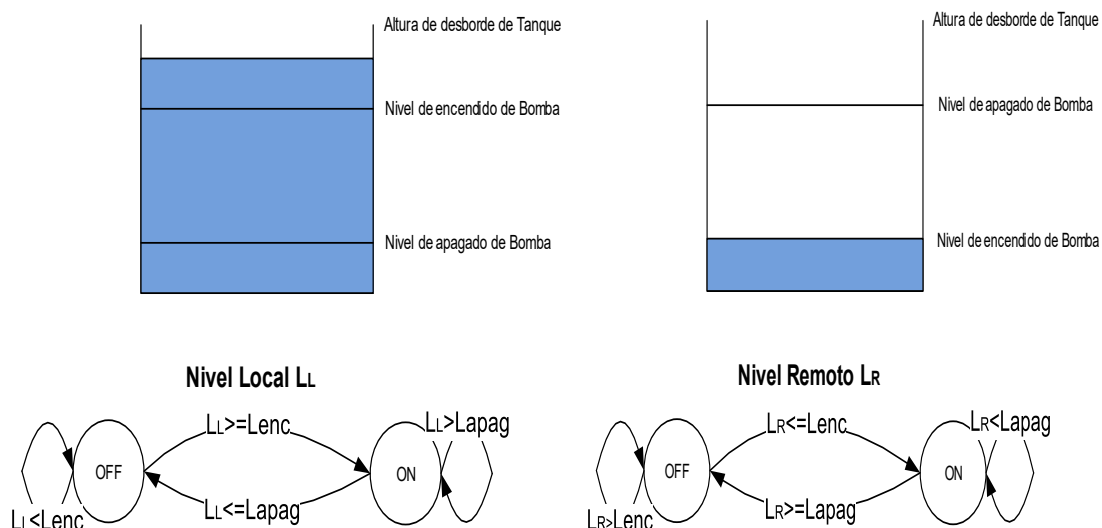


Figura 38: Lógica de control respecto a niveles en tanque local y remoto

Cisterna	Desborde cm	Bombas ON		Bombas OFF	
		%	cm	%	Cm
Estación de bombeo	200	70%	140	50%	100 ⁶
Gate 8	175	34,3%	60	97,2%	170
CALIME	180	33,3%	60	97%	175

Tabla 7: Niveles específicos de cada reservorio

⁶ Por especificaciones técnicas del fabricante, la bomba sumergible instalada en la estación de bombeo requiere un nivel mínimo de 1m de agua para garantizar su operación



Figura 39: Secuencia de encendido de la bomba respecto a niveles

2.3.3 Bombeo respecto a voltajes de línea

El encendido de la bomba está condicionado a la existencia de voltajes de línea en una franja predeterminada. Para el caso de voltaje bajo, la bomba permanecerá encendida si el voltaje de línea es mayor al límite inferior, y se apagará cuando sea menor al límite superior. Para el caso de voltaje alto, la bomba permanecerá encendida si el voltaje de línea es menor que el límite superior, y se apagará cuando sea mayor que el límite inferior. Ambas condiciones se muestran en la Figura 40.

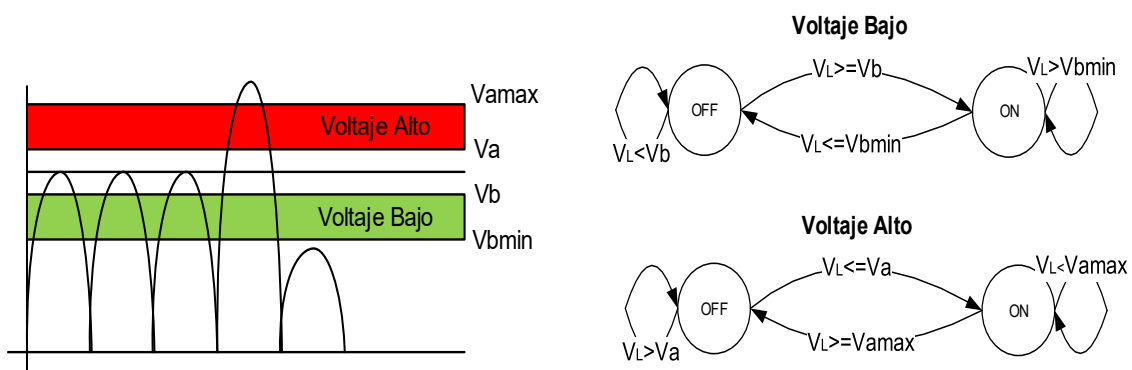


Figura 40: Estado del bombeo respecto a voltajes de línea

2.3.4 Bombeo respecto a corrientes de línea

Los valores de corriente determinan si la bomba está operando dentro de los parámetros normales de carga, pudiendo estar operando en vacío, en el caso de

burujas de aire con sobrecarga u obstrucción en tuberías. Se determina los niveles máximos y mínimos sobre la banda de corriente eléctrica que operará la bomba así como un tiempo prudencial de apagado del conjunto motor bomba, lo cual se observa en la Figura 41.

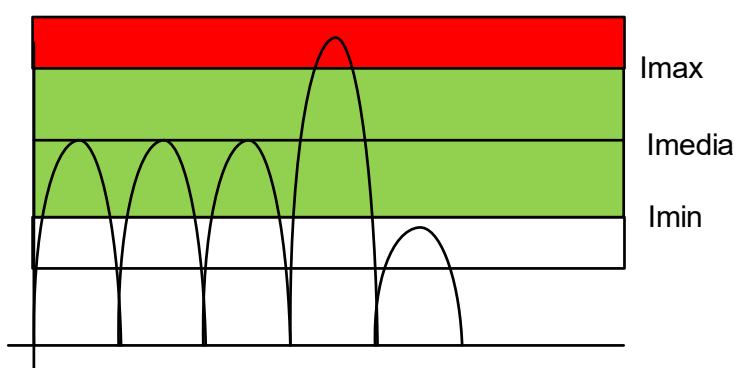


Figura 41: Estado de bombeo respecto a corrientes de línea

2.3.5 Estados respecto a actuadores y válvulas

El actuador ubicado en la estación de bombeo y que controla el ingreso de agua a la cisterna normalmente se halla cerrado NC⁷, en caso de ausencia de energía la válvula de ingreso a la cisterna quedará en su último estado por la naturaleza del actuador. El actuador se cerrará cuando el nivel en la cisterna alcance aproximadamente la altura de desborde, y se abrirá cuando alcance un límite inferior previamente establecido, según se observa en la Figura 42.

En la derivación, la lógica de control no permite que ambos actuadores estén cerrados al mismo tiempo, por lo tanto cuando el actuador ubicado en el tramo hacia el Gate 8 está NA⁸, el segundo actuador que controla la válvula hacia CALIME opera como NC. Cuando se requiere un cambio en el sentido del flujo de agua entre el Gate8 y Calime, a través del SCADA el PLC comanda los actuadores para aperturar la válvula cerrada y cerrar la válvula abierta, con un retardo de 15 segundos entre los dos procesos,

⁷ NC: Normalmente Cerrado

⁸ NA: Normalmente Abierto

secuencia de control que obliga a ambos actuadores estar abiertos por un corto lapso de tiempo, aliviando la carga para la operación y luego proceder al cambio. El accionamiento de los actuadores depende de los niveles en los tanques remotos, según se observa en la Figura 43. Los niveles de apertura y cierre de cada uno de los actuadores se detallan en la Tabla 8.

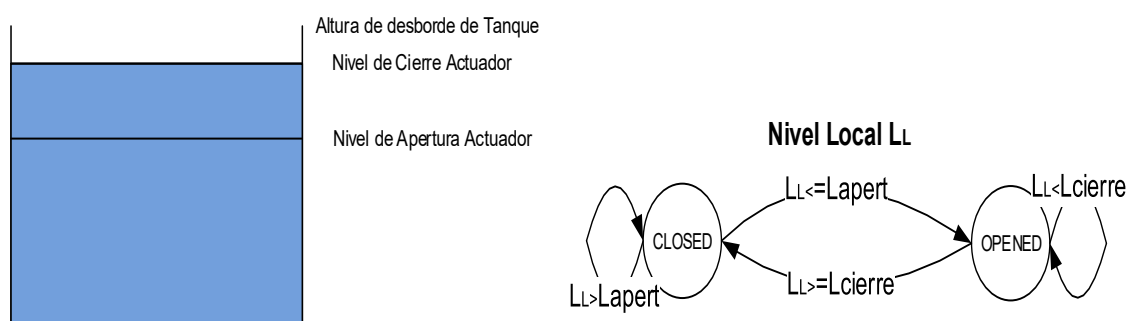


Figura 42: Actuador de válvula de ingreso a la cisterna respecto a nivel local

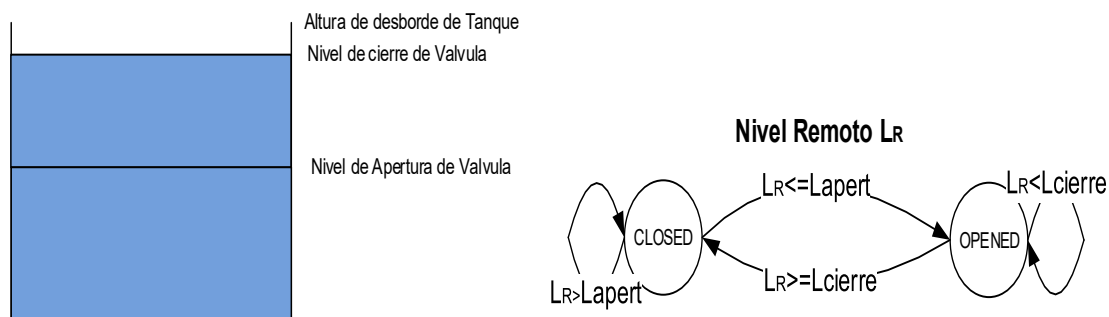


Figura 43: Actuador de válvulas de la derivación respecto a niveles remotos

Actuador	Desborde cm	Apertura		Cierre	
		%	cm	%	cm
Estación de bombeo	200	70%	140	90%	180
Derivación - Gate 8	175	34,3%	60	97,2%	170
Derivación - CALIME	180	33,3%	60	97%	175

Tabla 8: Niveles de apertura de los actuadores

2.3.6 Estado de las comunicaciones

Para verificar el estado de las comunicaciones cada PLC verifica si dispone de comunicación. Así al detectar una falla el PLC maestro envía una alarma al sistema SCADA para conocimiento del operador. El flujograma de esta lógica de control se muestra en la Figura 44, en donde se describe la recuperación del pulso de reloj realizado por todos y cada uno de los PLC's con período $T=1s$, añadiendo esta información a la trama que va a transmitirse. Este pulso de reloj necesariamente varía, algunas veces será cero y otras uno, esta variación es la que detecta la subrutina en el PLC, al no encontrar variación en el bit del buffer de comunicaciones, se activa localmente un bit de pérdida de comunicaciones.

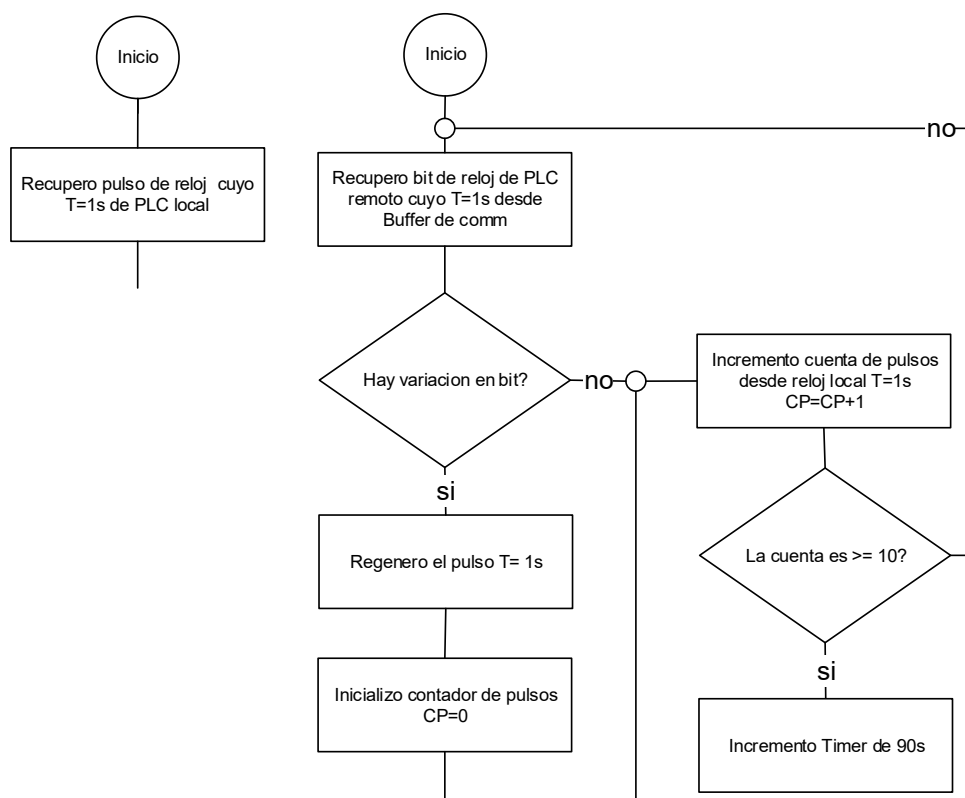


Figura 44: Lógica de control del status de las comunicaciones

2.4 Sistema SCADA

El sistema de supervisión y monitoreo se desarrolla sobre el software VTS SCADA que corre bajo la plataforma Windows 7 e instalado en el computador de escritorio HP del departamento de Operaciones del batallón. Este computador se enlaza directamente con el PLC SIEMENS 1212C AC/DC/Relay Modelo 6ES7 212-1BD30-0XB0 que actúa como maestro del sistema, a través de su módulo Ethernet Industrial CSM 1277, permitiendo de este modo controlar y supervisar el estado de cada uno de los elementos y variables que intervienen en el proceso. Las características principales del software SCADA se detallan en la Tabla 9.

Ord	Características	Información
1	Versión	10.2.05 (32 bits)
2	Máximo número de tags permitidos	200
3	Web Services	No habilitado
4	OPC Server	No habilitado
5	Configuración Remota	Habilitado
6	Capacidad de redundancia	Habilitado

Tabla 9: Características del VTS SCADA instalado en el centro de mando

2.4.1 Operación del Sistema

Encendido el computador, ejecutamos la aplicación llamada BIM_WATER y automáticamente después de unos segundos aparecerá la pantalla de monitoreo principal que se observa en la Figura 45. El aplicativo no considera el uso de usuarios ni contraseñas, y al momento se han empleado 107 tags correspondientes a las variables del proceso, las cuales se muestran en el ANEXO O.

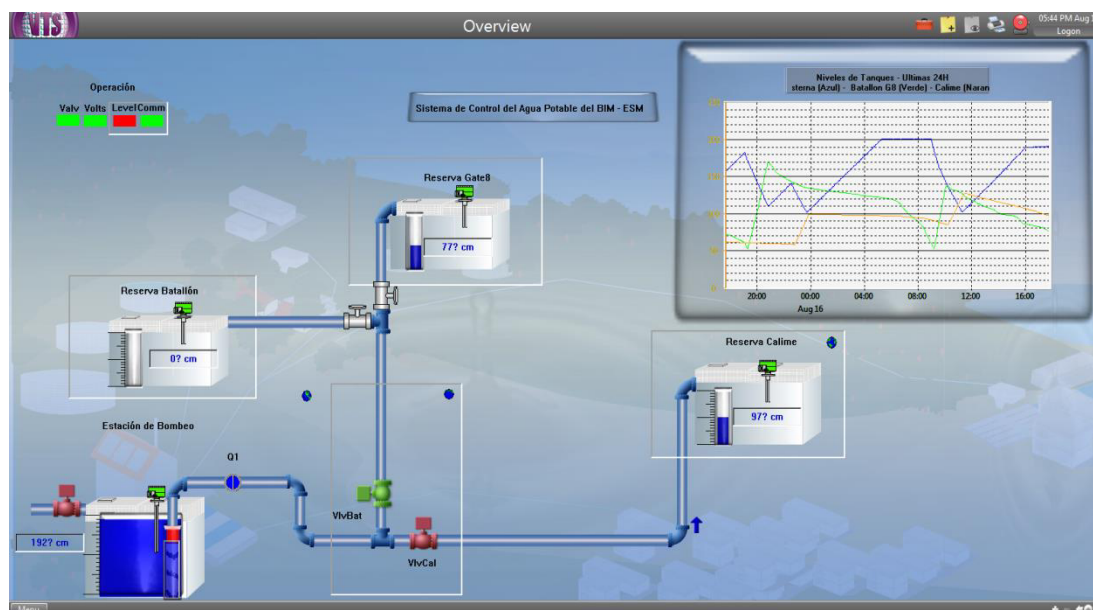


Figura 45: Pantalla principal de la interfaz HMI del VTS SCADA

Desde la pantalla principal podemos escoger el modo de operación, esto es manual o automático para encender las bombas remotamente (ver acápite 2.3.1 y Figura 37), aperturar o cerrar válvulas de la derivación y estación de bombeo (ver Figura 46), visualizar niveles y parámetros de los sensores más importantes como son: presión, flujo, voltaje, amperaje, etc. La operación de preferencia es el método manual, ya que permite interactuar con el proceso y determinar el comportamiento del sistema.

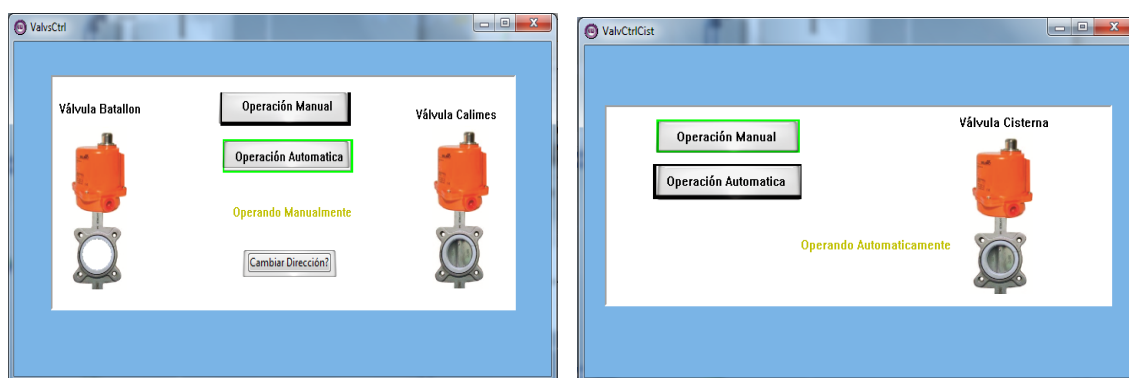


Figura 46: Accionamiento de válvulas de la derivación y estación de bombeo

El sistema SCADA es operado por soldados sin conocimientos técnicos en cuanto a programación de PLC's y/o SCADA's, son los mismos Infantes de Marina quienes supervisan diariamente las operaciones militares con una tarea adicional de monitorear el sistema de control de agua. Los electricistas, electrónicos e informáticos

atienden únicamente las alarmas de alta prioridad, luego de lo cual retornan a sus labores rutinarias. La unidad cuenta con un suministro permanente y continuo de agua potable, los históricos y diagramas de tendencias han permitido determinar de manera inmediata cuando existen daños en la acometida o desperdicio de agua para tomar los correctivos necesarios, mejorando el bienestar y calidad de vida del personal militar que en su mayoría, aproximadamente el 80%, son ermitaños y viven en el batallón.

2.4.2 Convenciones usadas en el sistema

Los colores que están asociados con las variables medidas y con el estado de operación de los equipos empleados en el proyecto se muestran a continuación; además en el tablero eléctrico se encuentra instalada una luz piloto que traduce el estado de falla presente en el sistema.

El color  rojo se usa en este caso para indicar:

- Niveles incorrectos
- Bomba OFF
- Error de comunicación
- Sentido de las válvulas de la derivación incorrecto
- Voltaje incorrecto

El color verde  para indicar:

- Niveles correctos
- Bomba ON
- Comunicación OK
- Módulo de entradas o módulo de salidas OK
- Sentido de las válvulas de la derivación correcto
- Voltaje correcto

2.4.3 Tendencias

Los históricos y tendencias programados en el SCADA son: niveles en la cisterna y en los 3 tanques remotos⁹ (ver Figura 47), enlaces de comunicaciones con Calime, estación de bombeo y bifurcación, y operación de la bomba.

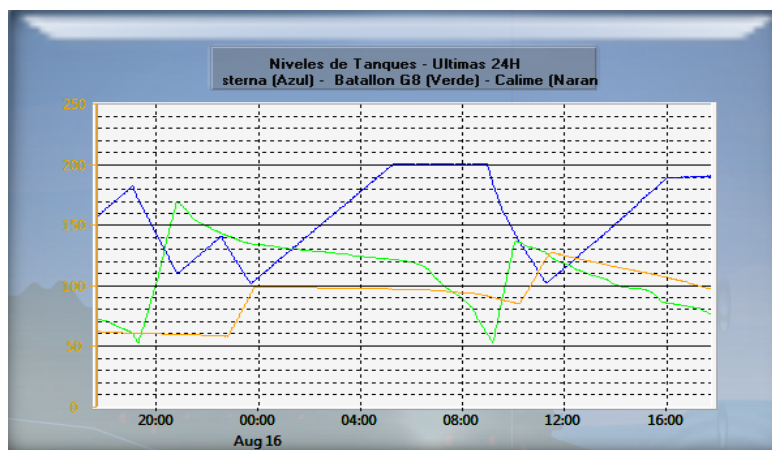


Figura 47: Histórico y tendencias de los niveles de los reservorios de agua

2.4.4 Comunicaciones

La comunicación entre el SCADA y el PLC maestro, ambos ubicados en el centro de mando del batallón, se realiza a través del protocolo TCP/IP e ISO-on-TCP, según se observa en la Figura 48; para lo cual es necesario apuntar únicamente a la dirección IP del PLC maestro y designar el puerto 102 que está configurado para ISO-on-TCP. El estado de los enlaces se puede visualizar en la pantalla principal.

⁹ Actualmente el tanque de la planchada 1 no está siendo monitoreado por daño en el sensor de nivel

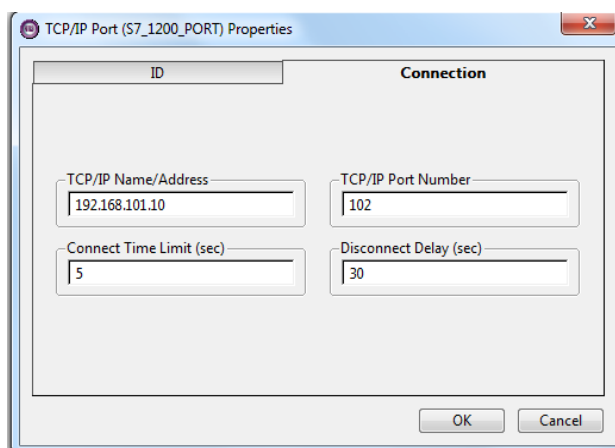


Figura 48: Comunicación del PLC maestro con el VTS SCADA

2.4.5 Gestión de Alarmas

Se han configurado únicamente 5 alarmas para alertar al operador sobre el estado del sistema, según se observa en la Tabla 10. Cada vez que salta una alarma, el operador puede hacer click en el ícono destellante de las alarmas y atenderla según corresponda, lo cual se muestra en la Figura 49.

Ord	Nombre	Nivel	Descripción
1	Alarm_Cisterna_ParoEmerg	Crítico	Paro de emergencia
2	Alarm_Cisterna_Bloqueo_Corriente	Crítico	Corriente elevada
3	Alarm_Cisterna_Actuador_Cerrado	Bajo	Actuador cerrado en estación de bombeo
4	Alarm_Cisterna Nivel Bajo	Alto	Nivel de cisterna bajo en estación de bombeo
5	Alarm_Cal_Nivel_Bajo	Medio	Nivel de cisterna de Calime bajo

Tabla 10: Alarmas configuradas en el SCADA

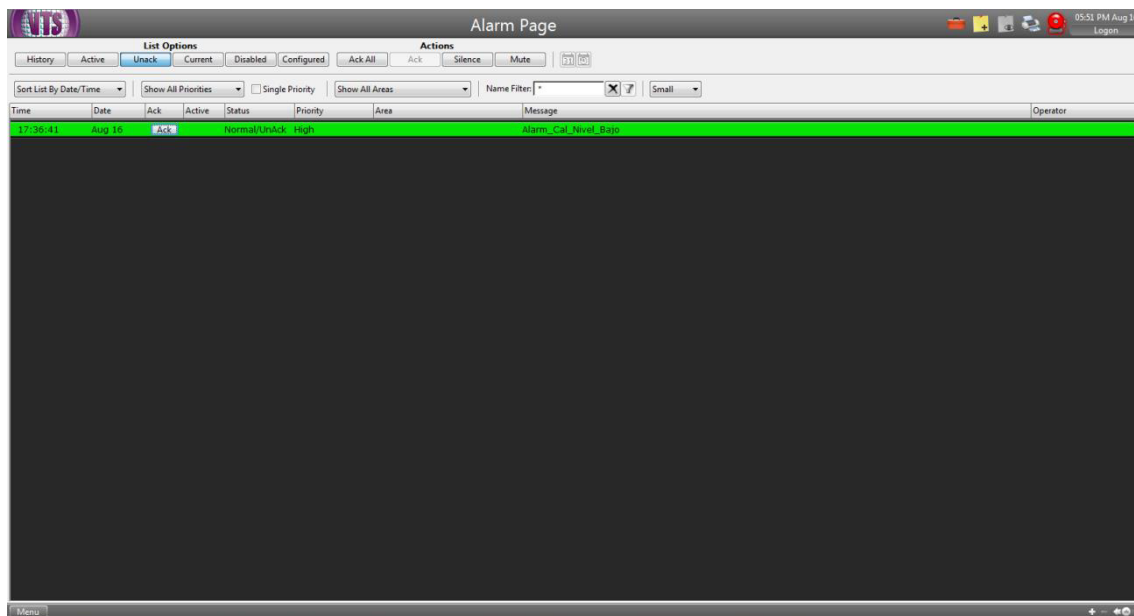


Figura 49: Pantalla de las Alarmas

CONCLUSIONES

- 1) La implementación del sistema de control del sistema de agua potable en el Batallón de I.M. No. 12 “ESMERALDAS” permitió solucionar eficientemente el problema de escasez de agua potable que sufría la unidad militar desde el año 2006, dotando de este servicio de manera permanente e ininterrumpida con la menor cantidad de personal disponible para la operación del sistema, elevando la calidad de vida del personal que labora y pernocta en la unidad.
- 2) El diseño amigable de la interfaz HMI del sistema VTS SCADA permite que los soldados de Infantería de Marina sin conocimiento previo de programación de PLC's y/o SCADA's puedan operar el sistema sin contratiempo, toda vez que el control ante situaciones anómalas se lo realiza de manera local por el autómatas ubicado en cada localidad del sistema.
- 3) La red de comunicaciones Ethernet diseñada mediante una topología estrella permitió acceder a todos los niveles de la pirámide de automatización desde el PLC maestro ubicado en el centro de mando, tanto para comunicación con los PLC esclavos como con el sistema SCADA. Al estar todos los dispositivos conectados en la misma red de comunicaciones Ethernet, los tiempos de integración se redujeron al máximo.

RECOMENDACIONES

- 1) Resolver los problemas militares actuales, ya sean técnicos, logísticos o administrativos, con tecnología; ahorrando recursos humanos, materiales y económicos para ser destinados en otras áreas con mayores necesidades.
- 2) Implementar este tipo de proyectos para controlar los sistemas de agua potable de otras unidades militares para optimizar el consumo y provisión de este servicio tan importante, utilizando los mismos sensores, actuadores, PLC's y SCADA para disminuir costos de integración y programación.
- 3) Contratar anualmente los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de control a fin de garantizar la operatividad del sistema, toda vez que la unidad militar no dispone de personal técnico especializado para realizar estas tareas de mantenimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] MagFlux, «MJK Automation,» [En línea]. Available: <http://www.mjk.com/mjk-product-line/flow/magflux-com/#c344>. [Último acceso: 15 Agosto 2015].
- [2] T. G. Beckwith, R. D. Marangoni y J. H. Lienhard, Mechanical Measurements, Fifth Edition, New York: Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1993.
- [3] OMRON , «OMRON CORPORATION,» 13 Agosto 2015. [En línea]. Available: http://www.proenergo.ru/doc_pdf/sensor/level/61F-GP.pdf.
- [4] SIEMENS SITRANS, «SIEMENS Automation,» 1 Agosto 2015. [En línea]. Available: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/483/22253483/att_47079/v1/A5E00683892-02en_Z_7MF1564.pdf.
- [5] ABB, «ABB Group - Automation,» [En línea]. Available: <https://library.e.abb.com/public/635fd2b8ca9d770ac12578cb0023448f/2CSG445011D0201.pdf>. [Último acceso: 9 Agosto 2015].
- [6] ABB SACE, «ABB Group - Automation,» [En línea]. Available: <https://library.e.abb.com/public/0ce6b6a4fa7cde78c1257bad004b3c83/2CSC445021B0202.pdf>. [Último acceso: 10 Agosto 2015].
- [7] G. Clarke y D. Reynders, Practical Modern SCADA Protocols: DNP3, 60870.5 and Related Systems, IDC Technologies, 2004.
- [8] M. Rose y D. Cass, «The Internet Engineering Task Force,» Mayo 1987. [En línea]. Available: <https://tools.ietf.org/html/rfc1006>. [Último acceso: 2 Agosto 2015].
- [9] SNAP 7, «SNAP 7 SOURCEFORGE,» [En línea]. Available: http://snap7.sourceforge.net/siemens_comm.html. [Último acceso: 3 Agosto 2015].
- [10] SIEMENS AG, «SIEMENS,» Septiembre 2010. [En línea]. Available: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/038/39040038/att_7923/v1/39040038_cex17_v1d2_en.pdf. [Último acceso: 31 Julio 2015].
- [11] W. Stallings, Data and Computer Communications, Fifth Edition, Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1997.
- [12] S. Mackay, E. Wright, D. Reynders y J. Park, Practical Industrial Data Networks: Design, Installation and Troubleshooting, IDC Technologies, 2004.
- [13] TRANGOBROADBAND, «TRANGOBROADBAND WIRELESS,» [En línea]. Available: http://www.palosverdes.com/pvarc/files/Wifi/Trango%20M_Access5830%20UserManual.pdf. [Último acceso: 2 Agosto 2015].
- [14] BELIMO, «BELIMO,» 3 Agosto 2015. [En línea]. Available: http://www.belimo.ch/pdf/e/SY1-24-3-T_datasheet_en-gb.pdf.

ANEXOS

ANEXO A: Detalle de los principales puntos GPS del sistema de agua del BIMESM

ANEXO B: Diagrama de planta del tramo hacia BIMESM y CALIME

ANEXO C: Diagrama de perfil del tramo hacia BIMESM y CALIME

ANEXO D: Mapa de Memoria del Medidor de Parámetros Eléctricos M2M de ABB

ANEXO E: Ficha técnica del Actuador Rotatorio BELIMO SY1-24-3-T

ANEXO F: Características Técnicas de los PLC SIEMENS S7-1200

ANEXO G: Características Técnicas del Software VTS SCADA

ANEXO H: Descripción del bloque “T Communication” usados en el maestro y esclavo

ANEXO I: Ficha técnica de los radios MIKROTIK RB/SXT 5HnD

ANEXO J: Características Técnicas de los radios TRANGO Broadband Access5830

ANEXO K: Registro Fotográfico de los trabajos realizados

ANEXO L: Diagrama de conexiones eléctricas en la estación de bombeo

ANEXO M: Diagrama de conexiones eléctricas en la derivación

ANEXO N: Diagrama de conexiones eléctricas de equipos en el CALIME y Gate 8

ANEXO O: Listado de tags utilizados en el VTS SCADA

ANEXO A

DETALLES DE PUNTOS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL BIMESM

COORDENADAS GEOGRAFICAS							
SECTOR: BATALLON I.M. No. 12 "ESMERALDAS"							
COORDENADAS: UTM							
DATUM MAPA: WGS84							
PUNTO	LONGITUD E	LATITUD N	COTA Msnm	X	Y	REQUERIMIENTOS PROYECTO	DESCRIPCION DEL SECTOR
ESTACIÓN DE BOMBEO							En las proximidades de M4
M1	17 646395	010 2432	20.00	64 6395	1010 2432		Punto de referencia únicamente Antigua interconexión con red de refinería
M2	17 646395	010 2422	19.00	64 6395	1010 2422		Punto de referencia únicamente Cerramiento con malla
M3	17 646395	010 2417	19.00	64 6395	1010 2417		Cisterna No. 1 - 6,00x4,00x2,50m
M4	17 646389	010 2413	19.00	64 6389	1010 2413	Instalación de 01 cono de aumento de 2" a 3"	Válvula de control en la salida del cuarto de bomba
M5	17 646243	010 2564	19.00	64 6243	1010 2564	Instalación de uniones mecánicas y bridas universales para interconexión con la red pública de agua potable	Antigua válvula de control, interconexión con la red publica
M6	17 646191	010 2601	24.00	64 6191	1010 2601		Punto de referencia únicamente Garita No, 1, en ingreso de la vía principal

ANEXO A

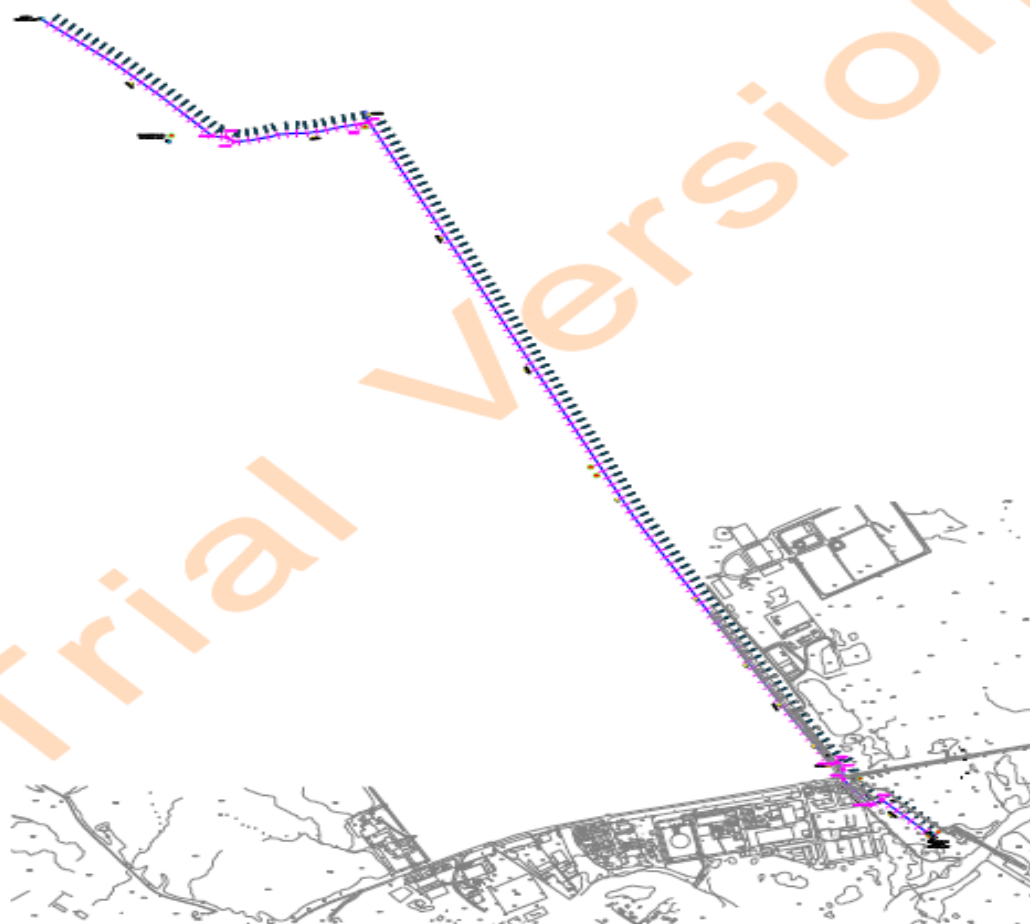
DETALLES DE PUNTOS PRINCIPALES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL BIMESM

M7	17 644610	010 4576	187.00	64 4610	1010 4576		Punto de referencia únicamente Garita No. 2, Cisterna No.2 de 8,00x3,00x1,50m
M8	17 644856	010 4253	170.00	64 4856	1010 4253		Plataforma 1: Cisterna principal 15,00x6,00x1,50m
M9	17 645255	010 4299	75.00	64 5255	1010 4299		Derivación a Cisterna principal y CALIME
M10	17 645723	010 3371	45.00	64 5723	1010 3371		Punto de referencia únicamente
M11	17 645703	010 3393	42.00	64 5703	1010 3393		Punto de referencia únicamente. Antigua interconexión de abastecimiento desde refinería, tubería de HG Ø1 1/2
M12	17 646775	010 7370	52.00	64 6775	1010 7370		CALIME: Cisterna No.3 de 8,00x5,00x2,00m
M13	17 645701	010 6308	191.00	64 5701	1010 6308		Punto de referencia únicamente Mayor altura en vía a CALIME
M14	17 644923	010 4213	165.00	64 4923	1010 4213		Plataforma 2
M15	17 644985	010 4091	140.00	64 4985	1010 4091		Punto de referencia únicamente Plataforma 3
M16							Punto aproximado donde la empresa de agua potable instalará el medidor

ANEXO B

PROYECTO DE LÍNEA DE IMPULSIÓN DN 90 MM PARA EL BATALLÓN DE INFANTERÍA DE MARINA No. 12 “ESMERALDAS”

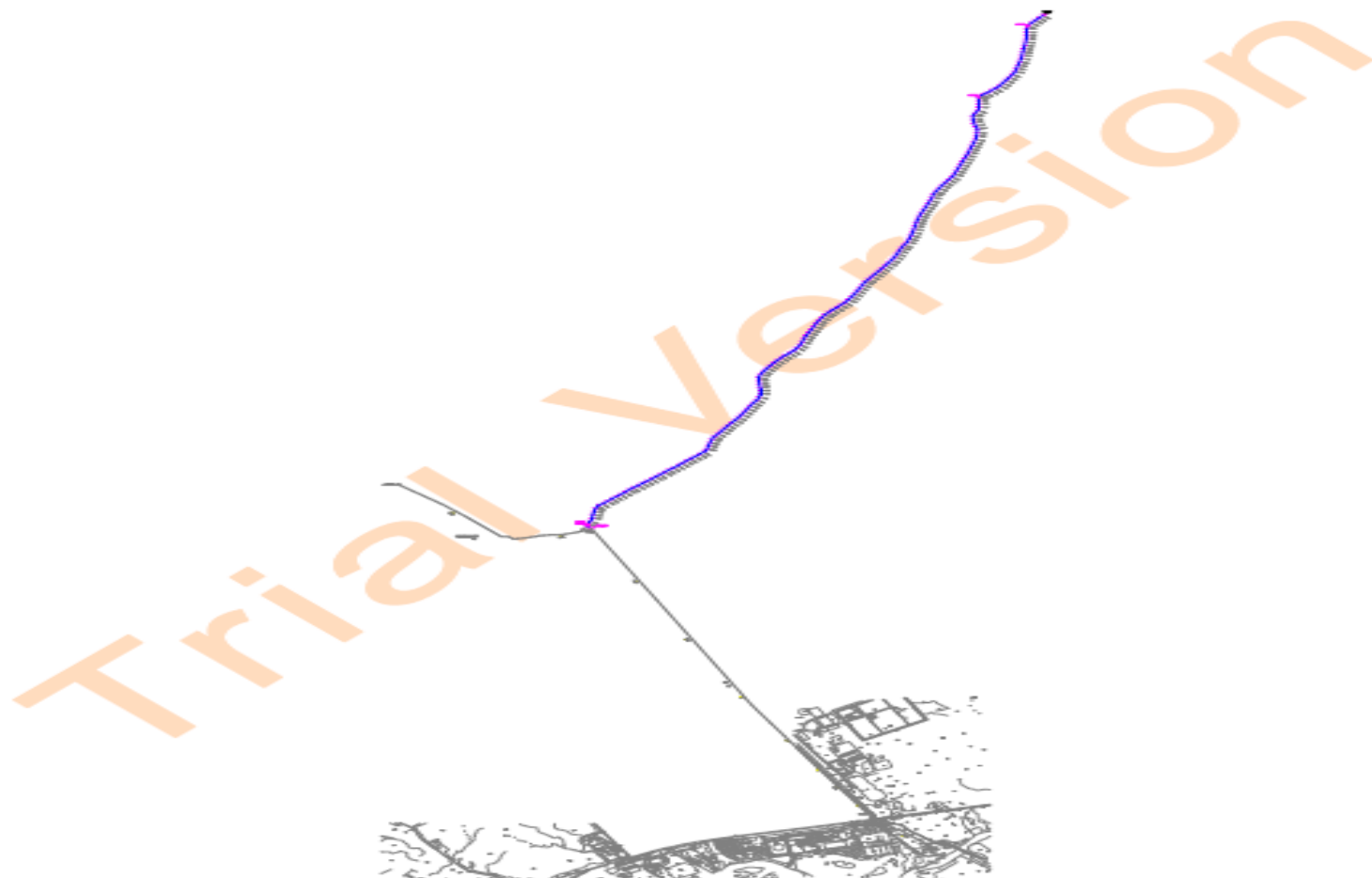
PROYECTO LÍNEA DE IMPULSIÓN DN 90MM PARA EL BATALLON DE INFANTERIA DE MARINA ESMERALDAS N°12



ANEXO B

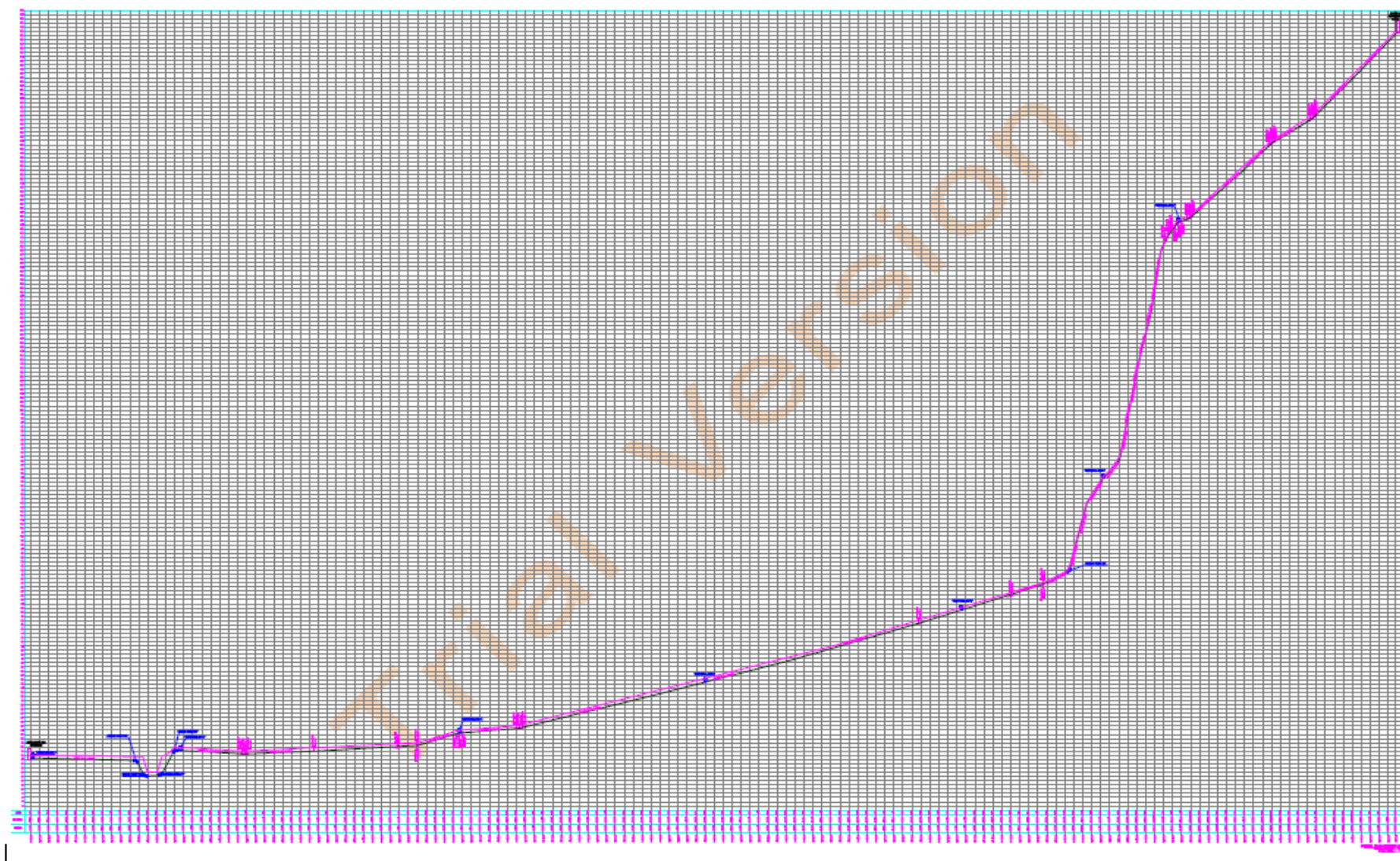
PROYECTO DE LÍNEA DE IMPULSIÓN DN 63 MM PARA EL BATALLÓN DE INFANTERÍA DE MARINA No. 12 “ESMERALDAS”

PROYECTO LÍNEA DE IMPULSIÓN
DN 63MM PARA EL
COMANDO BIMESM N°12



ANEXO C

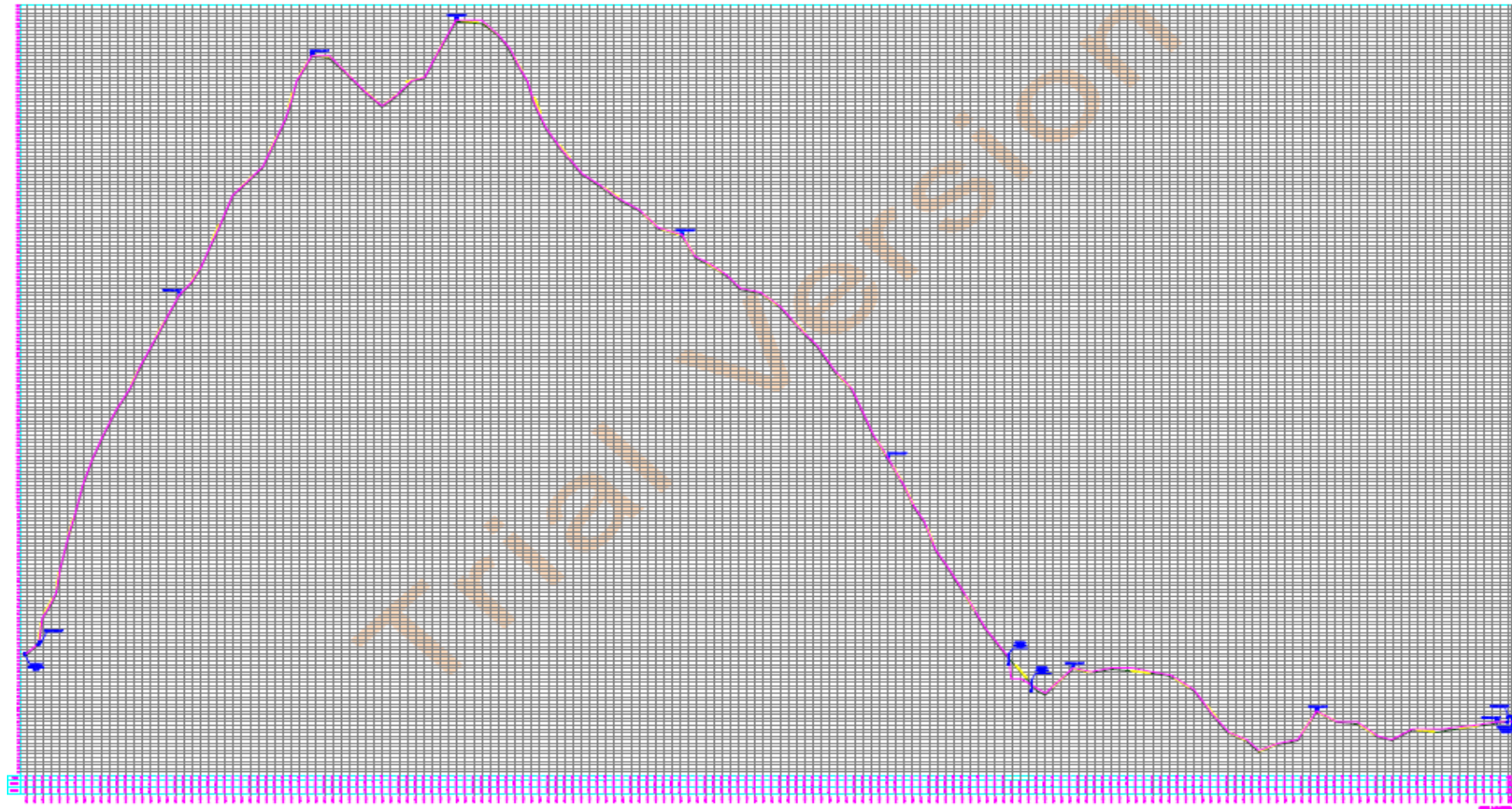
PERFIL PROYECTO DEL BATALLÓN DE INFANTERÍA DE MARINA No. 12 “ESMERALDAS”



ANEXO C

PERFIL PROYECTO DEL BATALLÓN DE INFANTERÍA DE MARINA No. 12 “ESMERALDAS”

PROYECTO LÍNEA DE IMPULSIÓN DN 63MM PARA EL COMANDO BIMESM N°12



ANEXO D

MAPA DE MEMORIA DEL MEDIDOR DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS M2M DE ABB

Address	Word	Measurement description	Unit	Format
1000h	2	3-PHASE 8Y8M VOLTAGE	Volt	Unsigned Long
1002h	2	PHASE VOLTAGE L1-N	Volt	Unsigned Long
1004h	2	PHASE VOLTAGE L2-N	Volt	Unsigned Long
1006h	2	PHASE VOLTAGE L3-N	Volt	Unsigned Long
1008h	2	LINE VOLTAGE L1-2	Volt	Unsigned Long
100Ah	2	LINE VOLTAGE L2-3	Volt	Unsigned Long
100Ch	2	LINE VOLTAGE L3-1	Volt	Unsigned Long
100Eh	2	3-PHASE 8Y8M CURRENT	mA	Unsigned Long
1010h	2	LINE CURRENT L1	mA	Unsigned Long
1012h	2	LINE CURRENT L2	mA	Unsigned Long
1014h	2	LINE CURRENT L3	mA	Unsigned Long
1016h	2	3-PHASE 8Y8M POWER FACTOR ¹	+ 1000	Signed Long
1018h	2	POWER FACTOR L1 ¹	+ 1000	Signed Long
101Ah	2	POWER FACTOR L2 ¹	+ 1000	Signed Long
101Ch	2	POWER FACTOR L3 ¹	+ 1000	Signed Long
101Eh	2	3-PHASE 8Y8M COS ϕ^1	+ 1000	Signed Long
1020h	2	PHASE COS ϕ^1	+ 1000	Signed Long
1022h	2	PHASE COS ϕ^2	+ 1000	Signed Long
1024h	2	PHASE COS ϕ^3	+ 1000	Signed Long
1026h	2	3-PHASE 8. APPARENT POWER	VA	Unsigned Long
1028h	2	APPARENT POWER L1	VA	Unsigned Long
102Ah	2	APPARENT POWER L2	VA	Unsigned Long
102Ch	2	APPARENT POWER L3	VA	Unsigned Long
102Eh	2	3-PHASE 8Y8M ACTIVE POWER	Watt	Signed Long ⁽²⁾
1030h	2	ACTIVE POWER L1	Watt	Signed Long ⁽²⁾
1032h	2	ACTIVE POWER L2	Watt	Signed Long ⁽²⁾
1034h	2	ACTIVE POWER L3	Watt	Signed Long ⁽²⁾
1036h	2	3-PHASE 8. REACTIVE POWER	VAr	Signed Long ⁽²⁾
1038h	2	REACTIVE POWER L1	VAr	Signed Long ⁽²⁾
103Ah	2	REACTIVE POWER L2	VAr	Signed Long ⁽²⁾
103Ch	2	REACTIVE POWER L3	VAr	Signed Long ⁽²⁾
103Eh	2	3-PHASE 8Y8M ACTIVE ENERGY	Wh * 100	Unsigned Long
1040h	2	3-PHASE 8. REACTIVE ENERGY	VArh * 100	Unsigned Long
1046h	2	FREQUENCY	mHz	Unsigned Long
1060h	2	MAX LINE CURRENT L1	mA	Unsigned Long
1062h	2	MAX LINE CURRENT L2	mA	Unsigned Long
1064h	2	MAX LINE CURRENT L3	mA	Unsigned Long
1066h	2	MAX 3-PHASE 8Y8M ACTIVE POWER	Watt	Signed Long ⁽²⁾
1068h	2	MAX 3-PHASE 8. APPARENT POWER	VA	Unsigned Long
1070h	2	3-PHASE 8Y8M ACTIVE POWER 15' AVER	Watt	Signed Long ⁽²⁾
1072h ¹	2	3-PHASE 8Y8M APPARENT POWER 15' AVER	VA	Unsigned Long
1074h ¹	2	ACTIVE ENERGY L1	Wh * 100	Unsigned Long
1076h ¹	2	ACTIVE ENERGY L2	Wh * 100	Unsigned Long
1078h ¹	2	ACTIVE ENERGY L3	Wh * 100	Unsigned Long
107Ah ¹	2	REACTIVE ENERGY L1	VArh * 100	Unsigned Long
107Ch ¹	2	REACTIVE ENERGY L2	VArh * 100	Unsigned Long
107Eh ¹	2	REACTIVE ENERGY L3	VArh * 100	Unsigned Long
1080h ¹	2	MAX 3-PHASE 8Y8M ACTIVE POWER 15' AVER	Watt	Signed Long ⁽²⁾
1082h ¹	2	VOLTAGE ThdF L1 (NORMAL VISUALISATION) ^{1V}	+ 100	Unsigned Long
1084h ¹	2	VOLTAGE ThdF L2 (NORMAL VISUALISATION) ^{1V}	+ 100	Unsigned Long
1086h ¹	2	VOLTAGE ThdF L3 (NORMAL VISUALISATION) ^{1V}	+ 100	Unsigned Long
1088h ¹	2	CURRENT ThdF L1 (NORMAL VISUALISATION) ^{1V}	+ 100	Unsigned Long
108Ah ¹	2	CURRENT ThdF L2 (NORMAL VISUALISATION) ^{1V}	+ 100	Unsigned Long
108Ch ¹	2	CURRENT ThdF L3 (NORMAL VISUALISATION) ^{1V}	+ 100	Unsigned Long
108Eh ¹	2	MAX ACTIVE POWER 15' AVER L1	Watt	Signed Long ⁽²⁾
1090h ¹	2	MAX ACTIVE POWER 15' AVER L2	Watt	Signed Long ⁽²⁾
1092h ¹	2	MAX ACTIVE POWER 15' AVER L3	Watt	Signed Long ⁽²⁾
1094h ¹	2	MAX 3-PHASE 8Y8M APPARENT POWER 15' AVER	VA	Unsigned Long
1096h ¹	2	MAX APPARERENT POWER 15' AVER L1	VA	Unsigned Long
1098h ¹	2	MAX APPARERENT POWER 15' AVER L2	VA	Unsigned Long
109Ah ¹	2	MAX APPARERENT POWER 15' AVER L3	VA	Unsigned Long

ANEXO D

MAPA DE MEMORIA DEL MEDIDOR DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS M2M DE ABB

109Ch ¹¹	2	AVER. ACTIVE POWER from PULSE8 INPUT (CH1) Watt		Unsigned Long
109Eh ¹¹	2	AVER. REACT. POWER from PULSE8 INPUT (CH2) Var		Unsigned Long
10A0h ¹¹	2	ACTIVE ENERGY from PULSE8 INPUT (CH1)	Wh * 100	Unsigned Long
10A2h ¹¹	2	REACTIVE ENERGY from PULSE8 INPUT (CH2)	VArh * 100	Unsigned Long
10A4h ¹¹	2	CURRENT THRESHOLD for TIMER-2 ACTIVATION	mA	Unsigned Long
10A6h ¹¹	2	3-PHASE SYS. APPARENT ENERGY	VAh * 100	Unsigned Long
10A8h ¹¹	2	APPARENT ENERGY L1	VAh * 100	Unsigned Long
10AAh ¹¹	2	APPARENT ENERGY L2	VAh * 100	Unsigned Long
10ACH ¹¹	2	APPARENT ENERGY L3	VAh * 100	Unsigned Long
10AEh ¹¹	2	3-PHASE SYS. GENERATED ACTIVE ENERGY	Wh * 100	Unsigned Long
10B0h ¹¹	2	GENERATED ACTIVE ENERGY L1	Wh * 100	Unsigned Long
10B2h ¹¹	2	GENERATED ACTIVE ENERGY L2	Wh * 100	Unsigned Long
10B4h ¹¹	2	GENERATED ACTIVE ENERGY L3	Wh * 100	Unsigned Long
10B6h ¹¹	2	3-PHASE S. GENERATED REACTIVE ENERGY	VArh * 100	Unsigned Long
10B8h ¹¹	2	GENERATED REACTIVE ENERGY L1	VArh * 100	Unsigned Long
10BAh ¹¹	2	GENERATED REACTIVE ENERGY L2	VArh * 100	Unsigned Long
10BCh ¹¹	2	GENERATED REACTIVE ENERGY L3	VArh * 100	Unsigned Long
10BEh ¹¹	2	3-PHASE S. GENERATED APPARENT ENERGY	VAh * 100	Unsigned Long
10C0h ¹¹	2	GENERATED APPARENT ENERGY L1	VAh * 100	Unsigned Long
10C2h ¹¹	2	GENERATED APPARENT ENERGY L2	VAh * 100	Unsigned Long
10C4h ¹¹	2	GENERATED APPARENT ENERGY L3	VAh * 100	Unsigned Long
11A0h	2	CURRENT TRANSFORM RATIO (CT)	1 – 1250 ¹² (pA/mA) 1 – 2000 ¹² (V/mV)	Unsigned Long
11A2h	2	VOLTAGE TRANSFORM RATIO (VT)	1 – 500 ¹³ (pV/mV) 1 – 600 ¹³ (V/mV)	Unsigned Long
11A4h	2	PULSE ENERGY WEIGHT	1 – 4 ¹⁴	Unsigned Long

Unsigned Long is a 2-words (32 bit) value without sign

Signed Long is a 2-words (32-bit) value expressed in 2's complement format; for example the integer value “-7” is FFFF FFF9h

⁽¹¹⁾ This value is Signed only in M2M (unsigned in MTIME).

⁽¹²⁾ When the power factor or $\cos \phi$ is undefined (e.g. in case of no current) the instrument places the value “ $\cos \phi = 2$ ” (value = 2000 on this registry) to indicate unavailability of the measure

⁽¹³⁾ Only for M2M instruments

⁽¹⁴⁾ Only for M2M I/O model

⁽¹⁵⁾ When ThdF is undefined (e.g. in case of no current) the related reading register yields the value 0.

⁽¹⁶⁾ For M2M instruments the maximum selectable value is 2000; the reading register yields the CT “ratio” programmed in the instrument. For example if in the instrument the CT value is set as 100/5A, this register will yield 20.

⁽¹⁷⁾ For M2M instruments the maximum selectable value is 600; the reading register yields the VT “ratio” programmed in the instrument.

⁽¹⁸⁾ Possible values:

1. each pulse weight 10 Wh/VArh
2. each pulse weight 100 Wh/VArh
3. each pulse weight 1000 Wh/VArh
4. each pulse weight 10000 Wh/VArh

ANEXO E

Ficha Técnica del actuador BELIMO SY1-24-3-T_1_2



Rotary actuators for butterfly valves

- Torque 35 Nm
- Nominal voltage AC 24 V
- Control: Open-close or 3-point
- Auxiliary switch

Technical data sheet

Rotary actuator SY1-24-3-T



Technical data

Electrical data	Nominal voltage	AC 24 V, 50/60 Hz
	Power supply range	AC 19.2 ... 28.8 V
	Power consumption	10 W at nominal torque
	Current consumption	0.6 A
	Auxiliary switch	2 x SPDT, 3 A, AC 250 V
		Switching points: 90°±4° adjustable
Functional data	Connection	Terminals, 2 x 1.5 mm² or 1 x 2.5 mm²
	Parallel connection	No
	Torque (nominal torque)	Min. 35 Nm at nominal voltage
	Manual override	Temporary with flat spanner
	Angle of rotation	90°±4° (internal electrical stops)
	Running time	15 s
Safety	Position indication	Mechanical
	Protection class	III Extra low voltage
	Degree of protection	IP67
	EMC	CE according to 89/336/EEC
	Mode of operation	Typ 1 (to EN 60730-1)
	Nominal current voltage	0.8 kV (to EN 60730-1)
Mechanical data	Control pollution degree	4 (to EN 60730-1)
	Ambient temperature range	-20 ... +65°C (Duty cycle 13/4 s)
	Media temperature	-20 ... +100°C (in the butterfly valve)
	Non-operating temperature	-30 ... +80°C
	Ambient humidity range	95% r.H., non-condensating (to EN 60730-1)
	Maintenance	Maintenance-free
Dimensions / Weight	Connection flange / stem	ISO 5211 / F05
	Housing material	Cast aluminium
	Dimensions	See «Dimensions» on page 2
	Weight	Approx. 2 kg (without butterfly valve)

Safety notes



- The actuator has been designed for use in stationary heating, ventilation and air conditioning systems and is not allowed to be used outside the specified field of application, especially in aircraft or in any other airborne means of transport.
- It may only be installed by suitably trained personnel.
All applicable legal or institutional installation regulations must be complied with.
- The device may only be opened at the manufacturer's site. It does not contain any parts that can be replaced or repaired by the user.
- Make sure that the maximum length of insulation removed does not exceed 50 mm.
- The device contains electrical and electronic components and is not allowed to be disposed of as household refuse. All locally valid regulations and requirements must be observed.

ANEXO E

Ficha Técnica del actuador BELIMO SY1-24-3-T_1_2

SY1-24-3-T

Rotary actuator AC 24 V, 35 Nm



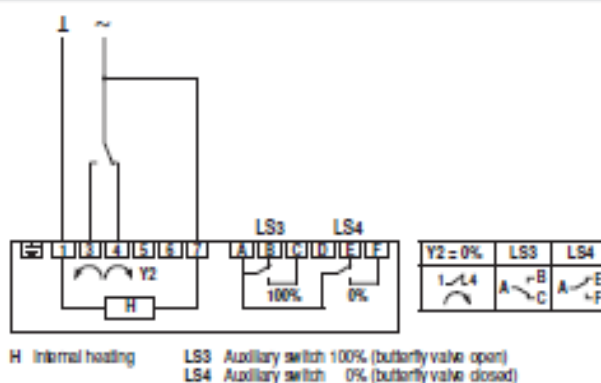
Product features

Simple direct mounting	Simple direct mounting on the butterfly valve. The mounting position in relation to the butterfly valve can be selected in 90°-steps.
Manual override	Manual override with flat spanner (turn clockwise opens the butterfly valve).
Internal heating	An internal heater prevents condensation buildup.
High functional reliability	The internal limit switches interrupt the voltage supply to the motor. In addition, a motor thermostat provides overload protection because at 135°C it interrupts the voltage supply.
Combination butterfly valve actuators	Refer to the butterfly valve documentation for suitable butterfly valves, their permitted media temperatures and closing pressures.

Electrical installation

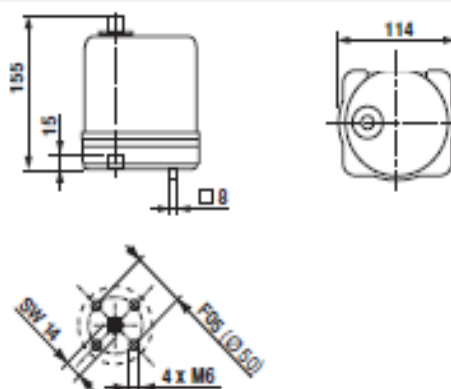
Wiring diagram

Note
Connect via safety isolation transformer.



Dimensions [mm]

Dimensional diagrams

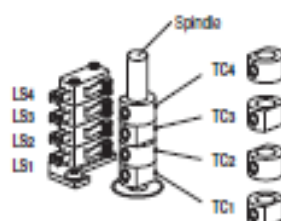


Settings

Setting cam The setting cams for limit and auxiliary switches can be accessed by removing the housing cover.
 Optionally, auxiliary switches LS4/LS3 can be connected for signalling.
 Limit switches LS2/LS1 interrupt the voltage to the motor and are controlled by setting cams TC...
 The setting cams turn with the spindle. The butterfly valve closes when the stem is turning clockwise (cw) and opens when the stem is turning counterclockwise (ccw).

Important !

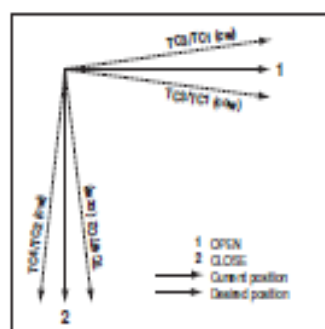
Settings are only allowed to be made by authorised specialist personnel.

**Settings of setting cams TC...**

- TC4 for auxiliary switch position closed (factory setting 3°<4).
- TC3 for auxiliary switch position open (factory setting 87°<4).
- TC2 for limit switch closed (factory setting 0°<4).
- TC1 for limit switch open (factory setting 90°<4).

Adjusting setting cams

- 1 Use a 2.5 mm Allen key to unscrew the corresponding setting cams TC.
- 2 Turn the setting cam using the Allen key
- 3 Set as shown in the illustration below
- 4 Use the Allen key to tighten the setting cams

**Further documentations**

- Complete overview of actuators for water solutions
- Data sheets for butterfly valves
- Installation instructions for actuators and/or butterfly valves
- Notes for project planning (hydraulic characteristic curves and circuits, installation regulations, commissioning, maintenance etc.)

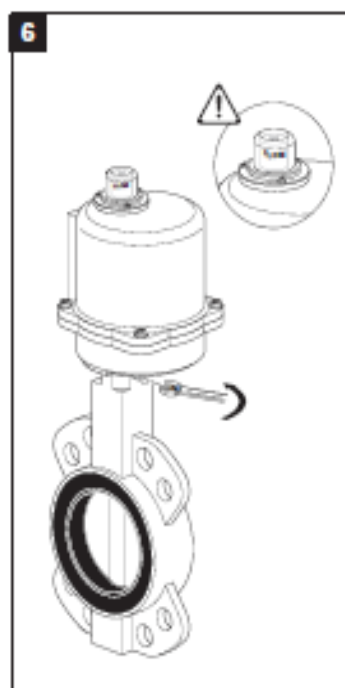
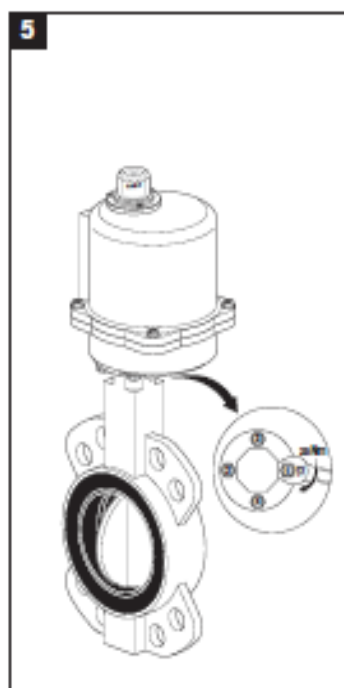
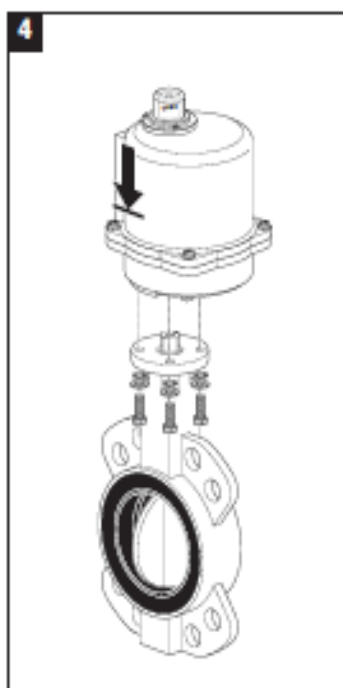
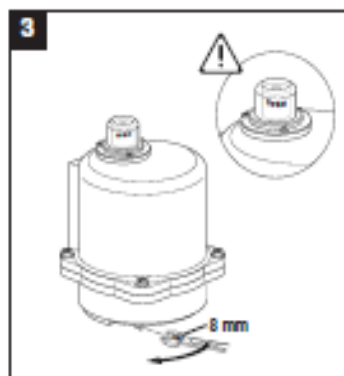
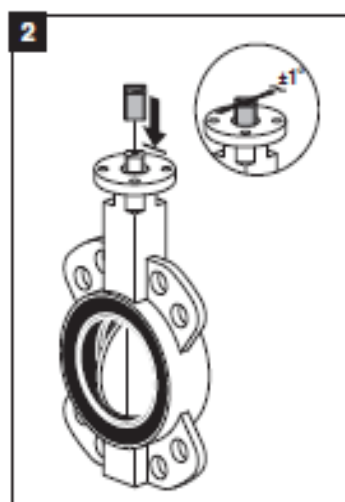
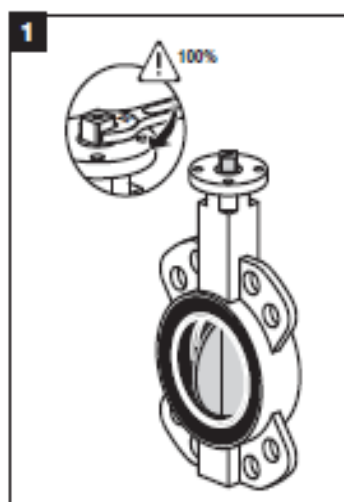
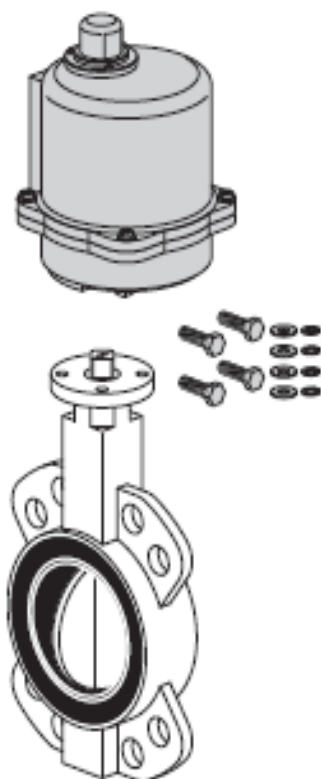
ANEXO E

Ficha Técnica del actuador BELIMO SY1-24-3-T_1_2

BELIMO

SY1-...

70545-000011 B



www.belimo.com

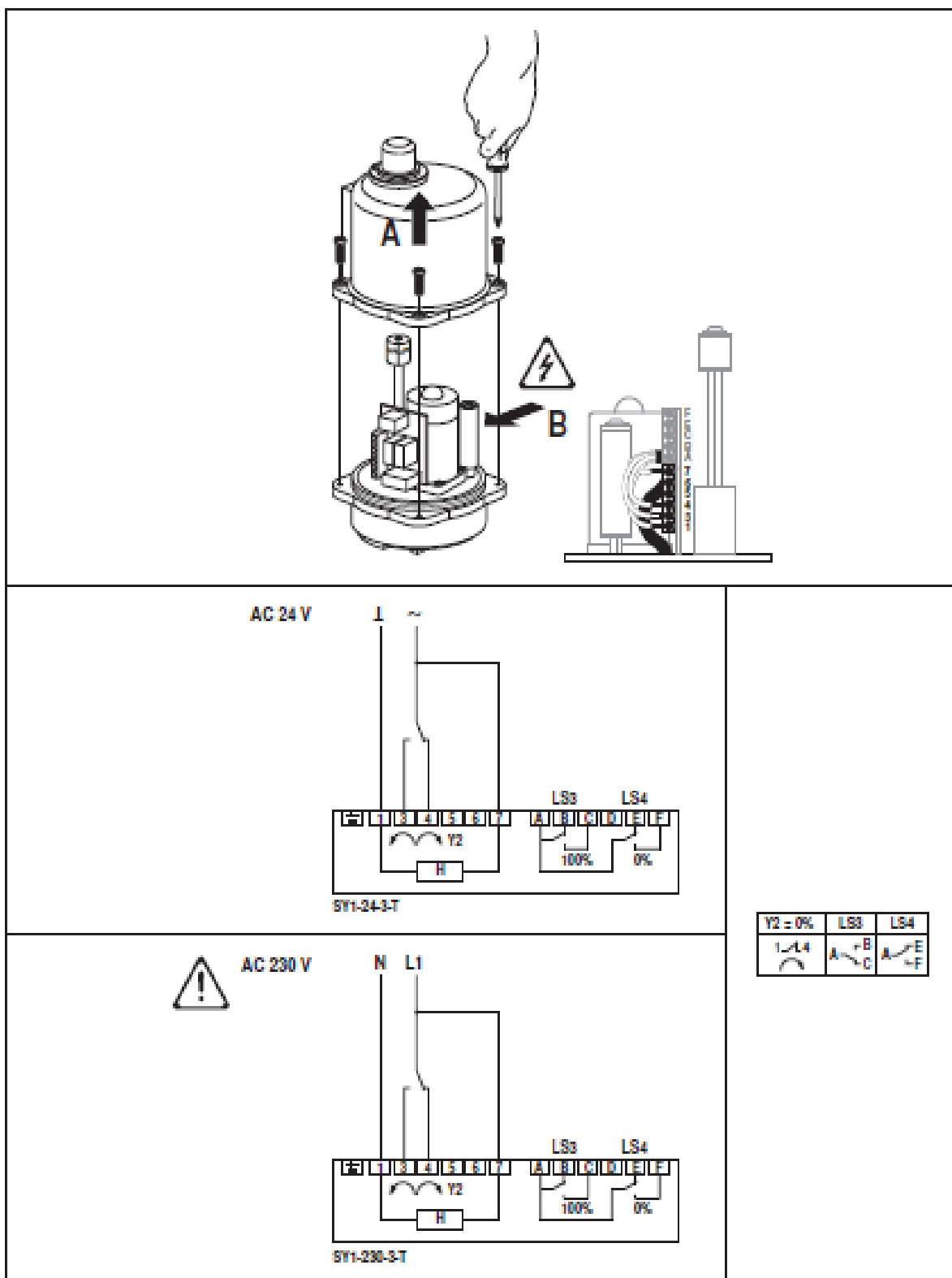
1

ANEXO E

Ficha Técnica del actuador BELIMO SY1-24-3-T_1_2

SY1-...

BELIMO



ANEXO F

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS PLC-SIEMENS S7-1200.

Descripción					
					
CPU	1212C	1214C	1214C	1215C	1215C
Versión	AC/DC/Relé	DC/DC/DC	AC/DC/Relé	DC/DC/DC	AC/DC/Relé
Alimentación	110/220 VAC	24 VDC	110/220 VAC	24 VDC	110/220 VAC
Memoria de trabajo	50 KB	75 KB	75 KB	100 KB	100 KB
Memoria de carga	1 MB	4 MB	4 MB	4 MB	4 MB
Memoria remanente	10 KB	10 KB	10 KB	10 KB	10 KB
ENTRADAS / SALIDAS INTEGRADAS					
Entradas digitales (DI)	8DI a 24 VDC	14DI a 24 VDC	14DI a 24 VDC	14DI a 24 VDC	14DI a 24 VDC
Salidas digitales (DO)	6DO tipo relé	10DO tipo transistor 24 VDC	10DO tipo relé	10DO tipo transistor 24 VDC	10DO tipo relé
Entradas analógicas (AI)	2AI (voltaje)	2AI (voltaje)	2AI (voltaje)	2AI (voltaje)	2AI (voltaje)
Salidas analógicas (AO)	No	No	No	2AO(mA)	2AO(mA)
CAPACIDAD DE AMPLIACIÓN (MÁX.)					
Signal Board	1	1	1	1	1
Módulos de señal	2	8	8	8	8
Módulos de comunicación	3	3	3	3	3
CONTADORES RÁPIDOS INTEGRADOS					
Fase simple	3@100KHz 1@30KHz	3@100KHz 3@30KHz	3@100KHz 3@30KHz	3@100KHz 3@30KHz	3@100KHz 3@30KHz
Fase doble	3@80KHz 1@30KHz	3@80KHz 1@30KHz	3@80KHz 1@30KHz	3@80KHz 3@30KHz	3@80KHz 3@30KHz
Salida de pulsos	N/A	4@100KHz	N/A	4@100KHz	N/A
FUNCIONALIDAD					
Lazos PID	16	16	16	16	16
Datalogging	Si ¹⁾	Si ¹⁾	Si ¹⁾	Si ¹⁾	Si ¹⁾
COMUNICACIÓN					
Comunicación	16 conexiones en total				
Profinet / Industrial Ethernet	Puertos Integrados:1		Puertos Integrados:2		
Profibus DP	Profinet Controller: Hasta 16 dispositivos Profine ¹⁾				
	Maestro mediante CM 1243-5: Hasta 16 esclavo Profibus DP ¹⁾				
	Esclavo mediante CM 1242-5 ¹⁾				
RS485	Mediante CM 1241 (RS485): Soporta protocolos USS, Modbus RTU Maestro/Esclavo				
RS232	Mediante CM 1241 (RS232): Soporta Modbus RTU Maestro/Esclavo, ASCII, Freeport				
AS-interface (AS-i)	Maestro mediante CM 1243-2: Soporta hasta 62 esclavos AS-i				
Modbus TCP	Hasta 8 equipos en red, mediante puerto Ethernet integrado				
DNP3	Conexión hasta con 4 metros DNP3 Databuffer hasta 64.000 registros				
Condiciones de Instalación Temperatura ambiente	- 20°C a + 60°C				
WebSever	Si	Si	Si	Si	Si
Nomenclatura: DI : Entrada Digital DO: Salida Digital AI : Entrada Analógica AO: Salida Analógica Mayor Información: Principal: www.siemens.com/S7-1200 Notas : ¹⁾ Requiere software TIA PORTAL STEP7 Basic V11 ó superior					

ANEXO F

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS PLC-SIEMENS S7-1200.

Modular, potente, fácil de usar.

No. de Depósito	Descripción	
	 SIMATIC S7-1200 y SIMATIC Basic Panels	
	UNIDAD CENTRAL CPU	
100229953	6ES7212-1BE31-0XB0	CPU 1212C AC/DC/Relé, alimentación 110/220VAC. Incorpora 8 DI a 24 VDC, 6 DO tipo relé, 2 AI (0-10VDC), memoria 50KB. Con puerto de comunicación Profinet / Industrial Ethernet RJ45 10/100Mbps. Capacidad de ampliación hasta 1 Signal Board (SB), 2 módulos de señal (SM) y 3 módulos de comunicación (CM).
100229957	6ES7214-1AG31-0XB0	CPU 1214C DC/DC/DC, alimentación 24VDC. Incorpora 14 DI a 24 VDC, 10 DO a 24VDC, 2 AI (0-10VDC), memoria 75KB. Con puerto de comunicación Profinet / Industrial Ethernet RJ45 10/100Mbps. Capacidad de ampliación hasta 1 Signal Board (SB), 8 módulos de señal (SM) y 3 módulos de comunicación (CM).
100229955	6ES7214-1BG31-0XB0	CPU 1214C AC/DC/Relé, alimentación 110/220VAC. Incorpora 14 DI a 24 VDC, 10 DO tipo relé, 2 AI (0-10VDC), memoria 75KB. Con puerto de comunicación Profinet / Industrial Ethernet RJ45 10/100Mbps. Capacidad de ampliación hasta 1 Signal Board (SB), 8 módulos de señal (SM) y 3 módulos de comunicación (CM).
100223991	6ES7215-1AG31-0XB0	CPU 1215C DC/DC/DC, alimentación 24VDC. Incorpora 14 DI a 24 VDC, 10 DO a 24VDC, 2 AI (0-10VDC), 2 AO (0/4-20mA) memoria 100KB. Con dos puertos de comunicación Profinet / Industrial Ethernet RJ45 10/100Mbps. Capacidad de ampliación hasta 1 Signal Board (SB), 8 módulos de señal (SM) y 3 módulos de comunicación (CM).
100223990	6ES7215-1BG31-0XB0	CPU 1215C AC/DC/Relé, alimentación 110/220VAC. Incorpora 14 DI a 24 VDC, 10 DO tipo relé, 2 AI (0-10VDC), 2 AO (0/4-20mA), memoria 100KB. Con dos puertos de comunicación Profinet / Industrial Ethernet RJ45 10/100Mbps. Capacidad de ampliación hasta 1 Signal Board (SB), 8 módulos de señal (SM) y 3 módulos de comunicación (CM).
100270765	6ES7212-1BD33-4YB0	Starter Box Simatic S7-1200. Incluye una CPU1212C AC/DC/Relé, Software TIA PORTAL Basic, simulador de entradas digitales, cable de comunicación Industrial Ethernet y CD con documentación.
100295832	6AV6651-7KA01-3AA4	Starter Kit Simatic S7-1200 + Simatic HMI KTP400. Incluye una CPU1212C AC/DC/Relé, Panel Simatic KTP400 a color, Software TIA PORTAL V13 Basic, simulador de entradas digitales, cable de comunicación Industrial Ethernet y CD con documentación.
100295833	6AV6651-7DA01-3AA4	Starter Kit Simatic S7-1200 + Simatic HMI KTP600 Color. Incluye una CPU1212C AC/DC/Relé, Panel Simatic KTP600 color, software TIA PORTAL V13 Basic, simulador de entradas digitales, cable de comunicación Industrial Ethernet y CD con documentación.
	Módulos Signal Board	
100025516	6ES7223-0BD30-0XB0	SB1223 Signal board con 2DI a 24VDC / 2DO a 24VDC
100025707	6ES7232-4HA30-0XB0	SB1224 Signal board con 1AO. Configurable para V/mA
100175402	6ES7231-5PA30-0XB0	SB1221 Signal board 1 AI para RTD tipo Pt100 / Pt1000
100175404	6ES7231-5QA30-0XB0	SB1221 Signal board 1 AI para Termocupa tipo J ó K
	Módulos de señal: entradas digitales	
100262793	6ES7221-1BF32-0XB0	SM1221 Módulo de señal de 8DI a 24VDC
100261352	6ES7221-1BH32-0XB0	SM1221 Módulo de señal de 16DI a 24VDC
	Nomenclatura: DI : Entrada Digital AI : Entrada Analógica DO: Salida Digital AO: Salida Analógica Notas: 1) Suministro de importación bajo pedido	

ANEXO F

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS PLC-SIEMENS S7-1200.

No. de Depósito	Descripción	
	 SIMATIC S7-1200 con módulo: Maestro Profibus DP, AS-i, GPRS y Profinet Integrado	
	Módulos de señal: salidas digitales	
100261065	6ES7222-1BF32-0XB0	SM1222 Módulo de señal de 8DO a 24VDC
100262171	6ES7222-1HF32-0XB0	SM1222 Módulo de señal de 8DO tipo relé
	Módulos de señal: entradas / salidas digitales	
100260611	6ES7223-1BL32-0XB0	SM1223 Módulo de señal de 16DI a 24VDC / 16DO a 24VDC
100262428	6ES7223-1PL32-0XB0	SM1223 Módulo de señal de 16DI a 24VDC / 16DO tipo relé
100276827	6ES7223-1QH32-0XB0	SM1223 Módulo de señal de 8DI a 110 ó 220VAC / 8DO tipo relé
	Módulos de señal: Entradas analógicas	
100262429	6ES7231-4HD32-0XB0	SM1231 Módulo de señal de 4 entradas analógicas. Configurables como V/mA
100262443	6ES7231-4HF32-0XB0	SM1231 Módulo de señal de 8 entradas analógicas. Configurables como V/mA
	Módulos de señal: Salidas analógicas	
100260614	6ES7232-4HB32-0XB0	SM1232 Módulo de señal de 2 salidas analógicas. Configurables como V/mA
100268764	6ES7232-4HD32-0XB0	SM1232 Módulo de señal de 4 salidas analógicas. Configurables como V/mA
	Módulos de señal: Entradas / Salidas analógicas	
100260612	6ES7234-4HE32-0XB0	SM1234 Módulo de 4 entradas y 2 salida analógicas. Configurables como V/mA
	Módulos de señal de temperatura	
100277345	6ES7231-5PD32-0XB0	SM1231 Módulo de señal de 4 entradas analógicas para sensores tipo RTD
100280708	6ES7231-5PF32-0XB0	SM1231 Módulo de señal de 8 entradas analógicas para sensores tipo RTD
100273586	6ES7231-5QD32-0XB0	SM1231 Módulo de señal de 4 entradas analógicas para sensores tipo Termocupla
100278033	6ES7231-5QF32-0XB0	SM1231 Módulo de señal de 8 entradas analógicas para sensores tipo Termocupla
	Módulos de Pesaje	
100247201	7MH4960-2AA01 ¹⁾	Siwarex WP231 Módulo de pesaje de 1 canal para Simatic S7-1200. Incorpora 4 DI a 24VDC, 4 DO a 24VDC, 1AO (mA). Para parametrización se requiere el software SIWATOOL
100248797	7MH4960-2AK01	Software Siwatool para configuración y parametrización del módulo de pesaje SIWAREX WP231
	Mayor Información: Principál: www.siemens.com/s7-1200 Manual: www.siemens.com/simatic-docu Configurador: www.siemens.com/tia-selection-tool Notas: 1) Suministro de importación bajo pedido	

ANEXO F

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS PLC-SIEMENS S7-1200.

No. de Depósito	Descripción	
	Solución de Telecontrol con SIMATIC S7 y software Telecontrol Server Basic	
	Módulos de Comunicación	
100169513	6GK7243-5DX30-0XE0	CM1243-5 Módulo de comunicación Profibus DP para SIMATIC S7-1200. Conexión como Maestro Profibus DP, soporta hasta 16 esclavos DP
100169511	6GK7242-5DX30-0XE0 ¹⁾	CM1242-5 Módulo de comunicación Profibus DP para SIMATIC S7-1200. Conexión como Esclavo Profibus DP
100278151	6ES7241-1CH32-0XB0	CM1241 Módulo de comunicación RS485. Incorpora los protocolos Modbus RTU y USS
100276012	6ES7241-1AH32-0XB0	CM1241 Módulo de comunicación RS232. Incorpora protocolo Modbus RTU. Soporta configuración Freeport
100177697	6GK7242-7KX30-0XE0 ¹⁾	CP1242-7 Modem GSM/GPRS Quadband para SIMATIC S7-1200. Requiere como accesorio la Antena ANT 794-4MR GSM
100016890	6NH9860-1AA00 ¹⁾	Antena ANT 794-4MR GSM Quadband. Apta para instalación en intemperie. Incluye cable de conexión de 5m de longitud y accesorios de montaje
100271910	6GK7243-1JX30-0XE0 ¹⁾	CP1243-1 Módulo de comunicación DNP3 para sistemas de Telecontrol.
	Switch Industrial Ethernet	
100150952	6GK7277-1AA10-0AA0	CSM1277 Switch Industrial Ethernet no gestionado, formato SIMATIC S7-1200. Con 4 puertos RJ45 10/100Mbps
	Software	
100286489	6ES7822-0AA03-0YA5 ¹⁾	TIA PORTAL V13 Basic para configuración, programación y diagnóstico de los controladores Simatic S7-1200. Incluye WinCC V13 Basic para la configuración de los paneles Simatic HMI Basic Panels.
100177698	6NH9910-0AA20-0AA0 ¹⁾	Telecontrol Server Basic. Software de Telecontrol y Teleservicio para SIMATIC S7. Permite acceder a PLCs SIMATIC S7 mediante una red GSM/GPRS y llevar la información a un sistema SCADA para monitorear/controlar remotamente variables de proceso o para programación y diagnóstico remoto (Teleservicio). Licencia para 8 estaciones remotas. Para proyectos con mayor número de estaciones remotas, favor consultar
	Accesorios	
100283632	6ES7954-8LC02-0AA0	SIMATIC memory Card 4MB. Memoria opcional para SIMATIC S7-1200. Permite registro de variables de proceso (Datalogging) y respaldo del programa de usuario y del proyecto.
100284641	6ES7954-8LF02-0AA0 ¹⁾	SIMATIC Memory Card 24MB. Memoria opcional para Simatic S7-1200. Permite registro de variables de proceso (Datalogging) y respaldo del programa de usuario y del proyecto.
Mayor Información: Principal: www.siemens.com/S7-1200 Manual: www.siemens.com/simatic-docu Configurador: www.siemens.com/tia-selection-tool Notas: 1) Suministro de importación bajo pedido		

ANEXO G

Datasheet_VTS_VTScada_v10-1

Updated May 8, 2012

VTS 10.1 HMI Software and VTScada SCADA Tools

*Easy, Open and Powerful interface designed for operational, maintenance
and management needs in mission-critical applications.*



Monitoring & Control Software

Any line manager knows that process uptime is the highest priority. Availability of process data is a close second. VTS™ provides users with a reliable, feature-rich, and flexible interface designed for mission-critical environments. VTS has 25 years of proven installations in industries such as water & wastewater, manufacturing, power, oil & gas, chemical, food & beverage, air traffic control and broadcasting.

Integrated SCADA Tools

VTS includes an integrated telemetry tools layer called VTScada™. Designed specifically for industries such as water & wastewater and gas & power distribution, VTScada provides unparalleled polling management for telemetry applications. Industry-specific reporting tools help you create efficiencies and lower your cost of ownership.

Introducing Version 10.1 - More Options, Less Complexity

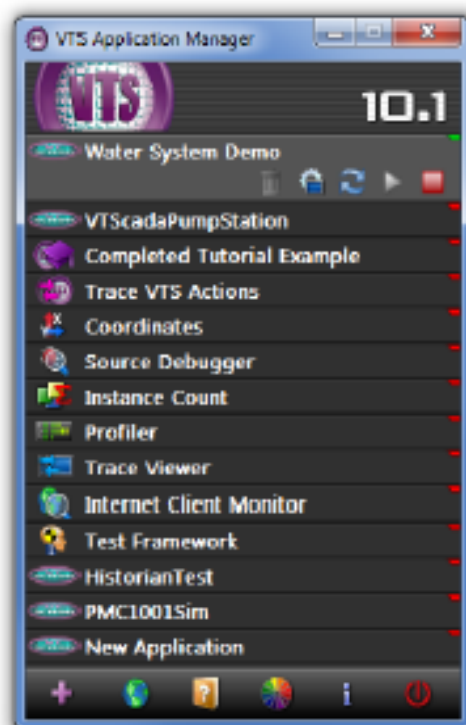
Version 10.1 uses enhanced tag architecture to increase control while reducing complexity for developers and end users. We are also proud to introduce a tactile new mobile interface designed for next generation smart phones and tablets.

ANEXO G

Datasheet_VTS_VTScada_v10-1

Contents

VTS / VTScada Software Licensing.....	3
VTS HMI Software Features	5
Redundancy and Automatic Failover	5
Real-time Configuration (Optional)	5
VTS Application Version Control (Optional).....	6
Native VTS Historian	6
Historical Data Viewer (HDV).....	6
VTS Alarm Dialer & WAP Server (Optional)	7
Mobile Internet Client for Smart Phones & Tablets (Optional) ...	7
Alarm and Event Management.....	7
Report Generator.....	8
I/O Connectivity - Device Driver Library	8
Advanced Customization	8
Hierarchical Tag Organization.....	9
Application Security	9
Lift Station Templates.....	9
VTS Internet Client (Thin Client License).....	10
VTS Web Services (Optional).....	10
VTS ODBC Server (Optional).....	10
VTS OPC Server (Optional)	10
Process Displays.....	11
Realm Area Filtering.....	11
Configuration Toolbox	12
Tag Database.....	12
Graphics	12
Modem Management.....	12
Operator Notes	12
Ease-of-use & Reliability Features	12
3 rd Party Application Support and External Data Analysis	12
Soft Logic Control.....	12
Debugging Tools.....	12
VTScada Telemetry Features.....	13
Polling Management.....	13
I/O Connectivity	13
Industry Specific Reports	13
High-efficiency Tag Development	13
Historical Data Logging	13
Automatically Generated Site Displays.....	13
Sample VTS Application Overview	14
Minimum System Requirements.....	15
VTS Software Level Support.....	16
Application Level Support.....	16
Software Training Courses	16
About Trihedral	16



ANEXO G

Datasheet_VTS_VTScada_v10-1



VTS / VTScada Software Licensing

VTS™ monitoring & control software and integrated VTScada™ telemetry tools are bundled into a single license. Applications require at least one license installed on a specific computer. Additional installations require additional licenses.

Each installed license includes all of the Standard VTS Components below and can be configured as either a client or a server. Expand the capabilities of each installed license by enabling one or more optionally priced components. Remote (thin) Internet client licenses for PCs, laptops or mobile devices are also available (require at least one installation).

Start with a VTS Run Time License

Full-installation for PCs, Laptops, and Panel PCs

Includes, out-of-the-box, all the standard components required for a stand-alone SCADA / HMI application (see diagram below).

Standard VTS Components	
Run Time User Interface	✓
Alarm / Event Management	✓
Reporting	✓
Security	✓
Native Historian	✓
Multiple Historians and SQL Formats	✓
I/O and trend servers	✓
I/O drivers (standard & proprietary)	✓
OPC client, DDE client / server	✓
Operator Logbooks	✓

Select a Tag Count

- ☐ 1,000
- ☐ 5,000
- ☐ 10,000
- ☐ 25,000
- ☐ 100,000
- ☐ 500,000
- ☐ Unlimited

Select Optional Components	
☐	Full Development Tools
☐	VTS Alarm Dialer
☐	Application Version Control
☐	VTS OPC Server
☐	VTS ODBC Server
☐	VTS Web Services (SOAP)

Select a Tag Count

The cost of a license depends on the number of tags required. Most tags represent I/O values but they can also be things such as drivers, calculations or totalizers. Tag count options are listed above. Choose a count large enough to include tags in all applications running concurrently on a single computer. For Example, two 500-tag applications running on a computer need at least a 1,000 tag license. Increase your tag count any time by updating your license key.

Add Optional Components

These components are already integrated into VTS/VTScada. They can each be enabled by simply updating the license key. They are priced using the same tag count as the primary server license. For example, a 1,000-tag Run Time requires a 1,000-tag dialer.



VTS Full Development Tools™

- Create new applications and configure existing ones
- Develop your own tags and graphic displays
- Real-time and off-line configuration
- Native scripting language



VTS Application Version Control™

- Detailed application release history for all servers/clients
- Traceability of all application configuration changes
- Real-time online rollback to any previous application version or reverse specific configuration changes

ANEXO G

Datasheet_VTS_VTScada_v10-1

Optional Components Continued



VTS Alarm Dialer and WAP™

- Alarm call-out/acknowledgement (voice modem required for text-to-speech)
- Call-in for status monitoring and control (voice modem required)
- Receive alarm information by pager, text message, and email (web mail support)
- Acknowledge alarms by email or text message (10.1 or later)
- Monitor, control, and acknowledge alarms from WAP-enabled phones (iPhone®, Android® etc.)



VTS ODBC Server™

- Allows other applications to retrieve real-time and historical process and alarm data
- Used for connectivity to applications such as Crystal Reports®, XL Reporter®, Microsoft Excel®
- Supports SQL SELECT, FROM and WHERE statements



VTS OPC Server™

- Enables other applications to read real-time data from VTS applications
- Other applications write data to VTS applications
- OPC client required by other application



VTS Web Services™ (SOAP)

- Enables other applications make requests to the VTS Historian via SOAP
- VTS performs requested actions and returns formatted data
- Requires understanding of XML, SOAP and VTS Script

Configure Redundant Computers



Add more full-installation licenses if you wish to configure redundant computers with automatic failover and historian synchronization. You can also balance the load for VTS services such as I/O, historian, alarms, and Internet client connectivity across multiple redundant computers.

Add Thin-client Licenses

The following require at least one running full-installation license.



The VTS Internet Client™ (VIC) *Thin Client for Windows PCs and Laptops*

- Remotely connect over a network
- Identical to Run Time interface
- No special coding or ghosting required
- No 3rd-party server product required
- IP connection on dialup, LAN, or WAN
- SSL security support
- Auto-failover to redundant servers
- Licensing by # of concurrent users



Mobile Internet Client™ (MIC) *Smart Phones and Tablets*

- Monitor, control, trend, and manage alarms with a touch or pinch
- Tactile auto-generated interface
- Seconds to configure
- Auto-failover to redundant servers
- Licensed in packs of 4 concurrent users

VTS / VTScada Software Training



Trihedral regularly conducts beginner and advanced level courses at their training facilities in Orlando, Florida and Bedford, Nova Scotia. We also provide on-site training across North America upon request. For more information, visit www.trihedral.com/training.

VTS HMI Software Features

The following integrated features are available out of the box.

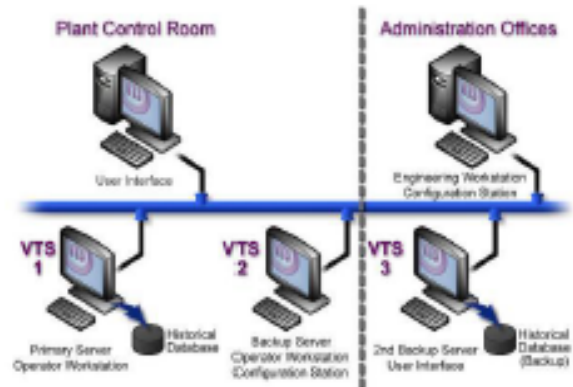
Redundancy and Automatic Failover

To maximize uptime, we developed the most comprehensive and user friendly approach to redundancy in the industry.

1. **Server Redundancy** - VTS supports unlimited synchronized servers with automatic failover. Configure any VTS thick client to be a redundant server in just minutes. Edit server lists without process interruption.

Each server maintains a complete copy of the application's tags, security settings, displays, scripts, networked variables and configuration history. Historical and alarm history data can also be synchronized across all servers. Plus, share CPU load for most of these services across multiple computers.

2. **Internet Server Redundancy** - If a VTS Internet Server goes offline, client connections seamlessly failover to the next designated server. Configure any number of redundant servers.
3. **I/O Connection Redundancy** - The VTS Driver Multiplexer provides seamless failover to redundant communication networks or redundant I/O devices. Supported protocols include serial, Ethernet, dial-up, DNP3 and radio.



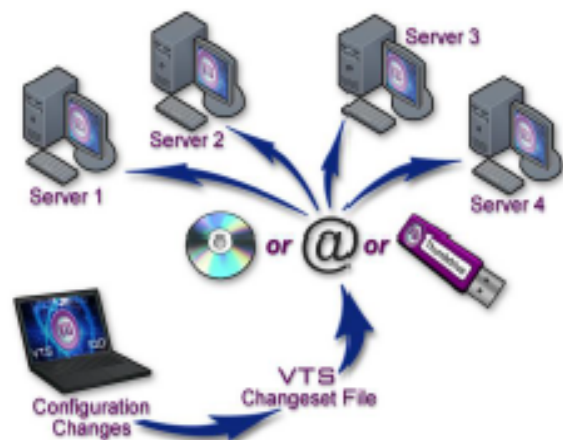
Real-time Configuration (Optional)

Real-time Configuration reduces downtime by allowing you to edit tags and displays (plus many source code and property changes) without restarting your application. VTS 10 allows multiple users to configure an application simultaneously without a configuration server. Push changes to all networked computers manually or automatically. No application restart is required. You can even edit tags over VTS Internet Clients.

Send a whole application in a single file.

Introduced in VTS 10, VTS Changesets™ help drastically reduce integration costs by allowing you to distribute new or updated applications to multiple computers with a single file. These files are easily created, distributed and imported into VTS applications by staff with limited technical knowledge.

- Reuse work by cloning existing applications
- Deliver changesets by email, memory stick or CD
- Backup/restore applications with complete version history
- Update OEM layers without affecting end user applications
- Import changesets without restart



New in VTS 10.1

- Run Time licenses can edit server lists and some other properties
- New calendar button for reports
- Arrange title bar icons according to realm settings
- Rename a page/DM when copying

ANEXO G

Datasheet_VTS_VTScada_v10-1

VTS Application Version Control (Optional)

Since version 10, all VTS applications include a traceable audit log of time stamped versions that include configuration changes made on every workstation in the system since installation. This optional feature allows you to see these incremental changes, quickly return to any past good version or merge versions together.

- Review change details before deployment
- Quickly trace problems back to their source
- Merge changes from multiple good versions

New in VTS 10.1:

- Cherry-pick specific changes when merging versions
- Burrow into versions to see side-by-side views of changes
- VTS Diff Viewer shows number of changed files
- File count on VTS Manifest Panel
- Search properties in the Edit Properties dialog
- See the number of tags that were imported
- Indicator alerts you of undistributed local changes

Version	Time Applied
D109	Mon Mar 14, 2011 15:10:35.460
D108	Mon Mar 14, 2011 14:02:520
D107	Mon Mar 14, 2011 13:26:699
D106	Mon Mar 14, 2011 12:54:933
D105	Mon Mar 14, 2011 12:02:711
D104	Mon Mar 14, 2011 11:15:49.780
D103	Mon Mar 14, 2011 11:14:33.598

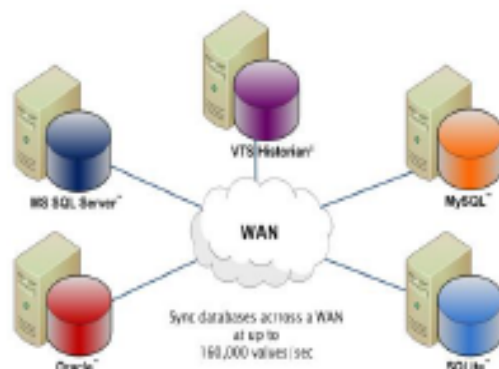
Show Version Details
Switch to This Version
Reverse Version Changes
Merge Version Changes

Native VTS Historian

VTS supports an unlimited number of redundant, synchronized historians spread across multiple servers. In addition to the native VTS Historian, VTS also supports Oracle, SQL Server, MySQL and SQLite database formats.

The VTS Historian is built for speed. It can log data at up to 4,000 values a second and sync across a WAN at up to 160,000 values a second. It can also share process data with 3rd party reporting tools via the VTS ODBC Server. (See VTS ODBC Server below)

- Can log process data based on time of day or changes in value
- Configure logging by tag

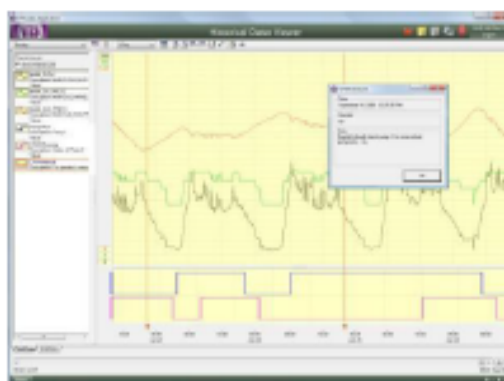


Historical Data Viewer (HDV)

The HDV page is a part of every VTS application. It combines historical data logs with real-time data to display a continuous picture of any number of I/O values over time.

See analog and digital data displayed simultaneously in either trend view or tabular format. Add or remove tags as necessary and independently adjust each one's color and thickness.

- Save groups of tags for later recall
- Easily export any range of data to a file or database
- Add encrypted operator notes to points on the timeline
- Click multiple points to see temporary numeric labels
- Pre-loaded the HDV with tag values for defined periods
- Displays min, max and average values
- Supports logarithmic scaling



ANEXO G

Datasheet_VTS_VTScada_v10-1

VTS Alarm Dialer & WAP Server (Optional)

Receive alarm information anywhere via email, pagers and text-to-voice phone calls. Dial into your system to check levels and alarm status using your application-level security account. In addition to acknowledging alarms over the phone, you can change setpoints, start or stop pumps, or send digital commands to equipment. The VTS Alarm Dialer shares the same tag and alarm databases as the VTS application. Create rosters of up to 30 staff to contact in sequence until an alarm is acknowledged. Rosters can apply to the whole application or to specific functional areas. Configure any number of rosters. New - Acknowledge alarms via email.

A New Voice - VTS 10.1 takes advantage of the latest in text-to-speech technology by supporting the 'Amy' speech engine from IVONA™.

VTS WAP Server - View system status, acknowledge alarms and control equipment via simple web pages designed for WAP-enabled Internet browsers running on mobile wireless devices such as the Blackberry™, Android™, iPhone™, iPad™ and iPod Touch™.

Note: Apple devices listed require WAP-enabled browsers (e.g. free Opera Mini) from the Apple App Store. Supports GZIP Encoding.



Mobile Internet Client for Smart Phones & Tablets (Optional)

VTS has long had the easiest to configure Internet Client in the market. Version 10.1 introduces the simplest way to access your process from a smart phone or tablet.

The Mobile Internet Client (MIC) is a tactile interface to your application that allows you to securely view and acknowledge alarms, check equipment status, plot trends and even issue control commands with just a touch or pinch.

Unlike the WAP browser described above, the MIC is made available under the VTS Internet Client (VIC) license described on page 9.



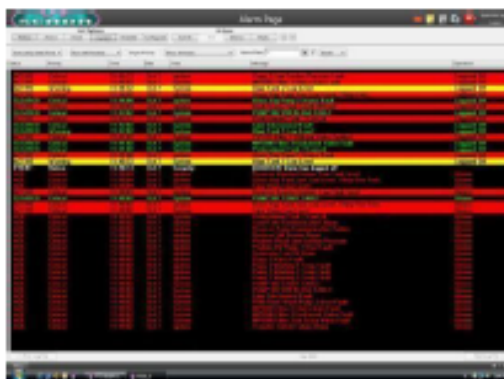
Alarm and Event Management

Every VTS application includes an alarm page (right) and alarm lists that can be added to any display. The alarm page lists current, active, unacknowledged, disabled and configured alarms. Sort alarms by date/time and filter by functional area or priority.

When an alarm occurs, click the blinking alarm icon found on every display page. This takes you to the Alarm Page where you can silence or acknowledge alarms. You can also remotely acknowledge alarms by touch-tone phone via the VTS Alarm Dialer, by mobile phone via the VTS WAP Server or by smart phone or tablet via the MIC.

The alarm page also features a list of time-stamped events including log on activity, alarm dialer activity, setpoint changes, etc.

- Save an unlimited number of alarms and events
- Unlimited number of alarm priorities
- Pop-up dialogs for high priority alarms
- Print any range of the alarm or event history
- New In VTS 10.1 - Intuitive new look for alarm pages



ANEXO G

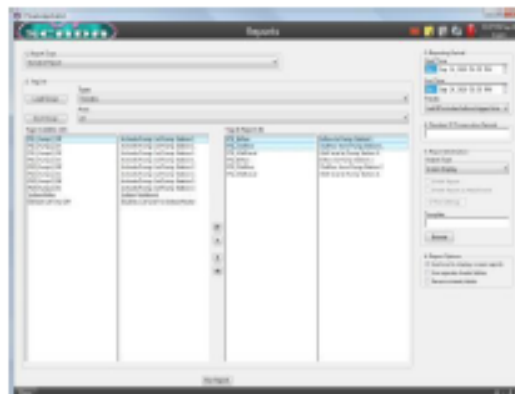
Datasheet_VTS_VTScada_v10-1

Report Generator

Every VTS application includes two reporting components; a report page for generating ad-hoc reports and a report tag that can be scheduled to trigger pre-defined reports. Report tags are time zone aware and can generate reports daily, weekly, monthly, manually or on event.

VTScada applications include pre-defined reports to meet the needs of the water and wastewater industry. Add custom reports as required. (See VTScada section for more SCADA features.)

Reports can output to your screen, a file, an Excel™ spreadsheet or Template, a database or as an email attachment.



I/O Connectivity - Device Driver Library

VTS provides maximum flexibility when choosing monitoring & control devices by supporting most industry standard and even many proprietary I/O protocols. We can also create new drivers to meet your needs. The new SNMP driver uses UDP-based network protocol to communicate with devices used in oil & gas and broadcasting. The DataRadio Diagnostics driver provides real-time signal strength and other diagnostic data.

New in VTS 10.1

- SNMP & DNP3 enhancements
- Communications alarms added to all drivers
- Trigger tag expression for OFF condition
- Logging of History Stats tags
- Write capability for Input tags
- New Context tag acts as generic parent tag

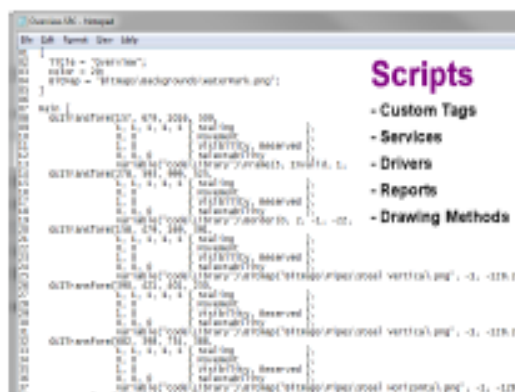


Advanced Customization

In addition to the drag & drop toolset, VTS provides a variety of tools to help you perform advanced customization. For example, the object-oriented VTS scripting language (similar to C++ in syntax and functionality) allows unlimited customization of almost every feature. Copy a graphic object and paste its properties into a text editor. Make changes and paste them back onto the page. To reduce development time, VTS supports reusable objects (e.g. scripts, graphics, custom displays, library objects).

New in VTS 10.1

- Create and modify custom tag types
- Support for system file paths (42 in all)
- File dialog access to FTP (not in Vista™)
- API for Deploy and DirectDeploy. Module constructors/destructors
- TRUE and FALSE functions & instance variables
- Speed improvement for network values
- Dial-up networking support (PPP)
- Background scripts can run as services to start scheduled tasks or watch for events (e.g. run task when user logs in)



ANEXO G

Datasheet_VTS_VTScada_v10-1

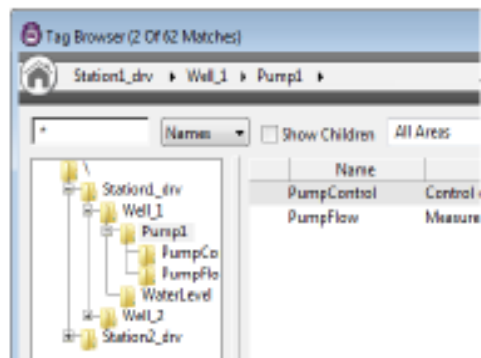
Hierarchical Tag Organization

In version 10.1, the tag architecture has been enhanced to enable you to model how your real-world elements relate to one another. The powerful & unique "Context" tag permits you to define your system in your context.

If you envision a pump to be an assembly of I/O and communications drivers, you can define it that way. If the pump is one of many in a lift station (or other assembly) you can make it a child of the Lift-station parent context. Build it once and reuse many times.

Quickly and easily model the world the way you and your users see it vs. conforming to how the SCADA system prescribes. This reduces complexity and enhances ease of use with a dose of common-sense familiarity.

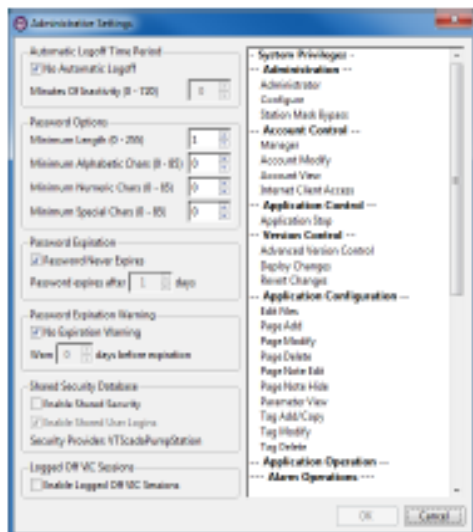
- Create ad-hoc child tags without writing code
- Clone whole subsystems by simply copying the root of a tree of tags
- Initial tag parameters can be calculated expressions
- Tags copied to new parent automatically reference new scope



Application Security

Each VTS application includes its own set of security accounts and settings which control access to all parts of the application including local workstations, Internet clients, WAP clients and the VTS Alarm Dialer. All changes to security are immediate and application wide. Ensure passwords exceed a minimum length, contain alphabetic, numeric or special characters or expire. Supports SMTP email servers requiring Transport Layer Security (e.g. Gmail™) when sending alarm notifications.

- Add, delete, copy or modify accounts
- Support for USB dongles
- Supports SSL (secure socket layer)
- User-definable automatic timed logout



Enhanced Security in VTS 10.1 – 10.1 replaces an ever-growing list of privileges with 'Rules.' Rules use a combine of a tag, a privilege, and a location to allow you to finely tune what users can do and where. Quickly configure user accounts by assigning them to a Role which is a pre-defined set of Rules corresponding to a specific job (e.g. plant operator).

To reduce duplication and ensure consistency, accounts can now be shared across multiple applications. The security database scheme now employs military-grade encryption as does the security information exchanged between the VTS Internet Client and Server. Accounts can also now be disabled following repeated failed log in attempts.

Lift Station Templates

Hierarchical tag architecture also makes it easier to configure engaging pre-made lift station displays for 3rd party devices such as the MultiTrove® MultiSmart® RTU and the MPE Pump Controller®. New tools allow you to create and reuse your own templates. New pumping stations can be put online in less than a minute. (See right.)



ANEXO G

Datasheet_VTS_VTScada_v10-1

VTS Internet Client (Thin Client License)

In addition to dialing into your application via the VTS Alarm Disler, authorized users can monitor & control their applications over the Internet (or Intranet) via Windows computers without VTS installed.

The VIC does not require 3rd party server products such as Apache™ or Microsoft IIS®. Displays appear exactly as they do on standard thick-client workstations without further configuration.

As of version 10.1, the VIC license now includes the Mobile Internet Client (MIC). See page 7.



VTS Web Services (Optional)

This SOAP (XML) interface allows 3rd party business systems to make direct calls to real-time and VTS historical data. Calls can include requests for data from a time/date range (e.g. min, max, time of min, time of max, ave, total, number of rising or falling edge transitions).

- Supports SQL calls from 3rd party apps to VTS native database
- Supports SELECT commands and WHERE clauses



VTS ODBC Server (Optional)

The VTS ODBC Server allows you to use industry standard reporting software like Crystal Reports®, XL Reporter®, Microsoft Access® or Microsoft Excel® to extract system information directly from a VTS application.

Through this interface, you can treat a VTS application as if it were a database, with each logged tag within it representing a table of timestamps and values.

Once the connection is configured, your reporting software can send SQL queries to VTS to retrieve the logged tag values.



VTS OPC Server (Optional)

The VTS OPC Server allows OPC-compliant programs (including other VTS applications with OPC clients) to send and receive live process data to and from a standard VTS application.

VTS OPC Client (Standard)

The VTS OPC Client has long been a standard feature of VTS. It allows a standard VTS application to send and receive live process data to and from an OPC-compliant server (including other VTS applications with configured OPC servers).

- The OPC Client is available for no additional cost
- The OPC Server requires an additional license fee



ANEXO G

Datasheet_VTS_VTScada_v10-1

Process Displays

Application-specific display pages provide an intuitive operator interface. These include graphical overviews of the process in a full-screen or windowed (user-selectable) view.

A Full Development license allows you to quickly develop displays using objects from the graphics library, tag animations, polygons, etc. Switch between Run Time and development modes without changing views. Divide system information logically across multiple pages that can be easily navigated by customizable menus, buttons and hotboxes.

- Default page navigation tools (e.g. menu, forward/back buttons)
- Dual and quad monitor support
- Create ad-hoc child tags without writing code
- Initial tag parameters can be calculated expressions
- Tags copied to new parent automatically reference new scope

New in VTS 10.1

- Draw a grid of tags and their values on any page
- Design tag drawing methods without writing code
- Nested page frames, check-boxes and tabbed folder drawing objects
- New VTS Historian and modern statistics panels



Realm Area Filtering

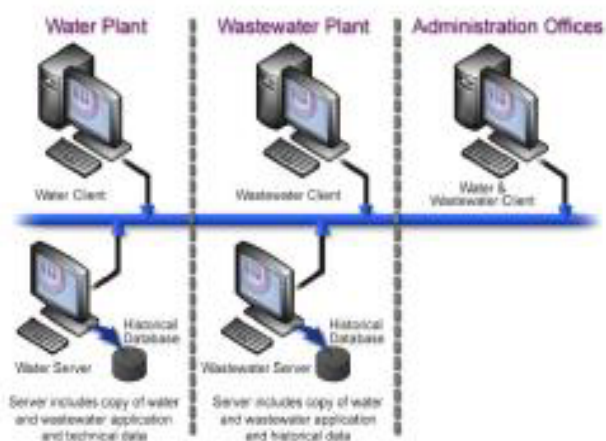
Often used for large applications where multiple user groups need to see specific parts of a central application. For example, based on their security account, a water plant user will only see water (realm) system data and displays, but 'super user' log ins may be configured to show both water (realm) and wastewater (realm) data and to run system-wide reports.

This approach minimizes investment in computer infrastructure without losing historical data backup and automatic server failover capabilities.

Centralized configuration also allows both systems (realms) to be configured from the same computer.



Display development dialogs including graphics library and drawing tools.



ANEXO G

Datasheet_VTS_VTScada_v10-1

Configuration Toolbox

Configure displays, navigation menu and tag database from one interface.

Easy-to-use graphic origination tools.

Simple click and drag development tools. (e.g. bitmap library, polygons and tag-driven animations) .

Libraries allow fast development of custom reports, modem/alarm displays.

Tag Database

Supports unlimited number of tags.

Create and replicate tags outside of VTS using Access, Excel and SQL Server.

All resources (e.g. modems, I/O, device drivers) are treated as tags, facilitating easy application development.

Test without live I/O using manual values.

Quality indicators on input tags.

New I/O tags automatically flagged as 'Questionable' to assist commissioning.

Analog tags support deadband and delay for displaying change or triggering alarms.

Add new parameters to existing tags.

Graphics

3,500+ symbol library (**More added**).

Import BMP, JPG, WMF and EMF.

Photo-real meters, clocks and compasses.

Draw grids of tags and their values.

Add nested frames, check-boxes and tabbed folders. (**New in 10.1**)

Create reusable drawing objects by grouping multiple graphics and tags.

Import backgrounds, maps, watermarks.

Add 3D graphics created with 3rd party software. (Must be flat jpg, png, bmp.)

Modem Management

Supports modem pooling across servers for improved resource efficiency.

Includes custom Unimodem driver.

Data and VTS Alarm Dialer requests automatically routed to appropriate voice and data modem(s). No configuration necessary.

Supports dedicated modems for functional application areas.

Supports logging of modem activities.

Graphics show modem events, usage stats and modem status.

Operator Notes

Electronic log of operator notes.

Networked to allow all authorized users remote and local access.

Notes include timestamp, user name.

Encrypted to eliminate tampering.

Print range of date/times or all notes.

Display notes by date.

Ease-of-use & Reliability Features

Leave messages for operators using highly-visible sticky notes.

Create your own custom tooltips.

Acknowledge alarms while configuring application.

Quickly configure the alarm tags built into Analog Status and Digital Status Tags.

Rate-of-change object watches for rapid changes in values that indicate expensive leaks and spills.

Multi-write object sets up to 50 outputs with a single operator action. (Useful for starting HMI or replacing PLCs.)

Trigger object initiates system events based on time or changes in values.

Use History Statistics Tag to display calculated values. (e.g. Compare last week's average flow rate to current rate.)

Display numeric values in Decimal, Hexadecimal, Octal or Binary format.

Configure VTS to shutdown when Universal Power Supply runs low.

Configure alarms to re-arm after a defined period once they have been acknowledged.

All alarm dialer roster activations now recorded as events in the alarm history.

Integrated simple HTTP server displays HTML files such as Google™ map pages.

3rd Party Application Support and External Data Analysis

Report generator or trend screen can output data to standard office products, such as Excel and Access (e.g. CSV).

SQL tags log data to Oracle, SQL, MySQL and Access databases on time, event or change of value.

Spawn 3rd party programs.

Supports SQL calls to VTS historical data.

Driver support for 3rd party products. (e.g. PI, Excel via DDE)

Soft Logic Control

Deadband tag can be used as data source for output controls. (Includes delay and hysteresis.)

Calculation tag (includes mathematical and logical functions) can be used as data source for output controls.

Expression tag supports complex scripting logic to be used as data source for output controls.

Debugging Tools

Logging profiler.

Million thread history with dead threads.

Debugging tools available locally or remotely through VTS Internet Server.

Automated application tests available.

Source code debugger for script.

Tracing of all VTS activities.

View error statistics and sent/received communications for device drivers.

Source debugger can highlight what code has been run or tested to date.

ANEXO G

Datasheet_VTS_VTScada_v10-1



VTScada Telemetry Features

In addition to the features listed on the previous pages, the VTScada software layer adds features for use in telemetry applications, specifically in the water and wastewater industry. These features are intended to decrease integration time and application complexity.

Polling Management

- Replaces master PLC reducing cost, set up, and points of failure
- Automatically manages scheduled polling cycles for RTUs
- Supports any number of independent polling groups
- 'Fast Poll' mode sets a higher polling frequency for specific RTU sites
- Use external triggers to poll on infrequent schedules or on command
- Enable or disable polling in any polling driver

I/O Connectivity

- Protocols available for industry standard and some proprietary RTUs
- Includes diagnostic drivers for MDS and DataRadio radios
- Allen-Bradley driver supports Radio Keying
- Some drivers support store & forward and logged data retrieval

Industry Specific Reports

- Includes preconfigured reports for water and wastewater
- Report scheduler can automatically save important information to file, send it to a printer or email it to appropriate personnel
- Add custom script reports and Excel™ report templates as needed

High-efficiency Tag Development

- Special analog and digital tag types integrate alarming and logging capability to reduce application development time
- Pump Status Tags automatically associate with preconfigured pump status reports, displaying pump Run Times and starts/stops
- Pump Status Tags include parameters for high and low alarms. Configure delays to reduce alarms due to minor disturbances
- 'Log on change' is activated whenever a new tag is added. This helps reduce database size without losing important data

Historical Data Logging

- Fast robust data logging and historical synchronization across networks
- Ability to log to SQL databases like My SQL, SQL Server and Oracle
- Distribute multiple synced historians to spread load across multiple servers
- Historical data are separated into monthly folders for easy archiving

Automatically Generated Site Displays

- Import maps and add pins at each remote monitoring location
- Pin color indicates status of polling cycle, communications network or associated I/O
- Click markers to open auto-generated displays with related I/O and alarms reducing development time and errors during integration
- Custom site displays can be created as desired
- Each auto-generated display includes:
 - All associated analog input, digital input and digital output values
 - A list of all related alarms
 - Data age and site status indicators
 - A Fast/Normal polling selector



A new auto-generated site display in VTS 10.1.



A custom site display.



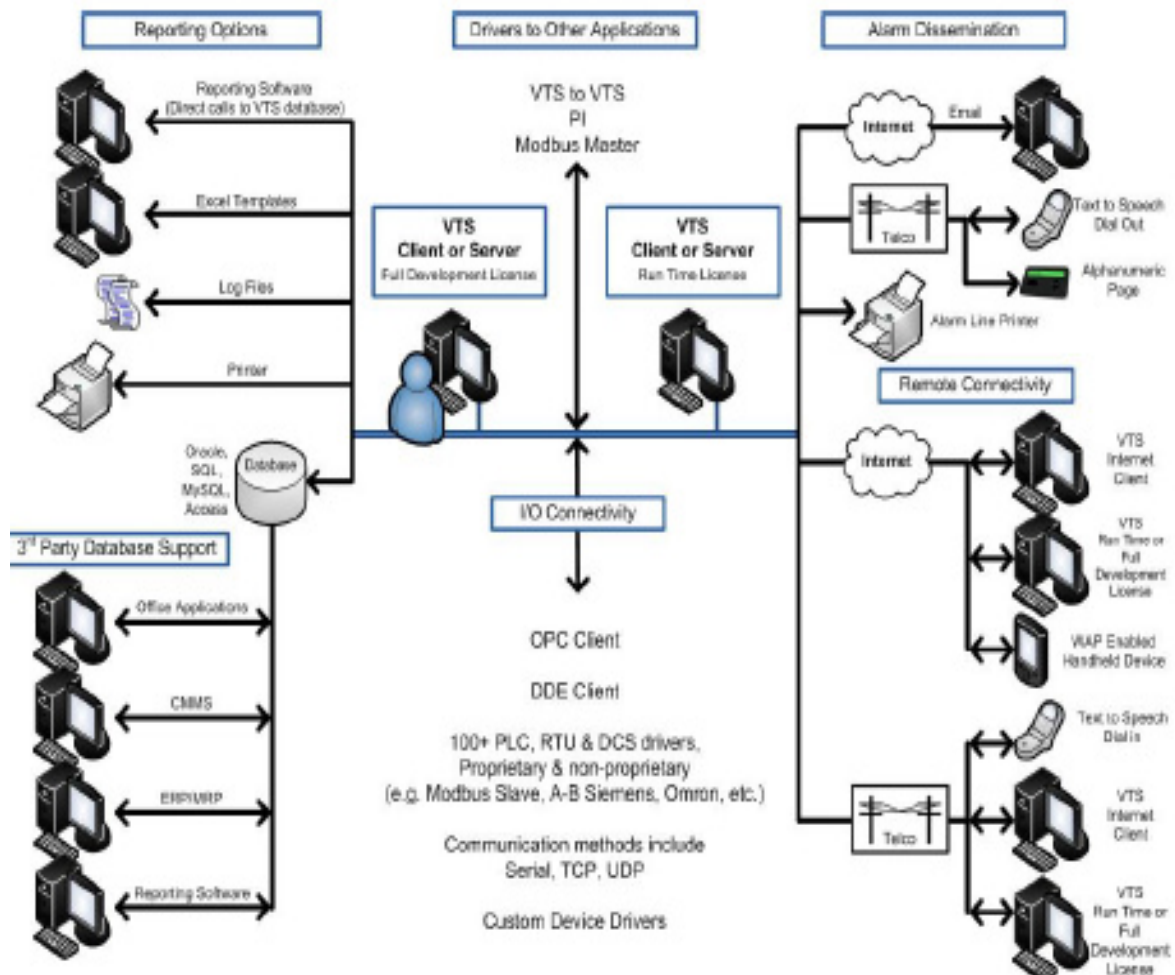
Sites drawn on an imported map (not included).

ANEXO G

Datasheet_VTS_VTScada_v10-1

Sample VTS Application Overview

This sample application includes primary VTS licenses, optional components and interfaces to 3rd party software and I/O devices.



ANEXO G

Datasheet_VTS_VTScada_v10-1

Minimum System Requirements

The following is a guide. Actual hardware/OS requirements depend upon your application's architecture.

Required

- VTS version 10.1 with program key (25-character key found on your CD or in the email with the FTP link)
- OS: Windows 7 (32 or 64-bit), Vista (32 or 64-bit), 2008 Server R2*, XP** or 2003 Server***
- Processor: 2 GHz (XP) or 2GHz or more (Vista or Windows 7)
- RAM: 2 GB (XPSP3), 4GB (32-bit OS), 8GB (64-bit OS)
- Hard Disk: 200 MB free space (XP) or 20GB (Vista or Windows 7)
- Graphics Card: SVGA (XP), DirectX 9 compatible with 32Mb memory (Vista or Windows 7)
- Disc Drive: A CD-ROM (XP) or DVD-ROM (Windows 7, Vista, 2003 Server or 2008 Server)
- A mouse, pointing device or touch screen

Recommended

- 64-bit OS for all applications above 50k tags (You can run 32-bit VTS on a 64-bit OS)
- 3GHz dual or quad core processors (More cores won't help while higher clock speeds will)
- Solid State Drives (SSD) for the highest performance
- Avoid using RAID for file-based historian
- Keep historian on a separate hard drive from VTS and the OS
- Windows-compatible printer to print VTS pages or reports
- 100Mb/1Gb Ethernet required for networking
- A voice modem is required for the VTS Alarm Dialer
- Sound card and speakers are required for alarm annunciation
- RS-232 port if needed for communications with serial I/O devices

Compatible Operating Systems for VTS Versions

VTS Version	Win7 64-Bit	Win7 32-Bit	Vista 64-Bit	Vista 32-Bit	2008 Server	XP	2003 Server	2000
7.1								
7.5								
8.0								
8.1								
9.0								
9.1								
10.0								
10.1								

Please Note

- Running newer versions of VTS on older operating systems may result in slower performance
 - NetDOE is not available on Windows Vista and higher. (It was removed in XP Service Pack II.)
 - VTS 10 uses IANA registered TCP/IP port 5780 (not 1160). Configure your firewall to route RPC traffic accordingly
 - When reusing internal devices like modems or sound cards, make sure that the new computer has the correct motherboard slots
 - Make sure the 3rd party software you use with VTS (e.g. accounting or reporting) is compatible with the new OS
 - There are no A-Open modem drivers for an OS newer than Vista
- Click below to learn more about selecting and configuring modems:
www.tri-net.com/products/vts-alarm-dialer-and-wap-server/compatiblemodems
1. Many computers running Server 2008 require you to install speakers or audio cards to enable alarm sounds and some VTS Auto Dialer functionality. May also require manual modem and audio configuration.
 2. XP requires Service Pack 3 or higher.
 3. Server 2003 requires this hotfix to be installed: <http://support.microsoft.com/kb/938397>

Software Support, Annual Renewals and Upgrades

VTS Software Level Support

We have built our business on providing superior customer service. All new VTS software licenses include 90 days of our SupportPlus Service[®]. This includes phone, fax and email support during business hours as well as updates to the current version of VTS. Additional coverage may be contracted at time of purchase.

As long as you renew your license annually, the renewal cost will stay constant at 15% of the original software license price per year. If your contract lapses, the cost of renewing will be based on the value of all software components as calculated using the current VTS/VTScada price list to a maximum of 45% of the current license value. This lapse will affect the cost of future years' support. Expiry dates can be adjusted to match your budget year or to align multiple licenses.

Note: SupportPlus applies to VTS/VTScada licenses and optional VTS components. It does not cover application specific issues, hardware troubleshooting, over the phone training or system design.

Application Level Support

Premium SupportPlus Service[®] provides application-level support in a package tailored to your specific needs. This extended protection is an important part of a well-structured risk management plan. Define your own requirements that could include after-hours, seasonal or year-round support with guaranteed response times. Trihedral works with you to formulate a cost-effective solution.

How Our Customers Describe our Support

www.trihedral.com/testimonials



1-855-887-2232
support@trihedral.com

Software Training Courses

Courses are available at our Bedford and Orlando training facilities or on-site anywhere in North America upon request.

- **Operation & Configuration:** For integrators, OEMs, consultants, operators, maintenance and IT staff.
- **Introduction to Scripting:** Advanced developers use the VTS scripting language to do basic customization & configuration.
- **Advanced Scripting:** For advanced system integrators and OEMs.

Custom courses can be created based upon specific user requirements.

See All Available Courses

www.trihedral.com/training



About Trihedral

Celebrating 25 Years of Service to our Customers

With roots in systems integration and over 25 years of experience, we are a leading developer and integrator of computer software for monitoring and control. The worldwide appeal of our software is demonstrated by a large and satisfied customer base spanning six continents. We currently have offices in Bedford Nova Scotia, Aberdeen Scotland, and Orlando Florida. Our VTS and VTScada software is used in a myriad of industries, providing robust solutions to mission-critical applications of all sizes.

Further Information

For more information on our products or services visit www.trihedral.com, write info@trihedral.com or call 1.800.463.2783.

ANEXO H

DESCRIPCIÓN DEL BLOQUE “T COMMUNICATION”

MAESTRO

Object name	Symbolic name	Description
OB1	Main	Cyclic organization block
FB1100	T-com_Master	Function block for deterministic data exchange with several slaves via their function block “T-com_Slave”
SFB100	TSEND	T-communication block for sending data
SFB101	TRCV	T-communication block for receiving data
SFB102	TCON	T-communication block for establishing a connection
SFB103	TDISCON	T-communication block for disconnection
DB5	Connection_DB	Connection data block for TCON
DB1102	Master_Receive_DB	Receive data block for TRCV
DB1101	Master_Send_DB	Send data block for TSEND
DB1103	Status_DB	Status data block for all slaves
DB1100	T-com_Master_DB	Instance data block for “T-com_Master”
DB1	TCON_DB	Instance data block for TCON
DB4	TDISCON_DB	Instance data block for TDISCON
DB3	TRCV_DB	Instance data block for TRCV
DB2	TSEND_DB	Instance data block for TSEND

ESCLAVO

Object name	Symbolic name	Description
OB1	Main	Cyclic organization block
FB1200	T-com_Slave	Function block for data exchange with one master via its function block “T-com_Master”
SFB100	TSEND	T-communication block for sending data
SFB101	TRCV	T-communication block for receiving data
SFB102	TCON	T-communication block for establishing a connection
DB4	Connection_DB	Connection data block for TCON
DB1201	Slave_Receive_DB	Data block for receiving from the master
DB1202	Slave_Send_DB	Data block for sending to the master
DB1200	T-com_Slave_DB	Instance data block for “T-com_Slave”
DB1	TCON_DB	Instance data block for TCON
DB2	TRCV_DB	Instance data block for TRCV
DB3	TSEND_DB	Instance data block for TSEND

ANEXO I

Ficha técnica radio MIKROTIK RBSXT-5HnD

RouterBOARD SXT

MikroTik routerboard

SXT 5HnD is a low cost, high speed 5GHz wireless device. Dual chain 802.11n and Nv2 TDMA technology help to achieve even 200Mbit real throughput speed.

Complete with a ready to mount enclosure and built-in antenna, this is the perfect CPE.

Powered by RouterOS it is also the most advanced router, bandwidth controller and firewall.

- Solid all-in-one design: quick and easy to mount
- Tower friendly one hand enclosure access
- 5GHz 802.11a/n wireless onboard
- One 10/100 Ethernet port
- 16dBi dual chain antenna built-in
- Signal strength LED indicators on back
- USB 2.0 port, voltage and temperature monitors
- Extended L2MTU support to avoid fragmentation overhead in MPLS, QinQ etc.

Improved wireless speed with Nv2:

without Nv2	
with Nv2	x2 TCP speed

Speed faster compared to similar RouterOS CPE devices before Nv2 was introduced, in ideal conditions

Features	5HnD (5GHz, High power wireless, 802.11n, Dual-chain)
CPU	Atheros AR7241 400MHz CPU
Memory	32MB DDR SDRAM onboard memory
Data storage	64MB onboard NAND storage chip
Ethernet	One 10/100 ethernet port, L2MTU frame size up to 4076
Wireless cards	Onboard dual chain 5GHz 802.11a/n Atheros AR9280 wireless module; 10kV ESD protection on each RF port
Extras	Reset switch, beeper, USB 2.0 port, voltage and temperature monitors
Serial port	No serial
LEDs	Power LED
Power options	Power over Ethernet
Dimensions	140x140x40mm
Power consumption	Up to 7W
Operating Temperature	-30C .. +70C
Operating System	MikroTik RouterOS
Package contains	SXT wireless mounting bracket
Certifications	FCC, CE



Wireless signal indicators



Easy to access enclosure, door latches open

Antenna			
Type	Dual polarization 5GHz antenna		
Frequency range	5.17 - 5.825 GHz		
Gain	16 ± 2 dBi		
VSWR, max	1.7:1		
3 dB Beam Width, H-Plane, typ.	25 °		
3 dB Beam Width, E-Plane, typ.	25 °		
Polarization	Dual Linear (V-pol, H-pol)		
Port to Port Isolation	- 35 dB		

Protocol	Data rate	TX Power	Protocol	Data rate	RX Sensitivity
802.11a	6 Mbit/s	26dBm	802.11a	6 Mbit/s	-96dBm
	54 Mbit/s	22dBm		54 Mbit/s	-80dBm
	MCS0 20MHz	25dBm		MCS0 20MHz	-96dBm
802.11n 1 stream	MCS0 40MHz	25dBm	802.11n 1 stream	MCS0 40MHz	-92dBm
	MCS7 20MHz	19dBm		MCS7 20MHz	-77dBm
	MCS7 40MHz	18dBm		MCS7 40MHz	-74dBm
802.11n 2 streams	MCS8 20MHz	25dBm	802.11n 2 streams	MCS8 20MHz	-96dBm
	MCS8 40MHz	25dBm		MCS8 40MHz	-92dBm
	MCS15 20MHz	19dBm		MCS15 20MHz	-77dBm
	MCS15 40MHz	18dBm		MCS15 40MHz	-74dBm

REV 1

ANEXO J

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS RADIOS TRANGO BROADBAND.

DESCRIPCION DE LOS RADIOS ACCESS5830

	Description	Freq. Band(s)	Antenna Gain	MAX EIRP	Style
Access Point					
M5830S-AP-60	AP with internal 60° antenna	5725-5850 MHz	14 dBi	36 dBm	
M5830S-AP-EXT	AP with external connector	5725-5850 MHz	N/A	N/A	
Subscriber Units					
M5800S-FSU	FOX5800 SU FOX Series 5.8 GHz SU with internal antenna	5725-5850 MHz	15 dBi	36 dBm	
M5580M-FSU*			8 dBi	30 dBm	
M5800S-FSU-D	FOX5800-D SU FOX Series 5.8 GHz SU requires AD5800-25 External Dish antenna (Note: this unit will not work without the dish)	5725-5850 MHz	25 dBi	47 dBm	
M5830S-SU	5830 Series SU with internal antenna.	5725-5850 MHz	17 dBi	36 dBm	
M5830S-SU-EXT	SU with external antenna connectors	5725-5850 MHz	N/A	Up to 52 dBm	

ANEXO J

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS RADIOS TRANGO BROADBAND.

DESCRIPCION DE LOS RADIOS ACCESS5830

M5830S-SU and M5830S-AP-60

All specifications apply to the M5830S-SU, M5830S-AP-60 radios unless otherwise stated.

NOTE: For details on the M5830S-SU-EXT and M5830S-AP-EXT, please see the professional installation guide for those products.

Radio Transmit Specifications

Frequencies:

Storable Channels: 30 memory locations

Channel spacing:

ISM Band: 5.736 to 5.836 GHz in 1 MHz increments

Default Channels-

Channel 1: 5.736 GHz

Channel 2: 5.756 GHz

Channel 3: 5.776 GHz

Channel 4: 5.796 GHz

Channel 5: 5.816 GHz

Channel 6: 5.836 GHz

Channel 7-30: Unprogrammed

AP RF Conducted Power:

ISM Band: Max: +22 dBm +/- 2 dB
Min: -8 dBm +/- 2 dB

AP EIRP Max:

+36 dBm High band with internal 14 dBi patch antenna

SU RF Conducted Power:

ISM Band: Max: +22 dBm +/- 2 dB
Min: -8 dBm +/- 2 dB

SU EIRP Max:

+40 dBm High band with internal 18 dBi patch antenna (M5830S-SU only)

Freq. Stability:

.00025 % PLL Stabilized (2.5 ppm) over temp

Freq. Plan:

Single upconversion, 480 MHz IF

Modulated BW:

22 MHz (null to null, 20 dB)

2nd Harmonic atten:

Per CFR47 part 15.205

LO Supression:

Per CFR47 part 15.205

Symbol Rate:

1.375 MSPS

Error Correction:

None

Modulation:

1 MBPS DBPSK for header, 11 MBPS CCK spread spectrum for payload

Receiver Section

Cascade Noise Figure:

< 6 dB

Sensitivity:

- 83 dBm typical-1600 byte packet

(1E10-6 BER)

- 87 dBm typical-64 byte packet

Adj. Channel Rejection:

> 20 dB for 10 % PER

Image Rejection:

> 60 dB for 10% PER

Frequency Plan:

Single conversion, IF at 480 MHz

LO stability:

.00025% PLL stabilized (+/-2.5ppm) over temperature range

Data Input Section

Data Rate (User):

Up to 10 MBps Sustained throughput

Format:

10/100 BaseT IEEE 802.3 Ethernet compliant

ANEXO J

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS RADIOS TRANGO BROADBAND.

DESCRIPCION DE LOS RADIOS ACCESS5830

Ethernet packet: Up to 1600 byte long packets

Power

Input Voltage: Input voltage range at unit is 10.5 VDC to 28 VDC max

Power is supplied over Ethernet cable using junction box provided, with up to 300 feet of 24 AWG STP cable.

Current Cons.: 575 mA in transmit mode at max power using 24 V standard adapter (11.5W)
500 mA in receive mode using 20 V standard adapter (10 W)

Data Output Section

Data Rate (User): 10 MBPS Maximum sustained throughput

Format: 10/100 BaseT IEEE 802.3 Ethernet compliant

Ethernet Protocols: TCP/IP, Telnet, TFTP, UDP, and HTTP

Physical Interfaces

Serial Interface: Shielded RJ11 connector

LAN Interface: Shielded RJ45 connector

Power: Carried on 4 unused pins of Ethernet cable

Mechanical and Environmental

General

Material: Powdercoated Aluminum base with polycarbonate radome

Size: 12.5"x5"x8" including mounting studs

Weight: 4 lbs

Mounting: Pole mounting hardware provided

Environmental

Operating Temp: -40° - 60° C

Storage: -40° - 85° C

Humidity: 100 % when sealed properly

NEMA Rating: NEMA 4

Shock: Sustain 3 axis drop from 5 feet

Standard Power Supply

24 Volt DC Power adapter and J-Box supplied with product.

Type: Linear wall mount transformer

Input: 120 VAC

Output: 24 VDC +/- 1 V

Max current: 1200 mA

FCC Compliance:

The transceiver shall comply with the following regulations:

FCC 15.247 Spread Spectrum transmitter

Part 15 Subpart B

Class B Digital device verification

Part 15 Subpart C

FCC 15.203 Antenna connection requirement – non-standard connection

FCC 15.209 Unwanted emissions below 1GHz

FCC 15.207(a) AC conducted emissions 450Khz to 30 MHz

FCC 15.205 Restricted bands (LO and harmonics)= 54 dBuV average @3 meters

EN 301 489-1 Part 7.2 - RF Immunity

ANEXO J

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS RADIOS TRANGO BROADBAND.

DESCRIPCION DE LOS RADIOS ACCESS5830

M5830S-SU and M5830S-AP-60

All specifications apply to the M5830S-SU, M5830S-AP-60 radios unless otherwise stated.

NOTE: For details on the M5830S-SU-EXT and M5830S-AP-EXT, please see the professional installation guide for those products.

Radio Transmit Specifications

Frequencies:

Storable Channels: 30 memory locations

Channel spacing:

ISM Band: 5.736 to 5.836 GHz in 1 MHz increments

Default Channels-

Channel 1: 5.736 GHz

Channel 2: 5.756 GHz

Channel 3: 5.776 GHz

Channel 4: 5.796 GHz

Channel 5: 5.816 GHz

Channel 6: 5.836 GHz

Channel 7-30: Unprogrammed

AP RF Conducted Power: ISM Band: Max: +22 dBm +/- 2 dB
Min: -8 dBm +/- 2 dB

AP EIRP Max: +36 dBm High band with internal 14 dBi patch antenna

SU RF Conducted Power: ISM Band: Max: +22 dBm +/- 2 dB
Min: -8 dBm +/- 2 dB

SU EIRP Max: +40 dBm High band with internal 18 dBi patch antenna (M5830S-SU only)

Freq. Stability: .00025 % PLL Stabilized (2.5 ppm) over temp

Freq. Plan: Single upconversion, 480 MHz IF

Modulated BW: 22 MHz (null to null, 20 dB)

2nd Harmonic atten: Per CFR47 part 15.205

LO Suppression: Per CFR47 part 15.205

Symbol Rate: 1.375 MSPS

Error Correction: None

Modulation: 1 MBPS DBPSK for header, 11 MBPS CCK spread spectrum for payload

Receiver Section

Cascade Noise Figure: < 6 dB

Sensitivity: - 83 dBm typical-1600 byte packet

(1E10-6 BER) - 87 dBm typical-64 byte packet

Adj. Channel Rejection: > 20 dB for 10 % PER

Image Rejection: > 60 dB for 10% PER

Frequency Plan: Single conversion, IF at 480 MHz

LO stability: .00025% PLL stabilized (+/-2.5ppm) over temperature range

Data Input Section

Data Rate (User): Up to 10 MBps Sustained throughput

Format: 10/100 BaseT IEEE 802.3 Ethernet compliant

ANEXO J

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS RADIOS TRANGO BROADBAND.

DESCRIPCION DE LOS RADIOS ACCESS5830

Ethernet packet: Up to 1600 byte long packets

Power

Input Voltage: Input voltage range at unit is 10.5 VDC to 28 VDC max

Power is supplied over Ethernet cable using junction box provided, with up to 300 feet of 24 AWG STP cable.

Current Cons.: 575 mA in transmit mode at max power using 24 V standard adapter (11.5W)
500 mA in receive mode using 20 V standard adapter (10 W)

Data Output Section

Data Rate (User): 10 MBPS Maximum sustained throughput
Format: 10/100 BaseT IEEE 802.3 Ethernet compliant
Ethernet Protocols: TCP/IP, Telnet, TFTP, UDP, and HTTP

Physical Interfaces

Serial Interface: Shielded RJ11 connector
LAN Interface: Shielded RJ45 connector
Power: Carried on 4 unused pins of Ethernet cable

Mechanical and Environmental

General

Material: Powdercoated Aluminum base with polycarbonate radome
Size: 12.5"x5"x8" including mounting studs
Weight: 4 lbs
Mounting: Pole mounting hardware provided

Environmental

Operating Temp: -40° - 60° C
Storage: -40° - 85° C
Humidity: 100 % when sealed properly
NEMA Rating: NEMA 4
Shock: Sustain 3 axis drop from 5 feet

Standard Power Supply

24 Volt DC Power adapter and J-Box supplied with product.

Type: Linear wall mount transformer
Input: 120 VAC
Output: 24 VDC +/- 1 V
Max current: 1200 mA

FCC Compliance:

The transceiver shall comply with the following regulations:
FCC 15.247 Spread Spectrum transmitter

Part 15 Subpart B

Class B Digital device verification

Part 15 Subpart C

FCC 15.203 Antenna connection requirement – non-standard connection
FCC 15.209 Unwanted emissions below 1GHz
FCC 15.207(a) AC conducted emissions 450Khz to 30 MHz
FCC 15.205 Restricted bands (LO and harmonics)= 54 dBuV average @3 meters
EN 301 489-1 Part 7.2 - RF Immunity

ANEXO J

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS RADIOS TRANGO BROADBAND.

DESCRIPCION DE LOS RADIOS ACCESS5830

M5830S-SU Internal Patch Antenna

Type:	Patch Array Antenna
Polarization:	Vertical and Horizontal electrically selectable
Frequency:	5.7 to 5.8 GHz
Gain:	+18 +/- 1 dBiL (High Band)
Az Beamwidth:	18 degrees (3 dB down)
El Beamwidth:	10 degrees (3 dB down)
Cross Pol:	>20 dB
Front/Back:	>30 dB
Cross Pol:	>15 dB
Front/Back Ratio:	>30 dB
VSWR:	2:1
Wind Loading:	80 mph operational

M5830S-AP-60 Internal Patch Antenna

Type:	Patch Array Antenna
Polarization:	Vertical, Horizontal electrically selectable
Frequency:	5.7 to 5.8 GHz
Gain:	+14 +/- 1 dBiL (High Band)
Az Beamwidth:	>60 degrees (3 dB down)
El Beamwidth:	10 degrees (3 dB down)
Cross Pol:	>20 dB
Front/Back:	>30 dB

FOX Series Subscriber Units

Radio Transmit Specifications

M5800S-FSU & M5800S-FSU-D

Frequency Range: 5.736 to 5.836 GHz adjustable in 1 MHz channel increments

Default Channels-

Channel 1:	5.736 GHz
Channel 2:	5.756 GHz
Channel 3:	5.776 GHz
Channel 4:	5.796 GHz
Channel 5:	5.816 GHz
Channel 6:	5.836 GHz

RF Conducted Power:	M5800S-FSU:	Max: +21 dBm +/- 2 dB Min: -12 dBm +/- 2 dB
	M5800S-FSU-D:	Max: +21 dBm +/- 2 dB Min: -12 dBm +/- 2 dB
EIRP Max:	M5800S-FSU:	+36 dBm
	M5800S-FSU-D:	+46 dBm (with AD5800-25-D Reflector)

Freq. Stability:	.00025 % PLL stabilized (2.5 ppm) over temp
Freq. Plan:	Single upconversion, 480 MHz IF
Modulated BW:	22 MHz (null to null, 20 dB)
2 nd Harmonic atten:	Per CFR47 part 15.205
LO Suppression:	Per CFR47 part 15.205
Symbol Rate:	1.375 MSPS
Error Correction:	None
Modulation:	1 Mbps DBPSK for header, 11 Mbps CCK spread spectrum for payload

ANEXO J

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS RADIOS TRANGO BROADBAND.

DESCRIPCION DE LOS RADIOS ACCESS5830

M5830S-SU Internal Patch Antenna

Type:	Patch Array Antenna
Polarization:	Vertical and Horizontal electrically selectable
Frequency:	5.7 to 5.8 GHz
Gain:	+18 +/- 1 dBiL (High Band)
Az Beamwidth:	18 degrees (3 dB down)
El Beamwidth:	10 degrees (3 dB down)
Cross Pol:	>20 dB
Front/Back:	>30 dB
Cross Pol:	>15 dB
Front/Back Ratio:	>30 dB
VSWR:	2:1
Wind Loading:	80 mph operational

M5830S-AP-60 Internal Patch Antenna

Type:	Patch Array Antenna
Polarization:	Vertical, Horizontal electrically selectable
Frequency:	5.7 to 5.8 GHz
Gain:	+14 +/- 1 dBiL (High Band)
Az Beamwidth:	>60 degrees (3 dB down)
El Beamwidth:	10 degrees (3 dB down)
Cross Pol:	>20 dB
Front/Back:	>30 dB

FOX Series Subscriber Units

Radio Transmit Specifications

M5800S-FSU & M5800S-FSU-D

Frequency Range: 5.736 to 5.836 GHz adjustable in 1 MHz channel increments

Default Channels-

Channel 1:	5.736 GHz
Channel 2:	5.756 GHz
Channel 3:	5.776 GHz
Channel 4:	5.796 GHz
Channel 5:	5.816 GHz
Channel 6:	5.836 GHz

RF Conducted Power:	M5800S-FSU:	Max: +21 dBm +/- 2 dB Min: -12 dBm +/- 2 dB
	M5800S-FSU-D:	Max: +21 dBm +/- 2 dB Min: -12 dBm +/- 2 dB
EIRP Max:	M5800S-FSU:	+36 dBm
	M5800S-FSU-D:	+46 dBm (with AD5800-25-D Reflector)

Freq. Stability:	.00025 % PLL stabilized (2.5 ppm) over temp
Freq. Plan:	Single upconversion, 480 MHz IF
Modulated BW:	22 MHz (null to null, 20 dB)
2 nd Harmonic atten:	Per CFR47 part 15.205
LO Suppression:	Per CFR47 part 15.205
Symbol Rate:	1.375 MSPS
Error Correction:	None
Modulation:	1 Mbps DBPSK for header, 11 Mbps CCK spread spectrum for payload

ANEXO J

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS RADIOS TRANGO BROADBAND.

DESCRIPCION DE LOS RADIOS ACCESS5830

Receiver Section (check these figures)

Cascade Noise Figure:	< 6 dB
Sensitivity:	- 82 dBm typical-1600 byte packet
(1E10-6 BER)	- 87 dBm typical-64 byte packet
Adj. Channel Rejection:	> 20 dB for 10 % PER
Image Rejection:	> 60 dB for 10% PER
Frequency Plan:	Single conversion, IF at 480 MHz
LO stability:	.00025% PLL stabilized (+/-2.5ppm) over temperature range

Data Input Section

Data Rate (User):	Up to 10 Mbps sustained throughput
Format:	10/100 BaseT IEEE 802.3 Ethernet compliant
Ethernet packet:	Up to 1600 byte long packets

Power

Input Voltage:	Input voltage range at unit is 10.5 VDC to 24 VDC max
----------------	---

Power is supplied over Ethernet cable using junction box provided, with up to 300 feet of 24 AWG STP cable.

Current Cons.:	400 mA in transmit mode at max power using 20 V standard adapter (8 W)
----------------	--

Data Output Section

Data Rate (User):	10 Mbps maximum sustained throughput
Format:	10/100 BaseT IEEE 802.3 Ethernet compliant
Ethernet Protocols:	TCP/IP, Telnet, TFTP, UDP, and HTTP

Physical Interfaces

LAN Interface:	Shielded RJ45 connector
Power:	Carried on 4 unused pins of Ethernet cable

Mechanical and Environmental

General Material:	High Temp ABS/Polycarbonate Enclosure
Size:	9.2"x4.25"x3.1"
Weight:	1.5 lb (radio)
Mounting:	Polycarbonate Wall/Pole mount bracket

Environmental

Operating Temp:	-40° to 60° C
Storage:	-40° to 85° C
Humidity:	100 % when sealed properly
NEMA Rating:	NEMA 4

Standard Power Supply

20 Volt DC Power adapter and J-Box supplied with product.

Type:	Linear wall mount transformer
Input:	120 VAC
Output:	20 VDC +/- 1 V
Max current:	1200 mA

ANEXO J

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS RADIOS TRANGO BROADBAND.

DESCRIPCION DE LOS RADIOS ACCESS5830

FCC Compliance

The transceiver complies with the following regulations:

M5800S-FSU and M5800S-FSU-D: FCC 15.247 Spread Spectrum transmitter

Part 15 Subpart B

Class B Digital device verification

Part 15 Subpart C

FCC 15.203 Antenna connection requirement – non-standard connection

FCC 15.209 Unwanted emissions below 1GHz

FCC 15.207(a) AC conducted emissions 450Khz to 30 MHz

FCC 15.205 Restricted bands (LO and harmonics)= 54 dBuV average @3 meters

M5800S-FSU Antenna Specifications

Type:	Patch Array Antenna
Polarization:	Vertical, Horizontal electronically selectable
Range:	M5800S-FSU: 4 Miles (LOS) from Access5830 AP with 10 dB fade margin
Frequency:	5.7 to 5.9 GHz
Gain:	+15 ± 1 dBi
Azimuth Beamwidth:	32°
Elevation Beamwidth:	18°

M5800S-FSU-D Antenna Specifications (when mounted on AD5800-25 Reflector Dish)

Type:	DSS Style Dish Antenna
Polarization:	Vertical, Horizontal electronically selectable
Range:	10 Miles (LOS) from Access5830 AP with 10 dB fade margin
Frequency:	5.7 to 5.9 GHz
Gain:	+25 dBi
Azimuth Beamwidth:	9°
Elevation Beamwidth:	9°

ANEXO K

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Gabinete de control en Calime



Radios MIKROTIK que se encuentran ubicados en: CALIME-ANTENAS No.1 No.10-BIMESM-CALIME



Tablero de control del Gate No. 8 del BIMESM



Gabinete de las baterías del panel solar, con su respectivo radio para accionar los actuadores y permitir el paso del agua hacia el CALIME y BATALLON

ANEXO K

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Switch Ethernet Industrial del PLC S7-1200



Radios ubicados en la torre No. 1 del Terminal Marítimo de Balao (2do salto)



Radios ubicados en la torre No. 10 del Terminal Marítimo de Balao (1er salto)



Radio ubicado en la torre del CALIME (Frente al Terminal Marítimo de Balao)

ANEXO K

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Radio TRANGO BROADBAND ubicado en la estación de bombeo



Desmontaje del actuador de la estación de bombeo



Actuador en la estación de bombeo



Actuadores en la derivación

ANEXO K

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Display del sensor de caudal y medidor de parámetros eléctricos en estación de bombeo



Colocación de sensor de caudal en estación de bombeo del BIMESM



Sensores de niveles de agua, cisterna plataforma No.1



Sensor de nivel, que serán utilizados para las cisternas del CALIME-BIMESM-CUARTO DE BOMBAS

ANEXO K

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Monitoreo del SCADA en el Dpto. de Operaciones del BIMESM



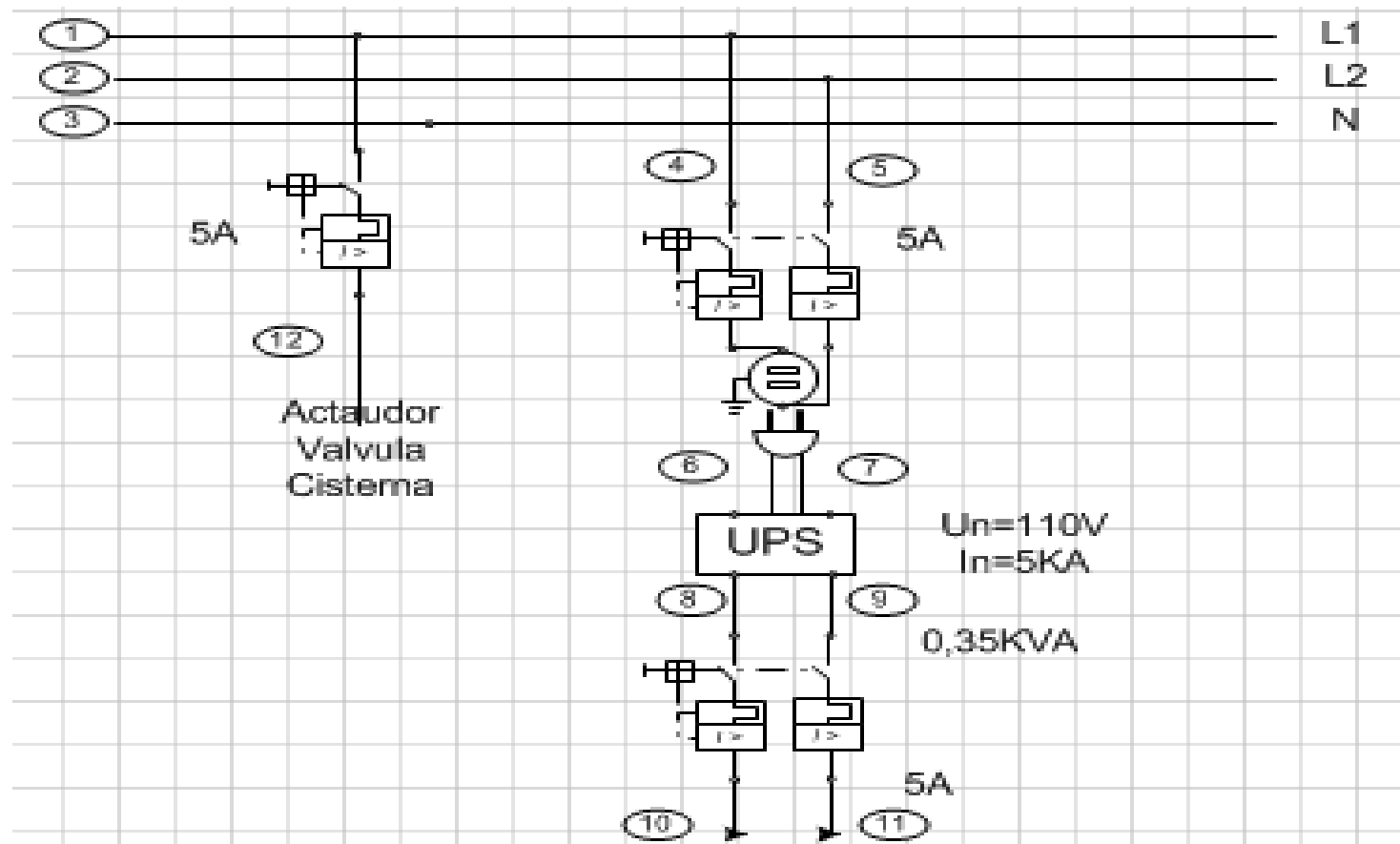
Tablero de bomba sumergible del BIMESM (cuarto de bombas)



Bomba sumergible integrada al SCADA, arrancador suave (cuarto de bombas)

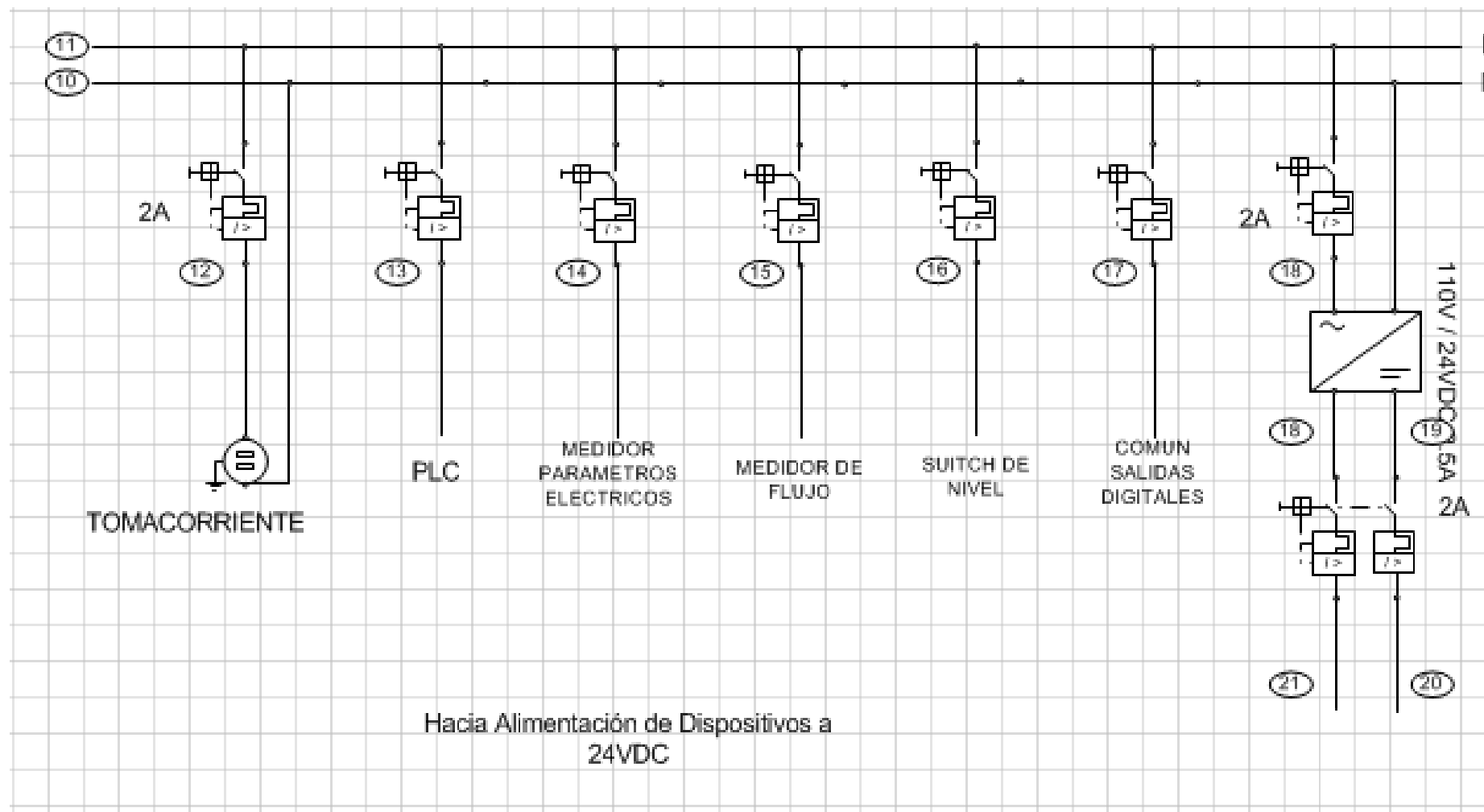
ANEXO L
DIAGRAMAS DE CONEXIONES ELÉCTRICAS EN LA ESTACIÓN DE BOMBEO

ESQUEMA DE ENERGÍA PRINCIPAL



ANEXO L
DIAGRAMAS DE CONEXIONES ELÉCTRICAS EN LA ESTACIÓN DE BOMBEO

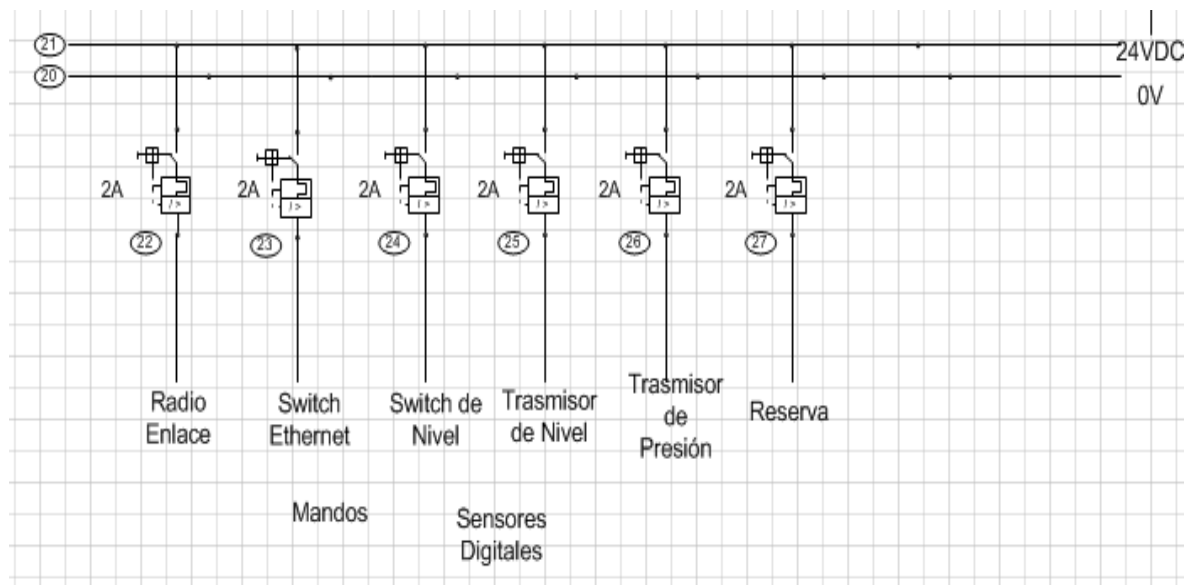
ESQUEMA DE ALIMENTACIÓN 110 AC



ANEXO L

DIAGRAMAS DE CONEXIONES ELÉCTRICAS EN LA ESTACIÓN DE BOMBEO

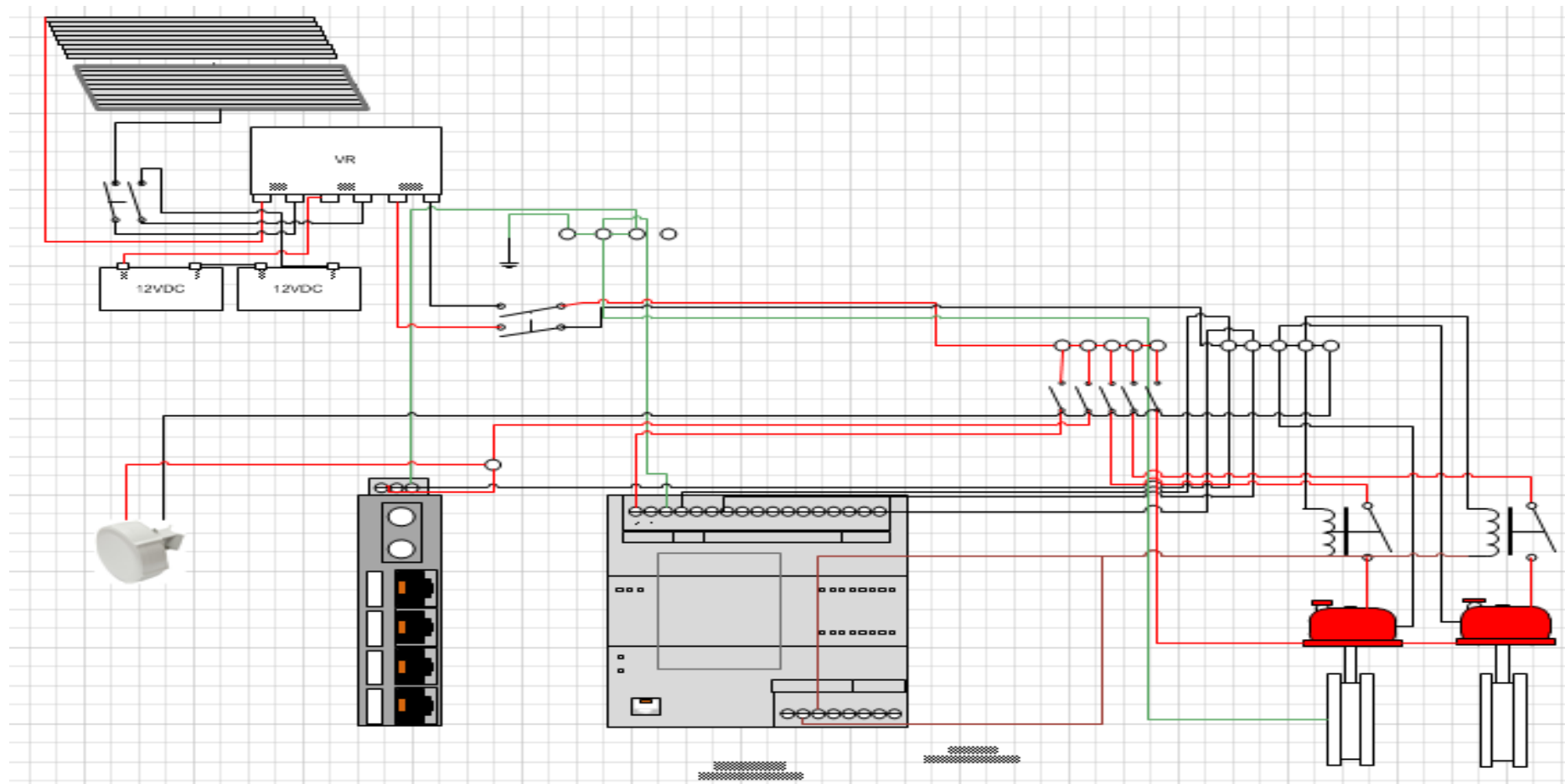
ESQUEMA DE ALIMENTACIÓN DE 24 VDC



ANEXO M

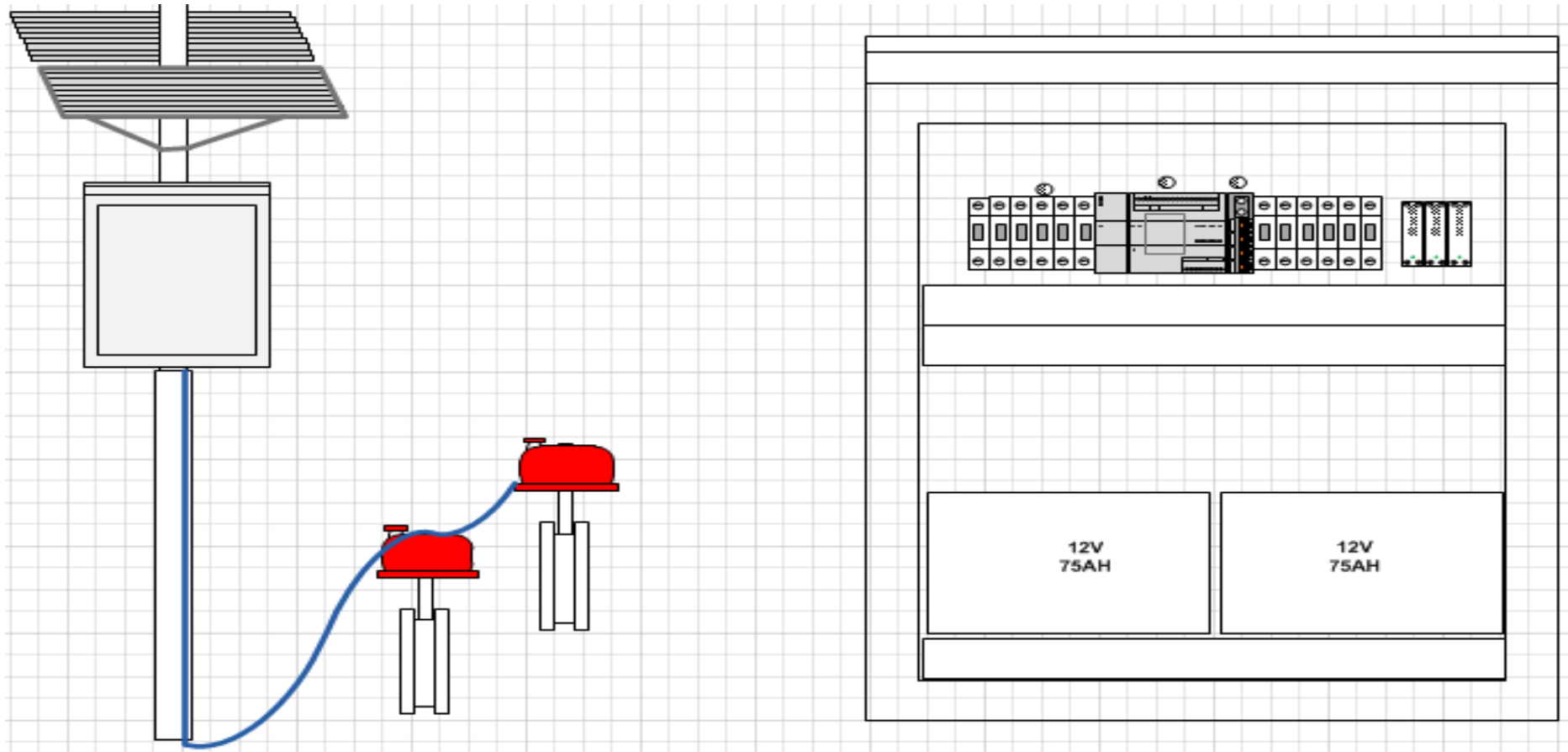
DIAGRAMA DE CONEXIONES ELÉCTRICAS EN LA DERIVACIÓN

SISTEMA FOTOVOLTAICO DEL PUNTO DE DERIVACION DE VALVULAS



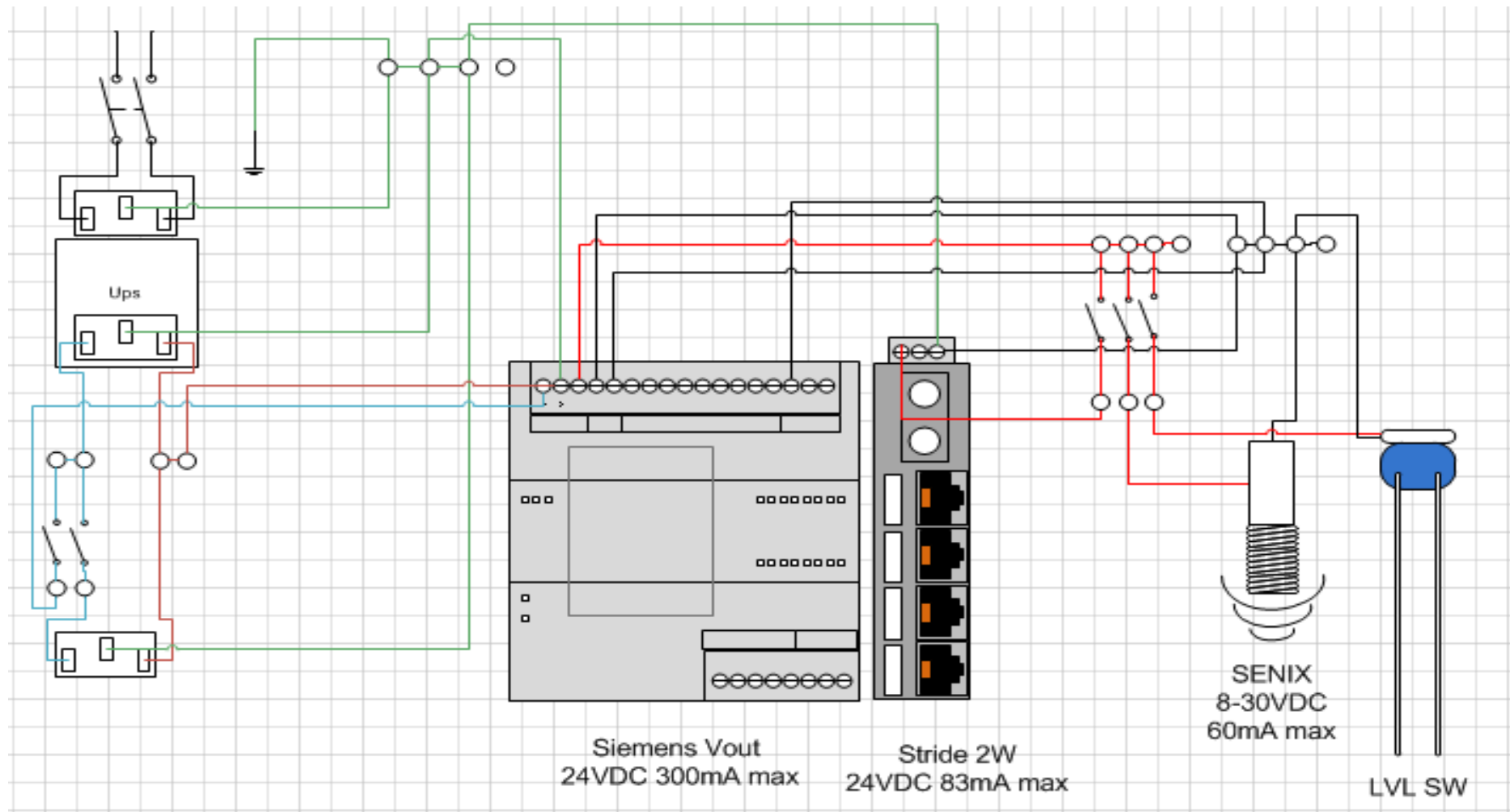
ANEXO M

DIAGRAMA DE CONEXIONES ELÉCTRICAS EN LA DERIVACIÓN



ANEXO N

DE CONEXIONES ELÉCTRICAS DE EQUIPOS EN EL CALIME Y GATE 8



ANEXO O

LISTADO DE TAGS DEL VTS SCADA

Name	Description	Type	Address
ALM_PAROEMGACTIVADO		Alarm	
Bat_BMBEOCOMMOK		Digital Status	V42.0
Bat_CALIMCOMMOK		Digital Status	V42.2
Bat_LVL		Analog Status	VW44
Bat_LVLTXERR		Digital Status	V43.7
Bat_OVERLVL		Digital Status	V43.6
Bat_VALVSCOMMOK		Digital Status	V42.1
Cal_COMMOK		Digital Status	V38.0
Cal_LVLDSBRDE		Digital Status	V38.2
Cal_LVLTTANQUE		Analog Status	VW40
Cal_LVLTXERROR		Digital Status	V38.3
Cal_VACOK		Digital Status	V38.1
Cist_ACTOPENACK		Digital Status	V1.6
Cist_AMPSL1		Analog Status	VW12
Cist_AMPSL2		Analog Status	VW14
Cist_AMPSL3		Analog Status	VW16
Cist_B1Error		Digital Status	V0.6

ANEXO O

LISTADO DE TAGS DEL VTS SCADA

Cist_B1ERRPSITX		Digital Status	V2.5
Cist_B1LOCREM		Digital Status	V0.2
Cist_B1PAROEMERG		Digital Status	V0.1
Cist_B1STARTED		Digital Status	V0.5
Cist_B1STATBYAMPS		Digital Status	V2.3
Cist_B1STATBYFLOW		Digital Status	V62.5
Cist_B1STATBYPSI		Digital Status	V2.1
Cist_B2ERRPSITX		Digital Status	V2.6
Cist_B2LOCREM		Digital Status	1.0
Cist_B2STARTED		Digital Status	V1.3
Cist_B2STARTED		Digital Status	V2.4
Cist_B2STATBYFLOW		Digital Status	62.6
Cist_B2STATBYPSI		Digital Status	2.2
Cist_BTNB1		Digital Status	V0.3
Cist_BTNB2		Digital Status	V1.1
Cist_CMD_ERRAMPSACCEPT		Digital Input	V43.0
Cist_CMD_ERRFLOWACCEPT		Digital Input	V43.1
Cist_CMD_ERRPSIACCEP		Digital Input	V42.7
Cist_CMD_ERRVLVSACCEPT		Digital Input	V43.2

ANEXO O

LISTADO DE TAGS DEL VTS SCADA

Cist_CMD_FTTOTALRST		Digital Input	V43.5
Cist_CMD_HRSRSTQ1		Digital Input	V43.3
Cist_CMD_HRSRSTQ2		Digital Input	V43.4
Cist_CMD_OPMANAUT		Digital Input	V42.3
Cist_CMD_REMOPENCLOSEACT		Digital Input	V42.6
Cist_CMD_REMSTARTSTOPB1		Digital Input	V42.4
Cist_CMD_REMSTARTSTOPB2		Digital Input	V42.5
Cist_CMD_SERAMPSMINOPERB1		Analog Input	VW52
Cist_CMD_SETAMPSMAXOPERB1		Analog Input	VW54
Cist_CMD_SETAMPSMAXOPERB2		Analog Input	VW58
Cist_CMD_SETAMPSMINOPERB2		Analog Input	VW56
Cist_CMD_SETFLOWMINOPER		Analog Input	VW60
Cist_CMD_SETPLCTIME		Digital Input	V62.1
Cist_CMD_SETPSIMINOPER		Analog Input	VW50
Cist_CMD_SETRSRVCALIMEPRIOR		Digital Input	V62.0
Cist_CMD_SETVMAXOPER		Analog Input	VW46
Cist_CMD_SETVMINOPER		Analog Input	VW48
Cist_CMD_VlvOpenClose	Mando de apertura y cierre de la valvula del cuarto de bombas	Digital Input	V62.3

ANEXO O

LISTADO DE TAGS DEL VTS SCADA

Cist_CMD_VlvOperManAuto	Mando para operacion manual o automatica del actuador del cuarto de bombas	Digital Input	V62.2
Cist_COMMOK		Digital Status	V0.0
Cist_ERRLVLTX		Digital Status	V2.7
Cist_FTFLOW		Analog Status	VD24
Cist_FTTOTAL		Analog Status	VD28
Cist_LVL		Analog Status	VW6
Cist_PSI		Analog Status	VW4
Cist_Q1HRS		Analog Status	VW8
Cist_Q2HRS		Analog Status	VW10
Cist_STARTINGB1		Digital Status	V1.7
Cist_STARTINGB2		Digital Status	V2.0
Cist_STATBYLVL		Digital Status	V2.0
Cist_STATBYVALVS		Digital Status	V62.7
Cist_STATBYVOLT		Digital Status	V1.7
Cist_SWLVL		Digital Status	V1.5
Cist_VOLTS12		Analog Status	VW18
Cist_VOLTS13		Analog Status	VW20

ANEXO O

LISTADO DE TAGS DEL VTS SCADA

Cist_VOLTS23		Analog Status	VW22
Eval_AMPSMED		Calculation	
Eval_VOLTSMED		Calculation	
Gate8_COMMOK		Digital Status	63
Gate8_LVLDSBRDE		Digital Status	63.2
Gate8_LVLTANQUE		Analog Status	VW64
Gate8_LVLTXERROR		Digital Status	63.3
Gate8_VACOK		Digital Status	63.1
Vlv_CMD_CambioDir		Digital Input	V62.1
Vlv_CMD_OperAutoMan		Digital Input	V62.0
Vlv_COMMOK		Digital Status	V32.0
Vlv_VACOK		Digital Status	V32.1
Vlv_VDCBATT		Analog Status	VD34
Vlv_VLV1ABIERTA		Digital Status	V32.2
Vlv_VLV1FLOWING		Digital Status	V32.4
Vlv_VLV2ABIERTA		Digital Status	V32.3
Vlv_VLV2FLOWING		Digital Status	V32.5