

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

AUTOMATIZACIÓN SISTEMA DE PLANTA

DE AGUA POTABLE RURAL SECTOR COLLIGUAY

Trabajo de Titulación para optar al Título
Profesional de Ingeniero de Ejecución en
CONTROL E INSTRUMENTACIÓN
INDUSTRIAL

Alumno:

Marco Antonio Arancibia Ramírez

Profesor Guía:

Mag. Franz Yurjevic Perin

2024

DEDICATORIA

“Dedico este trabajo de titulación con profunda gratitud y humildad a Dios, quien ha sido mi guía constante, iluminando cada paso de mi travesía académica y brindándome fuerza y sabiduría en momentos de desafío. A mis amados padres, Héctor y Raquel, su legado perdura en mí, siendo fuente inagotable de inspiración y motivación desde el cielo. A mi querida familia, cuyo amor incondicional y apoyo constante han sido el motor que impulsó mi perseverancia hasta alcanzar este significativo logro.

A ti, mi amada esposa Marisol, mi eterna compañera de vida, agradezco profundamente tu paciencia infinita y tu fe inquebrantable en mí. Has sido mi roca durante esta jornada, guiándome con tu luz y amor hacia el éxito. A mis queridos hijos, Felipe y Daniela, testigos de mis esfuerzos y sacrificios, les dedico este logro con todo mi amor y gratitud. Su determinación y pasión profesional son fuente de orgullo y motivación constante para mí.

Finalmente, dedico este trabajo a mí mismo como un testimonio viviente de que la edad no es más que un número y que los sueños pueden alcanzarse en cualquier etapa de la vida. A mis 60 años, este logro marca el inicio de un nuevo y emocionante capítulo lleno de posibilidades, crecimiento personal y profesional continuo.”

AGRADECIMIENTOS

"Expreso mi profundo agradecimiento a la Universidad por haber confiado en mí y por brindarme la invaluable oportunidad de alcanzar mi sueño de convertirme en Ingeniero. Agradezco sinceramente a mis amigos y compañeros de estudio, quienes han sido compañeros leales en este viaje académico, compartiendo conocimientos, experiencias y apoyo mutuo que han enriquecido mi experiencia universitaria. Quiero reconocer especialmente a mi profesor guía Magister Franz Yurjevic Perin, cuya paciencia y dedicación fueron invaluableles cuando necesité de sus consejos y orientación. Su compromiso y voluntad fueron un faro en los momentos de duda y dificultad. También debo expresar mi gratitud a todos mis profesores, cuya sabiduría y orientación han sido pilares fundamentales en mi formación como ingeniero. Sus enseñanzas no solo han fortalecido mis habilidades técnicas, sino que también han avivado mi pasión por la ingeniería y han cultivado en mí un deseo eterno de seguir aprendiendo y creciendo en este campo tan apasionante."

RESUMEN

KEYWORDS: APR, PLANTA DE AGUA, AUTOMATIZACIÓN.

En contextos rurales con recursos limitados. La automatización emerge como solución para optimizar la gestión del suministro de agua potable. El comité de la APR El Molino – Los Yuyos, ubicado en la localidad de Colliguay perteneciente a la comuna de Quilpué, operando desde 1999, enfrenta desafíos con interrupciones frecuentes en el suministro y falta de monitoreo, atribuidos a la obsolescencia y falta de automatización.

La metodología del diagrama de Ishikawa revela los problemas principales que incluyen interrupciones en el suministro y falta de monitoreo.

Con fondos de iniciativas de inversión, que son asignados anualmente al Ministerio de Obras Públicas a través de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), se propone tres alternativas de solución: diseñar un sistema de monitoreo, mejorar el control del llenado del estanque principal y expandir la red de distribución. La evaluación de estas alternativas destaca la primera, considerando innovación, beneficio y factibilidad.

La opción se centra en emplear tecnología de control automatizado actualizado para la planta de agua potable rural. Esto posibilitará la supervisión en tiempo real de su operación.

La conclusión incluye un análisis financiero respaldado por un flujo de caja proyectado y un estudio de sensibilidad. Estas herramientas financieras permitirán evaluar la rentabilidad del proyecto y analizar la resistencia del mismo frente a variaciones en sus factores críticos.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
DESCRIPCIÓN SITUACIÓN ACTUAL	2
1 PROBLEMAS	3
1.1 ANTECEDENTES GENERALES	3
1.2 COMITÉ APR EL MOLINO LOS YUYOS COLLIGUAY	3
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.3.1 Metodología del análisis del diagrama Ishikawa.....	6
1.4 PROBLEMA PRINCIPAL.....	7
1.4.1 Frecuentes interrupciones en el suministro.....	7
1.4.2 Falta de monitoreo	7
1.5 PROBLEMA SECUNDARIO	8
1.5.1 Bajas de presión en sectores lejanos	8
1.5.2 Mantenimiento correctivo en lugar de predictivo	8
1.6 ALTERNATIVAS DE SOLUCIONES	9
1.7 ALTERNATIVA 1.....	9
1.7.1 Diseñar un sistema de monitoreo	9
1.7.1.1 Diseñar un sistema de monitoreo de tiempo real.....	9
1.7.2 Ventajas.....	9
1.7.3 Desafíos	9
1.8 ALTERNATIVA 2.....	10
1.8.1 Mejorar al controlar el llenado del estanque principal.....	10
1.8.1.1 Instalar un sensor de nivel.....	10
1.8.2 Ventajas.....	10
1.8.3 Desafíos	10

1.9	ALTERNATIVA 3	11
1.9.1	Expansión de la red de distribución y mejora de la Infraestructura externa	11
1.9.1.1	Mejorar la red de distribución.....	11
1.9.1.2	Incrementar la capacidad de almacenamiento	11
1.9.1.3	Mejorar la infraestructura de bombeo	11
1.9.2	Ventajas	11
1.9.3	Desafíos	11
1.8	EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	12
1.11	ALTERNATIVA SELECCIONADA	13
1.12	OBJETIVOS	13
1.12.1	Objetivo general	13
1.12.2	Objetivos específicos:	13
CAPÍTULO II		14
DISEÑO PROPUESTO DE AUTOMATIZACIÓN		14
2	INTRODUCCIÓN AL DESARROLLO DEL TRABAJO EN BASE A LA ELECCIÓN ELEGIDA	15
2.1	AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	15
2.2	DESARROLLO DEL DISEÑO PARA LA AUTOMATIZACIÓN	15
2.2.1	Automatización estanque de la sentina	17
2.2.1.1	Funcionamiento del sistema de bombeo de agua a la sentina desde el pozo.....	17
2.2.2	Automatización de los estanques acumuladores 1 y 2	21
2.2.2.1	Funcionamiento del sistema de bombeo de agua a los estanques acumuladores:.....	21
2.2.3	Arquitectura de telemetría entre estanques de agua 1 y 2 con la sentina:.....	28
2.3	ESTRUCTURA DEL CONTROL AUTOMATIZADO DE LA PLANTA DE AGUA:	30
2.4	SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO	32
2.4.2	PLC Siemens.....	32
2.5	CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS PARA EL DISEÑO DE AUTOMATIZACIÓN	33
2.5.1	Sensor de nivel de agua de los estanques.....	33

2.5.2	PLC S7-1200 Siemens.....	34
2.5.3	HMI KTP-700.....	37
2.5.4	Antena estación base UBIQUITI AIRMAX 900 MHz	40
2.5.5	Punto acceso estación base UBIQUITI ROCKET M900	41
2.5.6	Antena UBIQUITI AIRMAX Nano Bridge M900 con reflector	42
CAPÍTULO III		43
EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO		43
3.	INTRODUCCIÓN.....	44
3.1	DESARROLLO DEL ESTUDIO	44
3.1.1	Moneda a utilizar:	44
3.2	COSTOS DE LOS MATERIALES	45
3.3	COSTOS MANO DE OBRA.....	46
3.3.1	Carta Gantt:	46
3.4	COSTOS DE DISEÑO:.....	48
3.5	COSTOS ASOCIADOS	48
3.6	COSTO TOTAL DEL PROYECTO:.....	48
3.7	BENEFICIOS DE LA INVERSIÓN:.....	49
3.8	CUADRO DE FLUJO DE CAJA:	50
3.8.1	Ingresos:	50
3.8.2	Costos fijos:	50
3.8.3	Costos variables:.....	50
3.8.4	Impuestos:.....	50
3.8.5	Inversiones iniciales:.....	50
3.8.6	Usuarios:.....	51
3.9	ESTUDIO DE SENSIBILIDAD DEL PROYECTO:	54
3.9.1	Ingresos:	54
3.9.2	Costos Fijos:.....	54

3.9.3	Costos variables:.....	54
3.10	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS:	56
	CONCLUSIÓN Y OBSERVACIONES.....	57
	BIBLIOGRAFÍA	58

ANEXOS

Anexo A	: Programación del sistema de control automatizado	54
Anexo B	: Sensor de nivel hidrostático SITRANS LH100 Siemens	59
Anexo C	: Pantalla HMI KTP 700 Siemens	64
Anexo D	: Punto de acceso estación base UBIQUITI ROCKET M900	70
Anexo E	: Antena base UBIQUITI AIRMAX 900 MHZ	77
Anexo F	: Antena UBIQUITI AIRMAX Nano bridge M900 con reflector	81
Anexo G	: PLC S7-1200 Siemens	89
Anexo H	: Módulo de comunicación MC 1241 Siemens	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1	Dependencias APR El Molino – Los Yuyos	4
Figura 1-2	Diagrama Ishikawa causa – efecto	5
Figura 2-1	Diagrama de planta de suministro de agua general	16
Figura 2-2	Diagrama esquema de niveles estanque cisterna	19
Figura 2-3	Diagrama de flujo llenado de sentina	20
Figura 2-4	Arquitectura de comunicación entre estaciones	21
Figura 2-5	Diagrama esquema de niveles estanque 1	23
Figura 2-6	Diagrama de flujo llenado estanque 1	24
Figura 2-7	Diagrama esquema de niveles estanque 2	26
Figura 2-8	Diagrama de flujo llenado estanque 2	27
Figura 2-9	Arquitectura de telemetría	29
Figura 2-10	Transmisor hidrostático	33
Figura 2-11	Principales partes PLC S7 1200	34
Figura 2-12	Pantalla HMI KPT-700	37
Figura 2-13	Dimensiones del HMI KPT-700	38
Figura 2-14	Antena UBIQUITI AIRMAX 900 MHZ	40
Figura 2-15	Punto acceso UBIQUITI ROCKET M900	41
Figura 2-16	Antena nano bridge M900 con reflector	42
Figura 3-1	Carta Gantt proyecto automatización	46
Figura 3-2	Flujo de caja proyectado	52
Figura 3-3	Cuadro de sensibilidad del proyecto	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1	Escala de calificación de las alternativas	12
Tabla 1-2	Evaluación de criterios	12
Tabla 2-1	Características de los estanques acumuladores	22
Tabla 2-2	Datos técnicos sensor hidrostático SITRANS LH100	33
Tabla 2-3	Disposición de pines del PLC S7-1200	35
Tabla 2-4	Características técnicas del PLC S7-1200	36
Tabla 2-5	Características técnicas del HMI KTP-700	39
Tabla 2-6	Características técnicas antena UBIQUITI AIRMAX 900	40
Tabla 2-7	Características técnicas punto acceso UBIQUITI ROCKET M900	41
Tabla 2-8	Características técnicas antena UBIQUITI AIRMAX con reflector	42
Tabla 3-1	Valoración de materiales	45
Tabla 3-2	Costos mano de obra	47
Tabla 3-3	Valoración del diseño	48
Tabla 3-4	Costos asociados	48
Tabla 3-5	Costo total del proyecto	48
Tabla 3-6	Gastos variables operación de planta y fallas imprevistas	49
Tabla 3-7	Gastos variables anuales con el proyecto	49
Tabla 3-8	Valoración de beneficios proyectados anuales	49
Tabla 3-9	Datos de flujo de caja sin inversión del comité APR	51
Tabla 3-10	Datos de flujo de caja con inversión del comité APR	52

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

A. SIGLAS

APR	:	Agua Potable Rural
DOH	:	Dirección de Obras Hidráulicas
PLC	:	Controlador Lógico Programable
IP	:	Protocolo de Internet
HMI	:	Interfaz Hombre Máquina
CPU	:	Unidad Central de Procesamiento
CPE	:	Equipo de Instalación del Cliente
NLOS	:	Sin Línea de Visión
MIMO	:	Múltiples Entradas Múltiples salidas
LED	:	Diodo Emisor de Luz
SUBDERE	:	Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo
CLP	:	Peso Chileno
USD	:	Dólar Americano
HH	:	Horas Hombre
VAN	:	Valor Actual Neto
TIR	:	Tasa Interna de Retorno
TMAR	:	Tasa Mínima Aceptable de Retorno
IVA	:	Impuesto al Valor Agregado

B. SIMBOLOGÍA

A	:	Amperios
mA	:	Miliamperios
Mbps	:	Mega Bit por Segundos
W	:	Watt
V	:	Voltios
MHz	:	Mega Hertz
VDC	:	Voltios Corriente Continua
VAC	:	Voltios Corriente Alterna
m ³	:	Metros Cúbicos

INTRODUCCIÓN

El suministro eficiente y confiable de agua potable es esencial para el bienestar de cualquier comunidad. En el caso del Comité APR El Molino – Los Yuyos, ubicado en el sector rural de Colliguay, Quilpué, enfrenta desafíos significativos relacionados con la falta de tecnología de automatización en sus procesos.

La planta, operativa desde 1999, experimenta problemas recurrentes, como interrupciones en el suministro, falta de monitoreo efectivo y bajas de presión en sectores lejanos.

Estos problemas impactan negativamente en la disponibilidad y calidad del agua potable, generando molestias en los usuarios.

El propósito principal es abordar estos desafíos mediante el diseño de un proyecto de automatización que modernice las instalaciones y mejore la eficiencia operativa.

Este proyecto se enfocará en el diseño de un sistema de monitoreo en tiempo real y soluciones innovadoras para optimizar el suministro del agua potable.

El empleo del control del proceso con tecnología avanzada busca no solo resolver problemas actuales sino también prevenir futuras interrupciones y mejorar la calidad del servicio a los usuarios de la comunidad.

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN SITUACIÓN ACTUAL

1 PROBLEMAS

El problema que enfrenta el comité de la APR en el sector de El Molino-Los Yuyos, perteneciente a la comuna de Quilpué, radica en los gastos imprevistos asociados con la prestación del servicio de suministro de agua a los usuarios. Estos gastos inesperados están afectando la capacidad del comité para garantizar un servicio de calidad. Se busca una solución que resuelva esta situación de manera definitiva, y entre las alternativas consideradas se encuentra la automatización.

1.1 ANTECEDENTES GENERALES

En contextos rurales, donde los recursos suelen ser limitados, la automatización ofrece soluciones para optimizar la gestión de sistemas de abastecimiento de agua potable. Esto se logra mediante un diseño automatizado que controle y a la vez monitoree lo que permita supervisar en tiempo real las condiciones del agua, las presiones en las tuberías y otros parámetros.

Uno de los beneficios de la automatización es la capacidad de realizar ajustes rápidos y precisos en la operación de los sistemas, optimizando el consumo de energía y reduciendo las pérdidas de agua, permitiendo una respuesta inmediata para minimizar desperdicios y garantizar un suministro eficiente.

1.2 COMITÉ APR EL MOLINO LOS YUYOS COLLIGUAY

El comité APR El Molino-Los Yuyos, en adelante comité, fue puesto en marcha el año 1999 y se encuentra en el sector de El Molino-Los Yuyos ubicado en Colliguay una zona rural, perteneciente a la comuna de Quilpué, provincia de Marga Marga, región de Valparaíso, Chile, como se muestra en la Figura 1-1.

El objetivo principal de la creación del comité APR, nace de Adquirir y/o producir agua cruda para su tratamiento y su distribución como agua potable, en las condiciones técnicas y sanitarias establecidas en las normas respectivas, hasta su entrega en el inmueble del usuario, asociado o no asociado.

En la actualidad los desafíos en la producción y distribución de agua potable, principalmente debido a los problemas de escasez de agua y una planta de suministro con 24 años de uso, solamente reacondicionada con el almacenamiento cambiando

estanques de mayor capacidad, se han resuelto fallas estructurales y de control eléctrico, sin enfocar

una solución concreta para diseñar un proyecto de automatización de los procesos, esto ha llevado a una serie de consecuencias negativas en la comunidad, incluyendo una disminución en la disponibilidad del agua y una baja de presión.



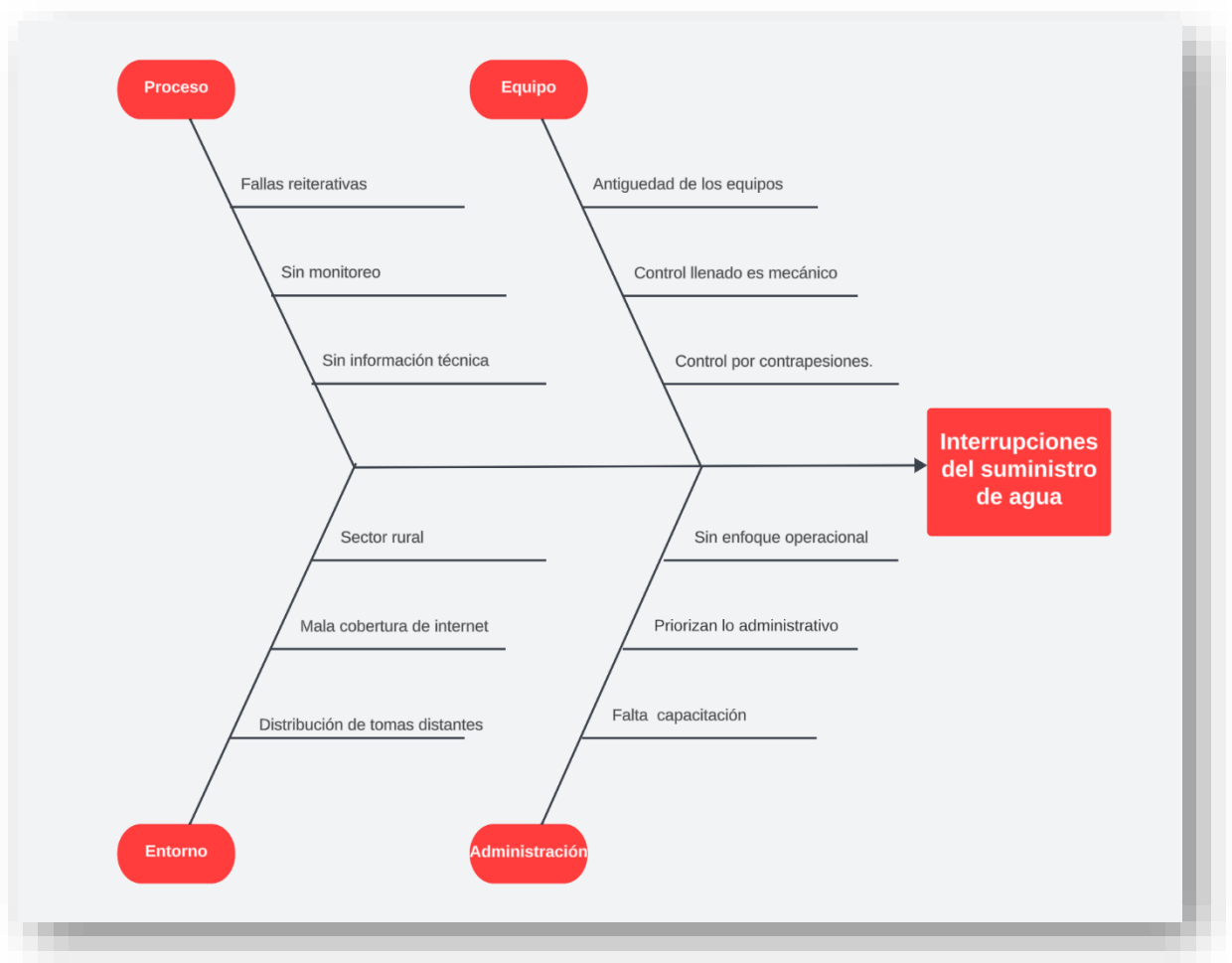
Fuente: Elaboración propia en base a fotografía oficinas administrativas

Figura 1-1. Dependencias APR El Molino- Los Yuyos

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Para encontrar la causa raíz de la problemática anteriormente expuesta, se realiza el análisis con un diagrama de Ishikawa, también conocido como diagrama de espina de pescado o diagrama de causa efecto, como se observa en la Figura 1-2, una herramienta útil para identificar y resolver problemas en este sistema de Abastecimiento de la APR.

Este tipo de diagrama se utiliza para identificar las posibles causas de un problema principal y a partir de ahí, encontrar soluciones efectivas.



Fuente: Elaboración propia en base a aplicación <https://lucid.app/lucidspark>

Figura 1-2. Diagrama Ishikawa causa-efecto

1.3.1 Metodología del análisis del diagrama Ishikawa

Paso 1: Se define el problema principal (efecto): Se identifica claramente cuál es el problema principal que se desea resolver en el sistema de la APR.

Paso 2: Se identifican las categorías de las causas (ramas): Se crea un diagrama de espina de pescado con una línea horizontal en el centro y una flecha apuntando hacia el problema principal en el extremo derecho de la línea. A lo largo de la línea, se crean ramas o categorías que podrían contribuir al problema, en este caso se identifican 4, siendo estas: Procesos, Equipos, Entorno y Administración.

Paso 3: Se identifican las causas potenciales (espinas): bajo cada categoría de causa, se identifican las posibles causas y factores que podrían contribuir al problema principal.

Paso 4: Se analiza y prioriza las causas: Una vez se hayan identificado todas las causas potenciales, se puede realizar un análisis para determinar cuáles son las más relevantes y significativas para el problema principal.

Paso 5: Se generan soluciones: Una vez que se haya identificado las causas más importantes, se debe generar soluciones para cada una de ellas. Esto puede incluir acciones correctivas, mejoras de procesos, adquisición de nuevos equipos, capacitación del personal, etc.

Paso 6: Se implementa y da seguimiento a las soluciones: Se implementa las soluciones propuestas y realiza un seguimiento para asegurar que esté funcionando de manera efectiva.

Paso 7: Se evalúan los resultados: Después de un periodo de tiempo, se evaluarán los resultados para determinar si el problema principal se ha resuelto o mejorado significativamente. Si es necesario, se ajusta las soluciones o busca nuevas estrategias si el problema persiste.

Completada la evaluación final y después de haber identificado las causas que generan los efectos a través del diagrama de Ishikawa, se determinan los problemas que aplicarán atención para encontrar soluciones. En este proceso, se establece un problema principal y otro secundario, que serán analizados de manera individual o conjunta según sea necesario.

Una vez visualizado el problema principal al analizar el diagrama de Ishikawa, que en este caso se focalizará principalmente en el problema de interrupciones del suministro de agua potable.

Es importante igualmente destacar que, para llevar a cabo este trabajo el comité de la APR, no cuenta con fondos necesarios para su financiación y la totalidad de los recursos proviene de fondos del Estado de Chile, gestionados a través del Ministerio de Obras Públicas y supervisados por la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH).

1.4 PROBLEMA PRINCIPAL

Además de la falta de capacidad y la obsolescencia de las instalaciones, la planta de la APR carece de un sistema de monitoreo efectivo en los procesos. Esto conlleva a las siguientes problemáticas adicionales.

1.4.1 Frecuentes interrupciones en el suministro

La infraestructura existente si bien aún puede manejar la carga de usuarios, sufre constantes interrupciones en el suministro de agua potable, esto principalmente por roturas de cañerías de distribución producto de contra presiones en algunos sectores. Esto crea un malestar entre los usuarios, ya que no pueden contar con un servicio confiable.

1.4.2 Falta de monitoreo

La ausencia de un sistema de monitoreo en tiempo real, impide a los operadores visualizar de manera eficiente la operación y el estado del sistema, lo que incrementa la probabilidad de problemas en el suministro del agua a los usuarios

1.5 PROBLEMA SECUNDARIO

El sistema APR cuenta con instalaciones que han estado en funcionamiento durante 20 años, diseñada originalmente para atender 547 usuarios. Actualmente hay 506 usuarios conectados, lo que ha evidenciado lo siguiente:

1.5.1 Bajas de presión en sectores lejanos

Los sectores más lejanos y en cotas mayores han experimentado actualmente bajas de presión significativas en el suministro de agua, lo que se refleja en la calidad del servicio prestado y algo muy importante que limita el acceso equitativo del agua como recurso básico en la población.

1.5.2 Mantenimiento correctivo en lugar de predictivo

La falta de datos y herramientas de monitoreo efectivas obliga a los operadores a realizar mantenimientos correctivos en lugar de preventivos, lo que aumenta el tiempo de inactividad del sistema y por consiguiente un costo para la operación del proceso de distribución del agua.

1.6 ALTERNATIVAS DE SOLUCIONES

Para enfrentar los problemas principales y secundarios que afectan a la planta de la APR, se consideran las siguientes alternativas de solución al problema:

1.7 ALTERNATIVA 1

1.7.1 Diseñar un sistema de monitoreo

Esta alternativa se enfoca en modernizar las instalaciones de la planta y la de diseñar un sistema de monitoreo avanzado que al automatizarlo aborda la ausencia de un sistema de monitoreo efectivo, incluyendo los siguientes pasos:

1.7.1.1 Diseñar un sistema de monitoreo de tiempo real

Automatizar la planta de agua instalando sensores y sistemas de monitoreo en tiempo real, que permitirá a los operadores supervisar de manera efectiva los procesos y detectar problemas de suministro de agua en forma efectiva.

1.7.2 Ventajas

Mayor confiabilidad en el suministro de agua.

Reduce los costos a largo plazo a un mantenimiento más eficiente.

Mejora de la satisfacción del cliente al ofrecer un servicio más confiable.

1.7.3 Desafíos

Costos iniciales dependen de la asignación de recursos por parte del Estado, a través de proyectos para la adquisición de sistemas de monitoreo.

1.8 ALTERNATIVA 2

1.8.1 Mejorar al controlar el llenado del estanque principal

Esta alternativa se centra en una mejora simple al instalar un sensor de nivel en el estanque principal abordado los problemas de interrupciones frecuentes en el suministro por vaciado del estanque principal, incluye los siguientes pasos:

1.8.1.1 Instalar un sensor de nivel

Principalmente para que los operadores cuenten con alarmas tempranas del nivel del estanque y este no quede vacío o rebalse.

1.8.1.2 Mejorar el control de Bombeo

Chequear los dispositivos las estaciones de bombeo actualmente en uso y para mejorar el llenado de los estanques claves en horas de demanda alta y así se mejora la presión de agua en áreas distantes.

1.8.2 Ventajas

Mayor control de llenado del estanque principal.

Acceso de información a los operadores al saber el estado de nivel del estanque principal.

Reducción de quejas de usuarios debido a interrupciones.

1.8.3 Desafíos

Requiere un enfoque a corto plazo, pues se implementa un control provisorio.

Deben contar con los recursos propios, pues no hay fondos para este tipo de trabajos locales.

1.9 ALTERNATIVA 3

1.9.1 Expansión de la red de distribución y mejora de la Infraestructura externa

Esta alternativa está centrada en la expansión de la red de distribución de agua, como también la mejora de la infraestructura externa para abordar los problemas de interrupciones frecuentes en el suministro y la baja presión en sectores lejanos, incluye los siguientes pasos:

1.9.1.1 Mejorar la red de distribución

Mejorar la red de distribución de agua reemplazando tuberías, para aliviar la carga en áreas congestionadas

1.9.1.2 Incrementar la capacidad de almacenamiento

Reemplazo de estanques de almacenamiento agua, de mayor capacidad para garantizar un suministro constante incluso en momentos de alta demanda.

1.9.1.3 Mejorar la infraestructura de bombeo

Instalar dos bombas de suministro para cada estanque de almacenamiento principal (actualmente cuenta solo con una bomba cada suministro desde la sentina a cada estanque), para optimizar tiempos de llenado y como alternancia de servicio de las bombas para mantención o falla de una de ellas.

1.9.2 Ventajas

Mayor confiabilidad y calidad del servicio.

Acceso equitativo al agua potable en todo el sector.

Reducción de quejas de usuarios debido a interrupciones y baja presión.

1.9.3 Desafíos

Costos de Infraestructura significativos.

Requiere un enfoque a largo plazo para implementar completamente los cambios

1.8 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Se llevará a cabo un análisis de viabilidad de las soluciones propuestas, utilizando criterios que serán evaluados en una escala del 1 al 5, donde 1 indica una ejecución "Muy deficiente" y 5 representa una calificación "Óptima". Cada alternativa será evaluada según estos criterios, como se detalla en la Tabla 1-1 de la escala de calificaciones. La suma de los puntajes de cada criterio determinará la puntuación total de cada opción, y la solución con la puntuación más alta será la elegida para su implementación.

Tabla. 1-1 Escala de calificación de las alternativas.

Tabla de Puntuación de Alternativas de Solución

Muy deficiente Deficiente Aceptable Bueno Óptimo

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Fuente: Evaluación propia en base a escala de evaluación

Tabla. 1-2 Evaluación de criterios

Característica/Alternativa	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Innovación 30%	5	3	5
Beneficio 50%	5	4	5
Factibilidad 20%	4	5	2
Puntuación total	4,8	3,9	4,4

Fuente: Evaluación propia en base a comparación de alternativas

1.11 ALTERNATIVA SELECCIONADA

A partir de la puntuación final obtenida, como se puede observar en la Tabla 1-2 de evaluación de criterios, la alternativa que mejor cumple con los requerimientos para dar solución a los problemas de predicción de eventos es el número uno.

Esta elección se fundamenta principalmente en el hecho de que la administración del comité de la APR El Molino-Los Yuyos está actualmente en conversaciones con el Departamento de Obras Hidráulicas DOH, para proponer mejoras generales en el sistema en conjunto. Por tanto, este trabajo desempeñará una importante herramienta al entregar una información a la administración de la APR, de mejoras tecnológicas respaldadas por una base técnica profesional.

Estas mejoras se centrarán en dos áreas clave, en la automatización de los procesos y la instrumentación para el monitoreo de las condiciones del sistema.

Es importante destacar que estas propuestas estarán en línea con los avances tecnológicos actuales, asegurando que nuestra solución este alineada con prácticas avanzadas en el campo de la automatización.

1.12 OBJETIVOS

1.12.1 Objetivo general

Diseñar un proyecto para automatizar el sistema de suministro de agua potable de la APR sector El Molino-Los Yuyos.

1.12.2 Objetivos específicos:

Para cumplir la meta impuesta en el objetivo general, se deben cumplir los siguientes objetivos específicos:

- Analizar el sistema actual.
- Diseñar sistema automatizado.
- Realizar evaluación económica del proyecto.

CAPÍTULO II

DISEÑO PROPUESTO DE AUTOMATIZACIÓN

2 INTRODUCCIÓN AL DESARROLLO DEL TRABAJO EN BASE A LA ELECCIÓN ELEGIDA

El diseño para la automatización de los procesos que abarca la planta de agua de la APR El Molino- Los Yuyos, ubicado en la localidad de Colliguay, perteneciente a la comuna de Quilpué, en la provincia de Valparaíso, representa un avance significativo en la gestión de recursos hídricos y el control eficiente de procesos productivos. En este capítulo, se establecen los fundamentos para el diseño de la automatización, destacando la importancia de esta tecnología en el ámbito rural.

2.1 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

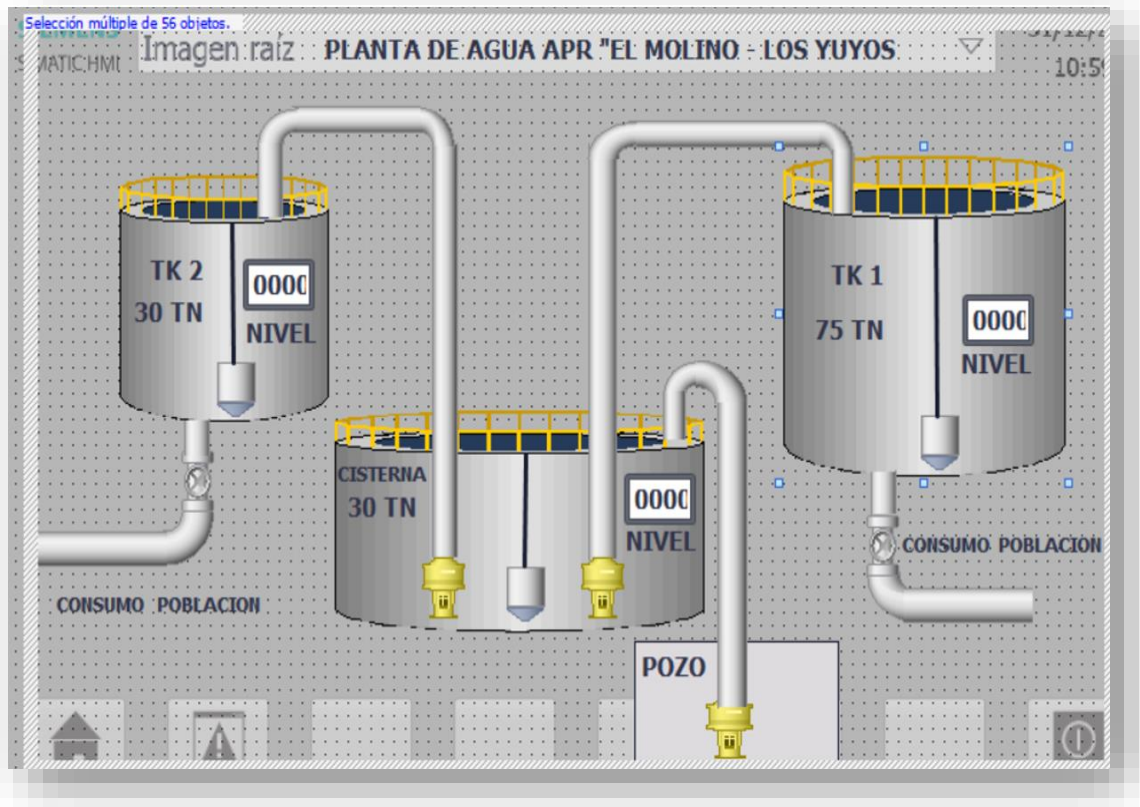
La automatización industrial, que engloba sistemas computarizados y electromecánicos, se presenta como una disciplina crucial en ingeniería, a llevar desde la instrumentación industrial hasta la supervisión y control de operaciones. Este enfoque incluye sensores, transmisores, sistemas de control y aplicaciones de software en tiempo real para optimizar procesos industriales.

2.2 DESARROLLO DEL DISEÑO PARA LA AUTOMATIZACIÓN

El proyecto implica la instalación de un sistema automatizado de bombeo de agua potable, con tres puntos claves: el pozo afluente, la cisterna de almacenaje y suministro y los estanques acumuladores. Se emplea cableado Modbus para comunicar la distancia de 150 metros entre los afluentes y la planta, mientras que la telemetría se utiliza para los 1200 metros hasta los estanques, debido a la dificultad de acceso. El sistema incluye características como control de partida de bombas, arrancadores suaves, indicadores digitales, sensores de niveles y PLC con pantalla HMI para automatización. Cada bomba contralada desde un tablero eléctrico y se integra un sistema de telemetría para los estanques, aprovechando las instalaciones existentes.

Las bombas se iniciarán usando arrancadores de estado sólido existentes y tendrán dos modalidades de inicio. La primera, manual, se ejecutará desde las botoneras del tablero, mientras que el PLC actuará en modo observador, supervisando la secuencia de control. La segunda, automática, se llevará a cabo siguiendo la secuencia de automatización propuesta, y será controlada por el PLC de la cisterna en la planta de agua, utilizando entradas y salidas digitales asignadas.

En la figura 2-1 representa como será el diseño general de control del llenado de las tres estaciones a controlar para realizar la automatización.



Fuente: Elaboración propia en base a diagrama Scada de TIA portal Siemens

Figura 2-1 Diagrama de planta de suministro de agua general

Para definir de mejor manera el desarrollo del diseño para la automatización y telemetría de la planta de agua potable, se explicará en dos partes.

En primer lugar, se analizará la automatización de la sentina desde el pozo de suministro de agua, ya que la disposición del tablero se encuentra en el interior de las dependencias de esta y el tablero de control de la bomba del pozo se encuentra al costado de este, siendo esta comunicación por medio cableado al sistema control de partida y parada de la bomba del pozo, ubicado aproximadamente a 150 metros, en su tablero de control de la planta de la sentina.

Luego, se realizará la secuencia de control desde la sentina de la planta de agua hasta los estanques acumuladores, que por su distancia es mandatorio utilizar telemetría.

2.2.1 Automatización estanque de la sentina

Para la comunicación entre la sentina y la bomba de suministro del pozo, se ha definido señales ON/OFF en 24V DC y 220V AC, señales analógicas en 4 a 20 mA y comunicación en protocolo Modbus alambrada debido a la poca distancia entre ambas estaciones.

2.2.1.1 Funcionamiento del sistema de bombeo de agua a la sentina desde el pozo:

Para poder dar un buen servicio es necesario que la sentina esté continuamente llena, es por ello que se da inicio al estudio de los principales factores que intervienen en el proceso de llenado y vaciado, para así poder desarrollar la secuencia de operación del sistema. Estos factores son la capacidad de la sentina con que cuenta y la demanda de agua de los estanques de almacenamiento, con estos parámetros mencionados anteriormente se determina el funcionamiento.

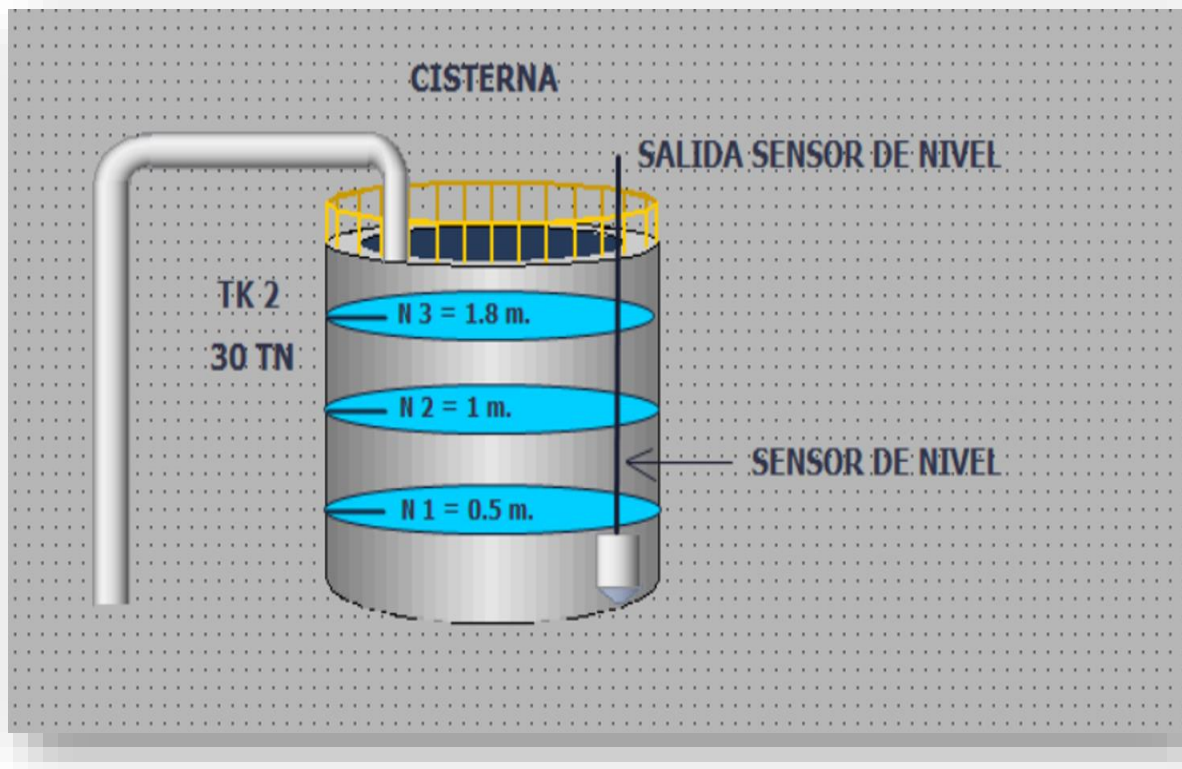
La partida de la bomba del pozo de suministro, lo determina la altura que va alcanzando el agua en la sentina, de acuerdo a la demanda que esté presente. La capacidad de la sentina es de 30 m³ con una altura de 2 metros y la secuencia determinada es de acuerdo al nivel del agua para accionar la bomba del pozo. Se instalará en la sentina un sensor hidrostático de nivel con señal de salida de 4 a 20 mA.

Para comprender la forma de operación se explicará lo siguiente:

- 1.-** Suponiendo que la sentina está llena y el nivel de agua llega a los 1,8 metros (N3), equivalente al 90 % de su capacidad, de inmediato se debe apagar la bomba de suministro del pozo, antes de que rebalse el agua.
- 2. -** Si la demanda aumenta y el nivel de la sentina baja hasta alcanzar una altura de 1 metro (N2), equivalente al 50 % de su capacidad, deberá entrar en funcionamiento la bomba del pozo, y así continuará hasta que el nivel del agua suba otra vez hasta alcanzar 1.8 metros (N3).
- 3.-** Por el contrario, si el consumo de agua supera la demanda del llenado de la sentina, el nivel del agua sigue bajando hasta alcanzar una altura de 0,5 metros (N1), equivalente al 25 % de su capacidad, se deben detener la bomba 1 y la 2 de suministro de agua a los estanques de almacenamiento y el sistema automáticamente dará prioridad a que la bomba de suministro de la sentina desde el pozo esté funcionando. Si el nivel del agua comienza a recuperarse cuando llegue a 1 metro (N2), partirá la bomba 1 o 2 según el requerimiento del estanque de almacenamiento correspondiente y la bomba del pozo continuara en funcionamiento hasta alcanzar 1,8 metros (N3), deteniéndose la bomba del pozo en espera de funcionamiento según el nivel de la sentina.

Un punto muy importante a considerar es cuando el pozo no cuente con la suficiente agua, el sistema no debe funcionar, ya que las bombas trabajarían en vacío ocasionando problemas mecánicos, para ello, el pozo cuenta actualmente con un sensor de bajo nivel, el cual no permite la puesta en servicio de la bomba, bajo esa condición.

En la Figura 2-2. Muestra la estrategia de niveles de trabajo del sensor hidrostático que será instalado en la cisterna para controlar el servicio de la bomba de suministro del pozo, para mantenerla en los rangos de operación de las bombas 1 y 2, para el suministro de llenado de los estanques de almacenaje 1 y 2 respectivamente.



Fuente: Elaboración propia en base a diagrama Scada de TIA portal Siemens

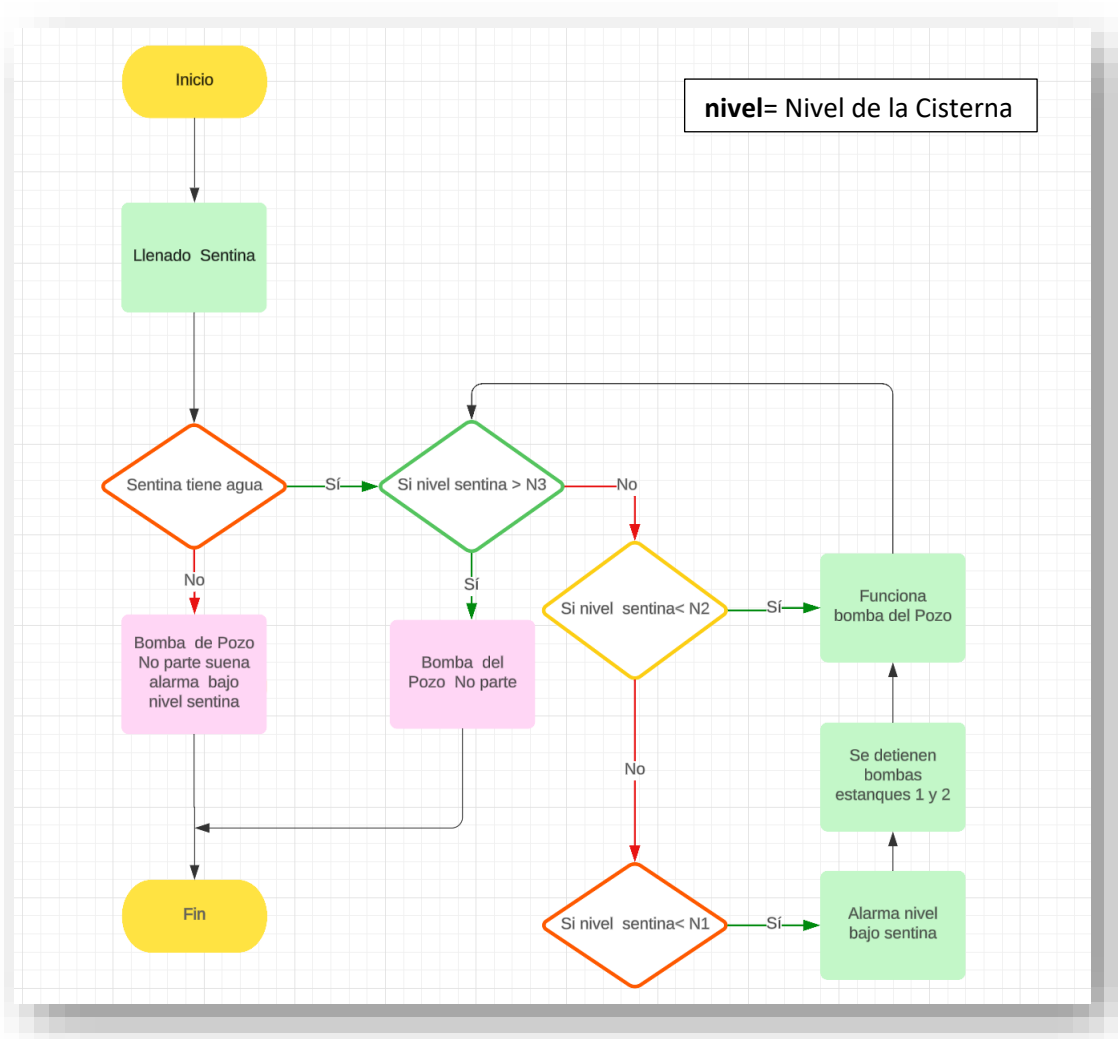
Figura 2-2 Diagrama esquema de niveles estanque acumulador Cisterna

Con la secuencia anterior se confecciona el diagrama de flujo, como se muestra en la Figura 2-3, el cual se utilizará para la elaboración de la programación del PLC S7 1200 que controla automáticamente el sistema de llenado de la sentina y por lo tanto el trabajo de la bomba del pozo a la sentina.

N3= Nivel de agua sentina 1,8 metros.

N2= Nivel de agua sentina 1 metro.

N1= Nivel de agua sentina 0,5 metros.

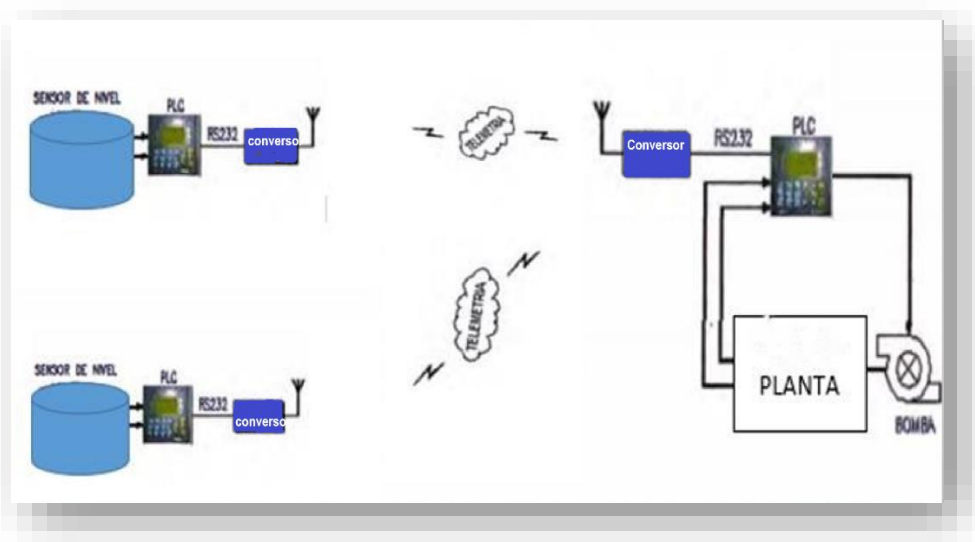


Fuente: Elaboración propia en base a programa Lucid. app

Figura 2-3 Diagrama de flujo llenado de sentina

2.2.2 Automatización de los estanques acumuladores 1 y 2

Para la comunicación entre los estanques acumuladores 1 y 2 con estanque de la cisterna o sentina, se consideran equipos de telemetría, con protocolo Modbus, garantizando una velocidad de 2 Mbit para la transmisión de datos de niveles de agua de los respectivos estanques, esto principalmente por las distancias entre los estanques acumuladores 1 y 2 con el estanque de la sentina, consiguiendo con esto un proceso integral de automatización, como lo muestra la Figura 2-4.



Fuente: Elaboración propia en base a disposición de elementos de comunicación

Figura 2-4 Arquitectura de comunicación entre estaciones.

2.2.2.1 Funcionamiento del sistema de bombeo de agua a los estanques acumuladores:

Tal como se describió con el sistema de llenado de la sentina, se consideran los factores de capacidad y demanda de agua para determinar, en este caso, el funcionamiento de suministro hacia estanques acumuladores desde la sentina.

El encendido de las bombas 1 y 2 de suministro de los estanques de almacenaje, ubicadas en la sentina de la planta de agua lo determina la altura que vaya alcanzando el agua en los estanques acumuladores, de acuerdo a la demanda que se presente el nivel de agua de la sentina y el nivel de agua del pozo.

En el apartado anterior ya se determinó el nivel de la sentina de la planta de agua, ahora se estudiarán los niveles de los estanques acumuladores 1 y 2.

El almacenamiento de agua se compone de dos estanques principales, El Molino y Quebrada Seca con capacidad total de 105 m³, de los cuales el estanque de EL Molino surte al 70 % de la población y el estanque Quebrada Seca surte al 30 % restante, el estanque de Quebrada Seca abastece a través de una bomba al estanque de los Yuyos y este último de igual forma al estanque de Medialuna, con capacidades mostradas en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1. Características de estanques acumuladores

ESTANQUES	CAPACIDAD (m ³)	ALTURA (Metros)
EL MOLINO	75	4
QUEBRADA SECA	30	2
LOS YUYOS	30	2
MEDIALUNA	10	1,5

Fuente: Información en base a plano capacidades de la planta ESVAL

El sistema de control para el bombeo de agua desde la sentina de la planta de agua hacia los estanques elevados está compuesto por:

Una sentina de succión de agua, dos estanques principales en la parte superior que mediante caída libre provee de agua al 100 % la población del sector El Molino-los Yuyos.

La partida de la bomba de suministro del estanque 1, lo determina la altura que va alcanzando el agua en dicho estanque, de acuerdo a la demanda que esté presente. La capacidad del estanque es de 70 m³ con una altura de 4 metros y la secuencia determinada es de acuerdo al nivel del agua para accionar la bomba de suministro. Se instalará en el estanque un sensor hidrostático de nivel con señal de salida de 4 a 20 mA.

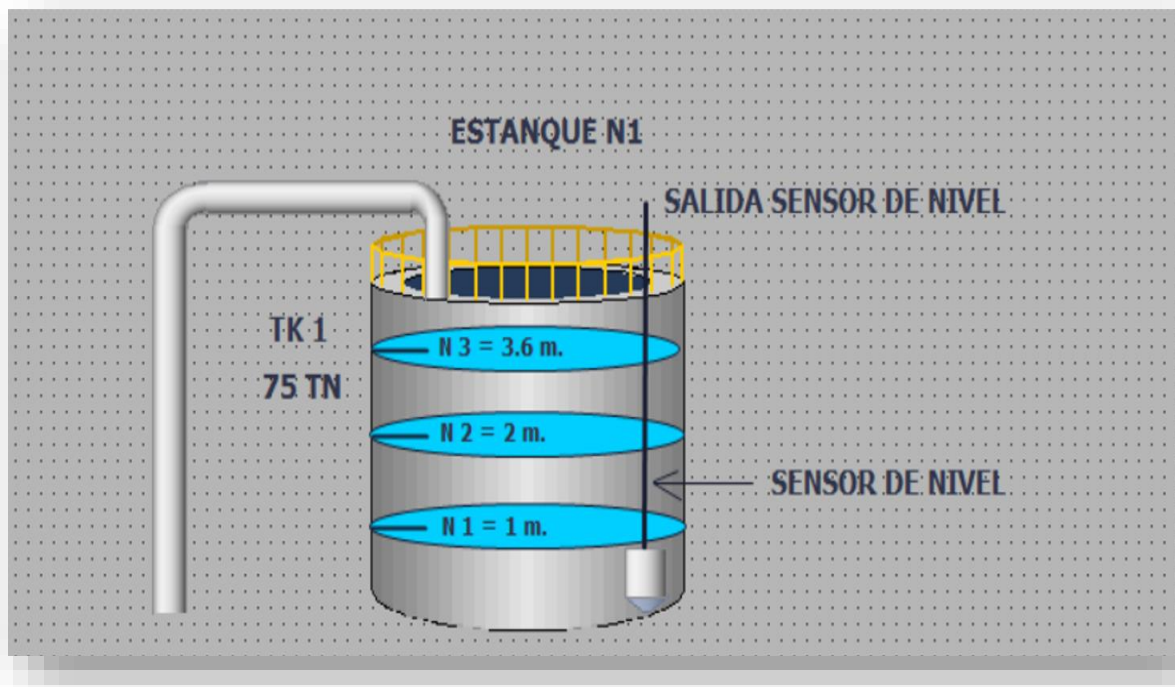
Para comprender la forma de operación se explicará lo siguiente:

1.- Suponiendo que el estanque 1 este lleno y el nivel de agua llega a los 3,6 metros (N3), equivalente al 90 % de su capacidad, de inmediato se debe apagar la bomba de suministro del estanque, antes de que rebalse el agua.

2. - Si la demanda aumenta y el nivel del estanque baja hasta alcanzar una altura de 2 metro (N2), equivalente al 50 % de su capacidad, deberá entrar en funcionamiento la bomba de suministro del estanque, y así continuará hasta que el nivel del agua suba otra vez hasta alcanzar 3.6 metros (N3).

3.- Por el contrario, si el consumo de agua supera la demanda del llenado del estanque 1, el nivel del agua sigue bajando hasta alcanzar una altura de 1 metro (N1), equivalente al 25 % de su capacidad, se accionará una sirena de alarma de bajo nivel del estanque 1, dando el sistema de control prioridad a que el estanque 1 recupere su nivel, una vez se llegue a la altura de 2 metros (N2), el sistema normalizará el llenado para ambos de acuerdo al nivel que se encuentran. Un punto muy importante a considerar es cuando la sentina no cuente con la suficiente agua, el sistema no debe funcionar, ya que las bombas de suministro trabajarían en vacío ocasionando problemas mecánicos.

La Figura 2-5. Muestra la estrategia de niveles de trabajo del sensor hidrostático que será instalado en el estanque 1 para controlar el servicio de la bomba 1 de llenado.



Fuente: Elaboración propia en base a diagrama Scada de TIA portal Siemens

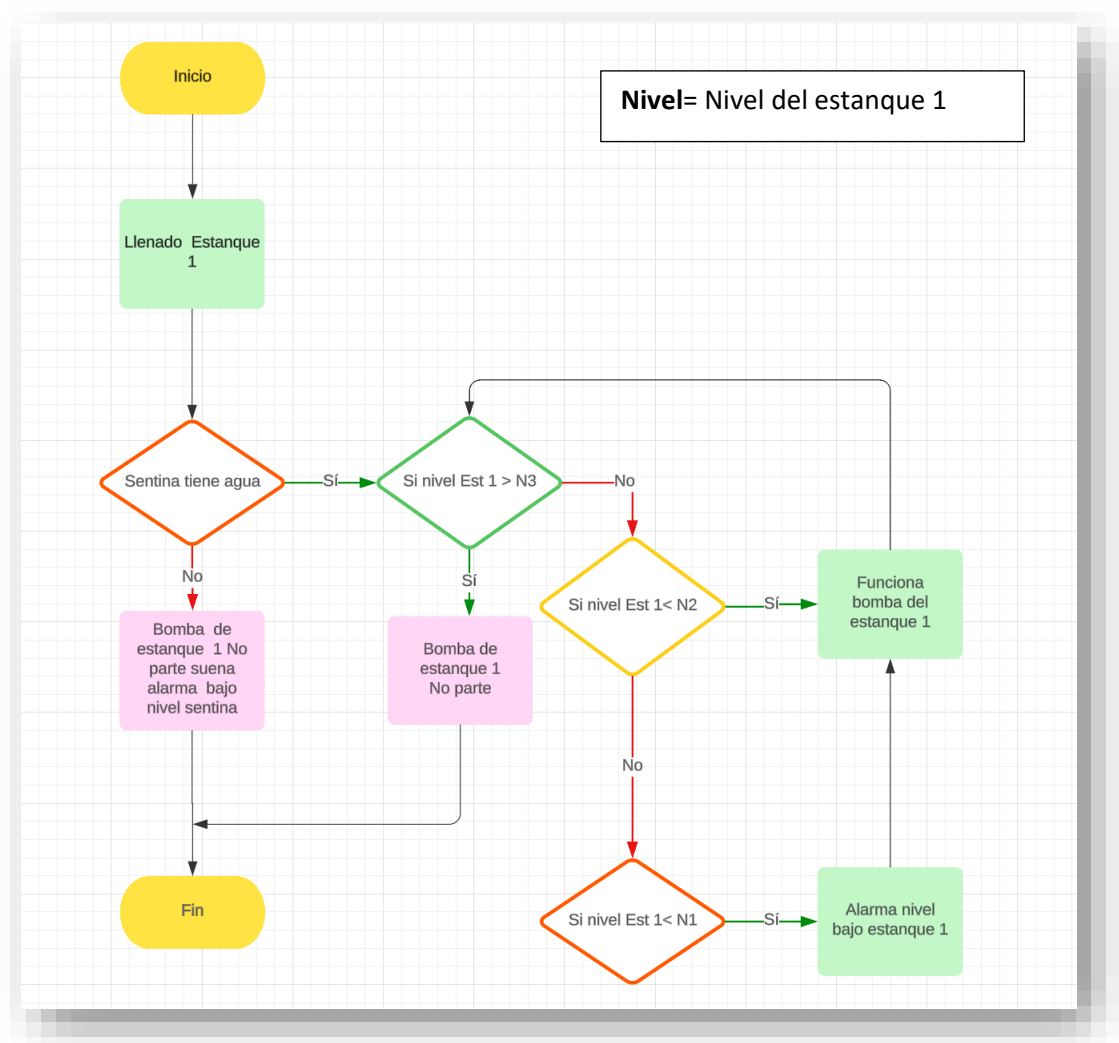
Figura 2-5 Diagrama esquema de niveles estanque acumulador 1.

Con la secuencia anterior se confecciona el diagrama de flujo, como se muestra en la Figura 2-6, para el control de llenado del estanque 1, el cual será la base para la elaboración de la programación del PLC S7 1200 que controla automáticamente el sistema de control de llenado y trabajo de las bombas de la sentina al respectivo estanque según la demanda.

N3= Nivel de agua Estanque Altura 3,6 metros.

N2= Nivel de agua Estanque Altura 2 metros.

N1= Nivel de agua Estanque Altura 1 metro.



Fuente: Elaboración propia en base a programa Lucid. app

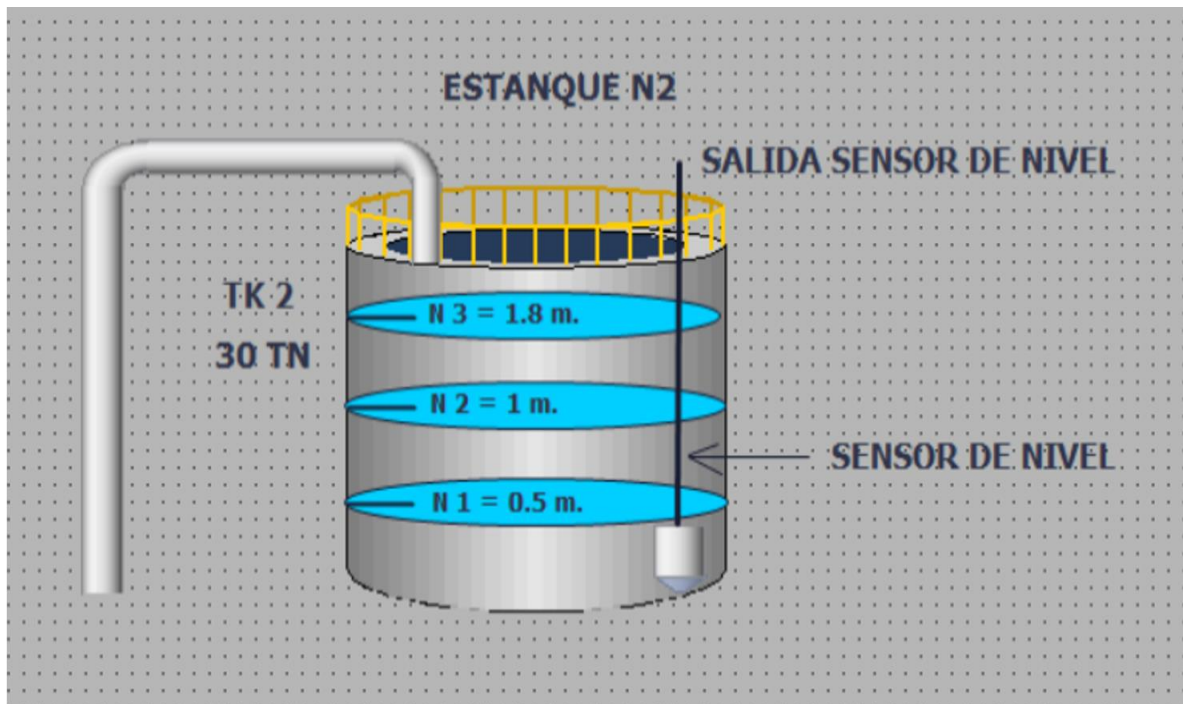
Figura 2-6 Diagrama de flujo llenado estanque 1

La partida de la bomba del estanque 2, lo determina la altura que va alcanzando el agua en dicho estanque, de acuerdo a la demanda que esté presente. La capacidad del estanque es de 30 m³ con una altura de 2 metros y la secuencia determinada es de acuerdo al nivel del agua para accionar la bomba de suministro. Se instalará en el estanque un sensor hidrostático de nivel con señal de salida de 4 a 20 mA.

Para comprender la forma de operación se explicará lo siguiente:

- 1.-** Suponiendo que el estanque 2 este lleno y el nivel de agua llega a los 1,8 metros (N3), equivalente al 90 % de su capacidad, de inmediato se debe apagar la bomba de suministro del estanque, antes de que rebalse el agua.
- 2. -** Si la demanda aumenta y el nivel del estanque baja hasta alcanzar una altura de 1 metro (N2), equivalente al 50 % de su capacidad, deberá entrar en funcionamiento la bomba de suministro del estanque, y así continuará hasta que el nivel del agua suba otra vez hasta alcanzar 1.8 metros (N3).
- 3.-** Por el contrario, si el consumo de agua supera la demanda del llenado del estanque 2, el nivel del agua sigue bajando hasta alcanzar una altura de 0,5 metros (N1), equivalente al 25 % de su capacidad, Al llegar a un 25 % del nivel como altura (N1), se accionará una sirena de alarma de bajo nivel del estanque 2, dando prioridad a que el estanque 2 recupere su nivel, una vez se llegue a la altura de 1 metro (N2), el sistema normalizará el llenado para ambos de acuerdo al nivel que se encuentran. Un punto muy importante a considerar es cuando la sentina no cuente con la suficiente agua, el sistema no debe funcionar, ya que las bombas trabajarían en vacío ocasionando problemas mecánicos.

La Figura 2-7. Muestra la estrategia de niveles de trabajo del sensor hidrostático que será instalado en el estanque 2 para controlar el servicio de la bomba 2 de llenado.



Fuente: Elaboración propia en base a diagrama Scada de TIA portal Siemens

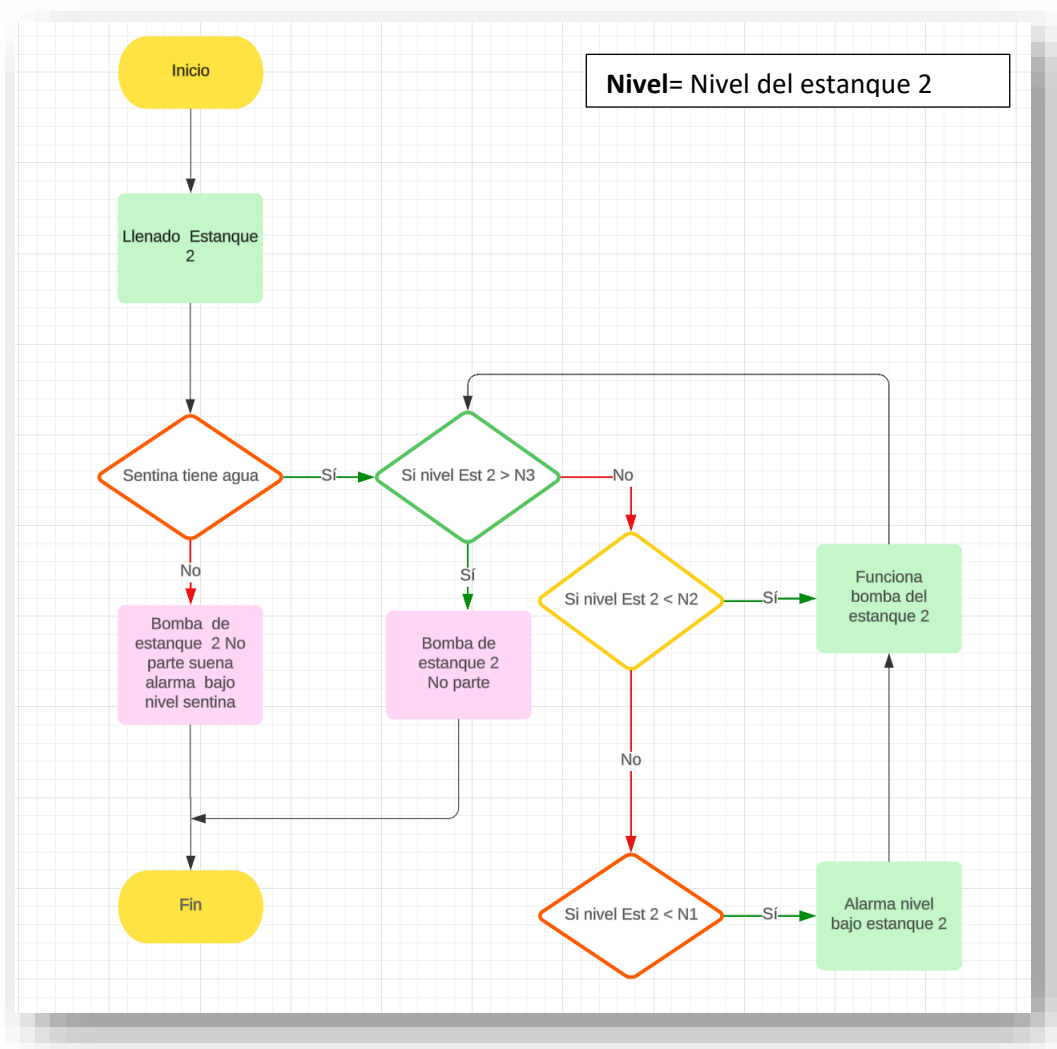
Figura 2-7 Diagrama esquema de niveles estanque acumulador 2

Con la secuencia anterior se confecciona el diagrama de flujo, como se muestra en la Figura 2-8, para el control de llenado del estanque 1, el cual será la base para la elaboración de la programación del PLC S7 1200 que controla automáticamente el sistema de control de llenado y trabajo de las bombas de la sentina al respectivo estanque según la demanda.

N3= Nivel de agua Estanque Altura 1,8 metros.

N2= Nivel de agua Estanque Altura 1 metro.

N1= Nivel de agua Estanque Altura 0,5 metros.



Fuente: Elaboración propia en base a programa Lucid. app

Figura 2-8 Diagrama de flujo llenado estanque 2

2.2.3 Arquitectura de telemetría entre estanques de agua 1 y 2 con la sentina:

El diseño del proyecto implica la automatización del sistema de agua potable desde un pozo afluente hasta la sentina de la planta de agua, donde luego se bombea a estanques acumuladores.

Para lo cual se requiere monitorear el nivel de agua en el estanque 1 y 2 de almacenamiento, debido a los 1200 metros de distancia en una zona de difícil acceso se opta por la comunicación de datos de los niveles de llenado de ambos estanques por transmisión telemétrica, para ser monitoreados desde la sentina.

El conjunto hídrico consta de tres estaciones, donde los Controladores Lógicos Programables (PLCs) de dos estaciones intercambian datos del nivel de agua de los estanques mediante señales de telemetría de estos, al PLC principal ubicado en la sentina. Este último recopila información de las dos estaciones, consolidando datos y valores para cumplir con las estrategias de control establecidas para el funcionamiento de las bombas de suministro de cada estanque de almacenamiento, como también de mantener la sentina con el nivel de agua correspondiente y con esto asegurar en óptimo funcionamiento de cada grupo hídrico específico.

La comunicación entre las estaciones cada grupo hídrico se realiza vía telemetría en la Banda de frecuencia de operación libre 902-928 GHz en la plataforma Modbus, con una velocidad de 2 Mbit.

Esta configuración permite una permanente y óptima comunicación entre las estaciones, así como futuras aplicaciones de video vigilancia y telefonía IP.

Para la etapa de instalación, el equipo cuenta con un dispositivo que emite sonidos de manera que el instalador puede alinear su antena con el otro extremo del enlace de forma rápida, ya que el equipo emitirá sonidos según como reciba la señal.

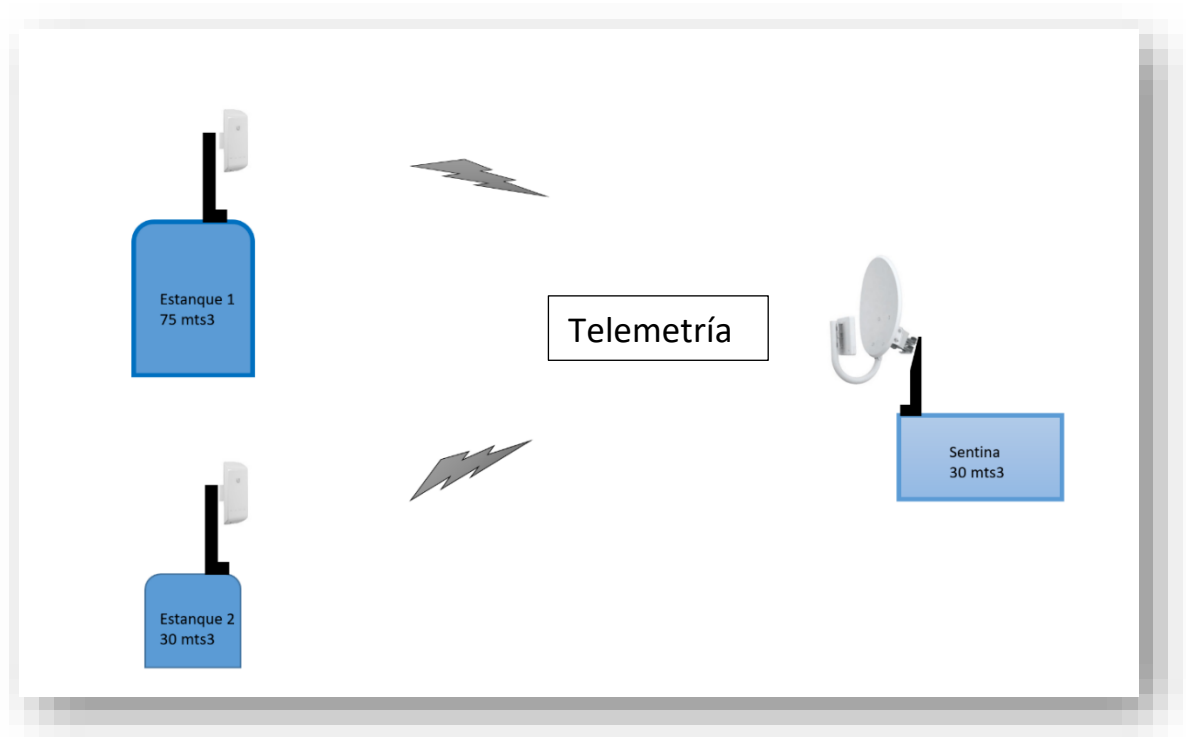
Estos enlaces serán punto a multipunto mediante antenas omnidireccionales en la banda libre de 902 - 928MHz, como se muestra en la Figura. 2-9.

Igualmente se debe considerar la factibilidad de un enlace confiable y sin interferencias principalmente por la geografía del sector.

Por tanto, se evalúa la línea de vista para establecer un radioenlace efectivo asegurando que no esté obstruida por vegetación, estructuras o el relieve del terreno. La ausencia de línea de vista puede provocar una conexión inestable. Luego, se considera la zona de FRESNEL, que es el espacio entre el emisor y el receptor, afectado por la distancia del enlace, las alturas y la longitud de onda de la frecuencia utilizada.

Con la información recopilada, no es necesario elevar torres para permitir realizar el enlace dentro del grupo hídrico.

Se diseña un conjunto de antenas y puntos de acceso para formar una red inalámbrica confiable, con capacidad de conformación de haz y ganancia, con el fin de optimizar la comunicación en direcciones específicas. Estos equipos se integran para establecer conexiones inalámbricas robustas y eficientes, especialmente en el entorno geográfico.



Fuente: Elaboración propia en base manual antenas UBIQUITI

Figura 2-9. Arquitectura de telemetría.

2.3 ESTRUCTURA DEL CONTROL AUTOMATIZADO DE LA PLANTA DE AGUA:

La comunicación de datos por telemetría entre los PLC Siemens S7-1200 se puede lograr mediante varios métodos, dependiendo de la distancia entre los PLC y los requisitos específicos del sistema.

Configuración de hardware:

Se debe asegurar que ambos PLC estén conectados a la red adecuada, ya sea a través de Ethernet u otro medio de comunicación apropiado para su entorno.

Configuración de red:

Asignar direcciones IP únicas a cada PLC para que puedan identificarse en la red. Esto se realiza en la interfaz de configuración de red de cada PLC.

Configuración de comunicación:

Utilizar el software de programación TIA Portal (Totally Integrated Automation) para configurar la comunicación entre los tres PLC. Se abre el proyecto en TIA Portal.

Configuración del módulo de comunicación:

Agregar un módulo de comunicación adecuado para la telemetría, se puede utilizar protocolos como Modbus TCP, S7 Comunicación, o incluso OPC UA, dependiendo de la necesidad particular.

Configuración del hardware de comunicación:

Conectar el hardware de comunicación necesario según el protocolo seleccionado. Puede ser a través de puertos Ethernet integrados, módulos de comunicación adicionales, o cualquier otro medio compatible.

Configuración de bloques de datos:

Definir los bloques de datos para intercambiar la información específica entre los PLC. Esto incluye datos que se enviarán y recibirán para la telemetría.

Programación:

Se diseña el programa de control en cada PLC para gestionar la comunicación telemétrica. Esto define cómo se enviarán y recibirán los datos y cómo se deben manejar en cada extremo.

Pruebas:

Se deben realizar pruebas exhaustivas para asegurar que la comunicación funcione correctamente, monitorizando los datos transmitidos y recibidos para identificar posibles problemas y realizar los ajustes si es necesario.

La programación del diseño del programa de control de servicio automatizado, se realiza en TIA Portal Versión 14 de Siemens, la cual se adjunta en Anexo "A" de la programación del sistema de control automatizado.

2.4 SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

Al seleccionar el equipamiento los criterios se centraron en la funcionalidad específica de cada componente, su capacidad para integrarse con otros elementos del sistema y su idoneidad para satisfacer las necesidades del control de llenado de los estanques en la planta de agua potable rural.

2.4.1 Sensores de Nivel:

Funcionalidad Específica: Se eligieron sensores de nivel que ofrecieran una medición precisa y fiable del nivel de los estanques para garantizar un control efectivo del llenado.

Compatibilidad con el Sistema: La elección se basó en la capacidad de integrar los sensores de nivel de manera efectiva con el sistema de control general.

2.4.2 PLC Siemens:

Versatilidad y Capacidad de Procesamiento: El PLC Siemens fue seleccionado por su capacidad para manejar eficientemente las tareas de control y su versatilidad en la programación.

Integración con Sensores: Se consideró la facilidad de integración del PLC con los sensores de nivel para garantizar una comunicación fluida y un control preciso del llenado.

2.4.3 HMI Siemens:

Interfaz de Usuario Intuitiva: La elección se basó en la capacidad del HMI Siemens para proporcionar una interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar para monitorear y controlar el sistema de llenado de los estanques.

Compatibilidad con el PLC: Se seleccionó un HMI que fuera compatible y se integrara eficazmente con el PLC Siemens para asegurar una operación coordinada y eficiente.

2.4.4 Antenas de Transmisión de Datos por Telemetría Marca Ubiquiti:

Alcance y Fiabilidad: Se eligieron antenas de transmisión de datos por telemetría de Ubiquiti por su capacidad para proporcionar un alcance adecuado y una transmisión de datos fiable.

Facilidad de Configuración y Mantenimiento: Se consideró la facilidad de configuración y mantenimiento de las antenas Ubiquiti para garantizar una implementación eficiente y una operación sin problemas.

2.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS PARA EL DISEÑO DE AUTOMATIZACIÓN

2.5.1 Sensor de nivel de agua de los estanques

Para mantener un buen monitoreo y control del nivel de los estanques de almacenamiento como también el de Sentina, se inclinó utilizar un transmisor de presión hidrostático, que convierte una presión hidrostática proporcional al nivel en una señal estándar de 4 a 20 mA.

El transmisor seleccionado es de la marca Siemens, modelo SITRANS LH100, como se muestra en la Fig. 2-10. Cuyos datos técnicos se muestran en la Tabla 2-2.



Fuente: DATA SHEET SITRANS

Figura 2-6. Transmisor hidrostático.

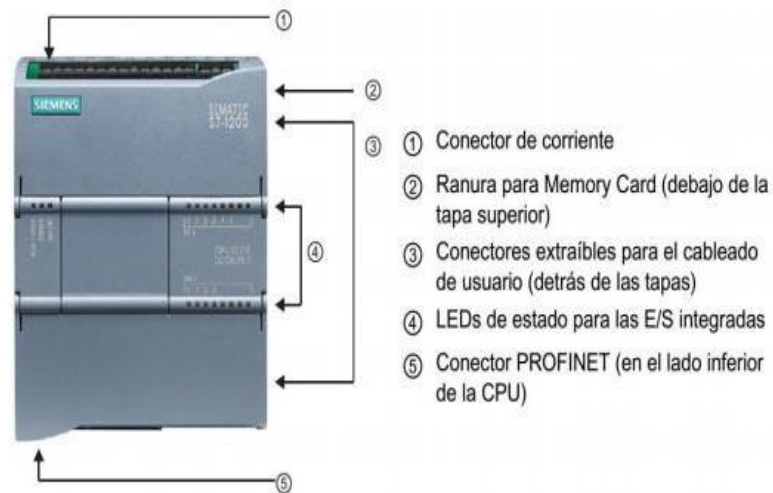
TABLA 2-2. Datos técnicos sensor hidrostático Sitrans LH100

SITRANS LH 100 DE SIEMENS
Alimentación a 2 hilos, 4 a 20 ma.
Cable HD-PE incorporado de 10 a 50 Mts.
Rango medición 0-20m H2O (0-66 ft H2O).
Desviación de característica 0,3%.

Fuente: Hoja datos técnicos sensor hidrostático SITRANS LH100 Siemens

2.5.2 PLC S7-1200 Siemens

Se opta por el PLC S7 -1200 de la gama de CPU 1214C, el cual tiene como código de referencia en la lista de productos de Siemens el siguiente: 6ES7214- 1BG40-0XB0. El PLC tiene una CPU que incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, PROFINET integrado, E/S de control de movimiento de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas, todo ello en una carcasa compacta. Las entradas y salidas están provistas de 14 entradas discretas y de 10 salidas discretas tipo Relé a 2A, además tiene adicional 02 entradas de tipo analógica con regulación de 0 a 10 VDC, y la alimentación tiene un valor nominal de 24 VDC con un rango admisible de alimentación entre 20.4 VDC a 28.8 VDC., tal como se muestra en la Figura 2-11.



Fuente: Manual Siemens

Figura 2-11. Principales partes del PLC S7 1200

El PLC S7-1200 tiene pines en los cuales se conectarán tanto las entradas como salidas, además de tener los pines para la alimentación del equipo. En la tabla 2-3 se muestra la disposición de los pines:

Tabla 2-3. Disposición de pines del PLC S7-1200

Pin	X10	X11 (oro)	X12
1	L1 / 120-240 V AC	2 M	1L
2	N / 120-240 V AC	AI 0	DQ a.0
3	Tierra funcional	AI 1	DQ a.1
4	Salida sensor L+ / 24 V DC	-	DQ a.2
5	Salida sensor M / 24 V DC	-	DQ a.3
6	1M	-	DQ a.4
7	DI a.0	-	2L
8	DI a.1	-	DQ a.5
9	DI a.2	-	DQ a.6
10	DI a.3	-	DQ a.7
11	DI a.4	-	DQ b.0
12	DI a.5	-	DQ b.1
13	DI a.6	-	-
14	DI a.7	-	-
15	DI b.0	-	-
16	DI b.1	-	-
17	DI b.2	-	-
18	DI b.3	-	-
19	DI b.4	-	-
20	DI b.5	-	-

Fuente: Hoja de datos Manual Siemens

A continuación, se describen las principales características técnicas del PLC S7-1200 cuyo CPU es el 1214C, en las cuales se podrán ver los rangos de tensión para su alimentación, además del número de entradas y salidas discretas y analógicas con las cuales dispone, ver las características en la Tabla 2-4.

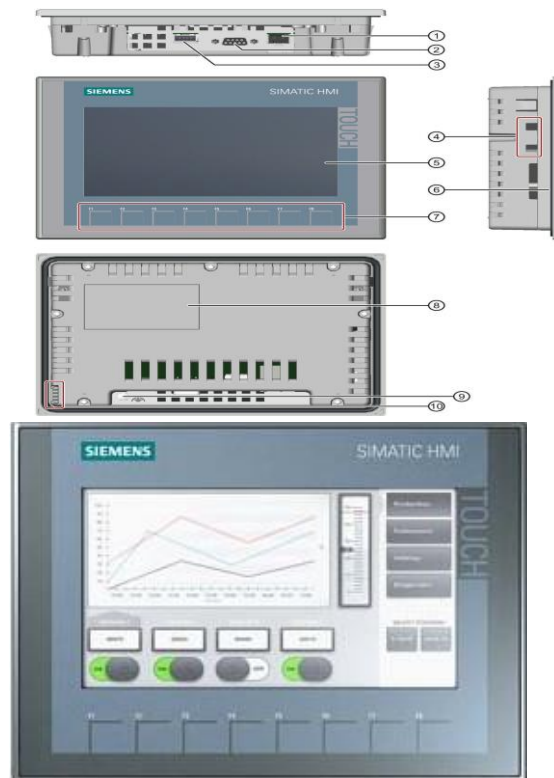
Tabla 2-4. Características Técnicas del PLC S7-1200

SIMATIC S7-1200 CPU1214C	
Energía	
Consumo de energía	12 W
Tensión de alimentación	
Tipo de tensión de alimentación	DC
Tensión nominal	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	20.4 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28.8 V
Entradas digitales	
Número de entradas digitales	14; integrada
Tensión de entrada (Valor nominal)	24 V (DC)
Para señal "0"	5 V (DC) a 1 mA
Para señal "1"	15 V (DC) a 2.5 mA
Salidas digitales	
Número de salidas digitales	10; relés
Protección contra cortocircuito	No; debe ser proporcionado externamente
Capacidad de conmutación de salidas	
Con carga resistiva	Máximo 2 A
Sobre la carga	Máximo 30 W (DC), 200 W (AC)
Entradas analógicas	
Número de entradas analógicas	2
Salidas Analógicas	
Número de salidas analógicas	0
Grado y clase de protección	
IP20	Sí

Fuente: Hoja técnica Siemens PLC S7-1200

2.5.3 HMI KTP-700

La interfaz hombre máquina es de la marca Siemens y es una de sus gamas básicas, pero no por ello deja de ser muy versátil para el acoplamiento a procesos. Tiene un tamaño de 7", tiene 8 teclas de desplazamiento de pantalla según sea la programación, además de ser touch, es decir táctil, la interfaz que usa es igual que el PLC S7-1200 Profinet y su alimentación nominal es a 24V DC, como se muestra en la Figura 2-12



- | | |
|---|----------------------------------|
| ① Conexión para la fuente de alimentación | ⑥ Junta de montaje |
| ② Interfaz RS 422/RS 485 | ⑦ Teclas de función |
| ③ Puerto USB | ⑧ Placa de características |
| ④ Escotaduras para clip de montaje | ⑨ Conexión de tierra funcional |
| ⑤ Pantalla/pantalla táctil | ⑩ Guías para las tiras rotuladas |

Fuente: Manual SIEMENS HMI KPT 700

Figura 2-12. HMI KTP-700

Este HMI de la Marca Siemens tiene un tamaño de pantalla de 7 “. Las dimensiones que tiene el HMI KTP-700 se pueden apreciar en la Figura 2-13, las unidades de las acotaciones se encuentran en milímetros:

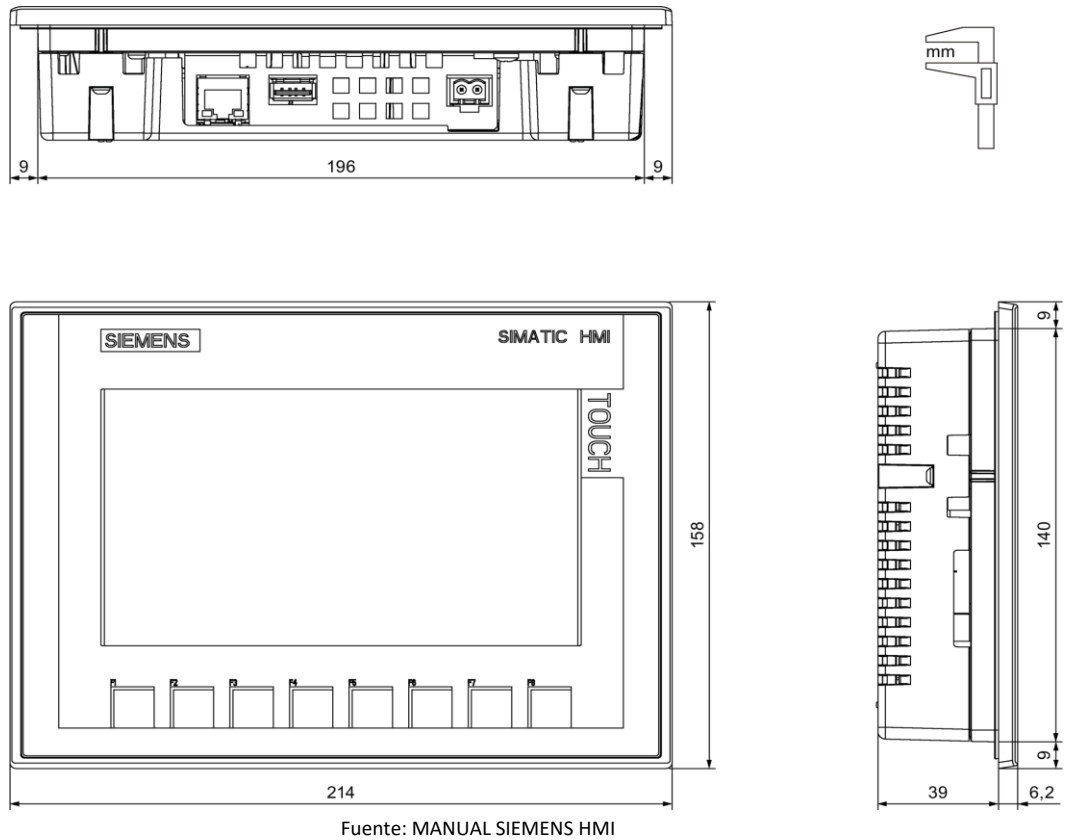


Figura 2-13. Dimensiones de HMI KTP-700

A continuación, se describen las principales características técnicas del HMI KTP-700 de la marca Siemens, como se muestra en la Tabla 2-5.

Tabla 2-5. Características Técnicas del HMI KTP-700 PN

Consumo de energía	5,5 W
Tipo de tensión de alimentación	DC
Tensión nominal	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Consumo de corriente (valor nominal)	230 mA
Corriente de entrada	0,2 A ² . s
Procesador	ARM
Memoria	RAM 10 Mbyte
Protocolo Profinet	SI
Protocolo Ethernet	TCP/IP DHCP SNMP DCP LLDP
Grado y clase de protección	IP65 (Parte delantera) IP20 (Parte trasera)

Fuente: Hoja datos SIEMENS

2.5.4 Antena estación base UBIQUITI AIRMAX 900 MHz

Es una antena de sector de estación base que proporciona características de ganancia, aislamiento de polo cruzado y conformación de haz, como lo muestra la Figura 2-14.



Fuente: MANUAL ANTENAS AIRMAX

Figura 2-14. Antena UBIQUITI AIRMAX 900MHZ.

TABLA 2-6. Características técnicas antena UBIQUITI AIRMAX 900

UBIQUITI AIRMAX 900 MHz MIMO (AM-9M13-120)	
Rango de frecuencia	902-928 MHz
Ganancia	13,2-13,8 dB
Ancho haz HPOL	109° (6 dB)
Ancho haz VPOL	120° (6 dB)
Ancho haz eléctrico	15°
Aislamiento polo cruzado	30 Db mIN
Supervivencia al viento	125 mph
Sistema Operativo	AirOS 5

Fuente: Hoja técnica Antena UBIQUITI AIRMAX 900

Utiliza tecnología AIROS que es una versátil tecnología firmware UBIQUITI, la cual se trata de una tecnología intuitiva y no requiere de capacitación para operar. Detrás de la interfaz de usuario es una arquitectura de firmware de gran alcance, que permite de alto rendimiento, redes de múltiples puntos al aire libre, como se indica en la Tabla 2-6.

2.5.5 Punto acceso estación base UBIQUITI ROCKET M900

El ROCKET M9 y antenas de estación base AIRMAX / ROCKET, como se muestra en la Figura. 2-15, han sido diseñados para trabajar juntos sin problemas. La instalación del ROCKET M9 en AIRMAX de estación base no requiere herramientas especiales, sólo tiene que ponerla en su lugar con el soporte para antenas, cuyas características se muestran en la Tabla 2-7.

Fuente: DATA SHEET AIRMAX



Figura 2-15. Punto acceso UBIQUITI ROCKET M900.

TABLA 2-7. Características técnicas Punto Acceso UBIQUITI ROCKET M900

ROCKET M9 AIRMAX 900 MHz	
Rango de frecuencia	902-928 MHz
Velocidad de avance	150 Mbps
Potencia	630 Watt
Modo de Operación	Access Point, AP, Cliente, AIRMAX, Cliente WDS.
Alimentación	24 VCC, 1 A, Incluye Poe
Temperatura	-40 a 85°C
Polaridad	Vertical/Horizontal simultanea (MIMO TDMA)
Sistema Operativo	AIROS 5

Fuente: DATA SHEET AIRMAX

2.5.6 Antena UBIQUITI AIRMAX Nano Bridge M900 con reflector

La antena Nano Bridge M900 como se muestra en la Figura. 2-16, con un Access Point o CPE que realiza enlace NLOS sin línea vista con una antena MIMO y un alcance de hasta 5 kilómetros.



Fuente: DATA SHEET AIRMAX

Figura 2-16. Antena UBIQUITI AIRMAX nano bridge M900 con reflector.

Dispone de indicadores LED de actividad y nivel de señal para facilitar la tarea de los instaladores. La protección mejorada contra subidas de tensión del Ethernet y RF permite un funcionamiento prolongado incluso en los entornos más difíciles, cuyas características técnicas se indican en la Tabla 2-8.

Tabla 2-8. Características técnicas antena UBIQUITI AIRMAX nano bridge M900 con reflector.

UBIQUITI AIRMAX NANO BRIDGE M900	
Rango Frecuencia	902-928 MHz
Ganancia	10.6-11.3 dB
Interfaz de red	Ethernet 10/100
Consumo max de energía	6.5 Watt
Alimentación	24 Vcc 1 A Incluye Poe
Temperatura	-30 a 75 °C
Sistema Operativo	AirOS 5

Fuente: DATA SHEET AIRMAX

CAPÍTULO III

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

3. INTRODUCCIÓN

En la fase final del diseño de la automatización de la planta de agua de la APR, se aborda el estudio financiero como componente crucial para la toma de decisiones. El análisis incluye la investigación de valores de los costos que están presentes en el diseño, el flujo de caja y la sensibilidad del proyecto ante variables comparativas, para con esto determinar su factibilidad, rentabilidad y sostenibilidad.

En cuanto a la Inversión y financiamiento, se considera la inversión inicial y su financiamiento, mediante Fondos de iniciativa de Inversión y Fondos Provisión de Infraestructura Rural. Estos fondos son asignados anualmente al Ministerio de Obras Públicas y la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE), respectivamente.

Se realizará una evaluación del flujo de caja, como también un estudio de sensibilidad del proyecto, evaluando como parámetros los costos fijos y costos variables que influyen en su desempeño y resultados.

3.1 DESARROLLO DEL ESTUDIO

En la sección de desarrollo del estudio financiero, se describen varias etapas, comenzando con la elección de la moneda que se utilizará, para mantener una estabilidad en los cálculos.

Se realizan tablas valorizadas de los ítems considerados, seguidas de una comparativa de variables para visualizar la sensibilidad del proyecto.

La sección concluye con la determinación de la viabilidad en función de los valores obtenidos en el estudio.

3.1.1 Moneda a utilizar:

En el análisis económico inicial, es crucial seleccionar una moneda de cambio distinta al peso chileno (CLP) para garantizar la estabilidad del proceso de cálculo durante la fase del proyecto y evitar que se vea afectado por factores externos como la inflación o la deflación.

En este contexto, se decide utilizar la UF como moneda de referencia, con un tipo de cambio actual de promedio 1 UF equivalente a 37.022,01 pesos chilenos (CLP), con fecha 21 de marzo 2024. (https://www.sii.cl/valores_y_fechas/uf/uf2024.htm).

3.2 COSTOS DE LOS MATERIALES

La tabla 3-1, muestra los materiales necesarios para la automatización de la planta de agua de la APR y su valoración en UF.

Tabla 3-1. Valoración de los Materiales

MATERIALES	CANTIDAD	VALOR UNITARIO UF	VALOR TOTAL UF
Sensor Hidrostático SITRANS LH-100 Siemens	3	11,17	35,15
PLC S7-1200 71214CPU DC/DC/RLY Siemens	3	15,35	46,06
Módulo de comunicación MC 1241 Siemens	3	3,69	11,08
HMI KTP-700 Siemens	1	7,44	7,44
Conversor RS232	3	3,24	9,74
Antena Ubiquiti Airmax Nano Bridge M900 con reflector	1	2,64	2,64
Punto acceso estación base Ubiquiti Rocket M900	2	3,87	7,74
Antena estación base Ubiquiti Airmax 900 MHz:	2	2,87	5,74
Cables y Otros	1	19,98	19,98
TOTAL			146,29

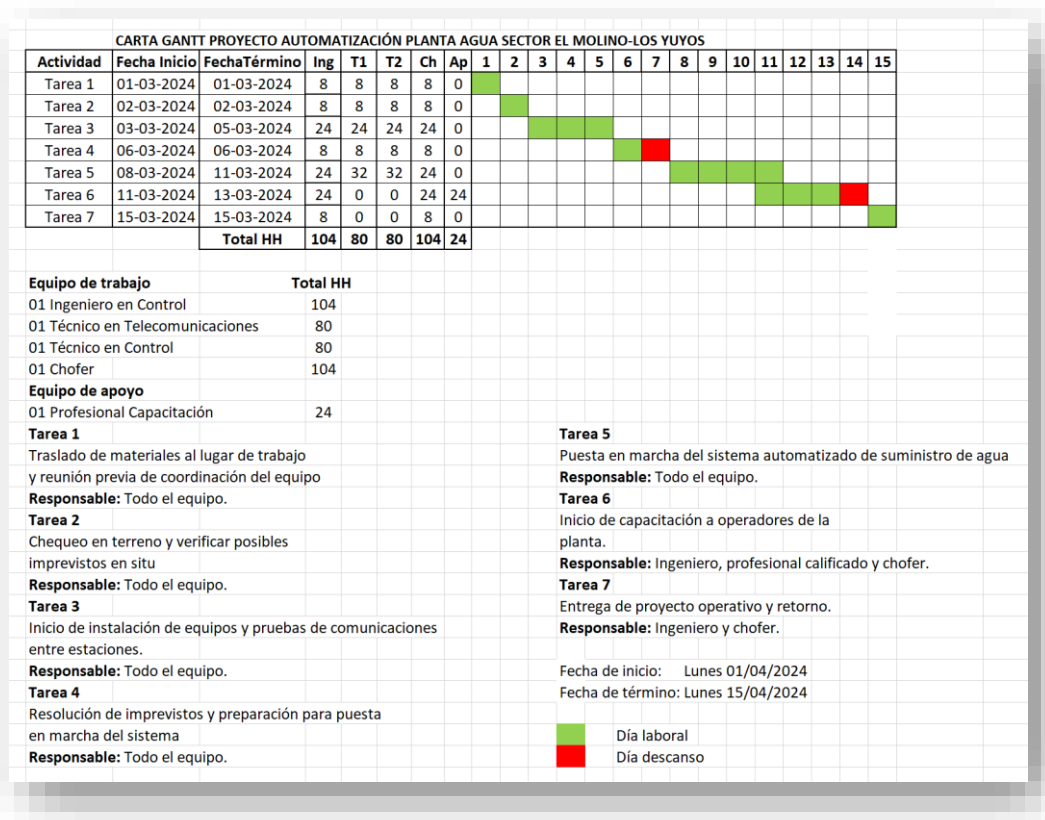
Fuente: Presupuestos solicitados empresa del rubro

3.3 COSTOS MANO DE OBRA

El valor del costo de mano de obra total como se muestra en la Tabla 3-2, el cual se respalda en base a la carta Gantt de la Figura 3-1, donde se detalla cada una de las tareas a realizar y los responsables de cada una de ellas.

3.3.1 Carta Gantt:

El plan de trabajo se desarrolla en un periodo de 15 días, conforme a la estructura de la carta Gantt, que incluye siete tareas específicas asignadas a responsables designados. Esta duración ha sido cuidadosamente establecida para la ejecución eficiente del proyecto. Es importante destacar que, durante este lapso no se realizarán modificaciones significativas en los sectores involucrados; en su lugar, se concentrarán en la instalación de equipos y la realización de pruebas de comunicación entre estaciones. Este enfoque permite optimizar el tiempo y los recursos, garantizando la implementación exitosa sin perturbaciones significativas en las operaciones actuales



Fuente: Elaboración propia basada en lista de hitos del proyecto.

Figura 3-1. Carta Gantt proyecto automatización.

Se considera para la ejecución del proyecto, un equipo de trabajo integrado por cuatro personas y un equipo de apoyo integrado por un profesional a contrata que dictará la capacitación de los operadores de la planta de la A.P.R. los equipos están integrados por:

Equipo de trabajo

01 Chofer.

01 Técnico en Control.

01 Técnico en Telecomunicaciones.

01 Ingeniero en Control e Instrumentación.

Equipo de apoyo

01 Profesional de capacitación.

Tabla 3-2. Costos mano de obra

CONCEPTO	Total HH	Valor HH	VALOR TOTAL UF
CHOFER	104	0,144	14,98
TÉCNICO 1	80	0,249	19,98
TÉCNICO 2	80	0,249	19,98
INGENIERO	104	0,264	27,47
ALOJAMIENTO Y ALIMENTACIÓN			31,79
IMPREVISTOS (Gastos extras)			24,87
TOTAL			139,1

Fuente: <https://www.ine.gob.cl>

3.4 COSTOS DE DISEÑO: Se estiman 625 HH el tiempo que llevará completar el cual, se considera el tiempo de investigación, planificación, desarrollo y pruebas.

Tabla 3-3. Valoración de Diseño

ITEM	VALOR TOTAL UF
DISEÑO PROYECTO	124,88
TOTAL	124,88

Fuente: Boletín estadístico valor HH INE diciembre 2023

3.5 COSTOS ASOCIADOS: La Tabla 3-4, valoriza los costos asociados de acuerdo a la Figura 3-1, en la carta Gantt del proyecto.

Tabla 3-4. Costos asociados

TAREAS	VALOR TOTAL UF
CAPACITACIÓN	14,98
PUESTA EN MARCHA	29,97
TOTAL	44,95

Fuente: <https://certificacion.chilevalora.cl/>

3.6 COSTO TOTAL DEL PROYECTO: La Tabla 3-5, nos muestra el costo total del proyecto.

Tabla 3-5. Costo Total del Proyecto

CONCEPTOS	VALOR TOTAL UF
MATERIALES	146,29
MANO DE OBRA	139,1
DISEÑO	124,88
ASOCIADOS	44,95
IMPREVISTOS (HH Extras, varios)	68,28
IVA	99,46
TOTAL	622,96

Fuente: Elaboración propia basada en datos de costos asociados al proyecto.

3.7 **BENEFICIOS DE LA INVERSIÓN:**

Los beneficios de la inversión se basan en la comparativa de los gastos variables totales incluidas las fallas imprevistas como se muestra en la Tabla 3-6 y los gastos imprevistos proyectados cuando la planta de agua esté funcionando automatizada, según la Tabla 3-7.

Esta diferencia como lo muestra la Tabla 3-8, pasará a ser un beneficio que se reflejará al incrementar el total del ingreso anual proyectado del flujo de caja del comité de la APR.

Tabla 3-6. Gastos variables por operación de planta y fallas imprevistas anuales

GASTOS VARIABLES ANUALES	VALOR TOTAL UF
Gastos costos de operación planta	509,51
Gastos repuestos para reparaciones	331,68
Gastos de traslados para reparaciones	27,24
Gastos HH maquinaria	86,88
Pérdidas por interrupción de suministro	13,08
TOTAL	968,39

Fuente: Gastos Libro Contabilidad Comité APR El Molino-Los Yuyos

Tabla 3-7. Gastos variables anuales con el proyecto

GASTOS VARIABLES PROYECTADOS	VALOR TOTAL UF
Gastos costos de operación planta	509,51
TOTAL	509,51

Fuente: Elaboración propia basada en cálculo de proyección

Tabla 3-8. Valoración de beneficio proyectado anual

GASTOS	VALOR TOTAL UF
Gasto variable incluye fallas imprevistas	968,39
(-) Gasto variable con el proyecto	509,51
BENEFICIO ANUAL	458,88

Fuente: Elaboración propia basada valoración de beneficios.

3.8 CUADRO DE FLUJO DE CAJA:

Para realizar el flujo de caja anual de la planta de agua APR y posteriormente calcular el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), es necesario tener en cuenta varios elementos. A continuación, se detalla la lista de los ítems que se consideran:

3.8.1 Ingresos:

Ingresos por venta de agua: Estimación de los ingresos mensuales por la venta de agua a la comunidad, considerando el aumento de venta de agua producto de las mejoras realizadas una vez opere el nuevo sistema.

3.8.2 Costos fijos:

Salarios del personal fijo: Sueldos de personal permanente, administrador, secretaria y operadores.

Mantenimiento programado: Costos de mantenimiento regular de equipos y la planta en general.

Servicios públicos: Pagos regulares por servicios públicos como electricidad, software, insumos, agua y gas.

3.8.3 Costos variables:

Energía eléctrica: Costos variables relacionados con el consumo de electricidad para operar la planta.

Gastos de distribución: Costos relacionados con la distribución, como transporte para chequeos de operación y servicios.

Gastos variables de personal: Pago de horas extras u otros gastos relacionados con personal operativo, se incluyen fallas imprevistas.

Costos de producción: Costos variables específicos de la producción de agua potable.

3.8.4 Impuestos:

A contar de junio del 2023, las APR están exentas del pago de IVA.

3.8.5 Inversiones iniciales:

Varía según el costo final del proyecto.

3.8.6 Usuarios:

Debido a la limitación en el acceso a futuros usuarios y la imposibilidad de proporcionar un servicio de suministro de agua potable que cumpla con los estándares necesarios, el flujo de caja no contempla un aumento en los años proyectados, a pesar de contar con 506 usuarios de un total de 547 tomas habilitadas.

Una vez identificado estos elementos y considerando la información financiera del libro de contabilidad del comité de la APR, se confecciona la Tabla 3-9, la cual muestra el total de ingreso anual sin inversión, considerando los costos variables de fallas.

Tabla 3-9. Datos de flujos de caja sin inversión del comité APR

Dato anual sin inversión:

Cantidad de usuarios	506
Promedio tarifa mensual	0,42 UF
Ingresos por consumos anuales	2.550,24 UF
Costos fijos anuales	1.233,04 UF
Costos variables anuales	968,39 UF
Total Ingresos anuales sin beneficios	348,81 UF
IVA	Exento (Según artículo 64 bis ley N° 20.988 de 2017)
Inversión	Sin inversión

Fuente: Elaboración propia basada información financiera libro de contabilidad comité APR

Posteriormente, considerando la información financiera del libro de contabilidad del comité de la APR, se confecciona la Tabla 3-10, la cual refleja en el total de ingresos anuales el beneficio de la valoración proyectados de la Tabla 3-8.

Esta tabla será la base para la elaboración del flujo de caja proyectado a 2 años, teniendo en cuenta que el beneficio de la inversión se ve reflejada en el total de ingresos anuales del comité de la APR.

Tabla 3-10. Datos de flujos de caja con inversión del comité APR

Dato anual con inversión:

Cantidad de usuarios	506
Promedio tarifa mensual	0,42 UF
Ingresos por consumos anuales	2.550,24 UF
Costos fijos anuales	1.233,04 UF
Costos variables anuales	509,51 UF (corregido según Tabla 3-8)
Total Ingresos anuales incluido el beneficio	807,69 UF
IVA	Exento (Según artículo 64 bis ley N° 20.988 de 2017)
Inversión	622,96 UF

Fuente: Elaboración propia basada información financiera libro de contabilidad comité APR

Después de elaborar el flujo de caja anual proyectado a dos años, como se ilustra en la Figura 3-2, se procede a calcular el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) mediante análisis financiero. Estos cálculos se realizan teniendo en cuenta los valores ajustados de la Tabla 3-10.

FLUJO DE CAJA PROYECTADO EN UF A 2 AÑOS			
Concepto	Año 0	Año 1	Año 2
Cantidad usuarios		506	506
Valor promedio cobro en UF mensual		0,42	0,43
Ingresos anuales en UF		2550,24	2610,96
Costos fijos en UF		1233,04	1233,04
Costos variables en UF con beneficio		509,51	509,51
Total Ingreso incluye en UF		807,69	868,41
Inversion en UF	-622,25		
Total Mensual en UF		807,69	868,41
Flujo Neto Caja	-622,25	807,69	868,41
Flujo Caja con beneficio		673,08	603,06
Flujo Caja Acumulado	-622,25	50,82	653,89
Periodos en años	0	1	2
VAN		653,89	> 0
TIR		100%	> TMAR
TMAR %		20%	
PAYBACK		Año 1	

Fuente: Gastos Libro Contabilidad Comité APR El Molino-Los Yuyos

Figura 3-2. Flujo de Caja proyectado a 3 años APR El Molino-Los Yuyos

Utilizando cálculos financieros, se obtiene la siguiente información:

VAN : UF 653,89 > 0

TIR : 100% > 20%

TMAR : 20%

3.9 ESTUDIO DE SENSIBILIDAD DEL PROYECTO:

En el contexto de una planta de agua potable rural, es recomendable realizar un estudio de sensibilidad económica que aborde, al menos, los siguientes ítems: ingresos, costos fijos y costos variables, a continuación, se da una breve explicación por que es importante considerar estos aspectos:

3.9.1 Ingresos:

Los ingresos son cruciales para la sostenibilidad financiera de cualquier empresa, incluida una planta de agua potable rural. Un estudio de sensibilidad en los ingresos permitirá evaluar como cambios en las tarifas o en la demanda afectaran la capacidad de generación de ingresos de la APR.

3.9.2 Costos Fijos:

Los costos fijos representan los gastos que no cambian independientemente de la cantidad de agua producida o vendida. Identificar la sensibilidad de estos costos es esencial para entender como variaciones en la producción o en los ingresos afectarían la rentabilidad de la planta APR.

3.9.3 Costos variables:

Los costos variables están directamente relacionados con la cantidad de agua producida. Un estudio de sensibilidad en los costos variables proporcionaría información sobre como cambios en la producción afectarían los costos operativos y, por ende, su rentabilidad.

En resumen, un estudio de sensibilidad económica considerando a lo menos dos de estas variables, proporcionará una información valiosa sobre como diversos factores pueden afectar la viabilidad financiera de la planta de agua potable, permitiendo tomar decisiones más informadas y adaptativas.

Los siguientes datos del flujo de caja de la Figura 3-2, incluyendo el Valor Actual Neto (VAN), se utilizan para examinar las variaciones de los resultados bajo condiciones distintas.

Valor VAN	653,89	UF
Costos Fijos	1.233,04	UF
Costos Variables	509,51	UF

La Figura 3-3 presenta los resultados del análisis de hipótesis, destacando los objetivos iniciales y los valores tolerantes de las variables. Además, se muestra un cuadro de datos generado con la misma herramienta de cálculo financiero. El propósito principal es proporcionar una comprensión más profunda de la resistencia del proyecto ante diversos escenarios y riesgos potenciales.

Este análisis explora las variaciones en los resultados bajo condiciones diversas, contribuyendo así a una evaluación más completa de la solidez del proyecto frente a diferentes situaciones.

Fuente: Elaboración propia basada en cálculos financieros de hipótesis de Excel

Figura 3-3. Cuadro de sensibilidad del proyecto

3.10 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS:

El análisis económico del proyecto en la planta de agua rural (APR), demuestra una situación financiera positiva durante el período de evaluación de 5 años, según se muestra en la Figura 3-2 del flujo de caja proyectado. La constatación de flujos positivos indica que los ingresos generados superan los gastos, lo que se traduce en beneficios para el proyecto

Al calcular el Valor Actual Neto (VAN) con base en la proyección del flujo de caja, se evidencia un VAN positivo, lo que sugiere la viabilidad financiera del proyecto a lo largo del tiempo. Asimismo, la Tasa Interna de Retorno (TIR) se ha calculado y, si es superior a la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR), esto confirma la rentabilidad del proyecto.

En la Figura 3-3, se presenta una ilustración de la sensibilidad del proyecto ante posibles cambios en variables como costos fijos y variables. Este análisis detallado permite evaluar el impacto de dichas variaciones en los resultados financieros, brindando una comprensión clara de la robustez del proyecto frente a escenarios diversos.

La comparación de la tolerancia al riesgo, en especial en términos de costos fijos versus costos variables, refleja la resistencia del proyecto ante posibles variaciones en estos factores críticos. Este enfoque proporciona una perspectiva integral sobre la solidez del proyecto frente a fluctuaciones y cambios en el entorno económico.

En resumen, el análisis económico respalda la viabilidad y rentabilidad del proyecto de la planta de agua de la APR, destacando la capacidad del mismo para generar ingresos sostenibles y resistir posibles variaciones en factores claves a lo largo del tiempo.

CONCLUSIÓN Y OBSERVACIONES

La evaluación de las alternativas de solución nos muestra que el diseño de un sistema de monitoreo en tiempo real (Alternativa 1), es la opción más viable y beneficiosa. Esta alternativa destaca por su innovación, beneficio significativo para la comunidad y su factibilidad técnica.

Aunque implica costos iniciales, los beneficios a largo plazo superan ampliamente la inversión. La factibilidad de los recursos económicos estatales, a través del Departamento de Obras Hidráulica (DOH), refuerzan la viabilidad de esta alternativa.

La automatización propuesta no solo aborda los problemas actuales de fallas por las interrupciones del servicio y falta de monitoreo, sino también sienta las bases para un sistema de suministro que tenga una resiliencia y sea eficiente, como un proceso de producción.

Se espera que esta iniciativa mejore la satisfacción del cliente, reduzca los costos operativos y contribuya al acceso equitativo del suministro de agua potable, cumpliendo así con los objetivos del Comité de la APR El Molino – Los Yuyos.

BIBLIOGRAFÍA

MANUAL DE CRITERIOS DE DISEÑOS APR. <https://doh.mop.gob.cl/SSR/index.html>

LEY 20.998 <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1100197>

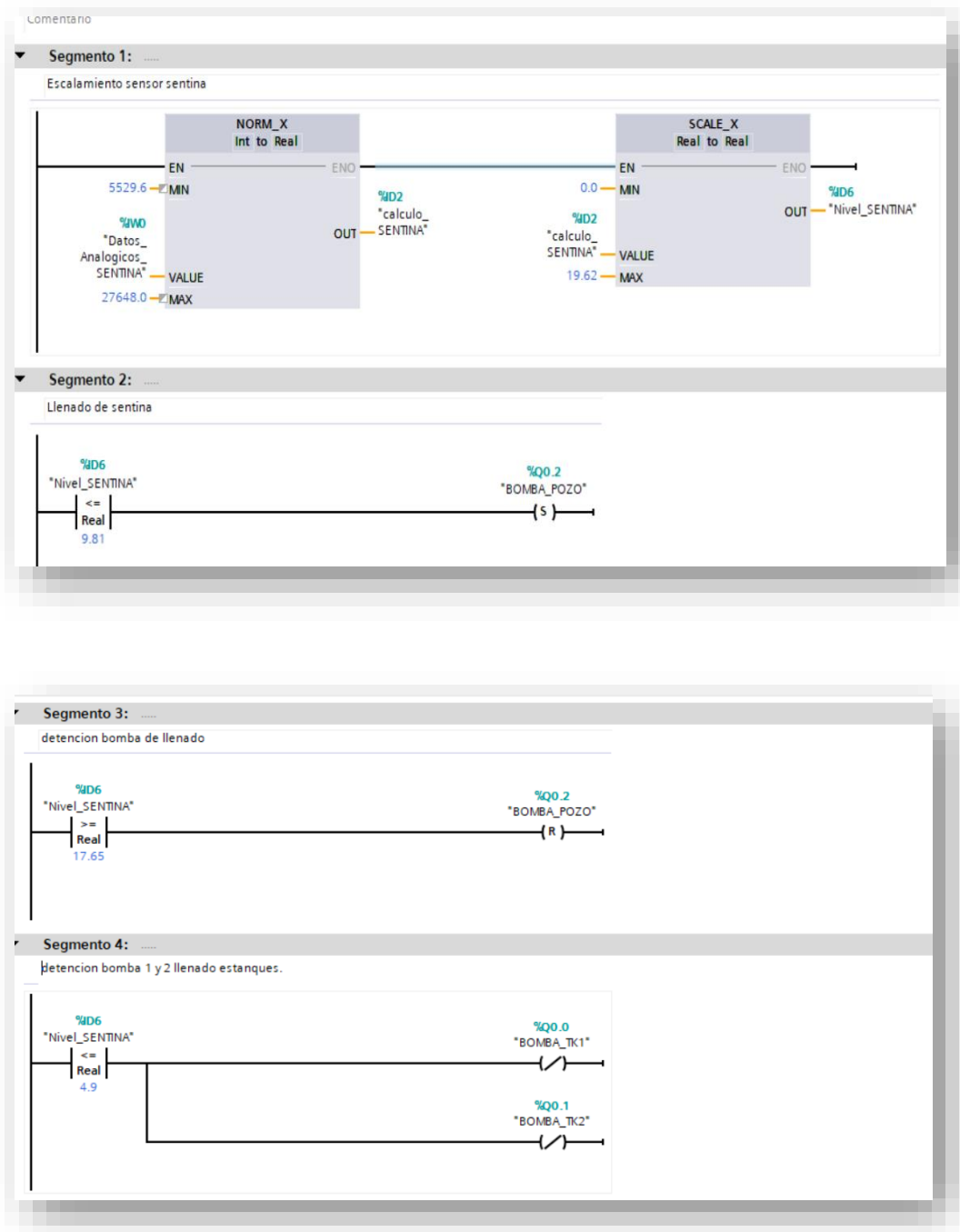
SIEMENS. <https://www.siemens.com/es/es/productos/automatizacion.html>

ANEXOS

Anexo A: Programación del sistema de control automatizado:

PROGRAMACIÓN DEL DISEÑO:

1.- Programa de control de llenado de la sentina



2.- Variables de control de llenado sentina

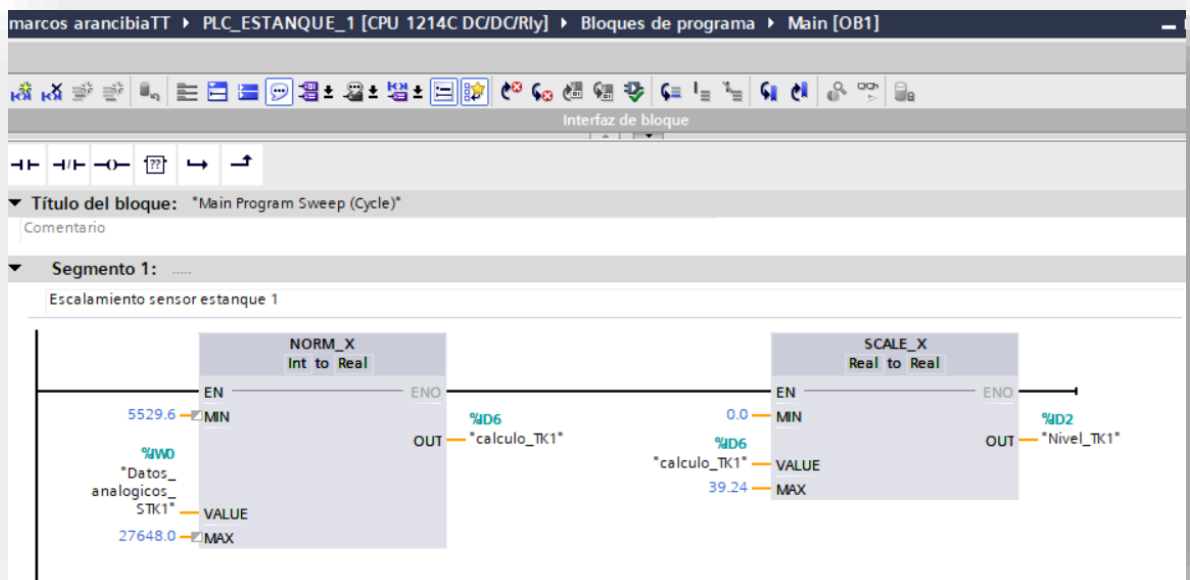
marcos arancibiaTT ▶ PLC_SENTINA [CPU 1214C DC/DC/Rly] ▶ Variables PLC

Variables Constantes de usuario Constantes

Variables PLC

	Nombre	Tabla de variables e...	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Comentario
1	BOMBA_TK1	Tabla de variables e...	Bool	%Q0.0	☐	☒	☒	☒	
2	BOMBA_TK2	Tabla de variables e...	Bool	%Q0.1	☐	☒	☒	☒	
3	BOMBA_POZO	Tabla de variables e...	Bool	%Q0.2	☐	☒	☒	☒	
4	SENSOR_NIVEL_SENTINA	Tabla de variables e...	Bool	%I0.2	☐	☒	☒	☒	
5	Datos_Analogicos_SENTINA	Tabla de variables e...	Int	%IW0	☐	☒	☒	☒	
6	calculo_SENTINA	Tabla de variables e...	Real	%ID2	☐	☒	☒	☒	
7	Nivel_SENTINA	Tabla de variabl...	Real	%ID6	☐	☒	☒	☒	
8	<Agregar>				☐	☒	☒	☒	

3.- Programa de control de llenado estanque 1



4.- Variables de control de llenado estanque 1

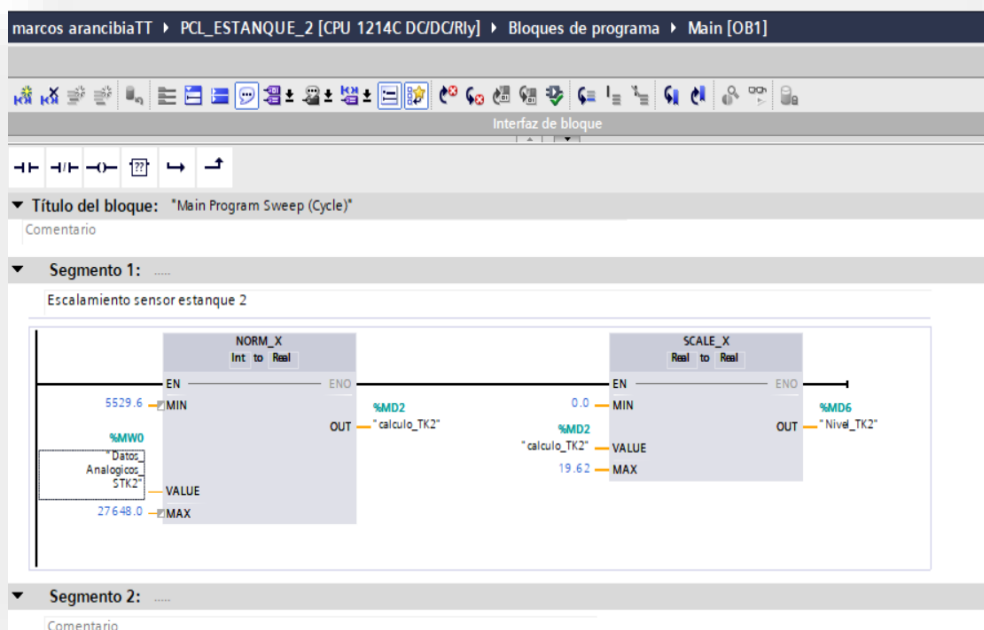
marcos arancibiaTT ▸ PLC_ESTANQUE_1 [CPU 1214C DC/DC/Rly] ▸ Variables PLC ▸ Tabla de variables estándar [33]

Variables Constantes de usuario

Tabla de variables estándar

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Comentario
1	SENSOR_NIVEL_TK1	Bool	%I0.0	☐	☒	☒	☒	
2	Datos_analogicos_STK1	Int	%IW0	☐	☒	☒	☒	
3	Nivel_TK1	Real	%ID2	☐	☒	☒	☒	
4	calculo_TK1	Real	%ID6	☐	☒	☒	☒	
5	<Agregar>			☐	☒	☒	☒	

5.- Programa de control de llenado estanque 2



6.- Variables de control estanque 2

marcos arancibiaTT ▶ PCL_ESTANQUE_2 [CPU 1214C DC/DC/Rly] ▶ Variables PLC ▶ Tabla de variables estándar [36]

Variables Constantes de usuario

Tabla de variables estándar

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Comentario
1	SENSOR_NIVEL_TK2	Bool	%I0.1	☐	☒	☒	☒	
2	Tag_1	Bool	%M0.0	☐	☒	☒	☒	
3	Datos_Analogicos_STK2	Int	%MW0	☐	☒	☒	☒	
4	calculo_TK2	Real	%MD2	☐	☒	☒	☒	
5	Tag_2	Bool	%M0.4	☐	☒	☒	☒	
6	Nivel_TK2	Real	%MD6	☐	☒	☒	☒	
7	<Agrega>			☐	☒	☒	☒	

7.- Block de transmisión datos PLC1 estanque 1 a PLC2 sentina



8.- Configuración PLC1 transmisión Estanque 1

Parámetros de la conexión

General

Local	Interlocutor
Punto final: PLC_ESTANQUE_1 [CPU 1214C DC(DC)Ry]	PLC_SENTINA [CPU 1214C DC(DC)Ry]
Interfaz: PLC_ESTANQUE_1, Interfaz PROFNET_1[X1 : PN(LAN)]	PLC_SENTINA, Interfaz PROFNET_1[X1 : PN(LAN)]
Subred: PNIE_1	PNIE_1
Dirección: 192.168.0.1	192.168.0.4
Tipo de conexión: TCP	
ID de conexión (dec): 1	1
Datos de conexión: PLC_ESTANQUE_1_Send_DB	PLC_SENTINA_Receive_DB
☒ Establecimiento activo de la conexión	☐ Establecimiento activo de la conexión

Anexo B: Sensor de nivel hidrostático SITRANS LH100 Siemens

© Siemens 2021

Medición de presión Transmisores de presión Transmisores monorrango para aplicaciones generales

SITRANS LH100, transmisor de nivel hidrostático

1

Sinopsis



El transmisor de presión SITRANS LH100 consiste en una sonda de inmersión para medición del nivel hidrostático.

El transmisor de presión mide los niveles de líquidos en tanques, depósitos, canales y embalses. El transmisor de presión SITRANS LH100 está disponible para diferentes rangos de medida y opcionalmente también en la versión protegida contra explosión.

Para el fácil montaje ofrecemos una carcasa de conexiones de cables y una pinza de retención como accesorios.

Beneficios

- Diseño compacto
- Fácil montaje
- Escasa desviación de medida (0,3 %)
- Grado de protección IP68

Campo de aplicación

El transmisor de presión SITRANS LH100 se utiliza, entre otros, en los siguientes sectores industriales:

- Construcción naval
- Abastecimiento de aguas/aguas residuales
- Para utilizar en depósitos y pozos sin presión/abiertos

Diseño

El transmisor de presión cuenta con un sensor de cerámica integrado que incluye un puente de resistencias tipo Wheatstone.

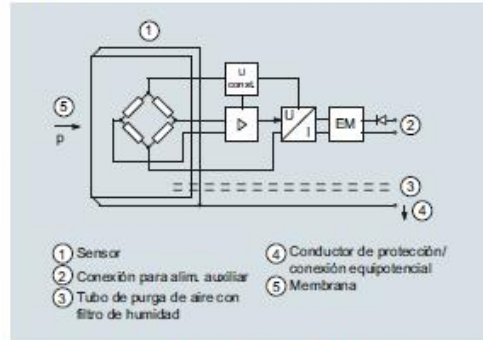
El transmisor de presión está equipado con circuitería electrónica alojada, junto al sensor, en la carcasa de acero inoxidable. El cable de conexión incluye además un tubo de purga de aire con un filtro de humedad que impide la formación de condensado en dicho tubo.

La membrana medidora está protegida de manera eficiente de las influencias exteriores por medio de una cubierta de protección.

El sensor, la electrónica y el cable de conexión están alojados en una carcasa de reducidas dimensiones.

El transmisor de presión está compensado para un amplio rango de temperaturas.

Funciones



Transmisores de presión SITRANS LH100, modo de funcionamiento y esquema de conexión

En un lado del sensor (1) la membrana (5) está sometida a la influencia de una presión hidrostática que es proporcional a la profundidad de inmersión. Esta presión se compara con la presión atmosférica. La compensación de presión se realiza por el tubo de purga de aire (3) integrado en el cable de conexión. El tubo de purga de aire lleva un filtro de humedad que impide la formación de condensado en dicho tubo.

La presión hidrostática de la columna de líquido actúa sobre la membrana del sensor y transmite la presión al puente de Wheatstone del sensor, encargado de medir la resistencia.

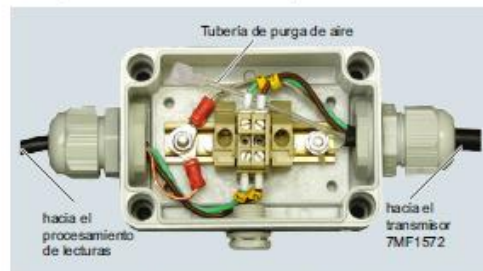
La señal de tensión de salida del sensor es conducida hacia el sistema electrónico, donde se convierte en una señal de corriente de salida equivalente a 4 ... 20 mA.

La conexión del conductor de protección/conexión equipotencial (4) está conectada a la carcasa.

Integración

Por regla general se recomienda conectar el cable de conexión del transmisor SITRANS LH100 en la carcasa opcional y fijarlo también usando la pinza de fijación también opcional. La carcasa de conexión de cables debe instalarse cerca del punto de medición.

Si los medios son otros que el agua, además debe comprobarse la compatibilidad con los materiales especificados del transmisor.



Carcasa de conexión de cable 7MF1572-8AA, abierta, representación esquemática

Medición de presión

Transmisores de presión

Transmisores monorrango para aplicaciones generales

SITRANS LH100, transmisor de nivel hidrostático

1



Instalación del punto de medición, en principio con carcasa de conexiones de cables 7MF1572-8AA y pinza de retención 7MF1572-8AB

Datos técnicos

Transmisores SITRANS LH100 (sonda de inmersión)

Modo de funcionamiento

Principio de medición

piezorresistivo

Entrada

Magnitud medida

Nivel hidrostático

Rango de medida

Presión de servicio máx. adm.

• 0 ... 3 mH₂O (0 ... 9 ftH₂O)

• 1,5 bar (21.8 psi)
(equivalente a 15 mH₂O (45 ftH₂O))

• 0 ... 4 mH₂O (0 ... 12 ftH₂O)

• 1,5 bar (21.8 psi)
(equivalente a 15 mH₂O (45 ftH₂O))

• 0 ... 5 mH₂O (0 ... 15 ftH₂O)

• 1,5 bar (21.8 psi)
(equivalente a 15 mH₂O (45 ftH₂O))

• 0 ... 6 mH₂O (0 ... 18 ftH₂O)

• 1,5 bar (21.8 psi)
(equivalente a 15 mH₂O (45 ftH₂O))

• 0 ... 10 mH₂O (0 ... 30 ftH₂O)

• 3,0 bar (43.5 psi)
(equivalente a 30 mH₂O (90 ftH₂O))

• 0 ... 20 mH₂O (0 ... 60 ftH₂O)

• 5,0 bar (72.5 psi)
(equivalente a 50 mH₂O (150 ftH₂O))

• 0 ... 0,3 bar

• 1,5 bar

• 0 ... 0,4 bar

• 1,5 bar

• 0 ... 0,5 bar

• 1,5 bar

• 0 ... 0,6 bar

• 1,5 bar

• 0 ... 1 bar

• 3,0 bar

• 0 ... 2 bar

• 5,0 bar

Salida

Señal de salida

4 ... 20 mA

Precisión de medida

Según IEC 60770-1

Desviación de medida en caso de ajuste de punto límite, incl. histéresis y repetibilidad

Rango de medida

• 0 ... 3 mH₂O
(0 ... 9 ftH₂O o 0 ... 0,3 bar)

0,5 % del valor superior del rango de medida (típico)

1,0 % del valor superior del rango de medida (máximo)

• para todos los restantes rangos de medida

0,3 % del valor superior del rango de medida (típico)

0,6 % del valor superior del rango de medida (máximo)

Influencia de la temperatura ambiente

Rango de medida

• 3 mH₂O (9 ftH₂O o 0,3 bar)

Cero y alcance

0,45 %/10 K del valor superior del rango de medida

• 4 ... 6 mH₂O
(12 ... 18 ftH₂O o 0,4...0,6 bar)

0,45 %/10 K del valor superior del rango de medida

• > 6 mH₂O
(> 18 ftH₂O o > 0,6 bar)

0,3 %/10 K del valor superior del rango de medida

Estabilidad a largo plazo

Rango de medida

• 3 mH₂O (9 ftH₂O o 0,3 bar)

Cero y alcance

0,4 % del valor superior del rango de medida por año

• 4 ... 6 mH₂O
(12 ... 18 ftH₂O o 0,4...0,6 bar)

0,25 % del valor superior del rango de medida por año

• > 6 mH₂O
(> 18 ftH₂O o > 0,6 bar)

0,2 % del valor superior del rango de medida por año

Medición de presión

Transmisores de presión

Transmisores monorrango para aplicaciones generales

SITRANS LH100, transmisor de nivel hidrostático

1

Condiciones de funcionamiento	
Condiciones ambientales	
• Temperatura de proceso	-10 ... +80 °C (14 ... 176 °F)
• Temperatura de almacenamiento	-40 ... +80 °C (-40 ... +176 °F)
Grado de protección según IEC 60529	IP68
Diseño mecánico	
Peso	
• Transmisor de presión	≈ 0,2 kg (≈ 0,44 lb)
• Cable; longitud máxima de cable 100 m (330 ft)	0,025 kg/m (≈ 0,015 lb/ft)
Conexión eléctrica	Cable de 3 conductores y tubo de purga de aire con filtro de humedad integrado
Material	
• Membrana separadora	Cerámica Al_2O_3 (96%)
• Carcasa	Acero Inox., nº de mat. 1.4404 / 316L FPM (estándar)
• Junta anular	EPDM (opcional)
	PE-HD (estándar)
• Cable de conexión	PE-LD (en versiones con junta de EPDM, apto para agua potable)
Alimentación auxiliar	
Tensión en bornes del transmisor de presión (U_B)	10 ... 33 V DC
	10 ... 30 V DC para transmisor con protección contra explosión "Seguridad intrínseca"
Certificados y aprobaciones	
Homologación para agua potable (ACS)	15 ACC NY 360
EAC	№ TC RU C-DE.7505.B.00732 OC HAHMO «ЛЧБЗ»
Underwriters Laboratories (UL)	2014-11-17 - E344532
El equipo no está sujeto a la Directiva de equipos a presión (DEP 2014/68/UE)	
Protección contra explosión	
• Seguridad intrínseca "i"	IECEx SEV 14.0003 SEV 14 ATEX 0109 II 1 G Ex ia IIC T4 Ga TC RU C-DE.AA87.B.00324
- Marcado	
• EAC Ex	

Carcasa de conexiones de cables	
Campo de aplicación	Para la conexión del cable del transmisor
Diseño mecánico	
Peso	0,2 kg (0,44 lb)
Conexión eléctrica	2 x triple (28 ... 18 AWG)
Entrada de cables	2 x Pg 9
Material de la carcasa	Polycarbonato
Válvula de purga de aire para presión atmosférica	
Condiciones de funcionamiento	
Grado de protección según IEC 60529	IP65

Pinza de retención	
Campo de aplicación	Para la fijación del transmisor
Diseño mecánico	
Peso	0,16 kg (0,35 lb)
Material	Acero galvanizado, poliamida

Medición de presión

Transmisores de presión

Transmisores monorrango para aplicaciones generales

1

SITRANS LH100, transmisor de nivel hidrostático

Datos para selección y pedidos

Referencia

Clave

Transmisores de presión
SITRANS LH100 (sonda de
inmersión)

para medir el nivel hidrostático por
inmersión, Conexión a dos hilos,
4...20 mA, material de carcasa
N.º mat. 1.4404 (316L), célula de
medida cerámica Al_2O_3 , con cable
de PE fijamente montado

➤ Haga clic en la referencia para la
configuración online en el PIA Life
Cycle Portal.

Rango de medida Longitud de
cable

0 ... 3 mH ₂ O ¹⁾	10 m	1 C
0 ... 4 mH ₂ O	10 m	1 D
0 ... 5 mH ₂ O	10 m	1 E
0 ... 6 mH ₂ O	10 m	1 F
0 ... 10 mH ₂ O	20 m	1 H
0 ... 20 mH ₂ O	30 m	1 K
0 ... 9 ftH ₂ O ¹⁾	33 ft	2 C
0 ... 12 ftH ₂ O	33 ft	2 D
0 ... 15 ftH ₂ O	33 ft	2 E
0 ... 18 ftH ₂ O	33 ft	2 F
0 ... 30 ftH ₂ O	66 ft	2 H
0 ... 60 ftH ₂ O	98 ft	2 K
0 ... 0,3 bar ¹⁾	10 m	3 C
0 ... 0,4 bar	10 m	3 D
0 ... 0,5 bar	10 m	3 E
0 ... 0,6 bar	10 m	3 F
0 ... 1 bar	20 m	3 H
0 ... 2 bar	30 m	3 K

Versiones especiales:

Rangos de medida posibles para ver-
siones especiales entre

0 ... 4 mH₂O y 0 ... 30 mH₂O o

0 ... 12 ftH₂O y 0 ... 100 ftH₂O o

0 ... 0,4 bar y 0 ... 3 bar.

Longitud especial del cable/rango de

medida especial

Completar la referencia con "-Z",

añadir la clave y especificar en texto.

Nota: La indicación del rango de
medida Y01 es obligatoriamente
necesaria

Para determinar la máxima longitud
de cable en versiones EX se aplica:

Transmisor:

$C_k = 0,19 \mu F$; $t_k = 0 \mu H$

Cable:

$C_k = 0,19 \text{ nF}$ por metro de cable

$L_k = 1,5 \mu H$ por metro de cable

Deberán tenerse en cuenta los datos
máximos permitidos del alimentador
del transmisor.

3 m (10 ft)	H 1 A
5 m (16 ft)	H 1 B
7 m (23 ft)	H 1 C
10 m (33 ft)	H 1 D
15 m (49 ft)	H 1 E
20 m (66 ft)	H 1 F
25 m (82 ft)	H 1 G
30 m (98 ft)	H 1 H
40 m (131 ft)	H 1 J
50 m (164 ft)	H 1 K
60 m (198 ft) ¹⁾	H 1 L
70 m (231 ft) ¹⁾	H 1 M
80 m (264 ft) ¹⁾	H 1 N
90 m (297 ft) ¹⁾	H 1 P
100 m (330 ft) ¹⁾	H 1 Q

Datos para selección y pedidos

Referencia

Clave

Transmisores de presión
SITRANS LH100 (sonda de
inmersión)

para medir el nivel hidrostático por
inmersión, Conexión a dos hilos,
4...20 mA, material de carcasa
N.º mat. 1.4404 (316L), célula de
medida cerámica Al_2O_3 , con cable
de PE fijamente montado

Material de la junta entre sensor y
carcasa

- FPM (estándar)
- EPDM (para agua potable)

Protección contra explosiones

- Sin
- Con ATEX II 1 G Ex ia IIC T4 Ga y
IECEx Ex ia IIC T4 Ga

Otras versiones

Certificado de control de calidad
(comprobación de características de
5 puntos) según IEC 60770-2;
completar la referencia con "-Z" e
incluir la clave.

Indicación del rango de medida (solo
en longitudes especiales de cable) en
"... a ... mH₂O" o "... a ... ftH₂O" o
"... a ... bar"

Accesorios/piezas de recambio

Carcasa de conexión de cable

para la conexión del cable del trans-
misor

Pinza de retención

para la fijación del transmisor de pre-
sión

Caperuza de protección como
repuesto

(paquete de 10 unidades)

Filtro de humedad como repuesto

(paquete de 10 unidades)

¹⁾ Homologaciones en preparación.

Medición de presión

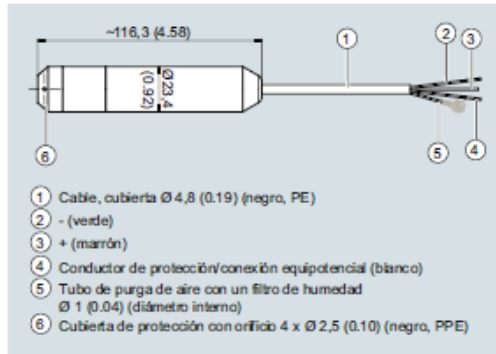
Transmisores de presión

Transmisores monorrango para aplicaciones generales

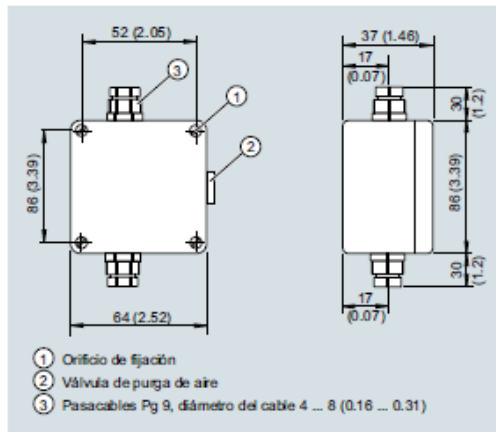
SITRANS LH100, transmisor de nivel hidrostático

1

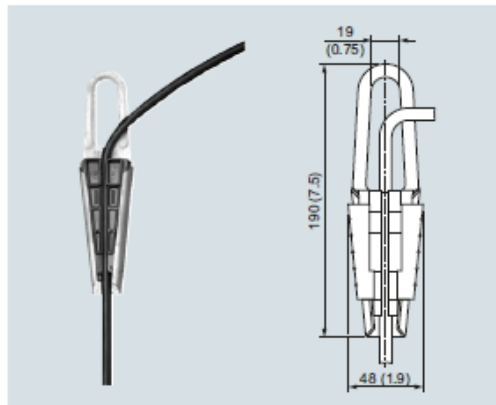
Croquis acotados



Transmisores de presión SITRANS LH100, medidas en mm (pulgadas)



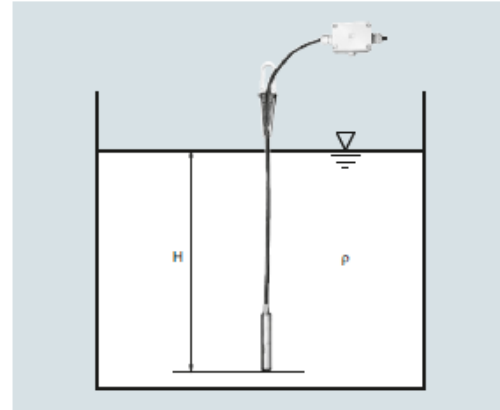
Carcasa de conexiones de cables, medidas en mm (pulgadas)



Pinza de retención, medidas en mm (pulgadas)

Más información

Determinación del rango de medida cuando el medio es agua



Cálculo del rango de medida

$$p = \rho \times g \times H$$

donde:

ρ = densidad del medio
 g = aceleración local de la gravedad
 H = nivel máximo

Ejemplo:

Medio: Agua, $\rho = 1\,000\text{ kg/m}^3$
 Aceleración de la gravedad: $9,81\text{ m/s}^2$
 Valor inferior del rango: 0 m
 Nivel máximo: 6,0 m
 Longitud de cable: 10 m

Cálculo:

$$p = 1\,000\text{ kg/m}^3 \times 9,81\text{ m/s}^2 \times 6,0\text{ m}$$

$$p = 58\,860\text{ N/m}^2$$

$$p = 589\text{ mbar}$$

Transmisor a pedir:

7MF1572-1FA10

en caso de necesidad, carcasa de conexiones de cables
 7MF1572-8AA y pinza de retención 7MF1572-8AB

Anexo C: HMI KTP 700 Siemens

Hoja de datos

6AV2123-2GB03-0AX0



SIMATIC HMI, KTP700 Basic, Basic Panel, Manejo con teclado/táctil, pantalla TFT de 7", 65536 colores, Interfaz PROFINET, configurable a partir de WinCC Basic V13/ STEP 7 Basic V13, incluye software Open Source, que se cede gratuitamente ver CD adjunto

Información general	
Designación del tipo de producto	KTP700 Basic color PN
Display	
Tipo de display	Pantalla TFT panorámica, retroiluminación LED
Diagonal de pantalla	7 in
Achura del display	154,1 mm
Altura del display	85,9 mm
Nº de colores	65 536
Resolución (píxeles)	
• Resolución de imagen horizontal	800 pixel
• Resolución de imagen vertical	480 pixel
Retroiluminación	
• MTBF de la retroiluminación (con 25 °C)	20 000 h
• Retroiluminación variable	Sí
Elementos de mando	
Fuentes de teclado	
• Teclas de función	
— Nº de teclas de función	8
— Nº de teclas de función con LED	0
• Teclas con LED	No
• Teclas del sistema	No
• Teclado numérico	Sí; Teclado en pantalla
• Teclado alfanumérico	Sí; Teclado en pantalla
Manejo táctil	
• Variante con pantalla táctil	Sí; Analógica resistiva
Diseño/montaje	
Posición de montaje	vertical
Montaje en pared/directo	No
Montaje vertical (formato retrato) posible	Sí
Montaje horizontal (formato apaisado) posible	Sí
Máx. ángulo de inclinación permitido sin ventilación externa	35°
Tensión de alimentación	
Tipo de tensión de la alimentación	DC
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	19,2 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	230 mA
Intensidad transitoria de conexión I _p t	0,2 A ² ·s
Potencia	

Consumo de potencia activa, típ.	5,5 W
Procesador	
Tipo de procesador	ARM
Memoria	
Flash	S�
RAM	S�
memoria usable para datos de usuario	10 Mbyte
Tipo de salida	
Acústica	
• Zumbador	S�
• Altavoz	No
Hora	
Reloj	
• Reloj de hardware (en tiempo real)	S�
• Reloj por software	S�
• Respaldo	S�; Duración del búfer t�pica: 6 semanas
• Sincronizable	S�
Interfaces	
N� de interfaces Industrial Ethernet	1
N� de interfaces RS 485	0
N� de interfaces RS 422	0
N� de interfaces RS 232	0
N� de interfaces USB	1; hasta máx. 16 GB
N� de interfaces 20 mA (TTY)	0
N� de interfaces paralelas	0
N� de otras interfaces	0
Número de slot para tarjetas SD	0
Con interfaces a SW	No
Industrial Ethernet	
• LED de estado Industrial Ethernet	2
Protocolos	
PROFINET	S�
Soporta protocolo para PROFINET IO	No
IRT	No
PROFIBUS	No
Soporta protocolo para EtherNet/IP	S�
MPI	No
Protocolos (Ethernet)	
• TCP/IP	S�
• DHCP	S�
• SNMP	S�
• DCP	S�
• LLDP	S�
Propiedades WEB	
• HTTP	No
• HTML	No
Funcionamiento redundante	
Redundancia del medio	
— MRP	No
Otros protocolos	
• CAN	No
• MODBUS	S�; Modicon (MODBUS TCP/IP)
Alarmas/diagnósticos/información de estado	
Diagnósticos	
• Se puede leer la información de diagnóstico	No
CEM	
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
• Clase de límite A, para aplicación en la industria	S�
• Clase de límite B, para aplicación en el ámbito residencial	No
Grado de protección y clase de protección	

IP (frontal)	IP65
IP (lado posterior)	IP20
NEMA (frontal)	
• Enclosure Type 4 en el frente	Sí
• Enclosure Type 4x en el frente	Sí
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Sí
cULus	Sí
RCM (anteriormente C-TICK)	Sí
Homologación KC	Sí
Uso en atmósfera potencialmente explosiva	
• ATEX zona 2	No
• ATEX zona 22	No
• IECEx Zone 2	No
• IECEx Zone 22	No
• cULus Class I zona 1	No
• cULus Class I zona 2, división 2	No
• FM Class I Division 2	No
Homologaciones navales	
• Germanischer Lloyd (GL)	Sí
• American Bureau of Shipping (ABS)	Sí
• Bureau Veritas (BV)	Sí
• Det Norske Veritas (DNV)	Sí
• Lloyds Register of Shipping (LRS)	Sí
• Nippon Kaiji Kyokai (Class NK)	Sí
• Polski Rejestr Statkow (PRS)	No
• Chinese Classification Society (CCS)	No
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente en servicio	
En servicio (montaje vertical)	
— en posición de montaje vertical, mín.	0 °C
— en posición de montaje vertical, máx.	50 °C
En servicio (máx. ángulo de inclinación)	
— con ángulo máx. de inclinación, mín.	0 °C
— con ángulo máx. de inclinación, máx.	40 °C
En servicio (montaje vertical, formato retrato)	
— en posición de montaje vertical, mín.	0 °C
— en posición de montaje vertical, máx.	40 °C
En servicio (máx. ángulo de inclinación, formato retrato)	
— con ángulo máx. de inclinación, mín.	0 °C
— con ángulo máx. de inclinación, máx.	35 °C
Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
• mín.	-20 °C
• máx.	60 °C
Humedad relativa del aire	
• En servicio máx.	90 %; sin condensación
Sistemas operativos	
propietarios	Sí
Sistema operativo preinstalado	
• Windows CE	No
configuración / título	
Ventana de avisos	Sí
Sistema de alarmas (con búfer y confirmación)	Sí
Representación de valores de proceso (salida)	Sí
Especificación de valores de proceso (entrada) posible	Sí
Administración de recetas	Sí
Software de configuración	
• STEP 7 Basic (TIA Portal)	Sí; vía WinCC Basic (TIA Portal) integrado
• STEP 7 Professional (TIA Portal)	Sí; vía WinCC Basic (TIA Portal) integrado
• WinCC flexible Compact	No

• WinCC flexible Standard	No
• WinCC flexible Advanced	No
• WinCC Basic (TIA Portal)	Sí
• WinCC Comfort (TIA Portal)	Sí
• WinCC Advanced (TIA Portal)	Sí
• WinCC Professional (TIA Portal)	Sí
Idiomas	
Idiomas online	
• Número de idiomas online/runtime	10
Idiomas	
• Idiomas por proyecto	32
Funcionalidad bajo WinCC (TIA Portal)	
Librerías	Sí
Aplicaciones/opciones	
• Navegador web	Sí
• SIMATIC WinCC Sm@rtServer	Sí; Disponible con WinCC (TIA Portal) V14 o superior
Nº de scripts Visual Basic	No
Planificador de tareas	
• controlada por tiempo	No
• controlada por tarea	Sí
Sistema de ayuda	
• Nº de caracteres por texto informativo	500
Sistema de avisos	
• Nº de clases de avisos	32
• Avisos de bit	
— Nº de avisos de bit	1 000
• Avisos analógicos	
— Nº de avisos analógicos	25
• Método de numeración de avisos S7	No
• Avisos del sistema HMI	Sí
• avisos de sistema de otros (SIMATIC S7, SINUMERIK, SIMOTION, ...)	Sí; Buffer de avisos del sistema SIMATIC S7-1200 y S7-1500
• Valores de caracteres por aviso	80
• Valores de proceso por aviso	8
• Grupos de confirmación	Sí
• Indicador de avisos	Sí
• Búfer de avisos	
— Nº de entradas	256
— Búfer circular	Sí
— remanente	Sí
— libre de mantenimiento	Sí
Administración de recetas	
• Número de recetas	50
• Registros por receta	100
• Entradas por registro	100
• Tamaño de la memoria de recetas interna	256 kbyte
• Memoria de recetas ampliable	No
Variables	
• Nº de variables por equipo	800
• Nº de variables por sinóptico	100
• Valores límite	Sí
• Multiplexar	Sí
• Estructuras	No
• Matrices	Sí
Imágenes	
• Número de imágenes configurables	250
• Ventana permanente/platilla	Sí
• Imagen global	Sí
• Imágenes emergentes	No
• Imágenes deslizables	No
• Selección de imagen vía PLC	Sí

• N° de imagen en el PLC	Sí
Objetos gráficos	
• Número de objetos por imagen	100
• Campos de texto	Sí
• Campos de E/S	Sí
• Campos de E/S gráficos (lista de gráficos)	Sí
• Campos de E/S simbólicos (lista de textos)	Sí
• Campos de fecha/hora	Sí
• Interruptores	Sí
• Botones	Sí
• Visor de gráficos	Sí
• Iconos	Sí
• Objetos geométricos	Sí
Objetos gráficos complejos	
• Número de objetos complejos por imagen	10
• Visor de avisos	Sí
• Visor de curvas	Sí
• Visor de usuarios	Sí
• Estado/forzado	No
• Visor Sm@rtClient	No
• Visor de recetas	Sí
• Visor de curvas f(x)	No
• Visor de diagnóstico del sistema	Sí; Buffer de avisos del sistema SIMATIC S7-1200 y S7-1500
• Media Player	No
• Navegador HTML	Sí
• Visor de PDF	No
• Visor de cámara IP	No
• Barras	Sí
• Deslizadores	No
• Instrumentos de aguja	No
• Reloj analógico/digital	No
Listas	
• N° de listas de textos por proyecto	300
• N° de entradas por lista de textos	100
• N° de listas gráficas por proyecto	100
• N° de entradas por lista gráfica	100
Registro histórico	
• N° de archivos históricos por equipo	2; Un archivo de avisos y un archivo de valores del proceso
• N° de entradas por archivo histórico	10 000
• Archivo (registro histórico) de avisos	Sí
• Archivo de valor de proceso	Sí
• Métodos de archivado	
— Archivo secuencial	Sí
— Archivo cíclico	Sí
• Ubicación	
— Tarjeta de memoria	No
— Memoria USB	Sí
— Ethernet	No
• Formato de archivo de datos	
— CSV	No
— TXT	Sí
— RDB	No
Seguridad	
• Número de grupos de usuarios	50
• Número de derechos de usuario	32
• Número de usuarios	50
• Exportación/importación de contraseñas	Sí
• SIMATIC Logon	No
Juegos de caracteres	
• Fuentes de teclado	
— USA (Inglés)	Sí

Transferencia (carga/descarga)	
• MPI/PROFIBUS DP	No
• USB	No
• Ethernet	Sí
• mediante soporte de memoria externo	Sí
Acoplamiento al proceso	
• S7-1200	Sí
• S7-1500	Sí
• S7-200	Sí
• S7-300/400	Sí
• LOGO!	Sí
• Win AC	Sí
• SINUMERIK	Sí; No se puede acceder a datos NCK
• SIMOTION	Sí
• Allen Bradley (EtherNet/IP)	Sí
• Allen Bradley (DF1)	No
• Mitsubishi (MC TCP/IP)	Sí
• Mitsubishi (FX)	No
• OMRON (FINS TCP)	No
• OMRON (LINK/MultiLink)	No
• Modicon (Modbus TCP/IP)	Sí
• Modicon (Modbus)	No
Herramientas/auxiliares para configuración	
• Backup/Restore	Sí
• Backup/Restore automáticos	No
• Simulación	Sí
• Conmutación de dispositivo	Sí
Periferia/Opciones	
Impresora	No
Tarjeta de memoria MM SIMATIC HMI: Multi Media Card	No
Tarjeta de memoria SD SIMATIC HMI: Tarjeta de memoria Secure Digital	No
Tarjeta de memoria CF SIMATIC HMI Tarjeta Compact Flash	No
Memoria USB	Sí
SIMATIC IPC USB-Flashdrive (lápiz USB)	Sí
Lápiz de memoria USB SIMATIC HMI (lápiz USB)	Sí
Elementos mecánicos/material	
Material de la caja (en el frente)	
• Plástico	Sí
• Aluminio	No
• Acero inoxidable	No
Dimensiones	
Ancho del frente de la caja	214 mm
Altura del frente de la caja	158 mm
Recorte para montaje, ancho	197 mm
Recorte para montaje, Altura	141 mm
Profundidad de montaje	39 mm
Pesos	
Peso (sin embalaje)	780 g
peso (con embalaje)	990 g
Última modificación:	11/9/2023 

Anexo D: Punto acceso estacion base Ubiquiti Rocket M900

DATASHEET

rocket[™]

Powerful 2x2 MIMO airMAX[®] BaseStation

Models: M5, M3, M365, M2, M900

Advanced Software Technology to Maximize Performance

Plug and Play Integration with airMAX Antennas

Frequency and Channel Flexibility

Overview

Featuring mix-and-match industrial design, the Rocket® is a Ubiquiti Networks® airMAX® BaseStation that supports speeds of up to 150+ Mbps real TCP/IP throughput. It is ideal for deployment in Point-to-Point (PtP) bridging or Point-to-MultiPoint (PtMP) airMAX applications.

Flexibility

The Rocket is available in several frequency models: 900 MHz, 2.4 GHz, 3/3.65 GHz, and 5 GHz, to support your specific application. You have the freedom to locate, deploy, and operate the Rocket in these unlicensed bands (subject to local country regulations).

The Rocket allows for a high degree of flexibility in configuring channel bandwidths: 2, 3, 5, 8, 10, 20, 25, 30, and/or 40 MHz, depending on the specific product model and local country regulations.

Plug and Play Integration

Rocket radios and airMAX antennas have been designed to seamlessly work together. Every airMAX Sector, RocketDish™, Omni, or Yagi antenna has a built-in Rocket mount, so installation requires no special tools. Snap the Rocket securely into place and mount the antenna; then you have the optimal combination of Rocket radio and airMAX antenna for your PtP or PtMP application.

airMAX Technology Included

Unlike standard Wi-Fi protocol, Ubiquiti's Time Division Multiple Access (TDMA) airMAX protocol allows each client to send and receive data using pre-designated time slots scheduled by an intelligent AP controller.

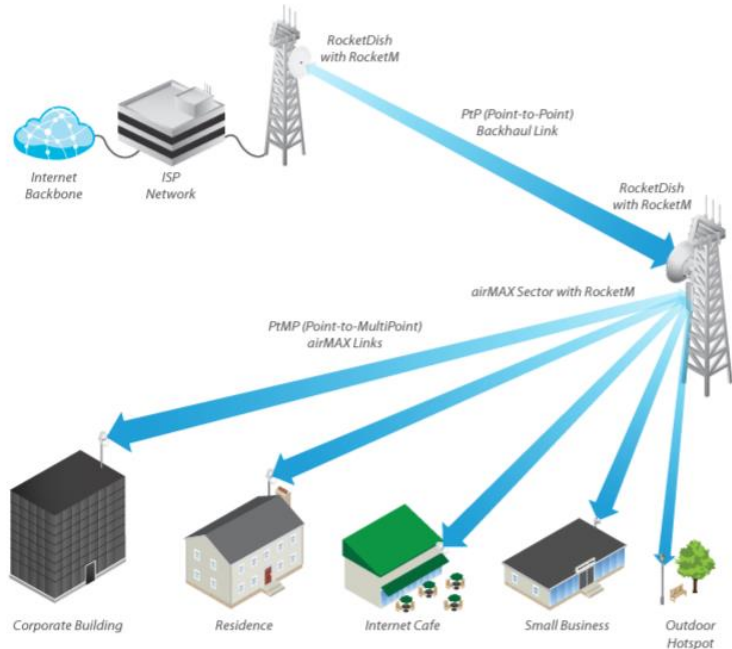
This time slot method eliminates hidden node collisions and maximizes airtime efficiency. It provides many magnitudes of performance improvements in latency, throughput, and scalability compared to all other outdoor systems in its class.

Intelligent QoS Priority is given to voice/video for seamless streaming.

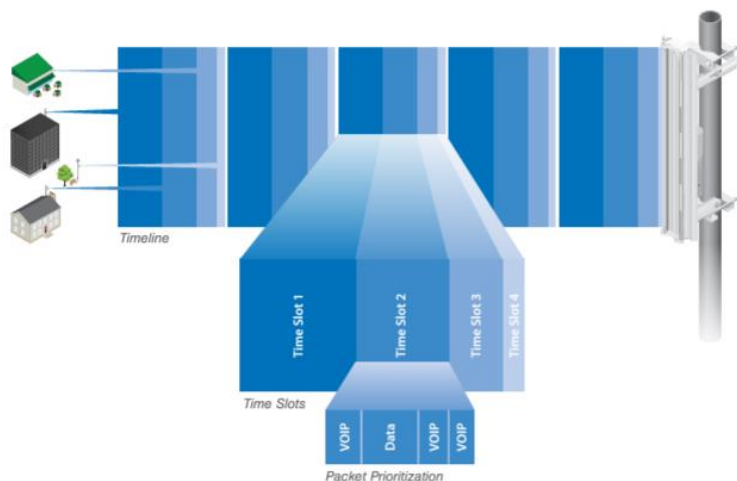
Scalability High capacity and scalability.

Long Distance Capable of high-speed, carrier-class links.

Application Example



airMAX TDMA Technology



Up to 100 airMAX stations can be connected to an airMAX Sector; four airMAX stations are shown to illustrate the general concept.

Software

airOS®

Built upon an intuitive user interface foundation, airOS® 5 is an advanced operating system for Ubiquiti airMAX M Series products.

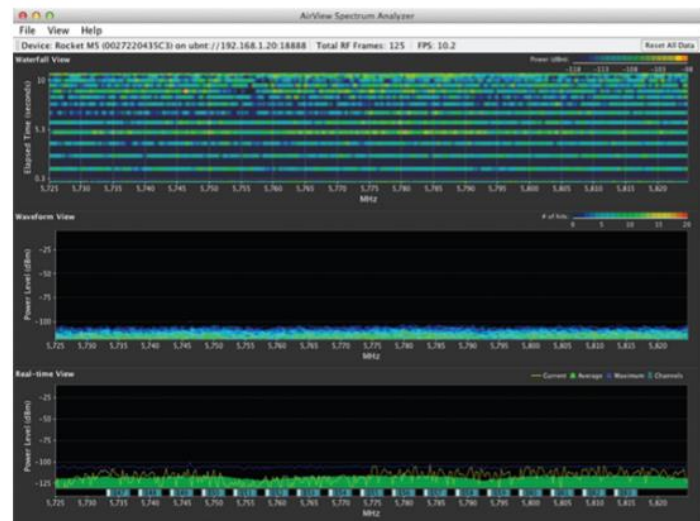
- airMAX Protocol Support
- Long-Range PtP Link Mode
- Transmit Power Control: Automatic/Manual
- Automatic Distance Selection (ACK Timing)
- Device Statistics
- Diagnostic Tools



airView®

Integrated on all Ubiquiti M products, airView® provides advanced spectrum analyzer functionality: waterfall, waveform, and real-time spectral views allow operators to identify noise signatures and plan their networks to minimize noise interference.

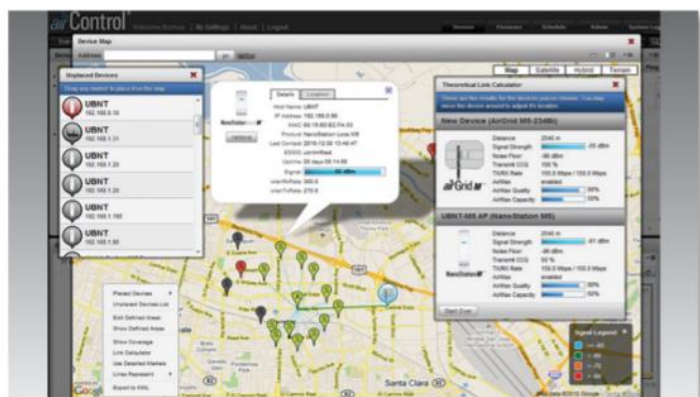
- **Waterfall** Aggregate energy over time for each frequency.
- **Waveform** Aggregate energy collected.
- **Real-time** Energy is shown in real time as a function of frequency.
- **Recording** Automate airView to record and report results.



airControl®

airControl® is a powerful and intuitive, web-based server network management application, which allows operators to centrally manage entire networks of Ubiquiti devices.

- Network Map
- Monitor Device Status
- Mass Firmware Upgrade
- Web UI Access
- Manage Groups of Devices
- Task Scheduling



Antenna Compatibility



RocketM9



RocketM2

RocketM3
RocketM365

RocketM5

Frequency Band

	900 MHz	2.4 GHz	3/3.65 GHz	5 GHz
 Sector	AM-9M13	AM-V2G-Ti AM-2G15-120 AM-2G16-90	AM-3G18-120	AM-V5G-Ti AM-M-V5G-Ti AM-5G16-120 AM-5G17-90 AM-5G19-120 AM-5G20-90 AM-5AC21-60 AM-5AC22-45
 Rocket Dish		RD-2G24	RD-3G26	RD-5G31-AC RD-5G30-LW RD-5G30 RD-5G34
 Omni		AMO-2G10 AMO-2G13	AMO-3G12	AMO-5G10 AMO-5G13
 Yagi	AMY-9M16			

Specifications

rocket M9

M900	
Dimensions	160 x 80 x 30 mm (6.30 x 3.15 x 1.18")
Weight	500 g (1.1 lb)
Power Supply	24V, 1A PoE Adapter
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)
Max. Power Consumption	6.5W
Operating Frequency	902 - 928 MHz
Processor	MIPS 24Kc
Memory	64 MB SDRAM, 8 MB Flash
Networking Interface	(1) 10/100 Mbps
RF Connections	(2) RP-SMA (Waterproof)
LEDs	Power, Ethernet, (4) Signal Strength
Enclosure Characteristics	Outdoor UV Stabilized Plastic
ESD/EMP Protection	± 24KV Air / Contact
Operating Temperature	-30 to 75° C (-22 to 167° F)
Operating Humidity	5 to 95% Noncondensing
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4
Wireless Approvals	FCC, IC, CE
RoHS Compliance	Yes
Modes	Access Point, Station
Services	Web Server, SNMP, SSH Server, Telnet, Ping Watchdog, DHCP, NAT, Bridging, Routing
Utilities	Antenna Alignment Tool, Discovery Utility, Site Survey, Ping, Traceroute, Speed Test
Distance Adjustment	Dynamic Ack and Ackless Mode
Power Adjustment	Software Adjustable UI or CL
Security	WPA2 AES Only
QoS	Supports Packet Level Classification WMM and User Customer Level: High/Medium/Low
Statistical Reporting	Up Time, Packet Errors, Data Rates, Wireless Distance, Ethernet Link Rate
Other	Remote Reset Support, Software Enabled/Disabled, VLAN Support, 64QAM, 3/5/8/10/20 MHz Channel Width Support
Ubiquiti Specific Features	airMAX Mode, Traffic Shaping with Burst Support, Discovery Protocol, Frequency Band Offset, Ackless Mode

M900 Output Power: 28 dBm							
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
airMAX	MCS0	28 dBm	± 2 dB	airMAX	MCS0	-96 dBm	± 2 dB
	MCS1	28 dBm	± 2 dB		MCS1	-95 dBm	± 2 dB
	MCS2	28 dBm	± 2 dB		MCS2	-92 dBm	± 2 dB
	MCS3	28 dBm	± 2 dB		MCS3	-90 dBm	± 2 dB
	MCS4	28 dBm	± 2 dB		MCS4	-86 dBm	± 2 dB
	MCS5	24 dBm	± 2 dB		MCS5	-83 dBm	± 2 dB
	MCS6	22 dBm	± 2 dB		MCS6	-77 dBm	± 2 dB
	MCS7	21 dBm	± 2 dB		MCS7	-74 dBm	± 2 dB
	MCS8	28 dBm	± 2 dB		MCS8	-95 dBm	± 2 dB
	MCS9	28 dBm	± 2 dB		MCS9	-93 dBm	± 2 dB
	MCS10	28 dBm	± 2 dB		MCS10	-90 dBm	± 2 dB
	MCS11	28 dBm	± 2 dB		MCS11	-87 dBm	± 2 dB
	MCS12	28 dBm	± 2 dB		MCS12	-84 dBm	± 2 dB
	MCS13	24 dBm	± 2 dB		MCS13	-79 dBm	± 2 dB
	MCS14	22 dBm	± 2 dB		MCS14	-78 dBm	± 2 dB
	MCS15	21 dBm	± 2 dB		MCS15	-75 dBm	± 2 dB



Specifications are subject to change. Ubiquiti products are sold with a limited warranty described at: www.ui.com/support/warranty. The limited warranty requires the use of arbitration to resolve disputes on an individual basis, and, where applicable, specify arbitration instead of jury trials or class actions.

©2011-2020 Ubiquiti Inc. All rights reserved. Ubiquiti, Ubiquiti Networks, the Ubiquiti U logo, the Ubiquiti beam logo, airControl, airMAX, airOS, airView, Rocket, and RocketDish are trademarks or registered trademarks of Ubiquiti Inc. in the United States and in other countries. All other trademarks are the property of their respective owners.



Models

The Rocket enclosure is built to survive harsh environments and fits the Rocket mount built into every airMAX antenna. Pair the Rocket with the appropriate antenna for your PtP link or PtMP network.



rocket M5

The 5 GHz frequency band is free to use, worldwide, offers plentiful spectrum, and works well for long-distance links. However, 5 GHz signals have more difficulty passing through obstacles than lower-frequency signals.



rocket M3 / M365

The 3.65 GHz frequency band is noise-free in most areas; however, its use requires a license. There may be additional restrictions on its use depending on local country regulations.



rocket M2

The 2.4 GHz frequency band is free to use, worldwide; however, it is crowded due to interference from other wireless devices. Also, there are only three non-overlapping, 20 MHz channels available for use.



rocket M9

The 900 MHz frequency band has a higher tolerance for obstacles that may obstruct line of sight; however, noise levels are typically higher. Also, its use may require a license in some parts of the world.

Anexo E: Antena estación base Ubiquiti Airmax 900MHz



Ficha técnica

airMAX[®] Sector

Antena sectorial de estación base MIMO 2x2

Modelos: AM-9M13, AM-2G15-120, AM-2G16-90, AM-3G18-120,
AM-5G16-120, AM-5G17-90, AM-5G19-120, AM-5G20-90

Alto rendimiento, largo alcance

Se integra a la perfección con Rocket[®] Radio

Excelente aislamiento de polarización cruzada



Descripción general

La antena sectorial airMAX® es una antena sectorial MIMO de doble polaridad 2x2 de clase portadora que fue diseñada para integrarse perfectamente con los radios Rocket (Rocket se vende por separado).

A la derecha hay un ejemplo de cómo se puede implementar la antena sectorial airMAX en una red punto a multipunto (PtMP).

Flexibilidad

Para respaldar su aplicación específica, la antena sectorial airMAX está disponible en varios modelos de frecuencia:

- 900 MHz
- 2,4 GHz
- 3 GHz
- 5 GHz

Alto rendimiento

Altamente resistente a la interferencia de ruido, la antena sectorial airMAX proporciona una ganancia superior y un rendimiento de haz para redes multipunto de alta capacidad.

Construcción duradera

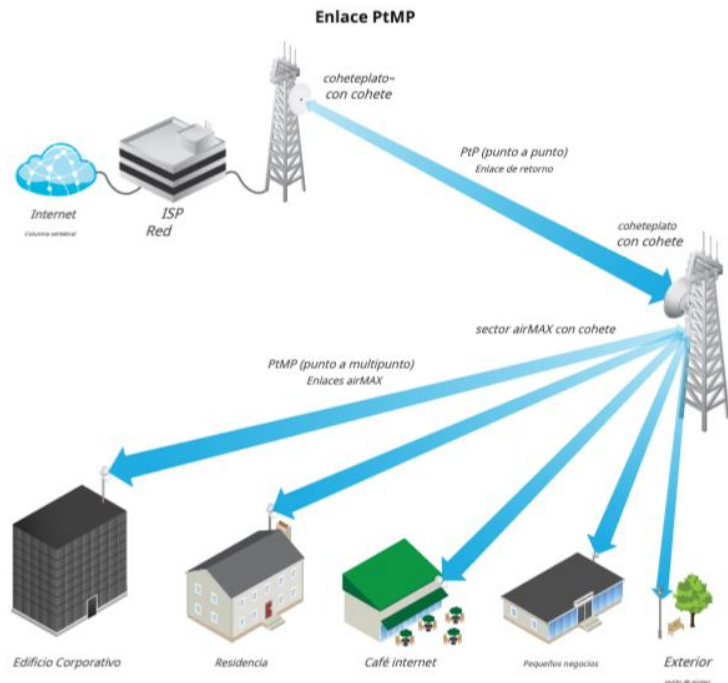
Cada antena sectorial airMAX está diseñada con un diseño mecánico robusto para uso en aplicaciones al aire libre.

Integración Plug and Play

Cada antena sectorial airMAX tiene un soporte de cohete incorporado, por lo que la instalación no requiere herramientas especiales. Encaje el Rocket de forma segura en su lugar y monte la antena; entonces tiene la combinación óptima de Rocket radio y airMAX Sector Antenna para su aplicación.

Empareje la radio Rocket con la antena sectorial airMAX para crear una potente estación base. Esta combinación versátil brinda a los arquitectos de redes una flexibilidad y comodidad sin igual.

Ejemplo de aplicación



La combinación de la antena sectorial airMAX con una radio Rocket brinda cobertura en todo el sector y utiliza la tecnología airMAX para brindar rendimiento y potencia de clase portadora.

Radio cohete con AM-5G20-90

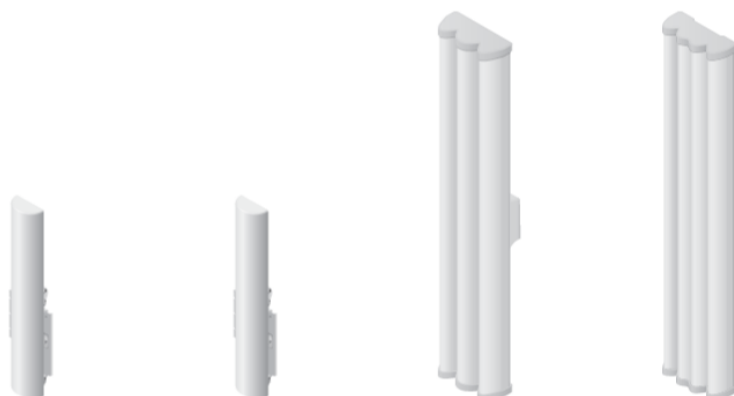


El Rocket encaja en la montura Rocket integrada con facilidad.

Comparación de modelos



	AM-9M13	AM-2G15-120	AM-2G16-90	AM-3G18-120
Banda de frecuencia	900 MHz	2,4 GHz	2,4 GHz	3 GHz
Ganancia	13 dBi	15 dBi	16 dBi	18 dBi

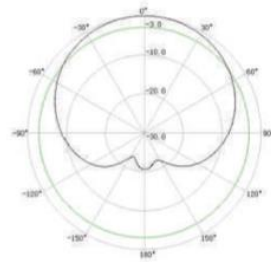


	AM-5G16-120	AM-5G17-90	AM-5G19-120	AM-5G20-90
Banda de frecuencia	5 GHz	5 GHz	5 GHz	5 GHz
Ganancia	16 dBi	17 dBi	19 dBi	20 dBi

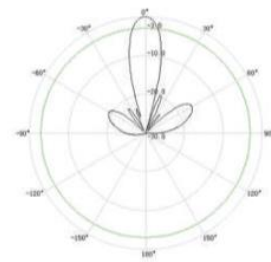
Información de la antena AM-9M13



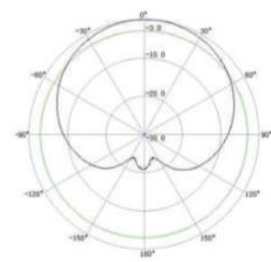
Acimut vertical



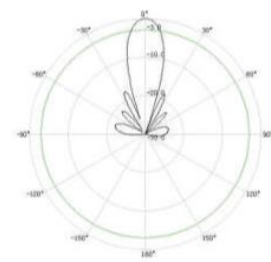
Elevación vertical



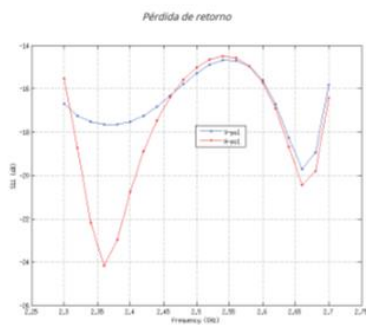
Acimut horizontal



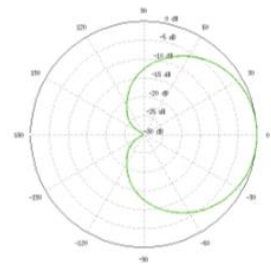
Elevación Horizontal



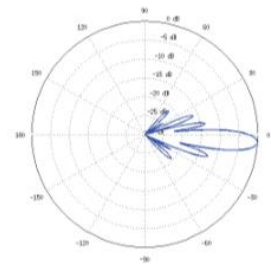
Información de la antena AM-2G15-120



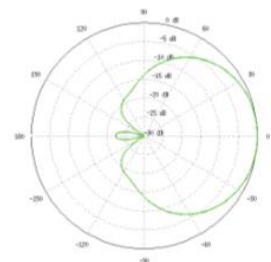
Acimut vertical



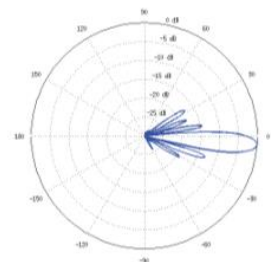
Elevación vertical



Acimut horizontal



Elevación Horizontal



Anexo F : Antena Ubiquiti Airmax Nano Bridge M900 Con reflector

NanoBridge[®] M

High-Performance airMAX[®] Bridge

Models: NBM9, NB-2G18, NBM3, NBM365

High Performance, Long Range

Completely Integrated CPE in Antenna Feed

Easy Assembly and Installation



Overview

With the NanoBridge®, Ubiquiti Networks pioneered the all-in-one design for an airMAX® product functioning as a CPE (Customer Premises Equipment).

The NanoBridge combines Ubiquiti's InnerFeed® and airMAX technologies to create a simple, yet powerful wireless unit capable of up to 100+ Mbps real outdoor throughput and up to 30+ km range.

InnerFeed Technology

Ubiquiti's revolutionary InnerFeed technology integrates the radio into the feedhorn of an antenna, so there is no need for a cable*. This improves performance because it eliminates cable losses.

Providing high performance and robust all-in-one mechanical design at a low cost, the NanoBridge is extremely versatile and cost-effective to deploy.

airMAX Technology

Unlike standard Wi-Fi protocol, Ubiquiti's Time Division Multiple Access (TDMA) airMAX protocol allows each client to send and receive data using pre-designated time slots scheduled by an intelligent AP controller.

This "time slot" method eliminates hidden node collisions and maximizes airtime efficiency. It provides significant performance improvements in latency, throughput, and scalability compared to all other outdoor systems in its class.

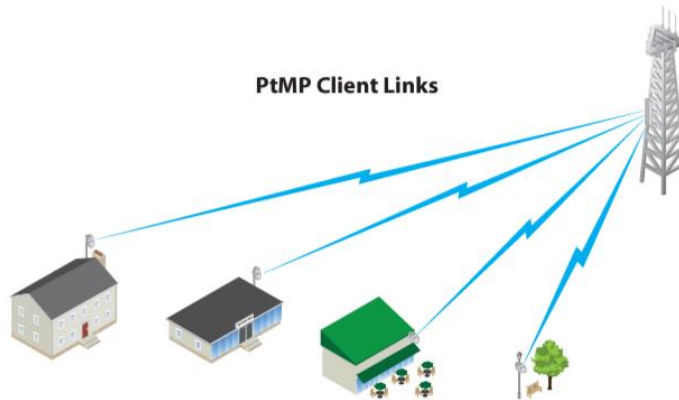
Intelligent QoS Priority is given to voice/video for seamless streaming.

Scalability High capacity and scalability.

Long Distance Capable of high-speed, carrier-class links.

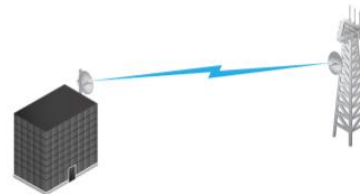
Application Examples

PtMP Client Links



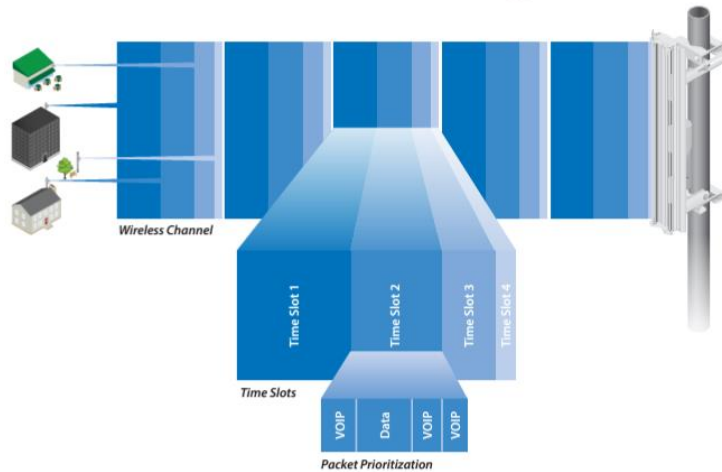
The NanoBridge used as a CPE device for each client in an airMAX PtMP network.

PtP Link



Use a NanoBridge on each side of a PtP link.

airMAX TDMA Technology



Up to 100 airMAX stations can be connected to an airMAX Sector; four airMAX stations are shown to illustrate the general concept.

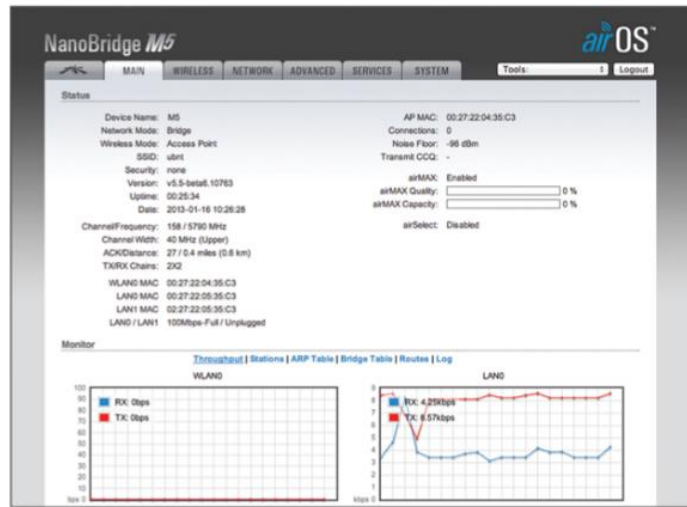
* NanoBridgeM2 model only.

Software

airOS®

airOS® is an intuitive, versatile, highly developed Ubiquiti® firmware technology. It is exceptionally intuitive and was designed to require no training to operate. Behind the user interface is a powerful firmware architecture, which enables high-performance, outdoor multi-point networking.

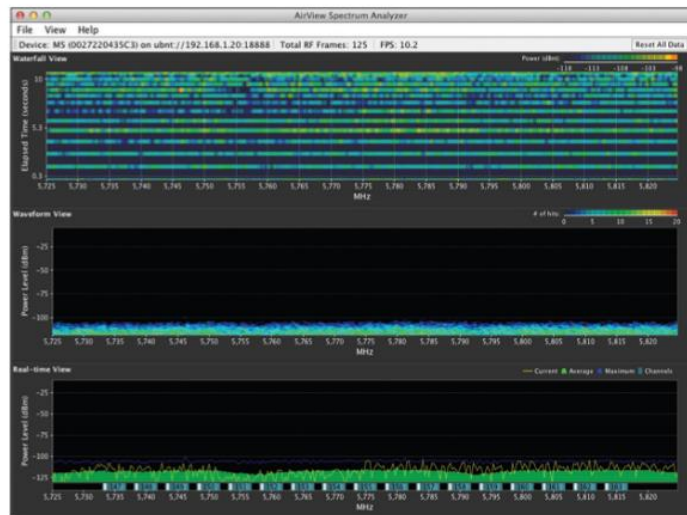
- Protocol Support
- Ubiquiti Channelization
- Spectral Width Adjustment
- ACK Auto-Timing
- AAP Technology
- Multi-Language Support



airView®

Integrated on all Ubiquiti M products, airView® provides advanced spectrum analyzer functionality: waterfall, waveform, and real-time spectral views allow operators to identify noise signatures and plan their networks to minimize noise interference.

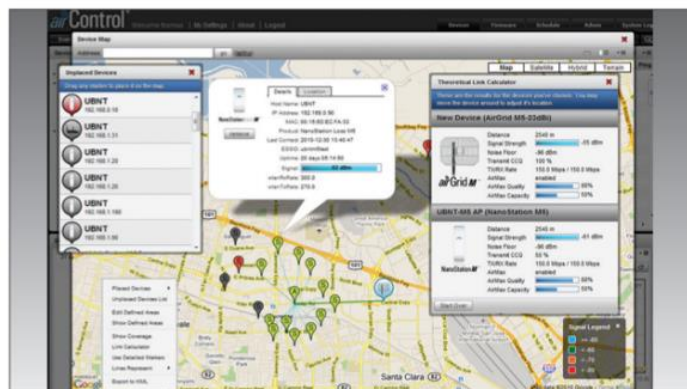
- **Waterfall** Aggregate energy over time for each frequency.
- **Waveform** Aggregate energy collected.
- **Real-time** Energy is shown in real time as a function of frequency.
- **Recording** Automate airView to record and report results.



airControl®

airControl® is a powerful and intuitive, web-based server network management application, which allows operators to centrally manage entire networks of Ubiquiti devices.

- Network Map
- Monitor Device Status
- Mass Firmware Upgrade
- Web UI Access
- Manage Groups of Devices
- Task Scheduling



Models



NanoBridge *M9*

Model	Frequency	Gain
NBM9	900 MHz	10.6 - 11.3 dBi



NanoBridge *M2*

Model	Frequency	Gain
NB-2G18	2.4 GHz	18 dBi



NanoBridge *M3* NanoBridge *M365*

Model	Frequency	Gain
NBM3	3.3 - 3.7 GHz	21.5 - 22.5 dBi
NBM365	3.65 - 3.675 GHz	21.5 - 22.5 dBi

Hardware Overview

- **Offset dish design** The NBM9, NBM3, and NBM365 models feature an offset design that places the antenna feed out of the signal path. This design minimizes feed blockage which provides better sidelobe control and reduces self-interference.



- **Integrated radio design** The NB-2G18 features Ubiquiti's InnerFeed® technology which integrates the radio into the feedhorn of the antenna. With only a single cable connection required, cable losses are minimized, resulting in improved performance.

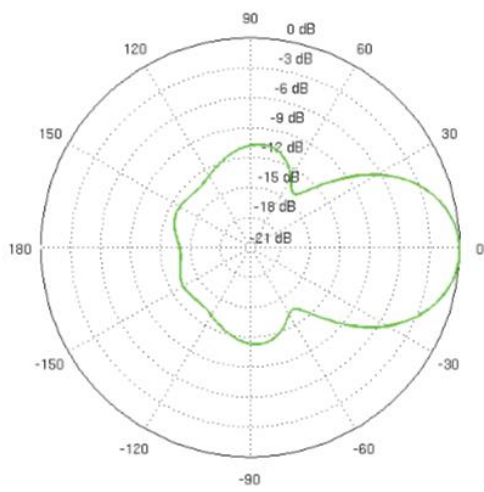


Specifications

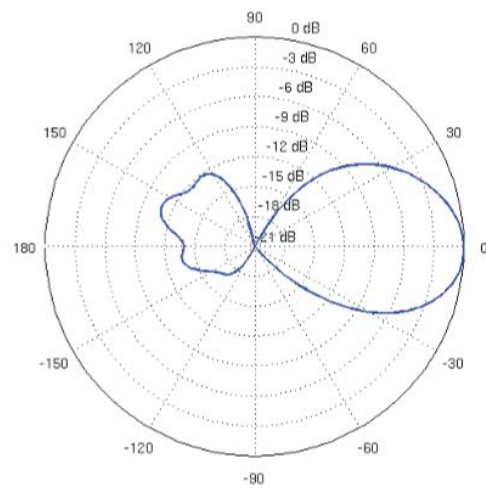
NBM9	
Dimensions	543 x 440 x 725 mm (21.38 x 17.32 x 28.54")
Weight (Dish and Mount Included)	5.098 kg (11.239 lb)
Power Supply	24V, 1A PoE
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)
Max. Power Consumption	6.5 W
Operating Frequency	902 - 928 MHz
Gain	10.6 - 11.3 dBi
Networking Interface	(1) 10/100 Ethernet Port
Processor Specs	Atheros MIPS 24KC, 400 MHz
Memory	64 MB SDRAM, 8 MB Flash
LEDs	(1) Power, (1) LAN, (4) WLAN
Signal Strength LEDs	Software-Adjustable to Correspond to Custom RSSI Levels
Max. VSWR	1.6:1
Enclosure	Outdoor UV Stabilized Plastic
Mounting	Pole-Mount Kit Included
Wind Loading	467 N @ 200 km/h (105 lbf @ 125 mph)
Wind Survivability	200 km/h (125 mph)
Operating Temperature	-30 to 75° C (-20 to 167° F)
Operating Humidity	5 to 95% Non-Condensing
Wireless Approvals	FCC, IC
RoHS Compliance	Yes
Shock and Vibration	ETSI300-019-1.4

NBM9 – Output Power: 28 dBm							
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
11n/airMAX	MCS0	28 dBm	± 2 dB	11n/airMAX	MCS0	-96 dBm	± 2 dB
	MCS1	28 dBm	± 2 dB		MCS1	-95 dBm	± 2 dB
	MCS2	28 dBm	± 2 dB		MCS2	-92 dBm	± 2 dB
	MCS3	28 dBm	± 2 dB		MCS3	-90 dBm	± 2 dB
	MCS4	28 dBm	± 2 dB		MCS4	-86 dBm	± 2 dB
	MCS5	24 dBm	± 2 dB		MCS5	-83 dBm	± 2 dB
	MCS6	22 dBm	± 2 dB		MCS6	-77 dBm	± 2 dB
	MCS7	21 dBm	± 2 dB		MCS7	-74 dBm	± 2 dB
	MCS8	28 dBm	± 2 dB		MCS8	-95 dBm	± 2 dB
	MCS9	28 dBm	± 2 dB		MCS9	-93 dBm	± 2 dB
	MCS10	28 dBm	± 2 dB		MCS10	-90 dBm	± 2 dB
	MCS11	28 dBm	± 2 dB		MCS11	-87 dBm	± 2 dB
	MCS12	28 dBm	± 2 dB		MCS12	-84 dBm	± 2 dB
	MCS13	24 dBm	± 2 dB		MCS13	-79 dBm	± 2 dB
	MCS14	22 dBm	± 2 dB		MCS14	-78 dBm	± 2 dB
	MCS15	21 dBm	± 2 dB		MCS15	-75 dBm	± 2 dB

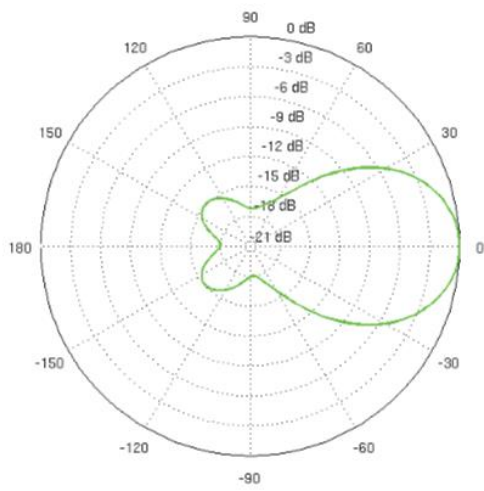
Vertical Azimuth



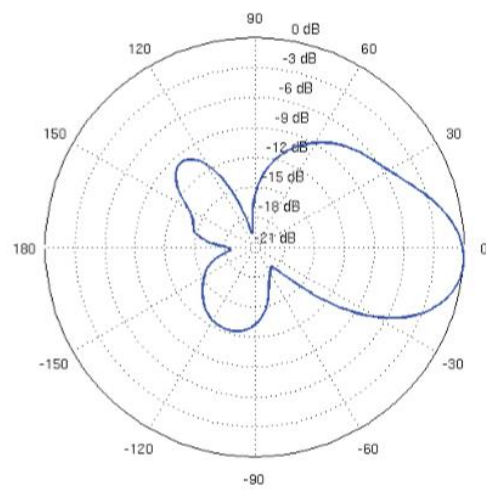
Vertical Elevation



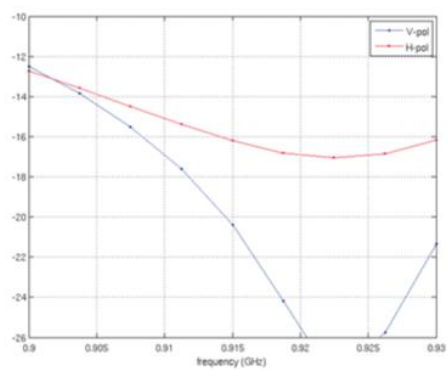
Horizontal Azimuth



Horizontal Elevation



Return Loss



TOUGH Cable™

OUTDOOR CARRIER CLASS SHIELDED

Protect your networks from the most brutal environments with Ubiquiti Networks' industrial-grade, shielded Ethernet cable, TOUGH Cable.

Increase Performance

Dramatically improve your Ethernet link states, speeds, and overall performance with Ubiquiti TOUGH Cables.

Extreme Weatherproof

Designed for outdoor use, TOUGH Cables have been built to perform even in the harshest weather and environments.

ESD Damage Protection

Protect your networks from devastating electrostatic discharge (ESD) attacks.

Extended Cable Support

TOUGH Cables have been developed to increase power handling performance for extended cable run lengths.



TOUGH Cable Connectors

Specifically designed for use with Ubiquiti TOUGH Cables, TOUGH Cable Connectors protect against ESD attacks and Ethernet hardware damage, while allowing rapid field deployment without soldering. The standard TOUGH Cable Connectors are available in 100-pc. bags, while the TC-GND versions include ground wires and are available in 20-pc. bags.

TOUGH Switch™ PoE

Advanced Gigabit PoE Managed Switch

Introducing the Advanced Power over Ethernet Controllers, TOUGH Switch™ PoE from Ubiquiti Networks. TOUGH Switch PoE delivers reliable passive PoE and fast 10/100/1000 Mbps connectivity to attached Ubiquiti devices and other devices that support passive PoE.

To connect your PoE devices, simply enable PoE in the easy-to-use TOUGH Switch Configuration Interface. Each port can be individually configured to provide PoE, so both PoE and non-PoE devices can be connected.



Specifications are subject to change. Ubiquiti products are sold with a limited warranty described at: www.ubnt.com/support/warranty
 ©2013-2018 Ubiquiti Networks, Inc. All rights reserved. Ubiquiti, Ubiquiti Networks, the Ubiquiti U logo, the Ubiquiti beam logo, airMAX, airOS, airView, InnerFeed, and PowerBeam are trademarks or registered trademarks of Ubiquiti Networks, Inc. in the United States and in other countries. All other trademarks are the property of their respective owners.

Anexo G : PLC S7-1200 Siemens

SIEMENS

Hoja de datos

6ES7214-1HG40-0XB0



Figura similar

SIMATIC S7-1200, CPU 1214C, CPU compacta, DC/DC/relé, E/S integradas: 14 DI 24 V DC; 10 DO, relé 2 A; 2 AI 0-10 V DC, alimentación: DC 20,4-28,8 V DC, memoria de programas/datos 150 KB

Información general	
Designación del tipo de producto	CPU 1214C DC/DC/Relais
Versión de firmware	V4.6
Ingeniería con	
• Paquete de programación	STEP 7 V18 o superior
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	
• 24 V DC	Sí
Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Protección contra inversión de polaridad	Sí
Tensión de carga L+	
• Valor nominal (DC)	24 V
• Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
• Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	500 mA; Solo CPU
Consumo, máx.	1 500 mA; CPU con todos los módulos de ampliación
Intensidad de cierre, máx.	12 A; con 28,8 V
I _t	0,8 A ² ·s
Intensidad de salida	
Para bus de fondo (5 V DC), máx.	1 600 mA; máx. 5 V DC para SM y CM
Alimentación de sensores	
Alimentación de sensores 24 V	
• 24 V	L+ menos 4 V DC mín.
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	12 W
Memoria	
Memoria de trabajo	
• integrada	150 kbyte
Memoria de carga	
• integrada	4 Mbyte
• enchufable (SIMATIC Memory Card), máx.	con SIMATIC Memory Card
Respaldo	
• existente	Sí
• libre de mantenimiento	Sí
• sin pila	Sí
Tiempos de ejecución de la CPU	
para operaciones de bits, típ.	0,08 µs; /instrucción

para operaciones a palabras, típ.	1,7 µs; /instrucción
para aritmética de coma flotante, típ.	2,3 µs; /instrucción
CPU-bloques	
Nº de bloques (total)	DBs, FCs, FBs, contadores y temporizadores. El número máximo de bloques direccionables es de 1 a 65535. No hay ninguna restricción, uso de toda la memoria de trabajo
OB	
• Número, máx.	Limitada únicamente por la memoria de trabajo para código
Áreas de datos y su remanencia	
Área de datos remanentes (incl. temporizadores, contadores, marcas), máx.	14 kbyte
Marcas	
• Tamaño, máx.	8 kbyte; Tamaño del área de marcas
Datos locales	
• por cada prioridad, máx.	16 kbyte; Clase de prioridad 1 (ciclo de programa): 16 kbyte, clase de prioridad 2 a 26: 6 kbytes
Área de direcciones	
Imagen del proceso	
• Entradas, configurables	1 kbyte
• Salidas, configurables	1 kbyte
Configuración del hardware	
Nº de módulos por sistema, máx.	3 Communication Module, 1 Signal Board, 8 Signal Module
Hora	
Reloj	
• Reloj de hardware (en tiempo real)	Sí
• Duración del respaldo	480 h; típicamente
• Desviación diaria, máx.	±60 s/mes a 25 °C
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	14; integrado
• De ellas, entradas usable para funciones tecnológicas	6; HSC (High Speed Counting)
Fuente/sumidero (M/P)	Sí
Número de entradas atacables simultáneamente	
Todas las posiciones de montaje	
— hasta 40 °C, máx.	14
Tensión de entrada	
• Valor nominal (DC)	24 V
• para señal "0"	5 V DC, con 1 mA
• para señal "1"	15 V DC at 2,5 mA
Retardo a la entrada (a tensión nominal de entrada)	
para entradas estándar	
— parametrizable	0,2 ms, 0,4 ms, 0,8 ms, 1,6 ms, 3,2 ms, 6,4 ms y 12,8 ms, elegible en grupos de 4
— en transición "0" a "1", máx.	0,2 ms
— en transición "0" a "1", máx.	12,8 ms
para entradas de alarmas	
— parametrizable	Sí
para funciones tecnológicas	
— parametrizable	Monofásica: 3 @ 100 kHz y 3 @ 30 kHz, Diferencial: 3 @ 80 kHz y 3 @ 30 kHz
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	500 m; 50 m para funciones tecnológicas
• no apantallado, máx.	300 m; para funciones tecnológicas: No
Salidas digitales	
Número de salidas	10; Relé
Poder de corte de las salidas	
• con carga resistiva, máx.	2 A
• con carga tipo lámpara, máx.	30 W con DC, 200 W con AC
Retardo a la salida con carga resistiva	
• "0" a "1", máx.	10 ms; máx.
• "1" a "0", máx.	10 ms; máx.
Salidas de relé	
• Nº de salidas relé	10
• Número de ciclos de maniobra, máx.	mecánicos: 10 millones, con tensión nominal de carga: 100 000

Longitud del cable	
• apantallado, máx.	500 m
• no apantallado, máx.	150 m
Entradas analógicas	
Nº de entradas analógicas	2
Rangos de entrada	
• Tensión	SI
Rangos de entrada (valores nominales), tensiones	
• 0 a +10 V	SI
— Resistencia de entrada (0 a 10 V)	≥100 kohmios
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	100 m; trenzado y apantallado
Salidas analógicas	
Nº de salidas analógicas	0
Formación de valor analógico para entradas	
Tiempo de integración y conversión/resolución por canal	
• Resolución con rango de rebase (bits incl. signo), máx.	10 bit
• Tiempo de integración parametrizable	SI
• Tiempo de conversión (por canal)	625 µs
Sensor	
Sensores compatibles	
• Sensor a 2 hilos	SI
1. Interfaz	
Tipo de interfaz	PROFINET
con aislamiento galvánico	SI
Detección automática de la velocidad de transferencia	SI
Autonegociación	SI
Autocrossing	SI
Física de la interfaz	
• RJ 45 (Ethernet)	SI
• Número de puertos	1
• Switch integrado	No
Protocolos	
• PROFINET IO-Controller	SI
• PROFINET IO-Device	SI
• Comunicación SIMATIC	SI
• Comunicación IE abierta	SI; También disponible cifrada
• Servidores web	SI
• Redundancia del medio	No
PROFINET IO-Controller	
• Velocidad de transferencia, máx.	100 Mbit/s
Servicios	
— Comunicación PG/OP	SI; cifrado preajustado mediante TLS V1.3
— Modo isócrono	No
— IRT	No
— PROFIenergy	No
— Arranque priorizado	SI
— Número de dispositivos IO con arranque preferente, máx.	16
— Nº de IO Devices que se pueden conectar en total, máx.	16
— Nº de IO-Devices conectables para RT, máx.	16
— de ellos, en línea, máx.	16
— Activar/desactivar IO Devices	SI
— Nº de IO-Devices activables/desactivables simultáneamente, máx.	8
— Tiempo de actualización	El valor mínimo del tiempo de actualización depende además del componentes para comunicación ajustado para PROFINET IO, del número de dispositivo IO y de la cantidad de datos de usuario configurados.
PROFINET IO-Device	
Servicios	
— Comunicación PG/OP	SI; cifrado preajustado mediante TLS V1.3

— Modo isócrono	No
— IRT	No
— PROFIenergy	Sí
— Shared Device	Sí
— N° de IO Controller con Shared Device, máx.	2
Protocolos	
Soporta protocolo para PROFINET IO	Sí
Soporta protocolo para PROFIsafe	No
PROFIBUS	Sí; Requiere CM 1243-5 (maestro) o CM 1242-5 (esclavo)
OPC UA	Sí; OPC UA Server
AS-Interface	Sí; Se requiere un CM 1243-2
Protocolos (Ethernet)	
• TCP/IP	Sí
• DHCP	No
• SNMP	Sí
• DCP	Sí
• LLDP	Sí
Funcionamiento redundante	
Redundancia del medio	
— MRP	No
— MRPD	No
Comunicación SIMATIC	
• S7-Routing	Sí
Comunicación IE abierta	
• TCP/IP	Sí
— Tamaño de datos, máx.	8 kbyte
• ISO-on-TCP (RFC1006)	Sí
— Tamaño de datos, máx.	8 kbyte
• UDP	Sí
— Tamaño de datos, máx.	1 472 byte
Servidores web	
• Soporta	Sí
• Páginas web definidas por el usuario	Sí
OPC UA	
• Requiere licencia runtime	Sí; licencia "Basic" necesaria
• OPC UA Server	Sí; acceso a datos (Read, Write, Subscribe), llamada de método, requiere licencia runtime
— Autenticación de aplicaciones	Políticas de seguridad disponibles: ninguna, Basic128Rsa15, Basic256Rsa15, Basic256Sha256
— Autenticación de usuarios	"Anónimo o mediante nombre de usuario y contraseña
— Número de sesiones, máx.	10
— Número de suscripciones por sesión, máx.	5
— Intervalo de muestreo, mín.	100 ms
— Intervalo de emisión, mín.	200 ms
— Número de métodos de servidor, máx.	20
— Número de elementos vigilados (monitored items), máx. recomendado	1 000
— Número de interfaces del servidor, máx.	2
— Número de nodos en interfaces del servidor definidas por el usuario, máx.	2 000
Otros protocolos	
• MODBUS	Sí
funciones de comunicación / título	
Comunicación S7	
• Soporta	Sí
• como servidor	Sí
• Como cliente	Sí
• Datos útiles por petición, máx.	ver la Ayuda online (S7 communication, User data size)
N° de conexiones	
• total	conexiones PG: 4 reservadas/4 máx.; conexiones HMI: 12 reservadas/18 máx.; conexiones S7: 8 reservadas/14 máx.; conexiones Open User: 8 reservadas/14 máx.; conexiones web: 2 reservadas/30 máx.; conexiones OPC UA: 0 reservadas/10 máx.; conexiones totales: 34 reservadas/64 máx.

Funciones de test y puesta en marcha	
Estado/forzado	
• Estado/forzado de variables	Sí
• Variables	Entradas/salidas, marcas, DB, E/S de periferia, tiempos, contadores
Forzado permanente	
• Forzado permanente	Sí
Búfer de diagnóstico	
• existente	Sí
Traces	
• Número de Traces configurables	2
• Tamaño de memoria por Trace, máx.	512 kbyte
Alarmas/diagnósticos/información de estado	
LED señalizador de diagnóstico	
• LED RUN/STOP	Sí
• LED ERROR	Sí
• LED MAINT	Sí
Funciones integradas	
Contadores	
• N° de contadores	6
• Frecuencia de contaje máx.	100 kHz
Medida de frecuencia	Sí
Posicionamiento en lazo abierto	Sí
Número de ejes de posicionamiento con regulación de posición, máx.	8
Número de ejes de posicionamiento mediante interfaz impulsos/sentido	hasta 4 con SB 1222
Regulador PID	Sí
N° de entradas de alarma	4
Aislamiento galvánico	
Aislamiento galvánico módulos de E digitales	
• Aislamiento galvánico módulos de E digitales	500 V AC durante 1 minuto
• entre los canales, en grupos de	1
Aislamiento galvánico módulos de S digitales	
• Aislamiento galvánico módulos de S digitales	Relé
• entre los canales	No
• entre los canales, en grupos de	2
CEM	
Inmunidad a perturbaciones por descargas de electricidad estática	
• Inmunidad a perturbaciones por descargas de electricidad estática IEC 61000-4-2	Sí
— Tensión de ensayo con descarga en aire	8 kV
— Tensión de ensayo para descarga por contacto	6 kV
Inmunidad a perturbaciones conducidas	
• Inmunidad a perturbaciones en cables de alimentación según IEC 61000-4-4	Sí
• Inmunidad a perturbaciones por cables de señales IEC 61000-4-4	Sí
Inmunidad a perturbaciones por tensiones de choque (sobretensión transitoria)	
• Inmunidad a perturbaciones en cables de alimentación según IEC 61000-4-5	Sí
Inmunidad a perturbaciones conducidas, inducidas mediante campos de alta frecuencia	
• Inmunidad a campos electromagnéticos radiados a frecuencias radioeléctricas según IEC 61000-4-6	Sí
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
• Clase de límite A, para aplicación en la industria	Sí; Grupo 1
• Clase de límite B, para aplicación en el ámbito residencial	Sí; Si se garantiza mediante medidas oportunas que se cumplen los valores límite de la clase B según EN 55011
Grado de protección y clase de protección	
Grado de protección IP	IP20
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Sí
Homologación UL	Sí
cULus	Sí

Homologación FM	Si
RCM (anteriormente C-TICK)	Si
Homologación KC	Si
Homologaciones navales	Si
Condiciones ambientales	
Caída libre	
• Altura de caída, máx.	0,3 m; Cinco veces, en embalaje de envío
Temperatura ambiente en servicio	
• mín.	-20 °C
• máx.	60 °C; N.º de entradas o salidas conectadas al mismo tiempo: 7 o 5 (sin puntos contiguos) con 60 °C en horizontal o 50 °C en vertical, 14 o 10 con 55 °C en horizontal o 45 °C en vertical
• Posición de montaje horizontal, mín.	-20 °C
• Posición de montaje horizontal, máx.	60 °C
• Posición de montaje vertical, mín.	-20 °C
• Posición de montaje vertical, máx.	50 °C
Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
• mín.	-40 °C
• máx.	70 °C
Presión atmosférica según IEC 60068-2-13	
• En servicio mín.	795 hPa
• En servicio máx.	1 080 hPa
• Almacenamiento/transporte, mín.	660 hPa
• Almacenamiento/transporte, máx.	1 080 hPa
Altitud en servicio referida al nivel del mar	
• Altitud de instalación, mín.	-1 000 m
• Altitud de instalación, máx.	5 000 m; Restricciones con alturas de instalación > 2 000 m, ver Manual
Humedad relativa del aire	
• En servicio máx.	95 %; sin condensación
Vibraciones	
• Resistencia a vibraciones durante el funcionamiento según IEC 60068-2-6	Montaje en pared 2 g (m/s²); perfil DIN 1 g (m/s²)
• En servicio, según DIN IEC 60068-2-6	Si
Ensayo de resistencia a choques	
• ensayado según DIN IEC 60068-2-27	Si; IEC 68, parte 2-27; semisinusoide: fuerza de choque 15 g (valor de cresta), duración 11 ms
Concentraciones de sustancias contaminantes	
• SO2 con HR < 60% sin condensación	SO2: < 0,5 ppm; H2S: < 0,1 ppm; HR < 60% sin condensación
configuración / título	
configuración / programación / título	
Lenguaje de programación	
— KOP	Si
— FUP	Si
— SCL	Si
Protección de know-how	
• Protección de programas de usuario/Protección por contraseña	Si
• Protección contra copia	Si
• Protección de bloques	Si
Protección de acceso	
• protección de los datos de configuración confidenciales	Si
• Nivel de protección: Protección contra escritura	Si
• Nivel de protección: Protección contra escritura/lectura	Si
• Nivel de protección: Protección completa	Si
programación / vigilancia de tiempo de ciclo / título	
• Configurable	Si
Dimensiones	
Ancho	110 mm
Altura	100 mm
Profundidad	75 mm
Pesos	
Peso, aprox.	435 g

Anexo H: Módulo de Comunicación MC 1241 Siemens.



Hoja de datos

6ES7241-1AH32-0XB0



SIMATIC S7-1200, Módulo de comunicación CM 1241, RS-232, Sub-D 9 polos (macho), Soporta Freeport

Figura similar

Información general	
Designación del tipo de producto	CM 1241 RS 232
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	24 V
Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Intensidad de entrada	
Consumo, máx.	200 mA; De bus de fondo 5 V DC
Pérdidas	
Pérdidas, típ.	1,1 W
Interfaces	
Interfaces/tipo de bus	RS 232C (V.24)
Nº de interfaces	1
Acoplamiento punto a punto	
• Longitud del cable, máx.	10 m
Drivers de protocolo integrados	
— Freeport	Si
— ASCII	Si; disponible como función de librería
— RTU maestro Modbus	Si
— RTU esclavos Modbus	Si
Protocolos	
Protocolos integrados	
Freeport	
— Longitud de telegrama, máx.	1 kbyte
— Bits por carácter	7 u 8
— Número de bits de parada	1 (estándar), 2
— Paridad	Sin paridad (estándar); par, impar, marca (bit de paridad siempre a 1); espacio (bit de paridad siempre a 0)
3964 (R)	
— Longitud de telegrama, máx.	1 kbyte
— Bits por carácter	7 u 8
— Número de bits de parada	1 (estándar), 2
— Paridad	Sin paridad (estándar); par, impar, marca (bit de paridad siempre a 1); espacio (bit de paridad siempre a 0)
RTU maestro Modbus	
— Área de direcciones	1 a 49 999 (direccionamiento estándar de Modbus)
— N.º de esclavos, máx.	247; 1 a 247, máximo 32 dispositivos por cada segmento de red MODBUS, se precisan repetidores adicionales para ampliar la red a la máxima configuración
RTU esclavos Modbus	
— Área de direcciones	1 a 49 999 (direccionamiento estándar de Modbus)

Alarmas/diagnósticos/información de estado	
Función de diagnóstico	Si
LED señalizador de diagnóstico	
• para el estado de las salidas	Si
Grado de protección y clase de protección	
Grado de protección IP	IP20
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Si
Homologación CSA	Si
Homologación UL	Si
cULus	Si
Homologación FM	Si
RCM (anteriormente C-TICK)	Si
Homologación KC	Si
Homologaciones navales	Si
Condiciones ambientales	
Caída libre	
• Altura de caída, máx.	0,3 m; Cinco veces, en embalaje de envío
Temperatura ambiente en servicio	
• mín.	-20 °C
• máx.	60 °C
• Posición de montaje horizontal, mín.	-20 °C
• Posición de montaje horizontal, máx.	60 °C
• Posición de montaje vertical, mín.	-20 °C
• Posición de montaje vertical, máx.	50 °C
• Cambio permitido de temperatura	5 °C a 55 °C, 3 °C/minuto
Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
• mín.	-40 °C
• máx.	70 °C
Presión atmosférica según IEC 60068-2-13	
• En servicio mín.	795 hPa
• En servicio máx.	1 080 hPa
• Almacenamiento/transporte, mín.	660 hPa
• Almacenamiento/transporte, máx.	1 080 hPa
Humedad relativa del aire	
• Funcionamiento a 25 °C sin condensación, máx.	95 %
Dimensiones	
Ancho	30 mm
Altura	100 mm
Profundidad	75 mm
Pesos	
Peso, aprox.	150 g

Última modificación: 27/8/2023 