

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA.
SEDE CONCEPCIÓN-REY BALDUINO DE BÉLGICA.**

**DISEÑAR SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN PARA PLANTA DE TRATAMIENTO
DE AGUA Y ESTANQUES DE DISTRIBUCIÓN DE LA ESCUELA DE GRUMETES
A.N.C.**

Trabajo de Titulación para optar al Título
de Ingeniero (E.) en CONTROL E
INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL.

Alumno:
Gabriel Erwin Villalobos Zamora.

Profesor Guía:
Ing. Ricardo Vera González.

2018

DEDICATORIA

A mis padres, por su eterno cariño y creer siempre en mí.

A todos mis profesores desde mi escuela rural hasta la Universidad, quienes me dieron las armas para poder llegar hasta estas instancias.

A mis amigos que me animaron en momentos difíciles.

A mi amada esposa, por su comprensión y apoyo incondicional.

A mis hijos, sin duda la principal inspiración de todos mis desafíos.

Gracias, Dios mío, por llenarme de tanta gente hermosa y darme la oportunidad de realizar proyectos de vida.

RESUMEN

El título del proyecto abordado en esta tesis se refiere a desarrollar un sistema de control automático para planta de tratamiento de agua y estanques de distribución de la Escuela de Grumetes Alejandro Navarrete Cisternas.

El estudio se realiza en la Isla Quiriquina, ubicada a 10 kms. de la bahía de Concepción y considera visita a terreno para la localización de afluentes y estanques previamente instalados, equipos y elementos a instalar para lograr un sistema de monitoreo y control adecuado, según las condiciones geográficas del terreno.

Esta investigación comprende un desarrollo progresivo de diferentes etapas que inicia desde la recopilación bibliográfica, selección de dispositivos adecuados para la implementación en terrenos de difícil acceso.

Se realizaron mediciones de distancia entre afluentes de agua, planta de tratamiento y estanques acumuladores; además, se verificó la operación de elementos y circuitos eléctricos de instalaciones con el propósito de compatibilizar con lo que se pretende instalar.

El área de estudio permite determinar que las electrobombas de los afluentes serán controladas mediante una señal que actuará en variador de frecuencia presente en circuito. Los filtros existentes en el proceso serán monitoreados mediante una señal analógica enviada desde diferenciales de presión. Para obtener datos de los estanques se instalarán sensores de nivel capacitivos y válvulas actuadoras On /Off, objeto configurar la descarga de agua de los acumuladores.

Todos los dispositivos de campo estarán conectados a un PLC Siemens modelo S71200 redundante. El sistema de comunicación entre los estanque y la sala de control se hará de forma inalámbrica debido a la distancia y condiciones de terreno.

En la planta de agua se instalará una sala de control de interfaz hombre-máquina mediante HMI, la cuál será capaz de monitorear y controlar los parámetros de nivel de estanques, estado de los filtros, configurar estanques mediante control de válvulas, y control de parada-partida de las electrobombas que extraen el agua de los afluentes.

Con lo anteriormente descrito se logra una optimización del recurso agua, evitando pérdidas por derrame o mal estado del agua.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	
INSPECCIÓN Y ESTUDIO ACTUAL DE LA PLANTA	
1.1 Descripción de la planta	3
1.1.1 Afluentes	3
1.1.2 Planta potabilizadora	3
1.1.3 Estanques	3
1.2 Condición actual	3
1.3 Definición del problema	4
1.4 Propuesta de solución	4
1.5 Objetivo general	4
1.6 Objetivos específicos	4
1.7 Marco teórico	4
1.7.1 Automatización Industrial	4
1.7.1.1 Objetivos de la Automatización	5
1.7.1.2 Ventajas de la Automatización	5
1.7.1.3 Importancia de la Automatización	5
1.7.2 Dispositivos de campo	6
1.7.2.1 Transductor	6
1.7.2.2 Transmisor	7
1.7.3 Tipos de válvulas sistemas de control	9
1.7.3.1 Válvula de control	9
1.7.3.2 Válvula solenoide	9
1.7.3.3 Válvula todo-nada	9
1.7.3.4 Datos de proceso de una válvula de control	10
1.7.4 Sensores de proximidad	10
1.7.4.1 Capacitivos	10
1.7.4.2 Inductivos	11
1.7.4.3 Fotoeléctricos	11
1.7.4.4 Ultrasonido	11
1.7.4.5 Magnético	12
1.8 Sensor nivel hidrostático	12
1.9 Control lógico programable (PLC)	12
1.9.1 Arquitectura de un PLC	13
1.9.2 CPU	14
1.9.3 Memoria	15
1.9.4 Unidades de entrada y salida E/S	15
1.9.5 Interfaces	15
1.9.6 Periféricos	16
1.10 Lenguajes de programación	16

1.10.1 Lenguaje de alto nivel.....17

1.10.1.1 Diagrama escalera.....17

1.10.1.2 Diagrama en bloques.....18

1.10.2 Lenguaje de bajo nivel.....18

1.10.2.1 Lista de instrucciones.....18

1.10.2.2 Texto estructurado.....19

1.11 Comunicación industrial.....19

1.12 Protocolos industriales.....20

1.13 Buses de campo.....20

1.14 Protocolos de comunicación HART.....21

1.15 Comunicaciones inalámbricas.....21

CAPITULO II

SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.

2.1 Control de nivel.....25

2.2 Válvula de control.....25

2.3 Indicadores de contaminación de filtros.....26

2.4 PLC Siemens S7-1200.....27

2.5 HMI KTP-600.....29

2.6 Antena estación base Ubiquiti..... 32

2.7 Punto acceso estación base Ubiquiti.....33

2.8 Antena Ubiquiti Airmax Nanobridge M900.....34

CAPITULO III

INGENIERÍA DE PROYECTOS

3.1 Alcances.....36

3.2 Automatización afluentes y filtros.....36

3.2.1 Funcionamiento sistema bombeo.....36

3.2.2 Descripción del sistema de automatización.....37

3.2.3 Arquitectura de control en cada estación.....38

3.2.4 Relación de señales de entradas y salidas.....38

3.3 Automatización de estanques acumuladores.....40

3.3.1 Funcionamiento sistema bombeo.....40

3.3.2 Descripción del sistema de automatización.....41

3.3.3 Arquitectura de control en cada estación.....41

3.3.4 Arquitectura de control grupo hídrico.....42

3.3.5 Arquitectura de telemetría de radio enlaces.....44

3.3.6 Relación de señales de entradas y salidas del PLC.....45

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 Análisis del proyecto.....48

4.2 Tablero de control y telemetría.....48

4.3 Propuesta de funcionamiento utilizando sensores de nivel y PLC.....50

4.3.1 Sensor de nivel en piscina..... 50

4.3.2 Sensor de nivel en estanques acumuladores.....52

4.4 *Secuencia de trabajo en la caseta de bombeo y el reservorio.....54*

4.4.1 Estanques acumuladores llenos.....54

4.4.2 Estanques acumuladores vacíos.....54

4.4.3 Piscina planta de agua llena.....55

4.4.4 Piscina planta de agua vacía.....55

4.5 Secuencia de arranque de las bombas.....55

4.6 Diagrama de flujo del sistema.....56

4.6.1 Elaboración del diagrama de flujo.....56

4.6.2 Explicación del diagrama de flujo.....57

4.7 Diseño de la programación del sistema de bombeo automatizado mediante
 PLC S7-1200.....58

4.7.1 Comunicación del PLC-PC..... 58

4.7.2 Señales de entrada y salida.....58

4.7.3 Desarrollo de la programación del PLC S7-1200.....59

4.7.4 Esquema de automatización..... 71

4.8 Comunicación Ethernet entre HMI y S7 1200 en Tía portal.....72

4.9 Configuración para modelos Airmax M900, M2 y M5.....76

4.9.1 Puntos esenciales para un buen enlace.....76

4.9.2 Conexión para el equipo y su configuración.....79

4.9.3 Guía configuración de IP para el Computador 80

4.9.4 Configuración para establecer enlace inalámbrico.....87

4.9.5 Recomendaciones de instalación.....95

CAPITULO V

ESTUDIO ECONÓMICO

5.1 Moneda a utilizar.....98

5.2 Costos de requerimientos para el circuito.....99

5.3 Capital de trabajo.....100

5.4 Financiamiento.....100

5.5 Costo total del proyecto.....101

5.6 Evaluación de resultados.....102

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES.....103

RECOMENDACIONES..... 105

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE LA INFORMACIÓN.....106

ANEXOS

ANEXO "A": Datos técnicos sensor SITRANS LH100.....108

ANEXO "B": Datos técnicos válvula de control CLA-VAL 136-01.....117

ANEXO "C": Datos técnicos PLC S7 1200.....121

ANEXO "D": Datos técnicos antena UBIQUITI AIRMAX M900.....133

ANEXO "E": Datos técnicos A.P. UBIQUITI ROCKECT M900.....136

ANEXO "F": Datos técnicos antena NANO BRIDGE M900.....139

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Transductor.....	7
Figura 1-2. Transmisor de nivel.....	7
Figura 1-3. Gráfico de escalamiento.....	8
Figura 1-4. Válvula de control.....	9
Figura 1-5. Sensor ultrasónico.....	11
Figura 1-6. PLC Simatic de Siemens.....	12
Figura 1-7. PLC estructura modular de Siemens.....	13
Figura 1-8. Arquitectura PLC Simatic S7 1200.....	14
Figura 1-9. Sistema automatización integral con Simatic.....	16
Figura 1-10. Lenguajes de Programación.....	17
Figura 1-11. Diagrama bloques.....	18
Figura 1-12. Diagrama escalera.....	18
Figura 1-13. Lista de instrucciones.....	19
Figura 1-14. Texto estructurado.....	19
Figura 2-1. Control nivel hidrostático.....	25
Figura 2-2. Válvula de control 136-01 Cla-Val.....	26
Figura 2-3. Estructura válvula de control 136_01 Cla-Val.....	26
Figura 2-4. Características de indicador contaminación de filtros.....	27
Figura 2-5. Principales partes del PLC S7 1200.....	27
Figura 2-6. HMI KTP-600.....	30
Figura 2-7. PLC estructura modular de Siemens.....	30
Figura 2-8. Dimensiones HMI KTP-600.....	31
Figura 2-9. Antena Ubiquiti Aimax 900mhz.....	32
Figura 2-10. Punto Acceso Ubiquiti Rocket M900.....	33
Figura 2-11. Antena Ubiquiti Airmax Nano Bridge M900.....	34
Figura 3-1. Ubicación sensor de nivel en estanque piscina.....	37
Figura 3-2. Diagrama esquemático comunicación de afluentes.....	40
Figura 3-3. Arquitectura de automatización.....	43
Figura 3-4. Arquitectura de telemetría.....	44
Figura 3-5. Torre de antena.....	45
Figura 4-1. Diagrama tablero de control y telemetría.....	49
Figura 4-2. Linealización de señal de sensor de nivel de piscina.....	51
Figura 4-3. Ubicación sensor de nivel piscina.....	51
Figura 4-4. Linealización de señal de sensor de nivel de estanques.....	53
Figura 4-5. Ubicación sensor de nivel estanques.....	53
Figura 4-6. Diagrama de flujo.....	56
Figura 4-7. Comunicación de PLC y PC.....	58
Figura 4-8. Esquema de automatización.....	71

Figura 4-9. HMI monitoreo de afluentes.....75

Figura 4-10. HMI bombas y válvulas.....75

Figura 4-11. HMI monitoreo de nivel de estanques.....75

Figura 4-12. Zona de Fresnel.....76

Figura 4-13. Cálculo de geografía para enlace.....77

Figura 4-14. Cálculo puntos para radioenlace.....78

Figura 4-15. Conexión equipos Ubiquiti.....79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1. Disposición de pines de PLC S7-1200.....28

Tabla 2-2. Características técnicas PLC S7-1200.....29

Tabla 2-3. Características técnicas HMI KTP 600.....31

Tabla 3-1. Características estanques acumuladores.....41

Tabla 4-1. Función sensor de nivel piscina.....52

Tabla 4-2. Función sensor de nivel estanque.....54

Tabla 4-3. Asignación de zonas en diagrama de flujo.....57

Tabla 4-4. Señales de entradas y salidas.....58

Tabla 4-5. Necesidades para un radioenlace.....79

Tabla 5-1. Valorización de elementos del circuito.....99

Tabla 5-2. Capital de trabajo.....100

Tabla 5-3. Préstamo.....101

Tabla 5-4. Costo total del proyecto.....101

SIGLA Y SIMBOLOGÍA

SIGLA

ACK	: Acuse de Recibo.
AP	: Access Point.
CIM	: Computer Integrated Manufacturing.
CPU	: Unidad Central de Procesos.
E/S	: Entradas / Salidas.
FTP	: Failed Twisted Pair (Par Trenzado con Pantalla Global)
HMI	: Human Machine Interface.
LAN	: Local Area Network. (Red Área Local).
MIMO	: Multiple-Input / Multiple-Output.
PAA	: Imagen Proceso de Salidas.
PAE	: Imagen Proceso de Entradas.
PLC	: Control Lógico programable.
STP	: Shielded Twisted Pair (Par Trenzado Apantallado).
TDC	: Tablero de Control.
TDF	: Tablero de Fuerza.
TDMA	: Time Division Multiple Access.

SIMBOLOGÍA

dB	: decibelio.
dBi	: decibelios ganancia radiador isotrópico.
IP	: Protocolo de Internet.
mA	: mili amperes.
Mbps	: Mega bit por segundo.
Mhz	: Mega Herz
Mph	: Millas por Hora.
ms	: mili segundos.
Ω	: Ohm.
Vca	: Voltaje corriente alterna.
Vdc	: Voltaje corriente directa.

INTRODUCCIÓN

La Escuela de Grumetes "Alejandro Navarrete Cisternas" se encuentra ubicada a 5 millas náuticas de la bahía de Concepción y por su condición insular no posee agua potable desde el continente.

Para obtener el recurso agua se utiliza una planta potabilizadora que posee como afluentes napas subterráneas y una laguna natural; para la distribución, estanques acumuladores que en su conjunto abastecen a toda la población de la Isla Quiriquina.

La geografía irregular que presenta la zona donde se encuentran emplazados los acumuladores condiciona el acceso para verificar el estado de los estanques y sus niveles, lo que hasta el momento se realiza de forma manual. Esto tiene como consecuencia que recurrentemente se presenten derrames en los estanques, produciendo pérdidas de agua considerables.

Los afluentes, al ser napas subterráneas, tienen un flujo y recuperación no es constante; cuando estos están en nivel mínimo producen arrastre de lodo enviando agua contaminada, debiéndose vaciar la piscina principal de la planta potabilizadora, lo que ocasiona pérdidas.

La presente memoria abordará estudiar las instalaciones existentes y mejorar mediante la tecnología actual el monitoreo y control del recurso hídrico con el objeto de optimizar el proceso de adquisición y distribución del agua.

CAPITULO I
INSPECCIÓN Y ESTUDIO DE FUNCIONAMIENTO ACTUAL DE LA PLANTA

1.1. Descripción de la planta:

Para entender su funcionamiento, se describirán tres procesos de la planta de agua potable. En primer lugar se presentarán los afluentes, que tienen por finalidad proveer de agua a la planta; luego, la planta tratadora, donde se potabiliza el agua y se envía mediante electrobombas hacia el último proceso que es la acumulación mediante estanques para poder distribuir el agua a la población.

1.1.1. Afluentes:

Los principales afluentes que alimentan la planta son una laguna natural y tres punteras que en su conjunto son capaces de proveer 500 metros cúbicos día.

1.1.2. Planta potabilizadora:

Luego de captar el recurso hídrico desde sus afluentes, el líquido pasa por filtros principales denominados conos floculadores, para luego pasar por filtros secundarios y filtros UV, llegando finalmente a la piscina de la planta, donde es tratada con elementos químicos con el propósito de llevarla a norma para su consumo humano.

1.1.3. Estanques acumuladores:

Dos electrobombas ubicadas en la planta potabilizadora, envían el agua a cuatro estanques acumuladores, con una capacidad total de 450 metros cúbicos. Estos cumplen la función de distribuir de acuerdo a su configuración el recurso agua a los diferentes sectores de la población.

1.2. Condición actual:

De acuerdo a su uso y a través del tiempo, la planta ha mantenido sus procesos, encontrándose sus electrobombas, estanque y afluentes en buen estado de conservación. El circuito hidráulico está en proceso de cambio, faltando renovar algunos de sus tramos. La mayoría de las válvulas de admisión y descarga de estanques se encuentran operativas, sin embargo, un 10% se encuentran en estado de mínima confiabilidad.

Todas las bombas cuentan con su tablero de fuerza, ubicados en la planta de agua que además permiten por medio de botoneras parar y poner en marcha las electrobombas. Además, existe para los afluentes una botonera de parada/partida en la caseta de bombeo, que permite ejecutar la acción de forma local.

1.3. Definición del problema :

El proceso de monitoreo y control se realiza de forma manual mediante un operario que dentro de otras responsabilidades debe pasar ronda a estanques y afluentes. La geografía del terreno es irregular, dificultando su acceso sobre todo en periodos invernales.

Debido a lo anterior, por lo general se producen pérdidas de agua por rebalse o mala distribución del agua.

Como solución a este problema se presenta el proyecto de automatizar el control y monitoreo tanto de estanques como afluentes con la finalidad de optimizar el recurso agua.

1.4. Propuesta de solución:

Desarrollar un sistema de monitoreo y control utilizando tecnología actual, con el fin de apoyar al personal encargado de tomar la mejor decisión mediante la obtención de datos en tiempo real. Con ello se asegura la optimización del recurso hídrico, el ahorro de consumo de energía, se aumenta la vida útil de las electrobombas y se crea un mejor proceso de mantención utilizando registros históricos de datos.

1.5. Objetivo general:

El objetivo general de este proyecto consiste en desarrollar una propuesta para implementar un sistema de supervisión y control automático que permita optimizar el recurso hídrico.

1.6. Objetivo específico:

- Determinar los puntos vitales y las variables de proceso a controlar en el sistema.
- Definir los componentes, elementos y protocolos de comunicación que brinden los mejores resultados en el medio geográfico existente.
- Elaborar un programa que permita controlar de forma efectiva el proceso.
- Realizar un sistema de supervisión amigable y útil para el usuario y para la optimización del recurso.

1.7. Marco teórico:

Para realizar el diseño de automatización de los afluentes y estanque de la planta de agua de la Isla Quiriquina, se definen los objetivos de la automatización en el contexto de un proceso productivo.

1.7.1. Automatización industrial:

La automatización es el uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para fines industriales. Como una disciplina de la ingeniería más amplia que un sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores, los transmisores de campo, los sistemas de control

y supervisión; los sistemas de transmisión y recolección de datos; y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

1.7.1.1. Objetivos de la automatización:

A continuación se exponen los argumentos para automatizar:

- Requerimientos de un aumento en la producción.
- Requerimientos de una mejora en la calidad de los productos.
- Necesidad de optimizar el recurso hídrico.
- Necesidad de brindar seguridad al personal.
- Desarrollo de nuevas tecnologías.

La automatización solo es viable si al evaluar los beneficios económicos y sociales de las mejoras que se podrían obtener al automatizar, estas son mayores a los costos de operación y mantenimiento del sistema. Según se plantea en el capítulo anterior, hay una necesidad de no desperdiciar el agua potable que se desborda de los acumuladores.

1.7.1.2. Ventajas de la automatización:

La automatización de un proceso frente al control manual del mismo proceso, brinda ciertas ventajas y beneficios, pudiéndose resaltar las siguientes:

- Se asegura una mejora en la calidad del trabajo del operador y en el desarrollo del proceso, que dependerá de la eficiencia del sistema implementado.
- Se obtiene una reducción de costos, puesto que se racionaliza el trabajo, se reduce el tiempo y dinero dedicado al mantenimiento.
- Existe una reducción en los tiempos de procesamiento de información.
- Se obtiene un conocimiento más detallado del proceso, mediante la recopilación de información y datos estadísticos del proceso.
- Se obtiene un mejor conocimiento del funcionamiento de los equipos y máquinas que intervienen en el proceso.
- Factibilidad técnica en procesos y en operación de equipos.
- Aumento en el rendimiento de los equipos.
- Disminución de la contaminación y daño ambiental.
- Racionalización y uso eficiente de la energía y la materia prima.
- Aumento en la seguridad de las instalaciones y la protección a los trabajadores.

1.7.1.3. Importancia de la automatización:

Se pueden citar los siguientes aspectos:

- Expansibilidad y escalabilidad: Es una característica del sistema que le permite crecer para atender las ampliaciones futuras de la planta, o para atender las operaciones no tomadas en cuenta al inicio de la automatización.

Se analiza bajo el criterio de análisis costo-beneficio y típicamente suele dejarse una reserva en capacidad instalada ociosa alrededor de 10% a 25%.

- **Manutención:** Se refiere a tener disponible por parte del proveedor, un grupo de personal técnico capacitado dentro del país, que brinde el soporte técnico adecuado cuando se necesite de manera rápida y confiable. Además implica que el proveedor cuente con repuestos en caso de que sean necesarios.
- **Sistema abierto:** Los sistemas deben cumplir los estándares y especificaciones internacionales. Esto garantiza la interconectividad y compatibilidad de los equipos a través de interfaces y protocolos. También facilita la interoperabilidad de las aplicaciones y el traslado de un lugar a otro.

1.7.2. Dispositivos de campo:

Nos referimos a campo (instrumentos de campo, cuadros instalados en campo, señales de campo, etc.) cuando se hace referencia a equipos instalados en zonas donde se desarrolla el proceso industrial.

En todos los proyectos siempre hay equipos que se instalan en el campo y otros que se protegen e instalan en salas acondicionadas.

Todo control necesita de elementos en la instalación que le informen del estado de la misma y de los valores a controlar. Una vez que la señal dispone de los datos necesarios para procesar sus lazos de control, debe actuar sobre la instalación de modo preciso para que los valores de consigna sean alcanzados de una manera eficaz.

1.7.2.1. Transductor:

Es el equipo que interpretará una señal y la transformará en otro tipo de variable fácilmente medible e interpretable (usamos el término sensor para referirnos al transductor).

La señal generada por el transductor, será enviada al transmisor, que transformará una vez más dicha señal, en una señal normalizada y fácilmente interpretable por el resto de los equipos (normalmente 4-20ma).

En la siguiente imagen se puede ver un ejemplo: es un transmisor instalado en cabeza del instrumento. Este transmisor, interpreta la medida de un transductor. En este caso el transductor o sensor es un termo resistor (PT100).

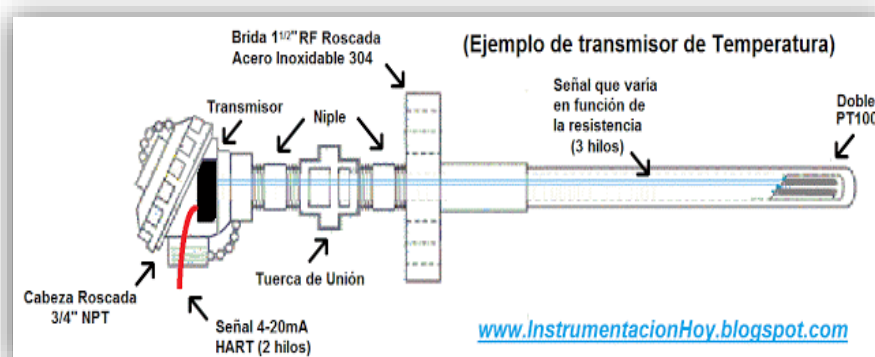


FIGURA 1.1. TRANSDUCTOR
FUENTE: INSTRUMENTACIÓNHOY.BLOGSPOT.COM.

1.7.2.2. Transmisor:

El transmisor recibirá la señal generada por el sensor o transductor y la transformará, adaptándola a un tipo de señal fácilmente interpretable por el resto de los equipos (normalmente de 4-20mA).

Transmisión Analógica y Escalamiento

Para la medición de variables analógicas se usa un transmisor analógico, por ejemplo, si se quiere medir nivel en un tanque se coloca un transmisor de nivel que suministra como salida una señal analógica, la cual, en la mayoría de los casos, es de voltaje o corriente. La figura muestra una conexión para un transmisor de salida de corriente a dos hilos.

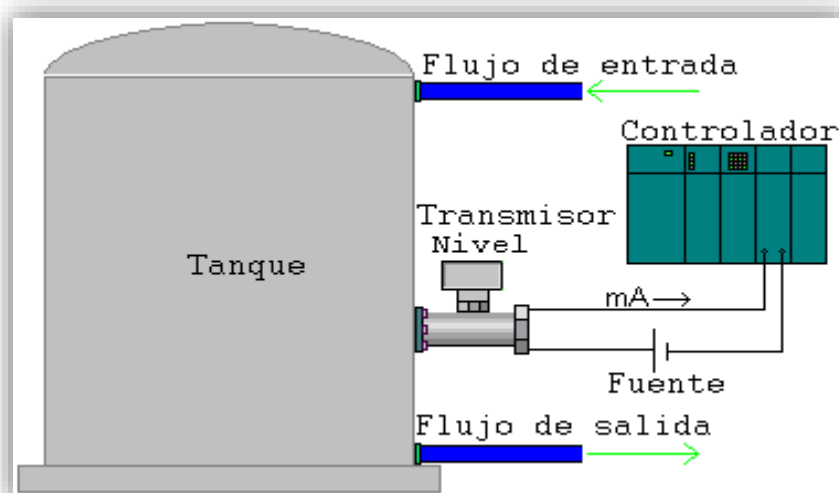


FIGURA 1.2 TRANSMISOR DE NIVEL
FUENTE: ES.OMEGA.COM

Algunas características de la de salida del transmisor se muestran a continuación.

Transmisión analógica de voltaje

- Usado para distancias cortas.
- El error se incrementa la medida se incrementa con la longitud del cable.
- Los rangos de voltajes más usados son: 0 a 5, 1 a 5 y 0 a 10 Vdc.
- La carga deber ser mayor a 1KΩ.

Transmisión analógica de corriente

- El rango más usado es 4 a 20 ma.
- Se verifica de forma natural fallas en el sistema.
- Puede transmitir a distancias de 1 Km.
- La carga puede ir desde 0 hasta 1000 Ω.
- Tiene mayor inmunidad al ruido que la transmisión de voltaje.
- La señal no se degrada con la distancia.

Escalamiento.

Para conocer la salida o la entrada de un transmisor se usan los escalamientos. Mediante el escalamiento se puede convertir una señal dentro de un rango a otro rango, esto se hace buscando la relación entre la entrada y la salida del transmisor. La mayoría de los transmisores son lineales, por esta razón, la relación corresponde a la ecuación de una línea recta. Para el ejemplo del tanque, si el transmisor tiene una salida de 16,8 Ma (suponiendo el rango de 4 a 20mA) y se quisiera encontrar el porcentaje de nivel del tanque (en el rango de 0 a 100%) el valor correspondiente sería de 80%, como se ilustra en la figura.

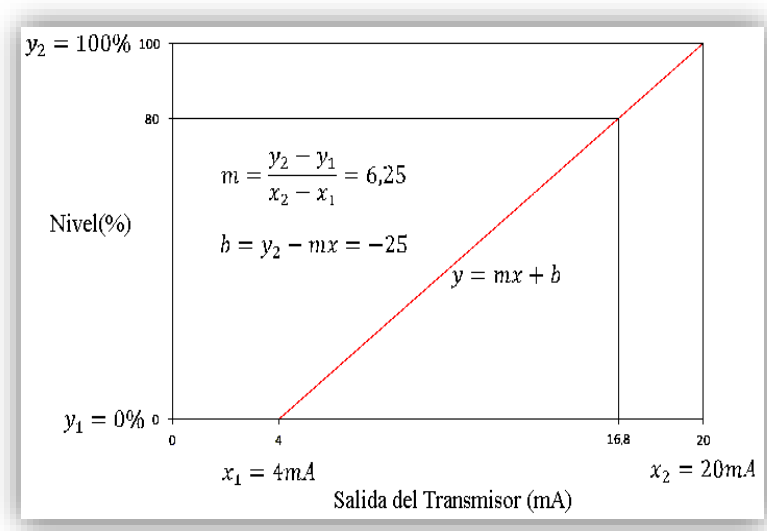


FIGURA 1.3 GRÁFICO DE ESCALAMIENTO

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA APOYADO EN CONCEPTO GEOMETRÍA ANALÍTICA.

1.7.3. Tipos de válvulas en control automático.

1.7.3.1. Válvula de control.

Se llaman "válvulas de control", a aquellas válvulas que tienen la capacidad de modificar su porcentaje de apertura, para regular de forma "continua" el caudal de un proceso.



FIGURA 1.4 VÁLVULA DE CONTROL
FUENTE: MANUAL VÁLVULAS CLA-VAL.

Las válvulas más utilizadas para estas aplicaciones son las válvulas de globo y jaula.

1.7.3.2. Válvula solenoide.

Válvula todo-nada accionada por la energización de una bobina (solenoide).

Al alimentar eléctricamente la bobina, se genera un campo magnético que logra desplazar un elemento mecánico, cambiando la válvula de una posición a otra.

Este tipo de válvulas, aunque se pueden instalar en líneas de proceso, principalmente se ubican en esquemas neumáticos.

1.7.3.3. Control discreto Todo-Nada.

Un control discreto se realiza normalmente mediante una válvula todo-nada. Esto es frecuente donde no se requiere un control muy fino de la variable de proceso, como el control del nivel de un tanque. En él, normalmente, no es necesario que el nivel se mantenga siempre constante, se dispone de cierto margen para no tener que estar echando continuamente agua.

Un tipo especial de válvulas de control discreto, son las "válvulas de masa calibrada".

Este tipo de válvulas, se utilizan cuando, debido al proceso, se ha establecido un punto de funcionamiento en el que debe trabajar la válvula. Otro tipo de aplicación que se podría incluir dentro de las válvulas todo-nada, son las válvulas de posiciones intermedias. A estas válvulas, aunque tengan la capacidad de abrir o cerrar un determinado porcentaje de apertura, no se las requiere estar modulando como las válvulas de control, por lo que los requisitos del indicador de posición serán mucho menos severos.

Las válvulas más utilizadas para estas aplicaciones, son las válvulas de bola, macho, mariposa, compuerta, etc.

1.7.3.4. Datos de proceso de una válvula de control.

Definir los datos de proceso de las válvulas de control de regulación.

Para definir este tipo de válvulas es muy importante:

- Identificar adecuadamente los distintos escenarios, donde debe trabajar la válvula.
- Establecer entre qué rangos trabajará la válvula para controlar el proceso, en cada uno de los escenarios anteriores.

Definir los datos de proceso de una válvula Todo-Nada.

En la mayoría de los casos, para especificar adecuadamente estos equipos, se debe considerar, principalmente, tres aspectos:

- Las condiciones de diseño (presión y temperatura).
- Máxima presión de shutoff (máxima presión de proceso que tendrá que vencer el actuador).
- Tiempos mínimos requeridos para el cierre y apertura de la válvula.

1.7.4. Sensores de proximidad.

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación.

Los sensores de proximidad son capaces de detectar la presencia o ausencia de un objeto dentro de un radio de acción determinado. Esta acción se realiza con o sin contacto con el objeto a detectar. Entre los más destacados se encuentran:

1.7.4.1. Capacitivos.

Consiste en señalar un cambio de estado basado en la variación del estímulo de un campo eléctrico. Además, detectan objetos metálicos o no metálicos, midiendo el cambio en la capacitancia, la cual depende de la

constante dieléctrica del material a detectar, su masa, tamaño y distancia hasta la superficie sensible del detector.

1.7.4.2. Inductivos.

Diseñados para trabajar generando un campo magnético y detectando las pérdidas de corriente de dicho campo generadas al introducirse en él los objetos de detección férricos y no férricos.

1.7.4.3. Fotoeléctricos.

El receptor de rayos infrarrojos suele ser un fototransistor o un fotodiodo. El circuito de salida utiliza la señal del receptor para amplificarla y adaptarla a una salida que el sistema pueda entender. La señal enviada por el emisor puede ser codificada para distinguirla de otra y así identificar varios sensores. Esto es muy utilizado en la robótica en casos en que se necesita tener más de un emisor infrarrojo y solo se quiera tener un receptor.

1.7.4.4. Ultrasónico.

Trabajan libres de roces mecánicos y detectan objetos a distancias de hasta 8m. El sensor emite impulsos ultrasónicos, estos reflejan en un objeto, el sensor recibe el eco producido y lo convierte en señales eléctricas, las cuales son elaboradas en el aparato de valoración. Estos sensores trabajan solamente en el aire y pueden detectar objetos con diferentes formas, colores, superficies y materiales. Los materiales pueden ser sólidos, líquidos o polvorientos, sin embargo, han de ser deflectores de sonido. Los sensores trabajan según el tiempo de transcurso del eco, es decir, se valora la distancia temporal entre el impulso de emisión y el impulso del eco.



FIGURA 1.5 SENSOR ULTRASONICO
FUENTE: WEB.INVENTOTECA.COM

1.7.4.5. Magnético.

Se caracterizan por la posibilidad de distancias grandes de la conmutación, disponible de los sensores con dimensiones pequeñas. Detectan los objetos magnéticos (imanes generalmente permanentes) que se utilizan para accionar el proceso de la conmutación.

1.8. Sensor de nivel hidrostático.

Los sensores de nivel (sondas de pozo) son transmisores de presión especiales para la medición del nivel hidrostático en tanques y pozos. Para ello se sumerge el sensor directamente en el líquido hasta el fondo para alcanzar la máxima profundidad. En esta posición, el sensor de nivel mide la presión hidrostática, lo que permite un cálculo directo del nivel en función de la altura de la columna de líquido.

El elemento de medida es un chip de silicio asociado a un diafragma. Un circuito tipo puente Wheastone se forma mediante la aplicación de iones externos al diafragma de silicio.

Cuando el diafragma se dobla modifica la resistencia resultando en una medición de la presión sobre el diafragma. En el diseño de la sonda de nivel la parte posterior del diafragma está conectado a la presión del aire circundante por una línea de compensación.

Las unidades también pueden ser utilizadas en medios turbulentos.

1.9. El controlador lógico programable (PLC)

El PLC o Controlador Lógico Programable, es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales. En la figura 1.6 se aprecia el PLC SIMATIC S7-1200 estructura externa de Siemens.



FIGURA 1.6 PLC SIMATIC DE SIEMENS
FUENTE: MANUAL SIEMENS.

La figura 1.7 muestra un PLC de estructura modular en los que la CPU, la fuente de alimentación, las entradas, las salidas, etc. son cada uno módulos, que se eligen en función de la aplicación requerida.



FIGURA 1.7 PLC ESTRUCTURA MODULAR DE SIEMENS
FUENTE: MANUAL SIEMENS.

1.9.1. Arquitectura de un PLC.

Los elementos esenciales, que todo PLC posee como mínimo, son:

- Sección de entradas:
Se trata de líneas de entrada, las cuales pueden ser digitales o analógicas. A estas líneas conectaremos los sensores (captadores).
- Sección de salidas:
Son una serie de líneas de salida, que también pueden ser de carácter digital o analógico. A estas líneas conectaremos los actuadores.
- Unidad Central de Proceso (CPU):
Se encarga de procesar el programa que el usuario ha introducido. La CPU toma, una a una, las instrucciones programadas por el usuario y las va ejecutando, cuando llega al final de la secuencia de instrucciones programadas, la CPU vuelve al principio y sigue ejecutándolas de manera cíclica. Para ello, dispone de diversas zonas de memoria, registros, e instrucciones de programa. Adicionalmente, en determinados modelos, podemos disponer de funciones ya integradas en la CPU; como reguladores PID, control de posición, etc.
A parte de estos podemos disponer de los siguientes elementos:
- Unidad de alimentación (algunas CPU's la llevan incluida).
- Consola de programación
Permitirá introducir, modificar y supervisar el programa de usuario. Tiende a desaparecer, debido a que la mayoría se programan a partir del computador mediante datos específicos facilitados por cada fabricante; o programados directamente desde el propio PLC.
- Dispositivos periféricos
Como nuevas unidades de E/S, más memoria, unidades de comunicación en red, etc.
- Interfaces
Facilitan la comunicación del PLC con otros dispositivos (como un computador), otros PLC's etc.

1.9.2. La CPU.

Es la memoria del PLC. Sus funciones son:

- Ejecutar el programa de usuario.
- Vigilar que el tiempo de ejecución del programa de usuario no excede un determinado tiempo máximo (tiempo de ciclo máximo).
- Crear una imagen de las entradas, ya que el programa de usuario no accede directamente a dichas entradas.
- Renovar el estado de las salidas en función de la imagen de las mismas, obtenidas al final del ciclo de ejecución del programa de usuario.
- Chequear del sistema. En la figura 1.8 se aprecia cómo es la arquitectura del PLC. Este posee un ciclo de trabajo, que ejecuta de forma continua:

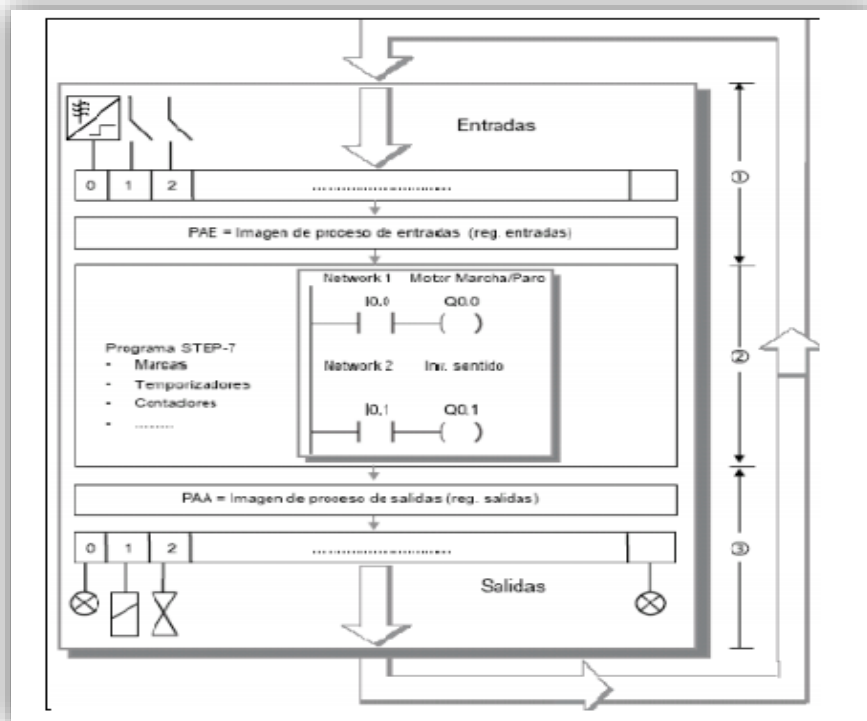


FIGURA 1.8 ARQUITECTURA PLC SIMATIC S7 1200
FUENTE: MANUAL SIEMENS PLC SIMATIC S7 1200

Durante el funcionamiento cíclico, primero se leen los estados en las entradas, memorizándose en la imagen de proceso de las entradas enunciadas como PAE. Con estas informaciones trabaja luego el programa de control cuando se ejecuta. De acuerdo a la lógica definida en el programa, se modifica el estado de las salidas depositadas en la imagen de proceso de las salidas enunciadas como PAA. En la última etapa del ciclo, los estados memorizados en la PAA se transfieren a las salidas físicas. Inmediatamente comienza de nuevo el ciclo. Un ciclo dura normalmente entre 3 y 10 ms. La duración depende del número y tipo de instrucciones (operaciones) utilizadas. El ciclo consta de dos partes principales:

1. Tiempo del sistema operativo, normalmente 1 ms; corresponde con las fases 1 y 3.

2. Tiempo para ejecutar las instrucciones; corresponde con la fase 2.

Por otro lado, el ciclo solo se ejecuta cuando el PLC se encuentra en estado RUN.

1.9.3. Memoria.

Dentro de la CPU dispondremos de un área de memoria, la cual emplearemos para diversas funciones:

Memoria del programa de usuario: aquí introduciremos el programa que el PLC va a ejecutar cíclicamente.

- a) Memoria de la tabla de datos: se suele subdividir en zonas según el tipo de datos (como marcas de memoria, temporizadores, contadores, etc.).
- b) Memoria del sistema: aquí se encuentra el programa en código máquina que monitoriza el sistema (programa del sistema o firmware). Este programa es ejecutado directamente por el microprocesador/microcontrolador que posea el PLC.
- c) Memoria de almacenamiento: se trata de memoria externa que se emplea para almacenar el programa de usuario, y en ciertos casos parte de la memoria de la tabla de datos. Suele ser de uno de los siguientes tipos: EPROM, EEPROM, o FLASH. Cada PLC hace subdivisiones específicas según el modelo y fabricante.

1.9.4. Unidades de entrada y salida E/S.

Se dispone de dos tipos de módulos de entrada y/o salida:

- a) Digitales. Se basan en el principio de todo o nada, es decir, o no conducen señal alguna o poseen un nivel mínimo de tensión. Estas E/S se manejan a nivel de bit dentro del programa de usuario.
- b) Analógicas. Pueden poseer cualquier valor dentro de un rango determinado especificado por el fabricante. Estas señales se manejan a nivel de byte o palabra (8/16 bits) dentro del programa de usuario. Las E/S son leídas y escritas dependiendo del modelo y del fabricante, es decir, pueden estar incluidas sus imágenes dentro del área de memoria o ser manejadas a través de instrucciones específicas de E/S.

1.9.5. Interfaces.

Todo PLC, salvo casos excepcionales, posee la virtud de poder comunicarse con otros dispositivos (como un PC). Lo normal es que posea una E/S serie del tipo RS232 (puerto serie). A través de esta línea se pueden manejar todas las características internas del PLC, incluida la programación del mismo, y suele emplearse para monitorizar el proceso.

La figura 1.9 muestra un ejemplo de interfaces para automatización integral basada en redes cableadas e inalámbricas industrial.

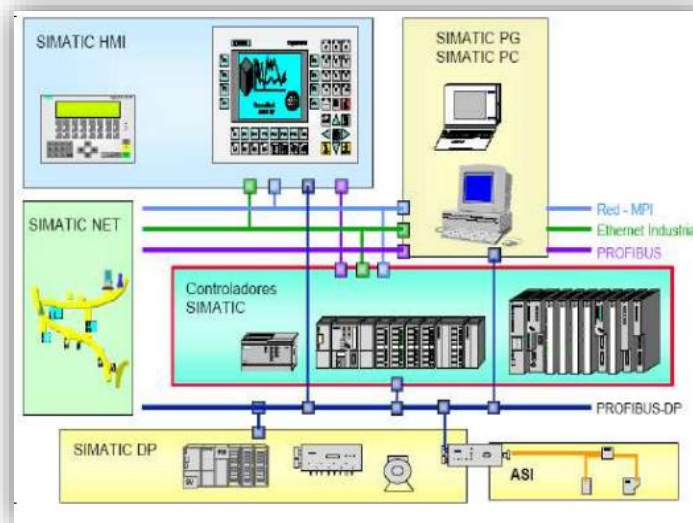


FIGURA 1.9 SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN INTEGRAL CON SIMATIC
FUENTE: MANUAL SIEMENS.

La programación del PLC puede realizarse, generalmente, empleando alguno de los siguientes elementos:

- 1.- Consola de programación: suele tener la forma de un teclado.
- 2.- PC: es el modo más empleado en la actualidad. Permite programar desde un computador personal estándar, con todo lo que ello supone: herramientas más potentes, posibilidad de almacenamiento, impresión, transferencia de datos, monitorización mediante software SCADA, etc. Cada PLC, dependiendo del modelo y fabricante, posee una conexión a uno o a varios de los elementos anteriores.

1.9.6. Periféricos.

El PLC, en la mayoría de los casos, puede ser ampliado. Las ampliaciones abarcan un gran abanico de posibilidades: módulos auxiliares de E/S (analógicas, digitales, etc.), memoria adicional, conexión con otras Placas, etc. Cada fabricante facilita las posibilidades de ampliación de sus modelos, los cuales pueden variar incluso entre modelos de la misma serie.

1.10. Lenguajes de programación.

Los lenguajes de programación de PLC fueron diseñados para poder tener una comunicación de usuario máquina. Gracias a este vínculo, es posible crear un programa con las instrucciones necesarias para controlar el comportamiento de cualquier proceso o máquina. Dichos lenguajes de programación consisten en símbolos, caracteres y reglas de uso.

La comunicación entre dos o más Plc's no sucede a través de un lenguaje de programación convencional. Para lograr una conexión entre estos dispositivos se requiere de una serie de reglas que permiten la transferencia de

información, a esta serie de reglas se les llama protocolo de comunicación, algunos de esto son: Profibus, Fieldbus, Modbus, Devicenet, Interbus, entre otros.

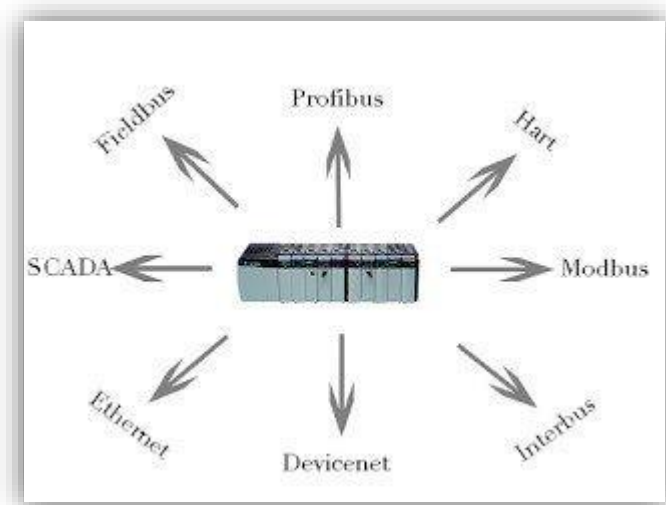


FIGURA 1.10 LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN
FUENTE: CIENCIA-EDUCACIÓN/APUNTES Y MONOGRAFÍAS.

La variedad dentro de los lenguajes de programación para PLC se debe a que los programadores tienen diferente formación en diferentes ramas, por lo cual unos prefieren programar en un lenguaje más visual y otros prefieren un lenguaje escrito.

Los lenguajes de programación de PLC pueden clasificarse principalmente en 2 clases.

1.10.1. Lenguaje de alto nivel.

En esta clase se encuentran los lenguajes gráficos, los que utilizan una interfaz de símbolos para declarar las instrucciones de control. Una de las desventajas de estos lenguajes visuales es que la programación está limitada a los símbolos que se proporcionan.

1.10.1.1. Diagrama escalera o ladder.

Este lenguaje fue uno de los pioneros, ya que fue uno de los primeros en ser utilizados y se asemeja mucho a los diagramas con relevadores. Se le llama de escalera, porque es muy similar a la estructura de una escalera, ya que contiene dos rieles verticales, y varios rieles horizontales (en este caso serían los escalones).

Características principales:

- Los 2 rieles verticales son de alimentación (en el caso de VCD uno es voltaje y otro tierra y en VCA son L1 y L2).

- Las instrucciones se colocan del lado izquierdo.
- Las salidas siempre se colocan del lado derecho.
- Se pueden colocar varias instrucciones o varias salida en paralelo.
- El procesador del Plc interpreta los datos de arriba hacia a abajo y de izquierda a derecha.

1.10.1.2. Diagrama de bloques.

En este tipo de programación se utilizan bloques de símbolo lógicos. Las salidas no se requirientes incorporar a una bobina de salida, porque la salida está asignada en las salidas de los bloques lógicos. Estos diagramas en su mayoría son preferidos por personas acostumbrados a trabajar con circuitos de compuertas lógicas, ya que la simbología utilizada es equivalente.

Características principales:

- Las salidas de los bloques no se conectarán entre sí.
- La evaluación de una red se termina antes de iniciar la siguiente.

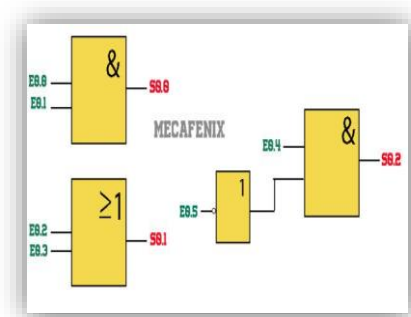


FIGURA 1.11 DIAGRAMA BLOQUES

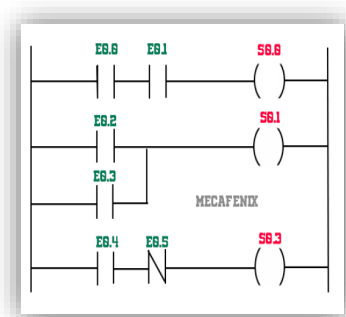


FIGURA 1.12 DIAGRAMA ESCALERA

FUENTE: COMUNICACIONES INDUSTRIALES

1.10.2. Lenguaje de bajo nivel.

En esta clase se encuentra los lenguajes de programación textual, su programación es a través de texto utilizando cadenas de caracteres para indicar las instrucciones de control.

1.10.2.1. Lista de instrucciones.

Este tipo de lenguaje es el más antiguo y es la base para todos los lenguajes de programación que existen, este lenguaje es el precursor del diagrama escalera, ya que este se utilizaba cuando las computadoras aún no tenían capacidad gráfica. Todos los lenguajes son traducidos a lista de instrucciones.

Características principales:

- Todos los lenguajes pueden ser traducidos a lista de instrucciones, pero no al revés.
- La programación es más compacta.
- Este lenguaje es el más completo de todos.

1.10.2.2. Texto estructurado.

El texto estructurado se compone de una serie de instrucciones que se pueden ejecutar, como sucede con los lenguajes superiores, de forma condicionada. Este lenguaje es muy similar al lenguaje C y sobre todo a PASCAL.

("IF.THEN.ELSE") o en bucles secuenciales (WHILE.DO).

Características principales:

- Trata indistintamente las mayúsculas y las minúsculas.
- Soporta instrucciones aritméticas complejas.
- Soporta ciclos de iteración (repeat – until, while – do)

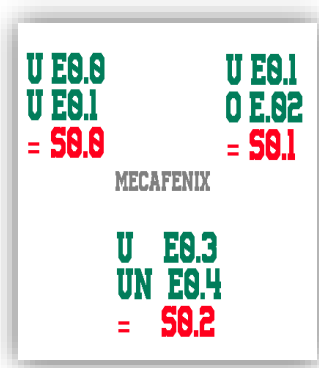


FIGURA 1.13 LISTA INSTRUCCIONES

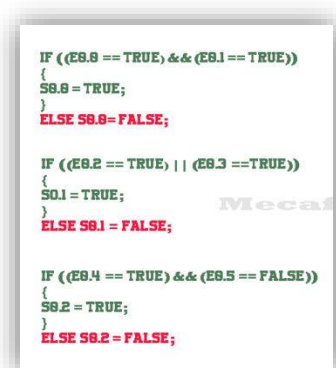


FIGURA 1.14 TEXTO ESTRUCTURADO

FUENTE: COMUNICACIONES INDUSTRIALES

1.11. Comunicación industrial.

Las comunicaciones industriales son aquellas que permiten el flujo de información del controlador a los diferentes dispositivos a lo largo del proceso de producción: detectores, actuadores, sensores entre otros. Dada la gran variedad de sistemas de comunicación entre equipos industriales, de los cuales la mayoría son cerrados, se ha optado por el desarrollo de un entorno que permita tanto la implementación de protocolos de especificaciones conocidas en un sistema de comunicación completo, desde el medio físico hasta el nivel más alto de red, siguiendo un paralelismo; con el conocido modelo CIM (Computer Integrated Manufacturing).

En la industria este concepto corresponde a una estructura piramidal jerarquizada, produciéndose en la cúspide decisiones de política empresarial. En la base lo que se pretende es que las denominadas islas de automatización (autómatas programables, máquinas de control numérico, robots) se integren

en un sistema de control jerarquizado y distribuido que permita la conversión de decisiones de política empresarial, en operaciones de control de bajo nivel.

1.12. Protocolos industriales.

Un protocolo industrial, es aquel que es insertado dentro de los dispositivos electrónicos que participan en el control de procesos o de la manufactura para darles capacidad de comunicar datos del proceso u otros de manera óptima. Aunque muchos son propietarios, tienden con el tiempo a convertirse en protocolos de uso generalizado por su aceptación en el mercado.

1.13. Buses de campo.

A finales de los 80 y sobre todo en los 90 aparecen en el mercado nuevas opciones de comunicación, los buses de campo. Un bus de campo es un sistema de transmisión de información por un sólo cable de comunicación que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en el proceso de producción.

Los buses de campo son tecnologías y protocolos de comunicación usados en automatización y control de procesos en industrias. Existen dos tipos: propietarios y abiertos.

Los propietarios son propiedad intelectual de una compañía en particular y restringe su uso a una sola marca de equipos. En cambio los buses abiertos son:

- Interconectables, porque dispositivos de diferentes fabricantes pueden ser conectados con seguridad al mismo bus.
- Interoperables, porque pueden comunicarse exitosamente entre dispositivos de diferentes proveedores.
- Intercambiables, porque los dispositivos provenientes de una firma pueden ser reemplazados con dispositivos funcionalmente equivalentes de otras firmas.

A continuación se mencionan algunos de los protocolos principales que funcionan a nivel de buses de campo y que nos permiten la integración de diferentes tecnologías independientemente del fabricante del dispositivo.

- Modbus: Es un protocolo de comunicaciones situado en el nivel 7 del Modelo OSI, basado en la arquitectura maestro/esclavo o cliente/servidor, diseñado en 1979 por Modicon para su gama de controladores lógicos programables (PLCs).
- Profibus: Se trata de una red abierta, estándar e independiente de cualquier fabricante, cuenta con varios perfiles y se adapta a las condiciones de las aplicaciones de automatización industrial.
- Interbus: fue estandarizado en 1987 como un sistema de bus de campo abierto por Phoenix Contact y como un bus de campo para el nivel de sensores/actuadores en el DIN19258. Tiene una estructura maestro/esclavo.

- Foundation Fieldbus: Un bus orientado sobre todo a la interconexión de dispositivos en industrias de proceso continuo. Su desarrollo ha sido apoyado por importantes fabricantes de instrumentación como FisherRosemount y Foxboro.
- ASI: AS-Interface (Actuator Sensor Interface) es un bus de campo diseñado para hacer conexiones binarias (ON/OFF) para la conexión de actuadores y sensores binarios.

1.14. Protocolo de comunicación HART.

Este protocolo proporciona comunicación digital bidireccional con dispositivos de campo inteligentes mientras conserva la compatibilidad y familiaridad de los tradicionales sistemas 4-20 mA. Su protocolo utiliza la norma Bell 200 que permite la superposición simultánea a niveles bajos de una señal de comunicaciones digital (el "1" lógico es representado por 1.200 Hz, mientras el "0" lógico corresponde a 2200 Hz) en la parte superior de la señal analógica 4-20 mA. Ya que HART fue diseñado para ampliar las comunicaciones con los instrumentos de medición y control que tradicionalmente se comunicaban con señales de 4-20 mA, es aplicable a todo tipo de industrias de proceso. Por tratarse de una superposición a un sistema existente, HART ofrece una solución sin ningún riesgo para poder gozar de los beneficios que resultan de una comunicación más amplia con los dispositivos inteligentes.

1.15. Comunicaciones inalámbricas.

Las redes inalámbricas son aquellas que se comunican por un medio de transmisión no guiado sin cables mediante ondas electromagnéticas. La transmisión y la recepción se realizan a través de antenas. Tienen ventajas como la rápida instalación de la red sin la necesidad de usar cableado, permiten la movilidad y tienen menos costos de mantenimiento que una red convencional.

Otra de las ventajas de redes inalámbricas es la movilidad. Los usuarios puedan conectarse a las redes existentes y se permite que circulen libremente. Un usuario de telefonía móvil puede conducir kilómetros en el curso de una única conversación, porque el teléfono se conecta al usuario a través de torres de la célula. Sin embargo, la telefonía móvil es cara. El costo de su uso se ve restringido a profesionales de gran movilidad, como directores de ventas y ejecutivos encargados de adoptar decisiones importantes que tendrían que ser alcanzados en un momento de aviso, independientemente de su ubicación. La telefonía móvil ha demostrado ser un servicio útil.

Entre las ventajas de las redes inalámbricas a corto y largo plazo, se incluyen:

- Accesibilidad: Todos los equipos portátiles y la mayoría de los teléfonos móviles de hoy día vienen equipados con la tecnología Wi-Fi necesaria para conectarse directamente a una LAN inalámbrica. Los usuarios pueden acceder

de forma segura a sus recursos de red desde cualquier ubicación dentro de su área de cobertura. Generalmente, el área de cobertura es su instalación, aunque se puede ampliar para incluir más de un edificio.

- Movilidad: Los empleados pueden permanecer conectados a la red incluso cuando no se encuentren en sus mesas. Los asistentes de una reunión pueden acceder a documentos y aplicaciones. Los vendedores pueden consultar la red para obtener información importante desde cualquier ubicación.

- Productividad: El acceso a la información y a las aplicaciones clave de su empresa ayuda a su personal a realizar su trabajo y fomentar la colaboración. Los visitantes (como clientes, contratistas o proveedores) pueden tener acceso de invitado seguro a Internet y a sus datos de empresa.

- Fácil configuración: Al no tener que colocar cables físicos en una ubicación, la instalación puede ser más rápida y rentable. Las redes LAN inalámbricas también facilitan la conectividad de red en ubicaciones de difícil acceso, como en un almacén o en una fábrica.

- Escalabilidad: Conforme crecen sus operaciones comerciales, puede que necesite ampliar su red rápidamente. Generalmente, las redes inalámbricas se pueden ampliar con el equipo existente, mientras que una red cableada puede necesitar cableado adicional.

- Seguridad: Controlar y gestionar el acceso a su red inalámbrica es importante para su éxito. Los avances en tecnología Wi-Fi proporcionan protecciones de seguridad sólidas para que sus datos solo estén disponibles para las personas a las que se permita el acceso.

- Costes: Con una red inalámbrica puede reducir los costes, ya que se eliminan o se reducen los costes de cableado durante los traslados de oficina, nuevas configuraciones o expansiones.

Del mismo modo, las redes inalámbricas evitan el uso del cable Ethernet en un escritorio. Mientras los usuarios de la red inalámbrica estén dentro de los márgenes, pueden tomar ventaja de la red. Equipos disponibles puede abarcar un campus corporativo, y en terreno favorable, puede ampliar el alcance de una red 802.11 hasta unos pocos kilómetros.

“Redes de área amplia (WAN)”: Interconexión de redes o equipos terminales que se encuentran ubicados a grandes distancias entre sí.

“Redes área local (LAN)”: Confinadas en empresas o industrias permiten la conexión a alta velocidad de equipos y sistemas informáticos para compartir recursos.

“ROE”: Relación entre la potencia transmitida y la reflejada por la antena. Indica el nivel de adaptación de la antena al puerto de RF del módem. Una buena conexión no debe exceder una ROE de 2:1 (10% de la potencia

reflejada). Una ROE superior 3:1 indica un problema grave en la instalación y no es aceptable.

“Router”: Dispositivo de hardware para interconexión de red de computadores que opera en la capa tres (nivel de red). Un enrutador es un dispositivo para la interconexión de redes informáticas que permite asegurar el enrutamiento de paquetes entre redes o determinar la ruta que debe tomar el paquete de datos.

“Software”: Soporte lógico e inmaterial que permite que el PC pueda desempeñar tareas inteligentes, dirigiendo a los componentes físicos o hardware con instrucciones y datos a través de diferentes tipos de programas. Son los programas de aplicación y los sistemas operativos.

CAPITULO II
SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO.

2.1. Control de nivel.

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

Esta señal será utilizada de igual manera para la partida y parada de las bombas elevadoras a la admisión de estanques.

El transmisor seleccionado es de la marca Siemens, modelo SITRANS LH100.



FIGURA 2.1 CONTROL DE NIVEL HIDROSTÁTICO
FUENTE: DATA SHEET SITRANS

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%.

2.2. Válvulas de control.

La Válvula de Control Solenoide modelo 136-01/636-01 de Cla-Val es una válvula de control encendido-apagado que cierra o abre por medio de una señal eléctrica enviada al piloto de control solenoide. Esta válvula consiste en una válvula principal Hytrol y una válvula solenoide de tres vías que alternadamente aplica o alivia presión en la cámara de diafragma de la válvula principal. Se suministra como normalmente abierto (des energizar solenoide para abrir) o normalmente cerrado (energizar solenoide para abrir).



FIGURA 2.2 VÁLVULA DE CONTROL 136-01 CLA-VAL.
FUENTE: DATA SHEET VÁLVULA DE CONTROL 136-01 CLA-VAL.

SELECCIÓN DE VÁLVULA 136-01 MARCA CLA-VAL			
Diámetrro	Tipo	Flujo (Its/seg)	Conexión
3" (80mm)	Globo- Ángulo	29 Máx. 37 Int.	Se indica disp.

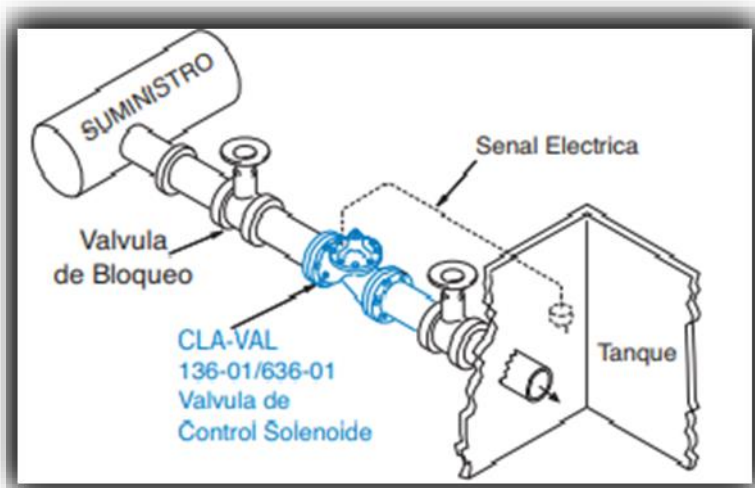


FIGURA 2.3 ESTRUCTURA VÁLVULA DE CONTROL 136-01 CLA-VAL.
FUENTE: DATA SHEET VÁLVULA DE CONTROL 136-01 CLA-VAL.

El control de nivel de agua es provisto por un flotador, el cual al cerrar envía una señal eléctrica para abrir o cerrar válvulas según sea la necesidad.

2.3. Indicadores de contaminación de filtros.

Indicadores de presión diferencial: se utilizan en todos los filtros para tuberías y reaccionan ante el aumento de la diferencia de presión cuando asciende el grado de contaminación del elemento.

Montaje de los indicadores de presión diferencial: espacio de montaje G 1/2" (de acuerdo con la norma de fábrica de HYDAC HN 28-22). Los indicadores de presión diferencial del tipo V02 se acoplan externamente a las tuberías.

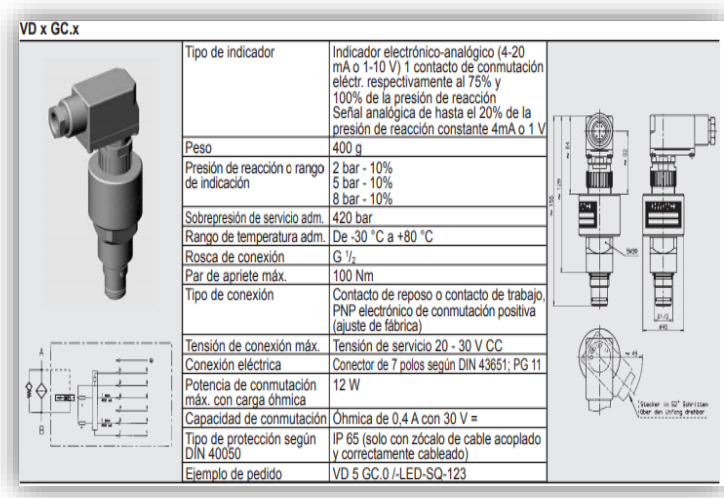


FIGURA 2.4 CARACTERÍSTICAS INDICADOR DE CONTAMINACIÓN DE FILTROS.
FUENTE: DATA SHEET HYDAC

2.4. PLC S7-1200.

Se usará 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: 6ES7214-1HG40-0XB0. 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, 46 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 teniendo un rango admisible de alimentación entre 20.4 VDC a 28.8 VDC.

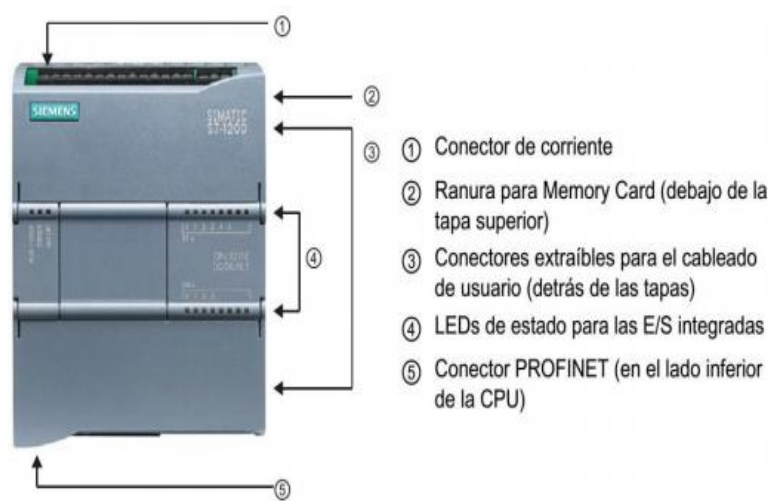


FIGURA 2.5 PRINCIPALES PARTES DEL PLC S7 1200
FUENTE: MANUAL SIEMENS

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 N°1 se muestra la disposición de los pines:

Tabla 2-1. 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	-	-

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 2-2.

Tabla 2-2. 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 análogas	
Número de entradas análogas	2
Salidas Analógicas	
Número de salidas análogas	0
Grado y clase de protección	
IP20	Sí

2.5 HMI KTP-600

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 6 ", tiene 6 teclas de desplazamiento de pantalla a pantalla según sea la programación, además de ser touch, es decir táctil, la interfaz que usa es al igual que el PLC S7-1200 Interfaz Profinet y su alimentación nominal es a 24 VDC.

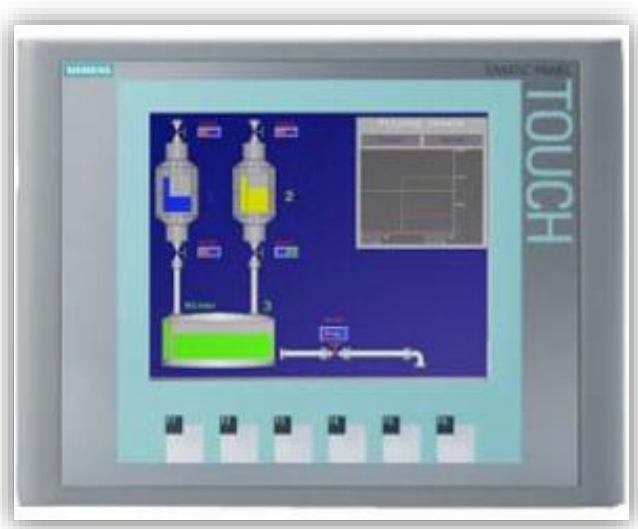


FIGURA 2.6 HMI KTP-600
FUENTE: MANUL SIEMENS HMI

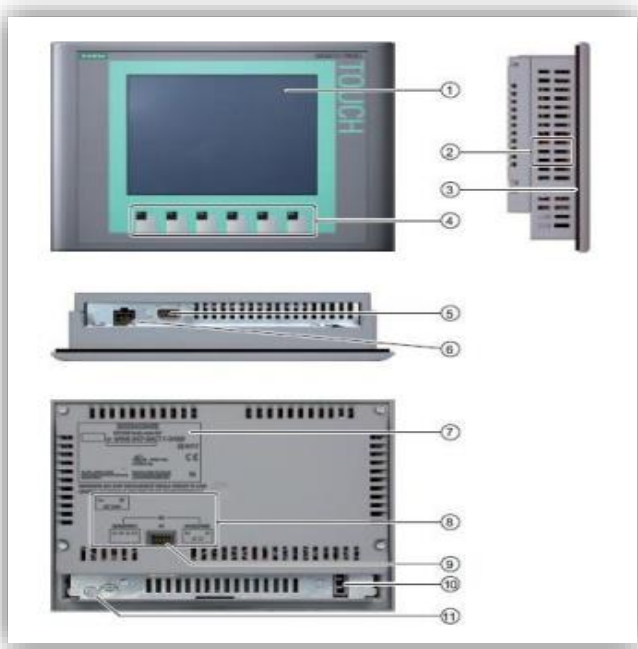


FIGURA 2.7 PARTES DE HMI KTP-600
FUENTE: MANUAL SIEMENS HMI

- | | |
|---|----------------------------------|
| ① Display/Pantalla táctil | ⑦ Placa de características |
| ② Escotaduras para las mordazas de fijación | ⑧ Nombre del puerto |
| ③ Junta de montaje | ⑨ Interruptor DIL |
| ④ Teclas de función | ⑩ Guía para las tiras rotulables |
| ⑤ Interfaz RS-422/485 | ⑪ Conexión para tierra funcional |
| ⑥ Conexión para la fuente de alimentación | |

Este HMI de la Marca Siemens tiene un tamaño de pantalla de 6 ". Las dimensiones que tiene el HMI KTP-600 se pueden apreciar en la Figura N°2.8, las unidades de las acotaciones se encuentran en milímetros:

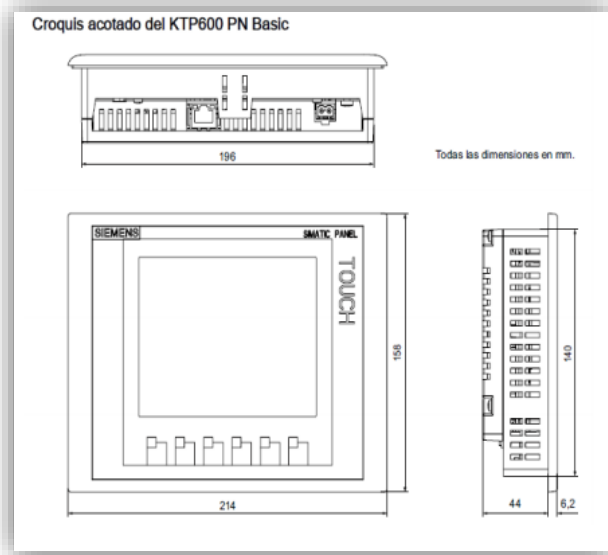


FIGURA 2.8 DIMENSIONES DE HMI KTP-600
FUENTE: MANUAL SIEMENS HMI

A continuación, se describen las principales características técnicas del HMI KTP-600 de la marca Siemens.

Tabla 2-3. Características Técnicas del HMI KTP-600 PN

SIMATIC HMI KTP600 BASIC	
Energía	
Consumo de energía	9 W
Tensión de alimentación	
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
Corriente de entrada	
Consumo de corriente (valor nominal)	0.35 A
Corriente de entrada	0.5 A ² .s
Tipo de procesador	
X86	No
ARM	Sí; RISC 32-bit
Memoria	
Flash	Sí
RAM	Sí
Memoria utilizable para datos de usuario	1 Mbyte
Protocolos (Ethernet)	
TCP/IP	Sí
Grado y clase de protección	
IP (en la parte delantera)	IP65
IP (en la parte trasera)	IP20

2.6 Antena estación base Ubiquiti Airmax 900Mhz.

Es una antena de sector de estación base que proporciona características de ganancia, aislamiento de polo cruzado y conformación de haz.



FIGURA 2.9 ANTENA UBIQUITI AIRMAX 900MHZ.
FUENTE: MANUAL ANTENAS AIRMAX

UBIQUITI AIRMAX 900 MHZ MIMO (AM-9M13-120)	
Rango Frecuencia	902-928 MHZ.
Ganancia	13.2-13.8 dBi.
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.
Sist. Operativo	AirOS 5

Utiliza tecnología AirOS que es una versátil tecnología firmware Ubiquiti. 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.

2.7 Punto acceso estación base Ubiquiti Rocket M900.

El Rocket M9 y antenas de estación base AirMax / Rocket han sido diseñados para trabajar juntos sin problemas. Instalación de RocketM9 en AirMax de estación base no requiere herramientas especiales, sólo tiene que colocarla en su lugar con el soporte para antenas



FIGURA 2.10 PUNTO ACCESO UBIQUITI ROCKET M900.

FUENTE: DATA SHEET AIRMAX

ROCKET M9 AIMAX 900MHZ.	
Rango Frecuencia	902-928 MHZ.
Velocidad avance	150 Mbps
Potencia	630 mW
Modo operación	Access Point, AP WDS, Cliente, AIRMAX, Cliente WDS.
Alimentación	24 Vdc., 1A, Incluye Poe.
Temperatura	-40 a 85°C
Polaridad	Vertical/horizontal simultánea (MIMO TDMA)
Sist. Operativo	AirOS 5

2.8 Antena Ubiquiti Airmax Nano Bridge M900 con reflector.

Nano Bridge M900 es una Access Point o CPE que realiza enlace NLOS sin línea vista con una antena MIMO con 10 dBi de ganancia. La tasa máxima de transferencia es de 50 Mbps y alcance de hasta 5 Km



FIGURA 2.11 ANTENA UBIQUITI AIRMAX NANO BRIDGE M900 CON REFLECTOR.
FUENTE: DATA SHEET AIRMAX

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.

UBIQUITI AIRMAX NANO BRIDGE M900	
Rango Frecuencia	902-928 MHZ.
Ganancia	10.6-11.3 dBi
Interfaz de red	Ethernet 10/100
Consumo máximo de energía	6.5 Watt
Alimentación	24 Vdc., 1A, Incluye Poe.
Temperatura	-30 a 75°C
Sist. Operativo	AirOS 5

CAPÍTULO III
INGENIERIA DE PROYECTO

El presente capítulo describe el planteamiento de Automatización y Telemetría de los afluentes, filtros y estanques acumuladores que componen el sistema general de la planta de agua potable.

3.1 Alcances

Se muestran los elementos necesarios a fin de implementar el sistema de automatización y telemetría destinado a monitorear, supervisar y controlar el abastecimiento de agua potable de la zona mencionada. Para definir de mejor manera este capítulo se estudiará el planteamiento de automatización y telemetría de la planta de agua potable en dos partes.

En primer lugar, se analizará la automatización de los afluentes y filtros de la planta de agua, ya que la disposición de los tableros y filtros se encuentra en el interior de las dependencias de la planta.

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

3.2 Automatización de afluentes y filtros.

Para la comunicación entre las bombas y elementos de campo de los afluentes y piscina planta de agua, se ha definido señales ON/OFF en 24Vdc y 220Vac, señales analógicas en 4 - 20ma y comunicación en protocolo Modbus.

3.2.1 Funcionamiento del Sistema de Bombeo

Para poder dar un buen servicio es necesario que la piscina esté continuamente llena. Es con 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 agua con que se cuenta y la demanda de agua. Con estos parámetros mencionados anteriormente se determinó el funcionamiento.

El encendido de las bombas lo determina la altura que vaya alcanzando el agua en el reservorio, de acuerdo a la demanda que esté presente.

La capacidad de la piscina existente es de 200m³ con una altura de 2 m., y la secuencia determinada es de acuerdo al nivel del agua en el reservorio para accionar la bomba. Se instalará en la piscina un sensor de nivel con salida de 4 a 20mA como se muestra en la Figura 3.1. Para comprender la forma de operación se explicarán los siguientes puntos:

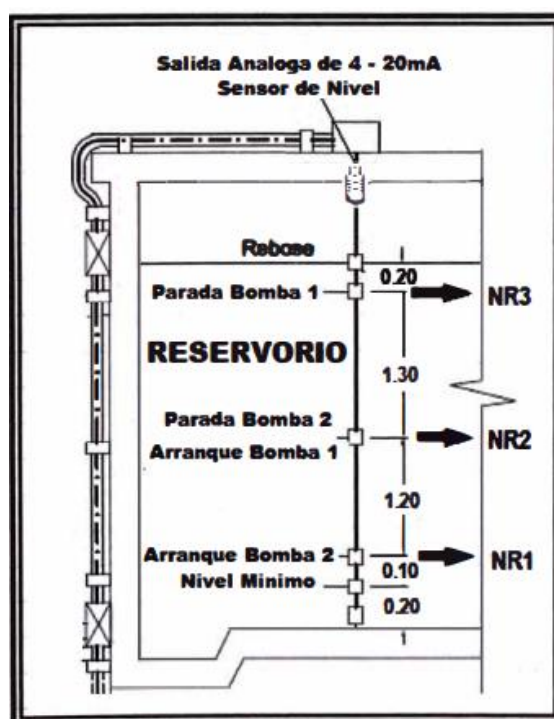


FIGURA 3.1 UBICACIÓN SENSOR DE NIVEL EN ESTANQUE PISCINA
FUENTE: SEDAPAL CON ADAPTACIONES PROPIAS

- 1.- Suponiendo que el reservorio está lleno y el nivel de agua llega a los 2.0m (NR3), de inmediato se debe apagar los grupos de bombas, antes de que rebalse el agua.
2. - Si la demanda aumenta y el nivel de la piscina baja hasta alcanzar una altura de 1.0m (NR2), deberá entrar en funcionamiento el grupo de bombas 1, y así continuará hasta que el nivel del agua suba otra vez hasta 2.0m (NR3).
- 3.- Por el contrario si el nivel del agua sigue bajando hasta alcanzar una altura de 0.3m (NR1), entrará en operación el grupo de bombas 2, y estarán funcionando los dos grupos de bombas. Si el nivel del agua comienza a recuperarse cuando llegue a 1.0 m (NR2), el grupo de bombas 2 saldrá de operación. Si el depósito se llenara, los dos grupos de bombas deberán estar fuera de operación.

Un punto muy importante a considerar es cuando los afluentes no cuentan con la suficiente agua, el sistema no debe funcionar, ya que las bombas trabajarán en vacío ocasionando problemas mecánicos. Para ello, cada afluente contará con un sensor de bajo nivel, el cual no permitirá la puesta en servicio de la bomba.

3.2.2 Descripción del Sistema de Automatización

El sistema de control y automatización se divide en 2 modos de operación:

A) El control automático a través del controlador PLC, el cual recibe y envía datos de tipo digital ON-/OFF en 24Vdc- y 220Vac respectivamente, de tipo analógico en 4 a 20mA y por comunicación en RS-485 Modbus.

B) El control automático y manual de cada afluente.

3.2.3 Arquitectura de Control en cada estación

En cada estación se instaló un tablero de control y automatización con el siguiente equipamiento:

- 1)** Controlador lógico programable, PLC
- 2)** Fuente de energía ininterrumpida, UPS.
- 3)** Interruptores termo magnéticos.
- 4)** Protección de sobre tensión.
- 5)** Demás elementos de conexión de señales según la estación.

El sistema de bombeo de cada afluente tiene dos modos de operación: local y remoto.

En el modo LOCAL, el control se realiza desde la caseta de bombeo, en el modo REMOTO el control se realiza desde el PLC del reservorio (Piscina planta).

Adicional a esto, en el tablero de fuerza ubicado en la planta potabilizadora tiene las opciones manual y automático para cada electro bomba principal. En la opción LOCAL/ MANUAL, la operación de las bombas se realiza a través del panel de pulsadores ubicados en la puerta del tablero de fuerza, y el PLC solo se limita a monitorear y registrar los valores de los parámetros, y señales de la estación. En la opción LOCAL/AUTOMATICO, el PLC gobierna el control y monitoreo de la estación de acuerdo a su programa de control. Los equipos principales que entregan más de una señal de lectura, además de señales de alarma y estado y tienen la opción a ser configurados, están enlazados al PLC vía red de comunicación Modbus. Los equipos que emiten una sola señal de lectura, no generan señales de estado así como no tienen la opción de configuración debido a su operación simple, serán enlazados al PLC vía señal digital ON/OFF o señal analógica de 4 a 20mA.

3.2.4 Relación de Señales de Entrada y Salida del PLC.

Para tablero de bombas:

- Arranque y parada de las electrobombas principales de acuerdo al programa de suministro de agua (salidas digitales en 220Vac de acuerdo al número de bombas).

- Estados de cada electro bomba: funcionando y falla (entradas en 24Vdc de acuerdo al número de bombas).
- Estado de los partidores electrónicos: falla, preparado, funcionando, bypass (por comunicación Modbus).
- Alarma de los partidores electrónicos: falla interna, sobre-corriente, inversión de fase, configuración incorrecta, pérdida de una fase, frecuencia de red sin tolerancia, fallo de alimentación de potencia, fallo de alimentación de control, arranque demasiado largo, sobrecarga, fallo térmico de motor, fallo térmico del arrancador, sobrecarga del motor, rotor bloqueado (por comunicación Modbus).
- Lectura de parámetros de los partidores electrónicos:
Estado térmico del motor, corriente del motor, duración de funcionamiento, potencia activa, par motor, último fallo aparecido, sentido de rotación de las fases (por comunicación Modbus)
- Señal de apertura de válvula control de bombeo. Si aplica (salida discreta 220 Vac).
- Señal de confirmación de apertura de válvula control de bombeo. Si aplica (entrada discreta tipo relé).
- Lectura de los parámetros eléctricos de los medidores multifunción: corriente por fase, tensión fase a fase, potencia activa, pasiva y total, corriente media por fase, -corriente máxima por fase, -potencia máxima activa, pasiva y aparente, contador horario, factor de potencia, energía activa, reactiva y aparente, factor de potencia, máximo y mínimos de corriente, frecuencia, potencia, factor de potencia .
- Posición del selector Local/Remoto (dos entradas digitales en 24Vdc).
- Posición de los selectores Manual/Automático (dos entradas digitales en 24Vdc por cada bomba).
- Estado del relé de Min/Max tensión y pérdida de fase (entrada digital en 24Vdc por cada bomba).
- Estado del UPS: funcionando, falla (dos entradas digitales en 24Vdc).
- Indicación del sensor de rebose. Si aplica (entrada digital en 24Vdc).
- Estado de sirena. Presencia de alarma (salida digital en 220Vac).
- Medición del nivel del agua en pozo, cisterna o reservorio (entrada analógica de 4 a 20mA).

Para el Reservorio Existente (Piscina):

- Estado del UPS: funcionando, falla (dos entradas digitales en 24Vdc).
- Indicación del sensor de rebose (entrada digital en 24Vdc).
- Estado de sirena. Presencia de alarma (salida digital en 2-20Vac).
- Medición del nivel del agua en el reservorio (entrada analógica de 4 a 20mA).
- Medición de presión diferencial filtro primario (entrada analógica de 4 a 20mA).

- Medición de presión diferencial filtro secundario (entrada analógica de 4 a 20mA).

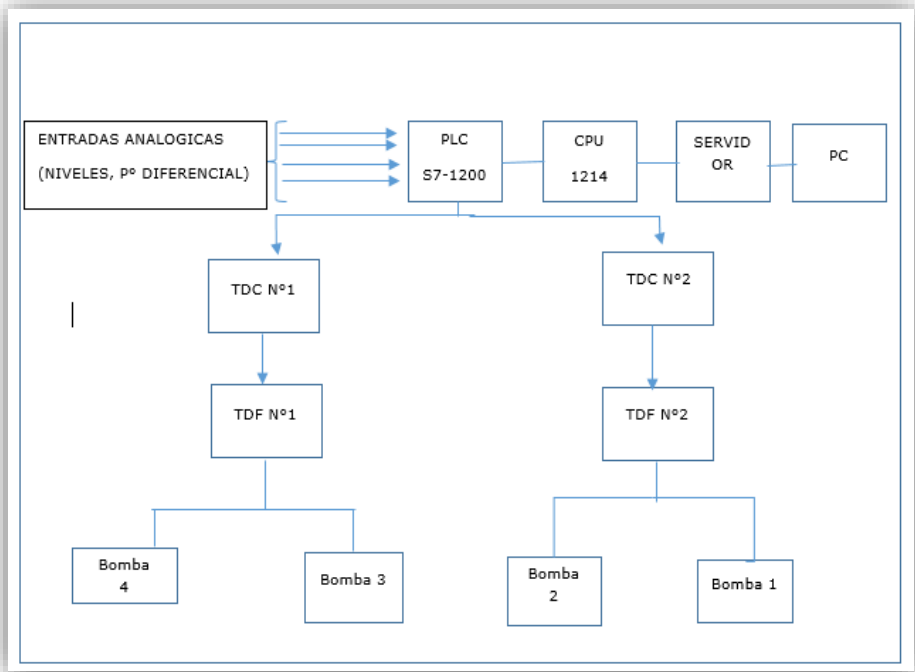


FIGURA 3.2 DIAGRAMA ESQUEMÁTICO COMUNICACIÓN DE AFLUENTES
 FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA INTEGRADO A PLANO ELÉCTRICO PLANTA AGUA

3.3. Automatización de estanques acumuladores.

Para la comunicación entre la sala de bombas y los estanques acumuladores, se ha definido señales ON/OFF en 24Vdc y 220Vac, señales analógicas en 4 - 20mA y comunicación en protocolo Modbus. Para la comunicación entre estas estaciones se han considerado equipos de telemetría (radio modem) con protocolo Modbus, garantizando una velocidad de 2 Mbits para la transmisión de datos. Siguiendo con el proceso integral de automatización.

3.3.1. Funcionamiento del Sistema de Bombeo

Tal como se describió con los afluentes, se consideran los factores de capacidad y demanda de agua para determinar, en este caso, el funcionamiento de descarga hacia estanques acumuladores. El encendido de las bombas de descarga ubicadas en sala de bombas 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, la posición de las válvulas de admisión y descarga distribuidas en el circuito y el nivel de agua de la piscina o reservorio. En el apartado anterior ya determinamos el nivel de la piscina de la planta de agua, ahora se estudiarán los estanques acumuladores.

La acumulación de agua se compone de cuatro estanques con capacidad total de 450 m3.

ESTANQUES	CAPACIDAD (M3)	ALTURA (Metros)
VEGA (Nº1)	120	2.0
ANCLA (Nº2)	100	2.0
BOTE (Nº3)	140	3.0
CAPILLA(Nº4)	90	3.0

Tabla 3-1. Características de estanques acumuladores
Fuente: Elaboración propia, basado en Manual de usuario planta
agua ESGRUM.

El sistema de control para el bombeo de agua desde la piscina de la planta de agua hacia los estanques elevados está compuesto por dos bombas, una piscina o reservorio principal de succión de agua y cuatro estanques en la parte superior que mediante caída libre se provee de agua a toda la población de la Isla Quiriquina.

El funcionamiento de bombeo es similar al de afluentes. En este caso, el nivel mandatorio está dado por los estanques acumuladores que controlarán la partida y parada de las bombas de acuerdo a demanda de agua requerida.

El sensor de nivel trabajará al 20 por ciento de la altura como nivel mínimo, donde partirán ambas bombas, al 50 por ciento donde la bomba número dos se detendrá y al 80 por ciento de la altura, ambas bombas de estanque deben detenerse.

3.3.2 Descripción del Sistema de Automatización.

El sistema de control y automatización se divide en 2 modos de operación:

A) El control automático en cada estación (estanques acumuladores y piscina planta agua) a través del controlador PLC, el cual recibe y envía datos de tipo digital ON-/OFF en 24Vdc y 220Vac respectivamente, de tipo analógico en 4 a 20mA y por comunicación en RS-485 Modbus.

B) El control automático y manual de bombas de descarga:
El grupo hídrico es la unidad básica y prioritaria de control, para lo cual, los PLCs de cada estación se comunicarán entre sí vía telemetría (radio enlaces dedicado y exclusivo en plataforma Modbus).

3.3.3 Arquitectura de Control en Cada Estación.

En cada estación se instaló un tablero de control, automatización y telemetría con el siguiente equipamiento:

- 1) Controlador lógico programable, PLC con HMI Integrado
- 2} Radio módem.
- 3) Fuente de energía ininterrumpida, UPS.
- 4) Interruptores termo magnéticos.
- 5) Protección de sobre tensión.
- 6) Demás elementos de conexión de señales según la estación.

Las bombas de descarga tienen dos modos de operación: local y remoto.

En el modo LOCAL, el control se realiza desde sala de bombas, en el modo REMOTO el control se realiza desde el PLC de la piscina de planta de agua.

Adicional a esto en la sala de bombas tiene las opciones manual y automático para cada electro bomba principal.

En la opción LOCAL/MANUAL, la operación de las bombas se realiza a través del panel de pulsadores ubicados en la puerta del tablero de fuerza, y el PLC solo se limita a monitorear y registrar los valores de los parámetros, y señales de la estación.

En la opción LOCAL/AUTOMÁTICO, el PLC gobierna el control y monitoreo de la estación de acuerdo a su programa de control. Los equipos principales que entregan más de una señal de lectura, además de señales de alarma y estado y tienen la opción a ser configurados, están enlazados al PLC vía red de comunicación Modbus. Los equipos que emiten una sola señal de lectura, no generan señales de estado así como no tienen la opción de configuración debido a su operación simple, serán enlazados al PLC vía señal digital ON/OFF o señal analógica de 4 a 20mA.

El sistema contará con una HMI que permite:-

- a) Visualizar los valores de los parámetros hidráulicos, tales como presión, nivel, caudal, etc.
- b) Visualizar los valores de los parámetros de energía, tales como corriente, tensión, potencia, energía, etc.
- c) Visualizar los estados de los equipos principales como arrancadores electrónicos, relés de control, electro bombas, medidores de caudal, etc.
- d) Visualizar las alarmas, fallas y demás eventos de la estación.
- e) Configurar rangos de operación, modificar set points, definir máximos y mínimos de las alarmas, etc., de acuerdo a niveles de seguridad de acceso definidos.

3.3.4 Arquitectura de Control del grupo hídrico.

El grupo hídrico está compuesto de cuatro estaciones en donde los PLCs de tres estaciones envían información a un PLC maestro, recibiendo toda la información de los tres restantes, acumulando datos y valores con la finalidad de cumplir con las estrategias de control establecidas para cada uno de dichos grupos hídricos.

La comunicación entre las estaciones de un grupo hídrico se realiza vía radio enlace en la Banda de frecuencia de operación libre 902-928 Ghz en la plataforma Modbus, con una velocidad de 2 Mbits.

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 de radio 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. En el momento que el equipo esté en óptima alineación el sonido será de un tipo específico, con lo cual la etapa de alineamiento se concluye.

La plataforma para el intercambio de datos es Modbus, para lo cual en cada estación se instalará un radio modem de tipo industrial que permitirá la conexión del PLC de la planta de agua con el PLC de los estanques acumuladores (ver Figura 3.3- Arquitectura de Automatización).

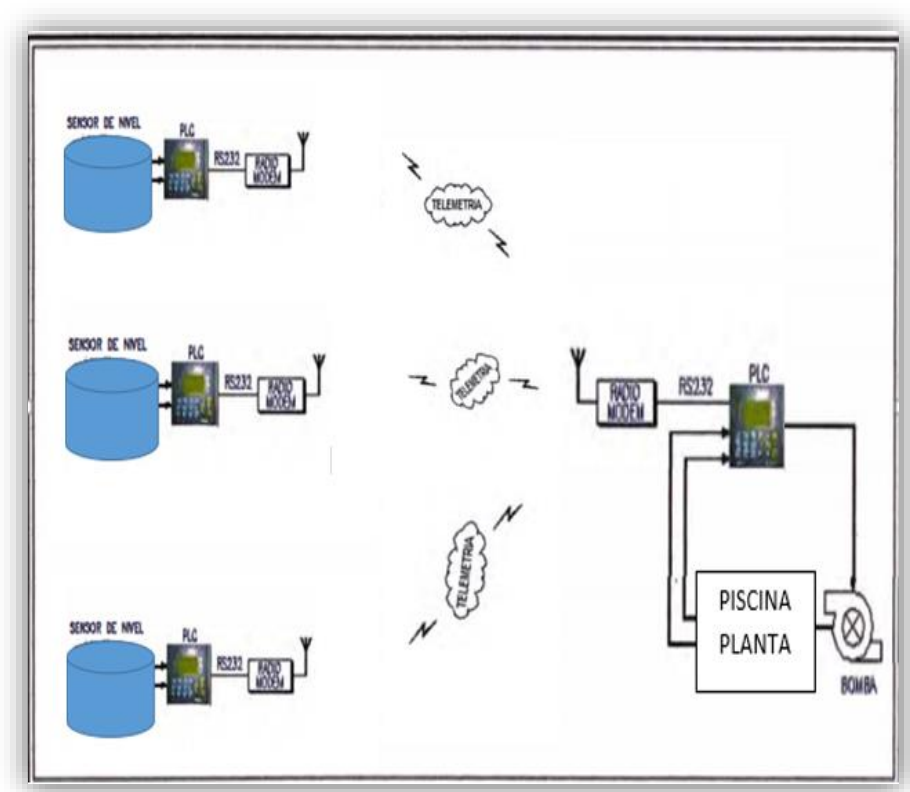


FIGURA 3.3 ARQUITECTURA DE AUTOMATIZACIÓN.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.3.5 Arquitectura de Telemetría "Radio Enlaces"

Estos enlaces serán punto a multipunto mediante antenas omnidireccionales en la banda libre de 902 - 928MHz.

El enlace del grupo hídrico se indica en el esquema de telemetría. La geografía del lugar hace necesario elevar torre para permitir realizar el enlace dentro del grupo hídrico Con línea de vista libre (ver Figura 3.3 Arquitectura de Automatización).

De acuerdo a la arquitectura, existen estaciones con más de un enlace de radio. El equipo de radio debe tener la posibilidad de configuración multi punto-punto, lo que permitirá manejar sin interferencia hasta diez enlaces (punto a punto) desde una misma estación con antenas separadas a poca distancia (ubicadas en una misma torre). Esto hace que cada enlace pueda trabajar con sus máximos valores de transmisión y cuente con la alta ganancia de la antenna integrada. Todo esto se logra con una unidad de sincronización como parte del sistema de radio modem si es que hubiese la necesidad de tener torres con más de 3 enlaces.

La red de comunicaciones permite enviar datos, voz y video en un ancho de banda de 2Mbits. El presente proyecto involucra solo datos, quedando la infraestructura lista para incorporar voz y video en un futuro cercano.

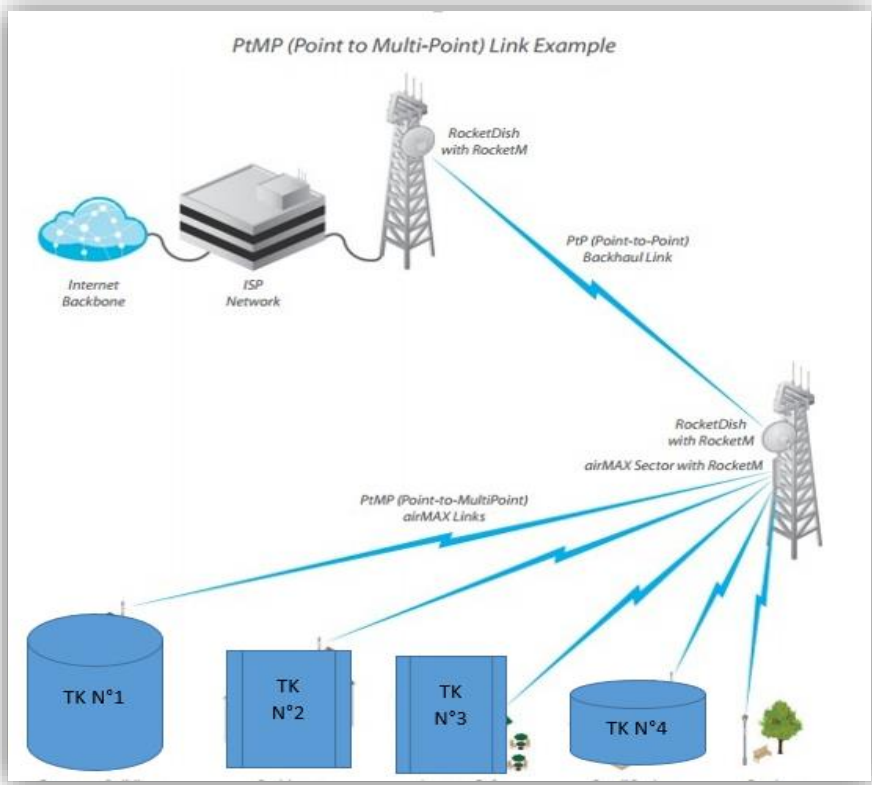


FIGURA 3.4 ARQUITECTURA DE TELEMETRÍA.
FUENTE: MANUAL ANTENAS UBIQUITI

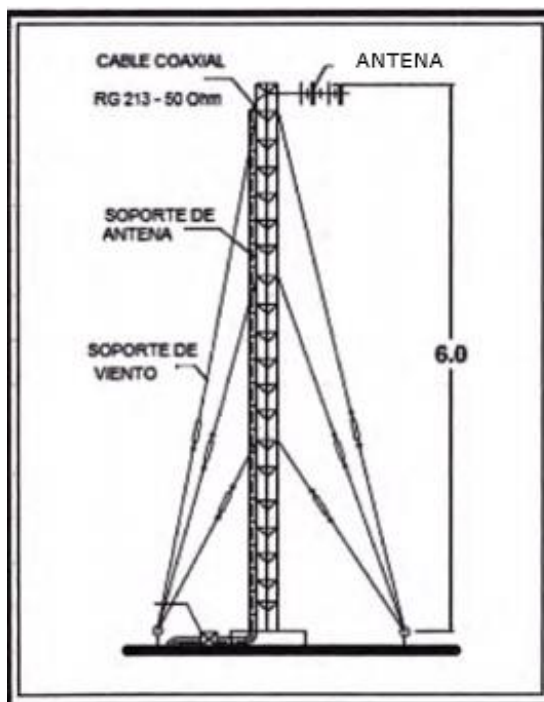


FIGURA 3.5 TORRE O SOPORTE DE ANTENA
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN SEDEPAL

3.3.6 Relación de Señales de Entradas y Salidas del PLC.

Para tablero sala bombas de descarga:

- Arranque y parada de las electrobombas principales de acuerdo al programa de suministro de agua (salidas digitales en 220Vac de acuerdo al número de bombas).
- Estados de cada electro bomba: funcionando y falla (entradas en 24Vdc de acuerdo al número de bombas).
- Estado de los arrancadores electrónicos: falla, preparado, funcionando, bypass (por comunicación Modbus)
- Alarma de los arrancadores electrónicos: falla interna, sobre-corriente, inversión de fase, configuración incorrecta, pérdida de una fase, frecuencia de red sin tolerancia, fallo de alimentación de potencia, fallo de alimentación de control, arranque demasiado largo, sobrecarga, fallo térmico de motor, fallo térmico del arrancador, sobrecarga del motor, rotor bloqueado (por comunicación Modbus).
- Lectura de parámetros de los arrancadores electrónicos: estado térmico del motor, corriente del motor, duración de funcionamiento, potencia activa, par motor, último fallo aparecido, sentido de rotación de las fases (por comunicación Modbus).
- Señal de apertura de válvula control de bombeo. Si aplica (salida discreta 220 Vac).

- Señal de confirmación de apertura de válvula control de bombeo. Si aplica (entrada discreta tipo relé).
- Lectura de los parámetros eléctricos de los medidores multifunción: corriente por fase, tensión fase a fase, potencia activa, pasiva y total, corriente media por fase, corriente máxima por fase, potencia máxima activa, pasiva y aparente, contador horario, factor de potencia, energía activa, reactiva y aparente, factor de potencia, máximo y mínimos de corriente, frecuencia, potencia, factor de potencia (por comunicación Modbus).
- Posición del selector Local/Remoto (dos entradas digitales en 24Vdc).
- Posición de los selectores Manual/O/Automático (Dos entradas digitales en 24Vdc por cada bomba).
- Estado del relé de Min/Max tensión y pérdida de fase (entrada digital en 24Vdc por cada bomba).

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS Y DESARROLLO DEL PROYECTO

En este capítulo se explica y se detalla la implementación del proyecto De Automatización y Telemetría de la planta de agua orientado al Sistema de Bombeo.

4.1 Análisis del Proyecto

El Proyecto consiste en la implementación de un sistema completamente automático de bombeo de agua potable. Desde un sistema de alimentación de agua (afluentes), se bombea agua a la piscina o reservorio de la planta de agua donde se purifica el agua y desde ese lugar se bombea agua potable a un punto más alto (estanques acumuladores).

Para que el sistema sea automático, se debe saber el nivel de agua en los tres puntos.

La distancia que hay entre los afluentes y la piscina de la planta de agua es de 300 metros, por lo tanto, se utilizará sistema de cableado con comunicación Modbus. Desde la planta de agua a estanques acumuladores la distancia es de 1200 metros aproximadamente. Como es una zona geográfica de difícil acceso, es poco práctico utilizar cableado para la transmisión de datos, por ello se optó por realizarlo por telemetría (radio enlaces).

Además el sistema contempla muchos detalles, como la alternancia de bombas, la utilización de equipos electrónicos para tener arranques y paradas suaves de las bombas (arrancadores), indicadores digitales de parámetros eléctricos (voltaje, corriente, potencia, factor de potencia, etc.), secuenciadores de fases para la buena conexión de la tensión de entrada, sensores de flujo, y la utilización de PLC 's asociado a una pantalla HMI, para la automatización del proceso. Adicionalmente, se contempla un sistema de respaldo de energía (UPS) para el punto central de monitoreo y control.

4.2 Tablero de control y Telemetría "TC".

Todas las bombas de aspiración y descarga tienen un tablero general, encargado del arranque de los motores y un tablero de distribución.

El desarrollo del sistema considera la integración de un tablero de control para los afluentes y control y telemetría para estanques acumuladores, con el fin de aprovechar la instalación existente, manteniendo un sistema de respaldo.

El tablero está equipado con los siguientes componentes:

- 1 Gabinete metálico auto soportado, fabricado con plancha LAF 2mm.
- 1 Interruptor termo magnético principal de 2 x 20Amp.
- 1 UPS 2KVA, 220V 60Hz 2 horas autonomía.
- 14 interruptores termo magnéticos de 2 x 4 Amp.

- 2 Display de lectura digital de caudal, entrada y salida analógica de 4-20mA.
- 2 Display de lectura digital de presión, entrada y salida analógica de 4-20mA.
- 1 Display de lectura digital de nivel del reservorio, entrada y salida analógica de 4- 20mA.
- 8 Relés de control 24VAC/DC/250VAC 5Amp. / 1 contactor conmutador.
- 1 PLC SIMATIC S7 1200, 12 entradas digitales pnp/npn, 12 salidas tipo transistor pnp/npn, 2 entradas y salidas analógicas de 12bits, 0-10V, 0-20mA, 4-20mA, puerto de comunicación RS 232, RS485.
- 1 Adaptador de expansión.
- 1 Modulo de expansión digital: 8 entradas pnp/npn y 4 salidas de relay.
- 1 Modulo de expansión analógica: 8 entradas, 12bits, 0-10V, 0-20mA, 4-20mA.

Resumen de Entradas y Salidas.

- Entradas digitales: 8 entradas pnp/npn.
- Entradas analógicas: 10 entradas, 12-bits, 0-10V, 0-20mA, 4-20mA.
- Salidas digitales: 12 salidas tipo transistor pnp/npn y 4 salidas de relay.
- Salidas analógicas: 2 salidas, 12bits, 0-10V, 0-20mA, 4-20mA.
- 1 Fuentes Switching de 220VAC a 24VDC, 5Amp.
- 1 Fuentes Switching de 220VAC a 12VDC, 2Amp.
- 1 Interruptor de 2x6Amp de control.
- 1 Sistema de ventilación interna/ Ventiladores, rejillas, filtros y control termostato,
- 1 Sistema de climatización Interna/ Calefactor y control termostato.

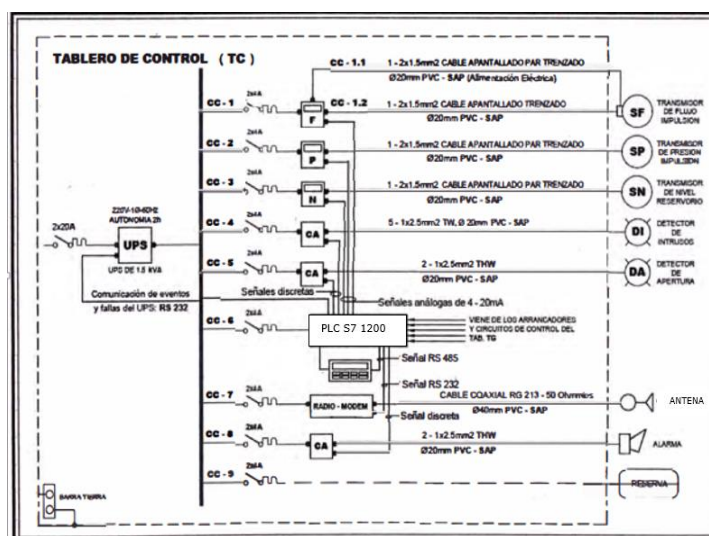


FIGURA 4.1 DIAGRAMA TABLERO DE CONTROL Y TELEMETRÍA.
FUENTE: PLANOS PLANTA AGUA ESGRUM CON ADAPTACIONES PROPIAS.

4.3 Propuesta de Funcionamiento del Sistema Utilizando los Sensores de Nivel y el PLC.

Conociendo el funcionamiento visto en el capítulo III se puede llevar a cabo la implementación de los sensores y los PLCs S7-1200 de Siemens.

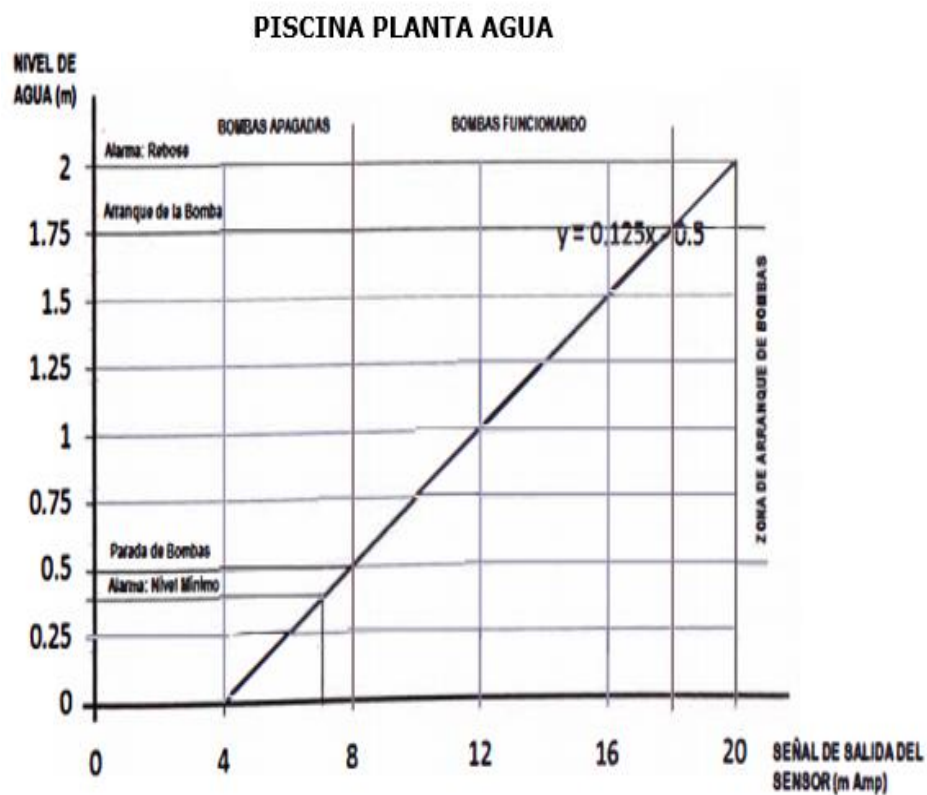
Para mejorar las deficiencias que tiene el sistema se comenzará por describir a qué distancia estarán ubicados los sensores dentro de los afluentes, piscina planta y estanques acumuladores, además de mencionar la función del sensor de nivel.

4.3.1 Sensor de nivel en piscina

A continuación se describe la función del sensor de nivel hidrostático ubicado en la piscina. Se encuentra ubicado en la parte inferior de la piscina como se observa en la figura 4.2, el sensor de nivel hidrostático convierte la señal de variación de nivel del agua en la piscina, en una señal análoga de 4 a 20mA, el cual proporciona una corriente de salida que varía linealmente con el nivel del agua en los pozos (ver gráfica 4.1). La señal de salida análoga de 4 -20mA del sensor es cableada al PLC para determinar la secuencia de arranque y parada de las bombas.

En la gráfica 4.2, linealización del sensor de nivel con respecto a la altura del tanque, cabe señalar que dicha linealización afecta a la lectura que hace el PLC de la señal enviada por el sensor, mas no es una calibración directa del sensor, la cual se realizará directamente en el sensor.

Para explicar el comportamiento de los sensores de nivel respecto al bombeo de agua, se toma como ejemplo el elemento de unión de los procesos, es decir, la piscina de la planta de agua y los estanques acumuladores. El sensor de nivel en los afluentes se utiliza como sistema de seguridad, ya que el estudio de comportamiento realizado antes de este proyecto indica que poseen agua suficiente en las distintas estaciones del año.



Gráfica 4.2 LINEALIZACIÓN DE LA SEÑAL DEL SENSOR DE NIVEL DE PISCINA
FUENTE: SEDAPAL CON ADAPTACIONES PROPIAS

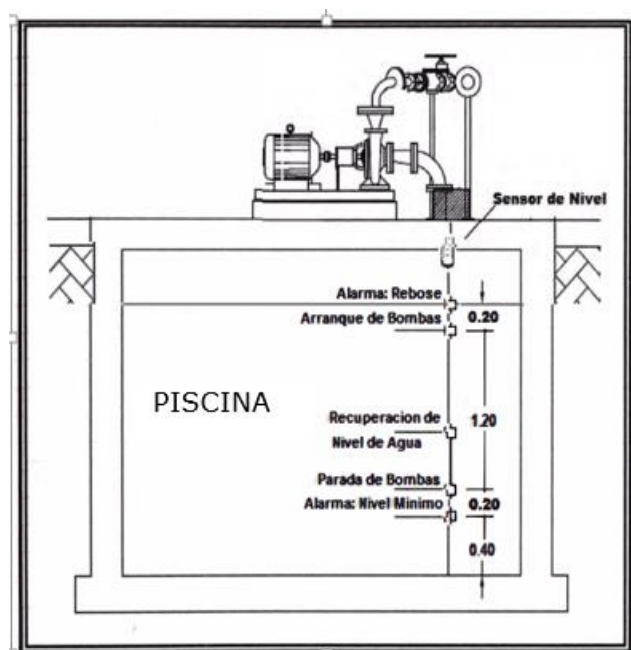


FIGURA 4.3 UBICACIÓN SENSOR Y NIVEL DE AGUA PISCINA.
FUENTE: SEDAPAL CON ADAPTACIONES PROPIAS

En la tabla 4.1 se menciona que función cumple el sensor con respecto al nivel de agua de la piscina.

Tabla 4-1 Función del sensor de nivel de piscina.

Nivel piscina (Metros)	Señal de salida del sensor al PLC. (Mamp.)	Función
2	20	Aviso : Piscina llena
1.75	18	Habilita arranque de bombas
1	12	Aviso: falta agua en piscina.
0.5	8	Parada de todas las bombas
0.4	7.6	Alarma nivel mínimo

4.3.2 Sensor de Nivel en los estanques acumuladores.

A continuación se describe la función del Sensor de Nivel hidrostático ubicado en uno de los estanques acumuladores existentes. Se encuentra ubicado en la parte inferior del estanque como se observa en la figura 4.5.

El sensor de nivel hidrostático convierte la señal de variación de nivel del agua en el estanque a una señal análoga de 4 a 20mA, el cual proporciona una corriente de salida que varía linealmente con el nivel del agua en el reservorio (ver gráfica 4.2). La señal de salida análoga del sensor es cableada al PLC para determinar la secuencia de arranque y parada de las bombas.

En la gráfica 4.4, linealización del sensor de nivel con respecto a la altura del tanque, cabe señalar que dicha linealización o calibración solo afecta a la lectura que hace el PLC de la señal enviada por el sensor, mas no es una calibración directa del sensor, la cual se realizará directamente en el sensor.

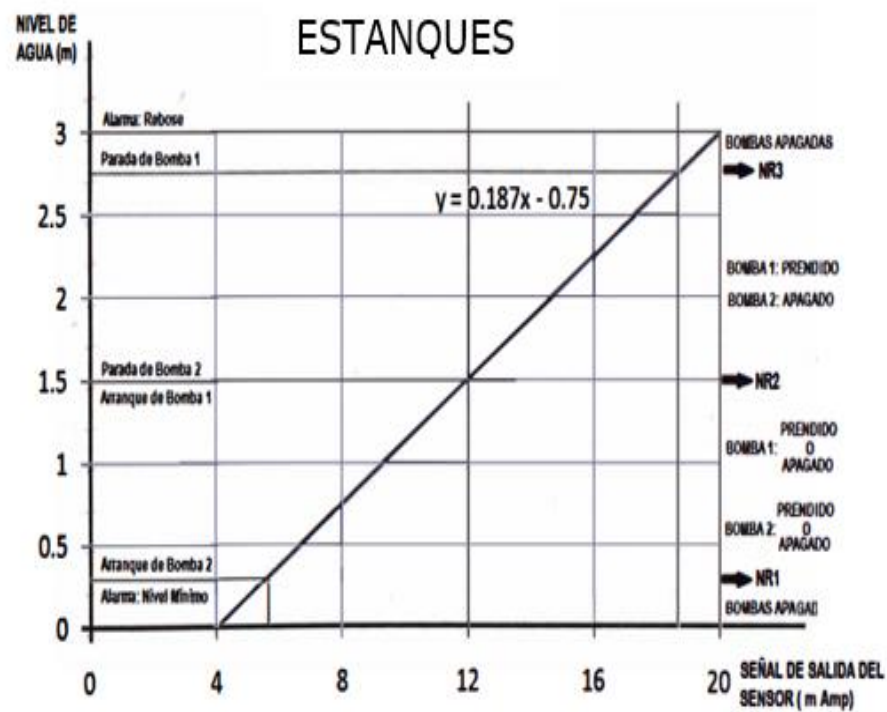


FIGURA 4.4 GRÁFICA LINEALIZACIÓN DE LA SEÑAL DEL SENSOR DE NIVEL DEL ESTANQUE.

FUENTE: SEDAPAL CON ADAPTACIONES PROPIAS

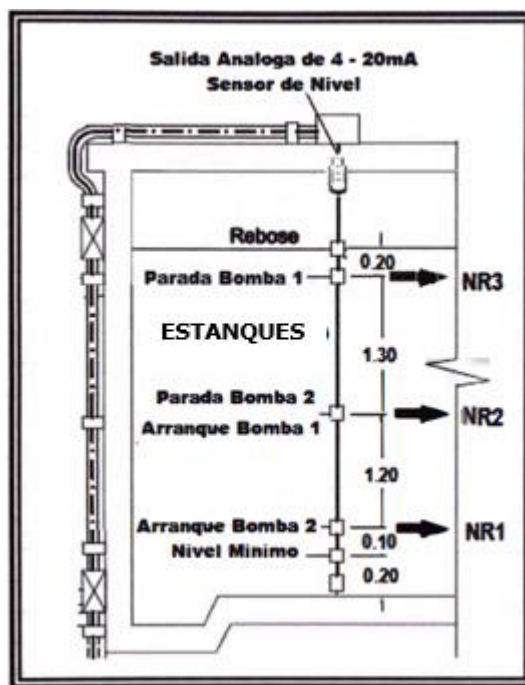


FIGURA 4.5 UBICACIÓN SENSOR Y NIVEL DE AGUA EN ESTANQUE.

FUENTE: SEDAPAL CON ADAPTACIONES PROPIAS

En la tabla 4.2 se menciona qué función cumple el sensor con respecto al nivel del agua en estanque.

Tabla 4-2 Función del sensor de nivel del estanque.

<i>Nivel del Reservorio (metros)</i>	<i>Señal de Salida del Sensor al PLC (mAmp.)</i>	<i>Función</i>	<i>Ref.</i>
3	20	Alarma de reboso	NR3
2.8	19	Parada de Bomba 1	
1.5	12	Parada de Bomba 2	
1.5	12	Arranque de Bomba 1	NR2
0.3	5.6	Arranque de Bomba 2	NR1
0.2	6	Alarma de Nivel mínimo	

4.4 Secuencia de Trabajo en la Caseta de Bombeo y el Reservorio.

Para llevar a cabo la secuencia de operación que se presentará en el sistema, es necesario partir de las posibles condiciones que puedan ocurrir.

Estas secuencias serán el punto de partida para realizar el programa con los PLCs. A continuación se presentan las secuencias posibles que se puedan presentar en la cisterna y el reservorio.

4.4.1 Estanques acumuladores llenos.

Cuando se encuentra el sistema en esta posición, todas las bombas deben de estar detenidas, ya que los estanques se encuentran llenos, pero si empieza a bajar su nivel debido a la demanda y esta baja hasta 2.8m (NR3), las bombas mantendrán su posición de paro. Pero si el nivel de agua sigue bajando debido a la demanda hasta alcanzar una altura de 1.5m (NR2), deberá entrar en funcionamiento la bomba 1, ahora bien, suponiendo que el nivel de agua sigue bajando y alcanza una altura de 0.3m (NR1), entrará en operación la bomba 2 y estarán funcionando las dos bombas.

4.4.2 Estanques acumuladores vacíos

El reservorio cuenta con otra secuencia cuando está vacío, suponiendo que todo el tiempo el nivel del agua irá subiendo. Como el reservorio está vacío las dos bombas están en operación, después de que el nivel del agua supere el nivel de altura 1.4m la bomba 2 debe salir de operación. Como el nivel de agua sigue subiendo hasta estar por arriba de 2.8m la bomba 1 saldrá de operación.

4.4.3 Piscina planta agua llena

Considerando que la piscina se encuentra llena y comienza a bajar el nivel del agua, ubicándose por debajo de 1.2 m el sistema seguirá funcionando normal, pero si el nivel del agua baja hasta 1 m, se encenderá la luz roja, la cual indica que el nivel de agua en la piscina ya ha bajado lo suficiente para que nuevamente se suministre agua desde los afluentes a la planta. Durante todo este proceso las bombas pueden estar operando las veces que se requiera por medio de los PLCs y el sensor de nivel de los estanques, ya que la piscina cuenta con suficiente agua para bombear. Si el nivel de agua se sigue reduciendo, y se encuentra por debajo de 0.6m, el PLC de planta de agua mandará apagar las bombas, debido a que no hay gran cantidad de agua para seguir bombeando a los estanques, y aunque en los estanques no haya agua se detendrán las bombas.

4.4.4 Piscina planta agua vacía

Pensando que el agua se terminó tanto en la piscina como en los estanques acumuladores, y después comienza a llegar agua a la cisterna provocando que el nivel de agua supere los 0.6m, se nos presenta un problema, ya que al llegar a la medida indicada, automáticamente arrancan las dos bombas evitando el llenado de la piscina porque el nivel bajaría de 0.6m y el PLC de la estación de bombeo mandaría nuevamente apagar las bombas, convirtiéndose en un estado cíclico. Es por ello que se debe permitir que el nivel de agua de la piscina de la planta de agua se recupere hasta que el nivel del agua alcance 1 m.

4.5. Secuencia de Arranque de las Bombas

El arranque de los motores será mediante arrancadores de estado sólido (ya existentes) y tendrá dos formas de arranque.

El arranque manual se realizará de las botoneras del tablero y el PLC estará en modo observador realizando el seguimiento de la secuencia de control.

El arranque automático se realizará mediante la secuencia de automatización propuesta y estará gobernado por el PLC de la piscina de planta de agua, mediante las entradas y salidas digitales asignadas

4.6 Diagrama de Flujo del Sistema.

4.6.1 Elaboración del Diagrama de Flujo.

De acuerdo a los diferentes casos que se mencionan y a las diferentes adversidades las cuales pueden presentarse en el sistema ahora se procede a desarrollar el diagrama de flujo.

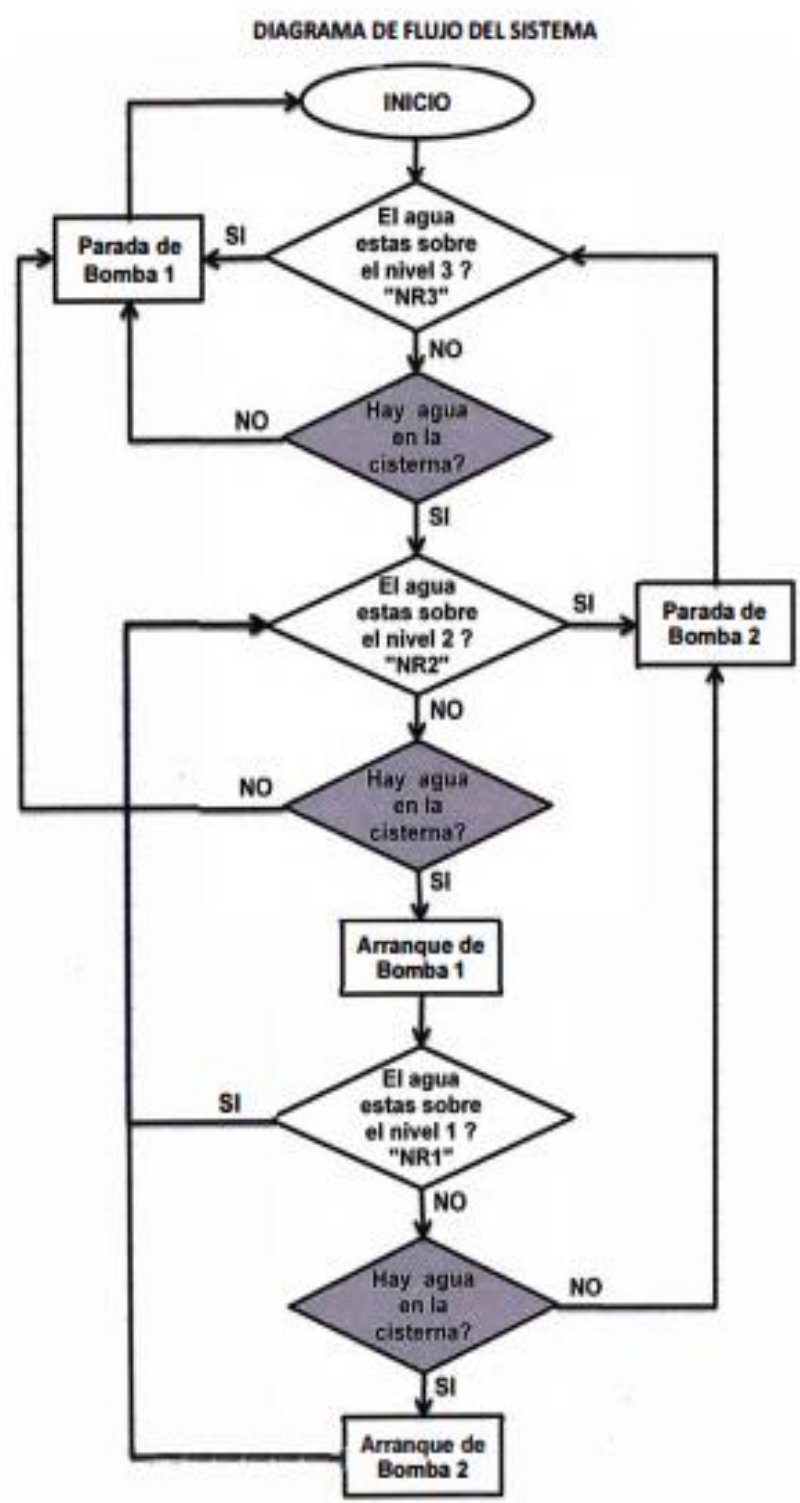


FIGURA 4.6 DIAGRAMA DE FLUJO
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.6.2 Explicación del Diagrama de Flujo del Sistema.

Para realizar la descripción del diagrama de flujo del sistema se dividirá en cuatro zonas.

Tabla 4-3 Asignación de zonas en el diagrama de flujo

Zonas	Función
Z4	Nivel de agua en estanques esta sobre NR3
Z3	Nivel de agua en estanques está entre NR3-NR2
Z2	Nivel de agua en estanques está entre NR2-NR1
Z1	Nivel de agua en estanques está por debajo de NR1

Al energizar o Iniciar el sistema de bombeo las bombas estarán apagadas y el arranque de las bombas se realizará de acuerdo a la secuencia del sistema de automatización propuesto. Para comprender la forma de operación se explicará en los siguientes puntos:

1. Iniciando en la zona 4 (Z4), como el nivel del agua está sobre NR3 la bomba 1 continuará apagada (PLC envía señal de parada bomba 1).
2. Si la demanda aumenta, el nivel de agua del estanque bajará a la zona 3 (Z3), y en esta zona es necesario saber si hay agua o no en la piscina de la planta. Si la respuesta es negativa se tendrá que parar la bomba 1 (PLC envía señal de parada bomba 1); si la respuesta es positiva y el nivel del agua está sobre NR2 la bomba 2 continuará apagada (PLC envía señal de parada bomba 2).
3. Si la demanda sigue aumentando, el nivel del agua bajará a la zona 2 (Z2), y en esta zona es necesario saber si hay agua o no en la piscina de la planta. Si la respuesta es negativa la bomba 1 continuará apagado (PLC envía señal de parada bomba 1); si la respuesta es positiva se prenderá la bomba 1 (PLC envía señal de marcha bomba 1) y el nivel de agua está sobre NR1 y empieza a subir hasta llenar el estanque.
4. De lo contrario la demanda sigue aumentando, el nivel del agua bajará a la zona (Z2, sobre NR1), y en esta zona es necesario saber si hay agua o no en la cisterna. Si la respuesta es negativa, la bomba 2 continuará apagada (PLC envía señal de parada a bomba 2); si la respuesta es positiva se encenderá la bomba 2 (PLC envía señal de marcha bomba 2) y el nivel del reservorio sube hasta llenar.

Un punto muy importante a considerar es cuando la piscina de la planta no cuenta con suficiente agua, el sistema no debe funcionar (PLC envía señal de parada de bomba 1 y 2).

4.7. Diseño de la programación del Sistema de Bombeo Automatizado mediante PLC S7-1200.

4.7.1 Comunicación del PLC y PC

La comunicación entre el PLC s7-1200 y la PC se llevará a cabo por medio de un cable Ethernet el cual tiene un conector de tipo RS-485, en la siguiente figura se puede visualizar dicha conexión:



FIGURA 4.7 COMUNICACIÓN DE PLC Y PC
FUENTE: MANUAL SIEMENS

4.7.2 Señales de entrada y de Salida

Se realiza un listado de todas las señales discretas de entradas y señales de salida discretos de los planos eléctricos , para poder así tomar las previsiones de agregar o no un módulo adicional, para lo cual se presenta la tabla N° 4-4, indicando dicha información:

Tabla 4-4. Tabla de Señales de entrada y de Salida

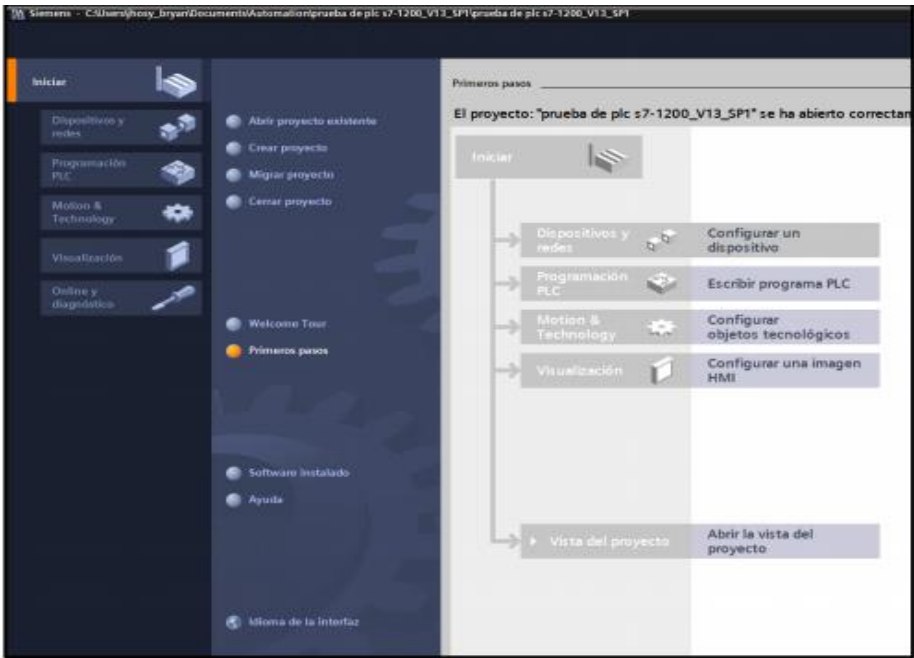
Entrada Discreta	Descripción
Selector Automático	Contacto es abierto en posición inicial
Fallo Térmico B-N°1	En caso de activación relé térmico Bomba N°1
Fallo Térmico B-N°2	En caso de activación relé térmico Bomba N°2
Modo Manual	Contacto abierto, solo indicará modo manual.
Nivel Alto	Contacto abierto indicará nivel alto (de piscina en este caso)

Nivel Bajo	Contacto abierto indicará nivel bajo (de piscina en este caso)
Presóstat	Contacto abierto en caso de sobrepresiones
Apertura de Puerta Tablero	Contacto abierto activará una sirena en caso de apertura de tablero
Salidas Discretas	
Marcha B-1	Arrancará Bomba Nº1
Marcha B-2	Arrancará Bomba Nº1
Sirena	Activará una sirena

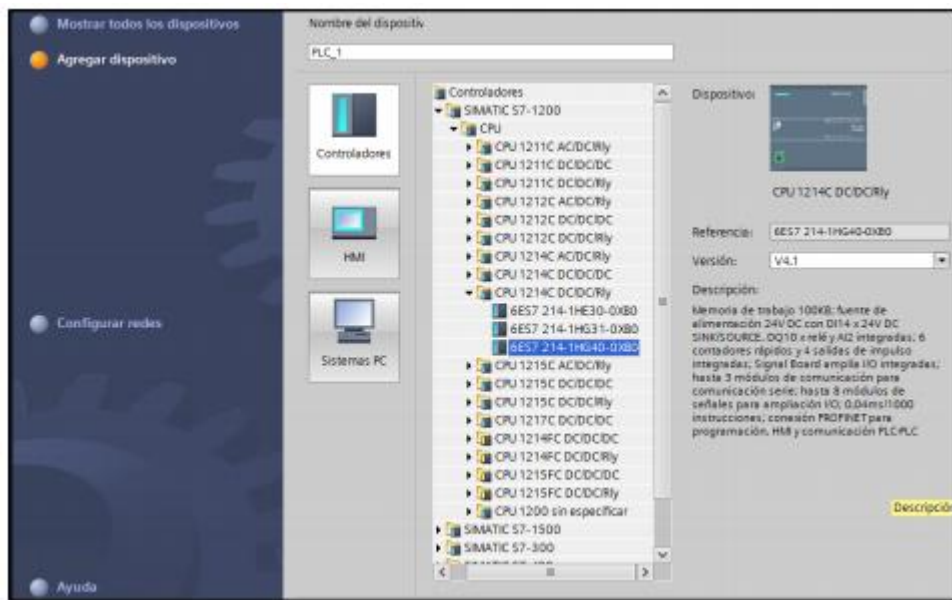
Ya que en número de entradas discretas es 8 no requiere que se amplíe un módulo adicional al PLC S7-1200, ya que este cuenta con 14 entradas discretas disponibles teniendo unas 6 entradas para futuras señales. Con respecto a las señales de salida, se tienen disponibles 10 salidas de tipo Relé, y al solo tener 3 salidas en nuestro proceso tendríamos 7 disponibles como reserva.

4.7.3 Desarrollo de la Programación del PLC S7-1200.

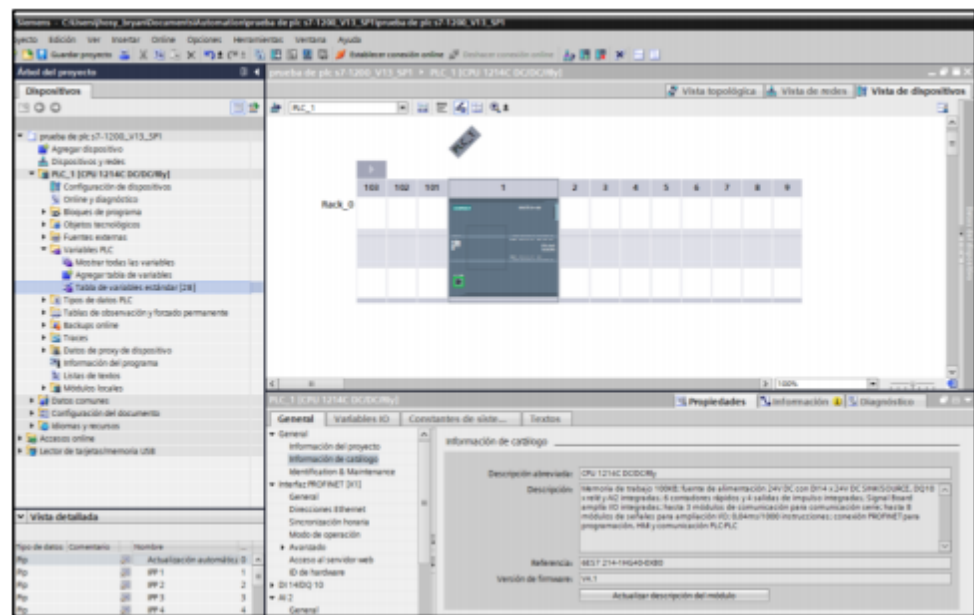
Para la realización de la programación se hará uso del Software Tía Portal V.13 el cual es de propiedad de la empresa Siemens, siendo este un software muy intuitivo para la realización de los proyectos, además de tener una interfaz visualmente buena. Empezamos abriendo el software Tía Portal v.13 podemos ver la interfaz en la siguiente imagen:



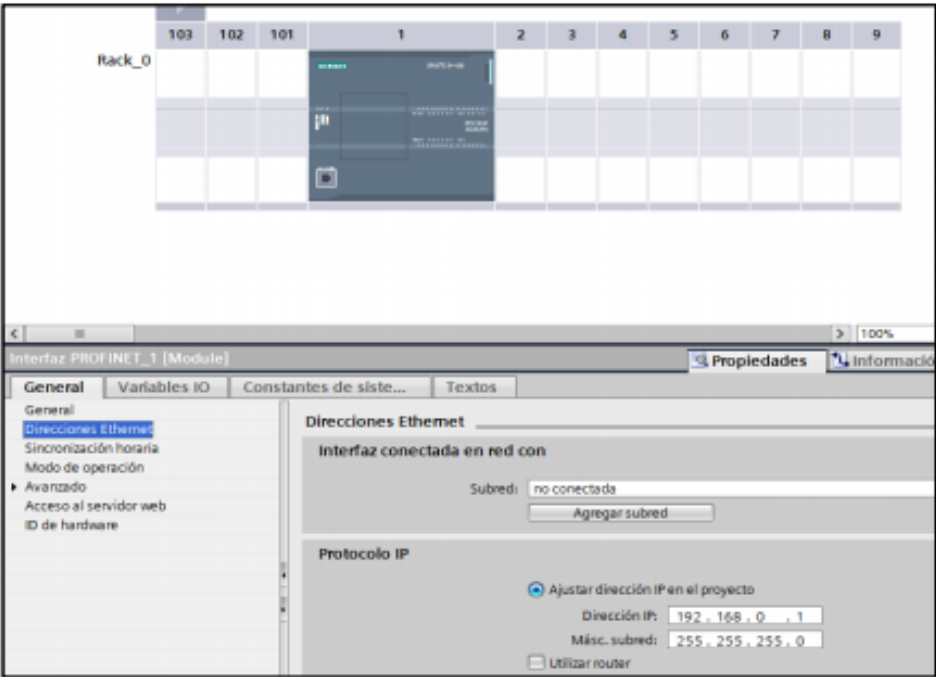
Seleccionamos configurar un dispositivo y nos saldrá la opción de agregar dispositivos en la cual buscaremos el modelo de nuestro PLC en la pestaña de controladores, nuestro PLC tiene una CPU 1214C DC/DC/RLY, podemos ver este proceso en la siguiente imagen.



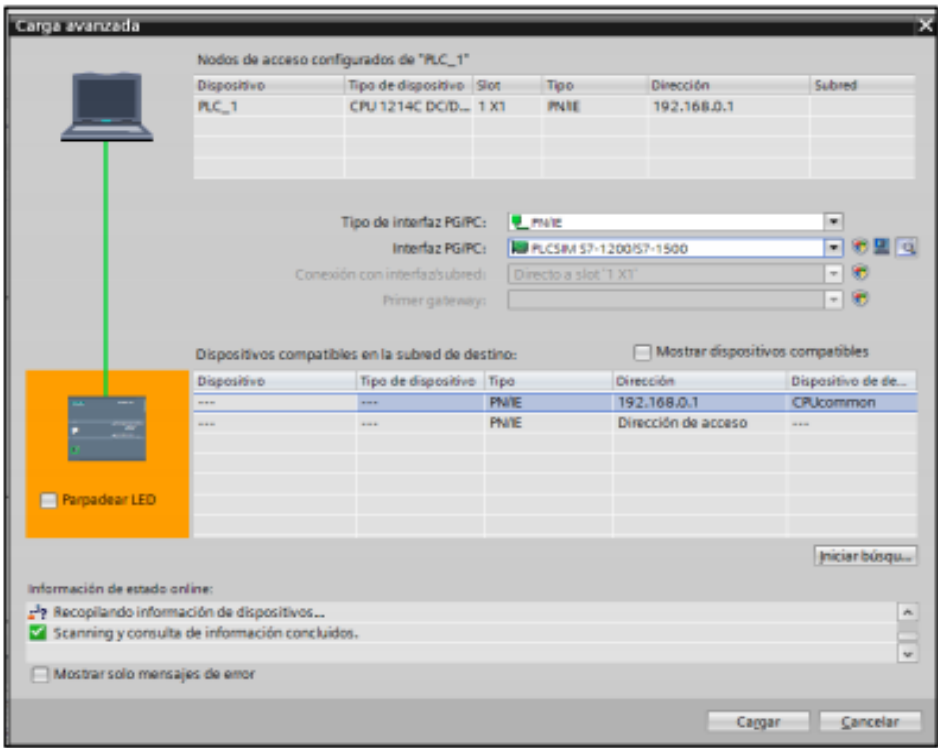
Al encontrar el modelo exacto de nuestro PLC S7-1200 CPU 1214C le damos doble click dándonos la siguiente pantalla donde dispondremos de la opción de configurar nuestro PLC ya cargado.



Luego de ello pasamos a colocarle el IP a nuestro PLC S7-1200 el cual será el siguiente: 192.168.0.1 con una mascar de subred de 255.255.255.0



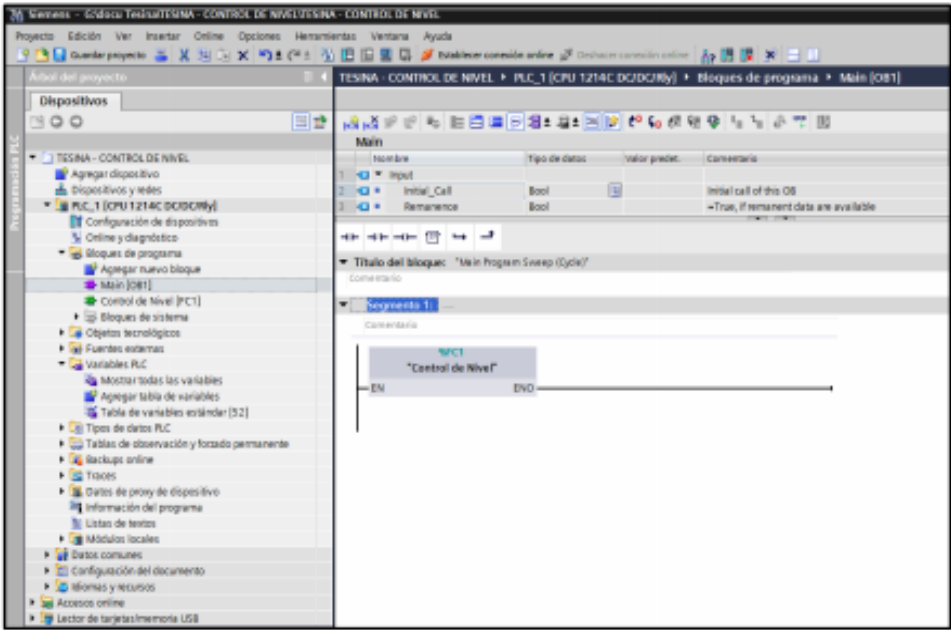
Luego de ello, cargamos las configuraciones realizadas para ver si hay una conexión entre el PLC y la PC.



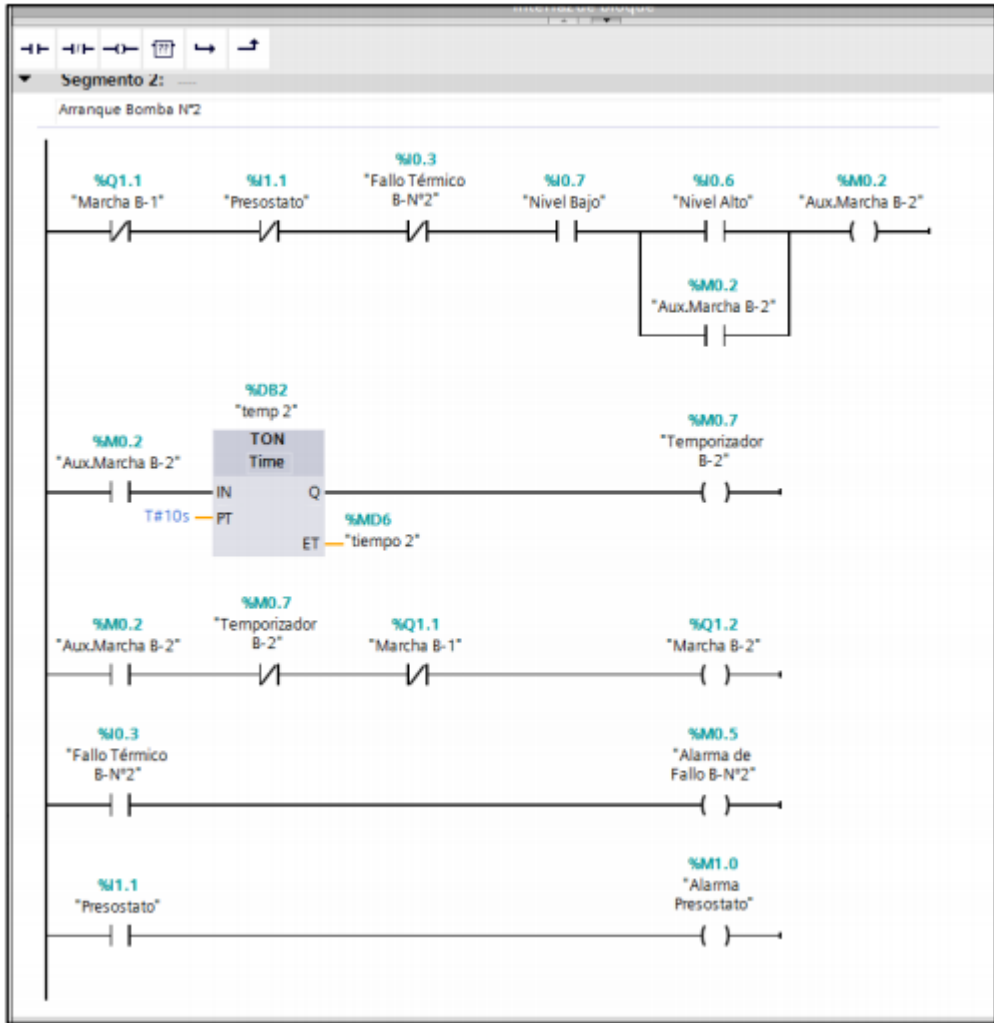
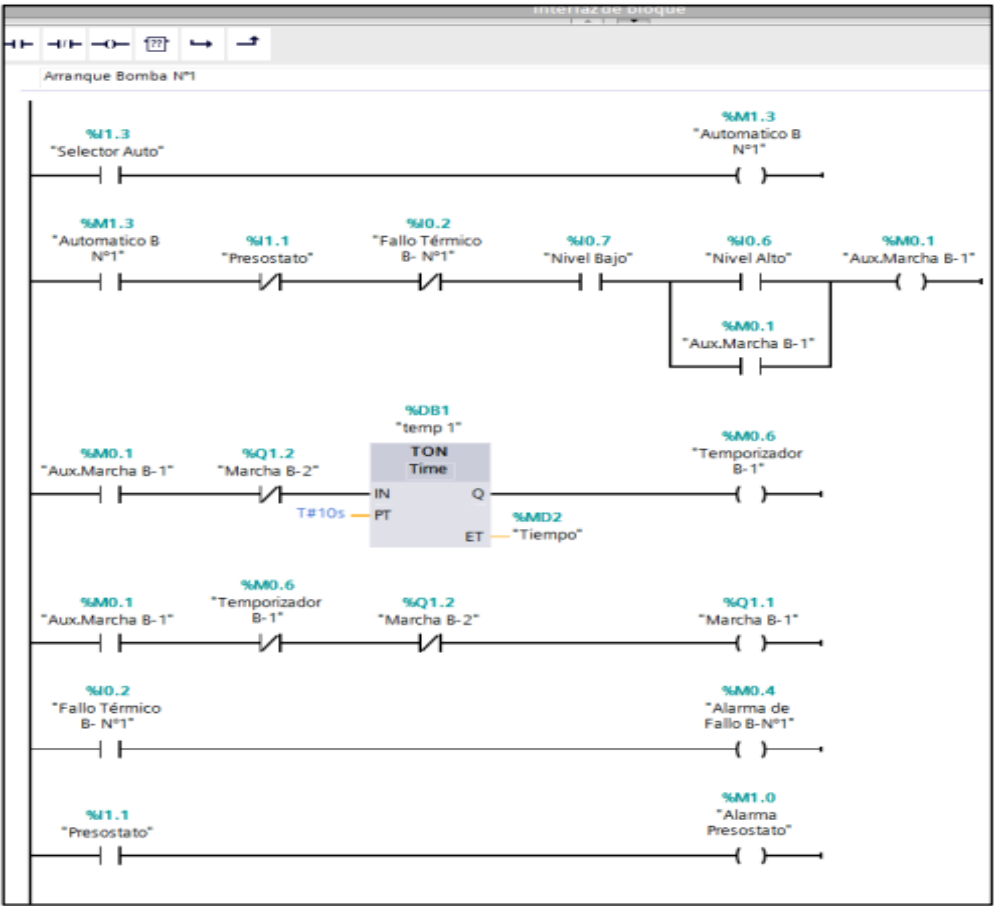
De esta forma, se obtiene una conexión satisfactoria entre el PLC y el PC. Luego debemos ingresar en la opción de variables del plc, en la tabla de variables estándar e ingresar las entradas y salidas, además de algunas marcas, las cuales son espacios de memorias internas propias del plc. A continuación, se puede observar ello en la siguiente imagen.

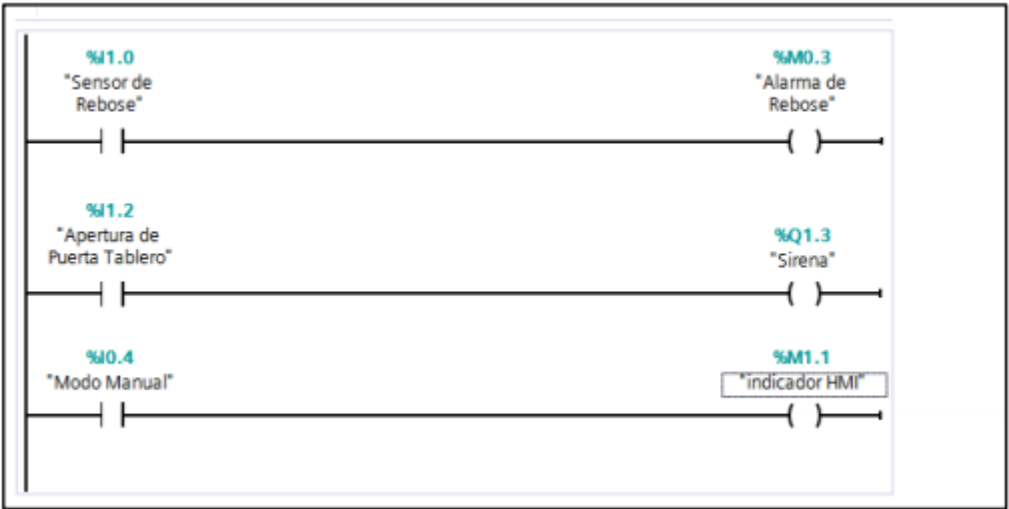
nombre	Tipo de datos	Dirección	Reten...	Visibi...	Acces...	Comentario
1	Automatico B-Nº1	Bool	%M1.3	☐	☒	
2	Automatico B-Nº2	Bool	%M1.4	☐	☒	
3	Fallo Térmico B-Nº1	Bool	%M2	☐	☒	
4	Fallo Térmico B-Nº2	Bool	%M3	☐	☒	
5	Modo Manual	Bool	%M4	☐	☒	
6	Nivel Alto	Bool	%M6	☐	☒	
7	Nivel Bajo	Bool	%M7	☐	☒	
8	Presostato	Bool	%M1.1	☐	☒	
9	Marcha B-1	Bool	%Q1.1	☐	☒	
10	Marcha B-2	Bool	%Q1.2	☐	☒	
11	Sirena	Bool	%Q1.3	☐	☒	
12	Alarma de Fallo B-Nº1	Bool	%M0.4	☐	☒	
13	Apertura de Puerta Tablero	Bool	%M1.2	☐	☒	
14	AuxMarcha B-1	Bool	%M0.1	☐	☒	
15	AuxMarcha B-2	Bool	%M0.2	☐	☒	
16	Alarma de Fallo B-Nº2	Bool	%M0.5	☐	☒	
17	Temporizador B-1	Bool	%M0.6	☐	☒	
18	Temporizador B-2	Bool	%M0.7	☐	☒	
19	Tiempo	Time	%M0.2	☐	☒	
20	tiempo 2	Time	%M0.6	☐	☒	
21	Selector Auto	Bool	%M1.3	☒	☒	
22	memoria	Bool	%M0.0	☐	☒	
23	indicador HMI	Bool	%M1.1	☐	☒	
24	Alarma Presostato	Bool	%M1.0	☐	☒	
25	<Agregar>			☒	☒	

Luego ingresamos a la opción bloques del programa y tendremos lo siguiente.

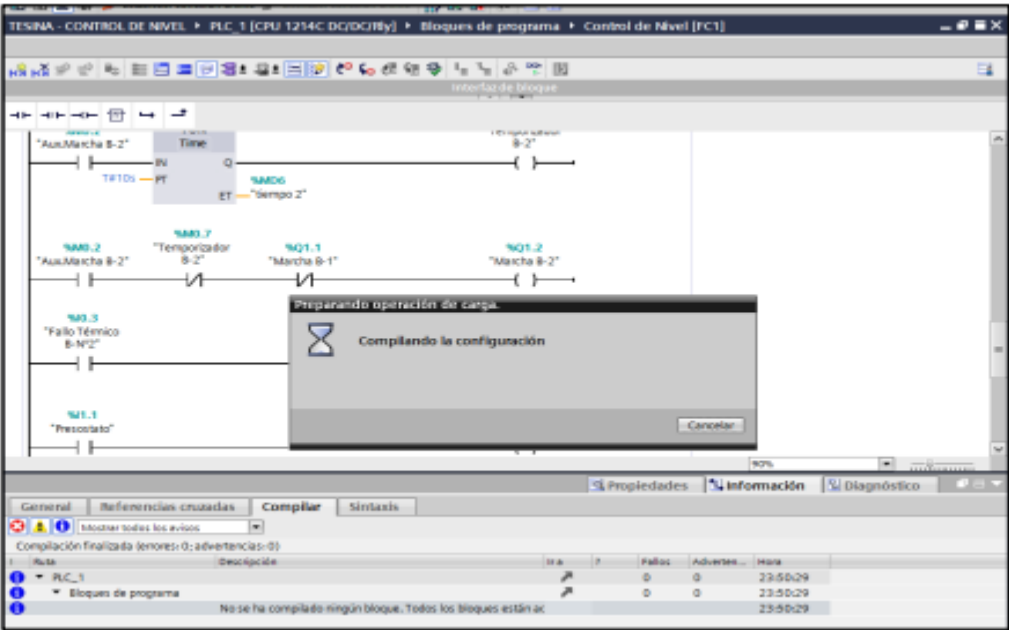


A continuación, empezamos con la programación en lenguaje Ladder, ya que tenemos los bloques de funciones, contactos abiertos o cerrados y la función de activación, con lo cual procedemos a la realización del programa para el control de los motores. Para la simulación del proceso se colocó un temporizador con un tiempo de 10 segundos de conteo a la desconexión para agilizar las pruebas de la programación.

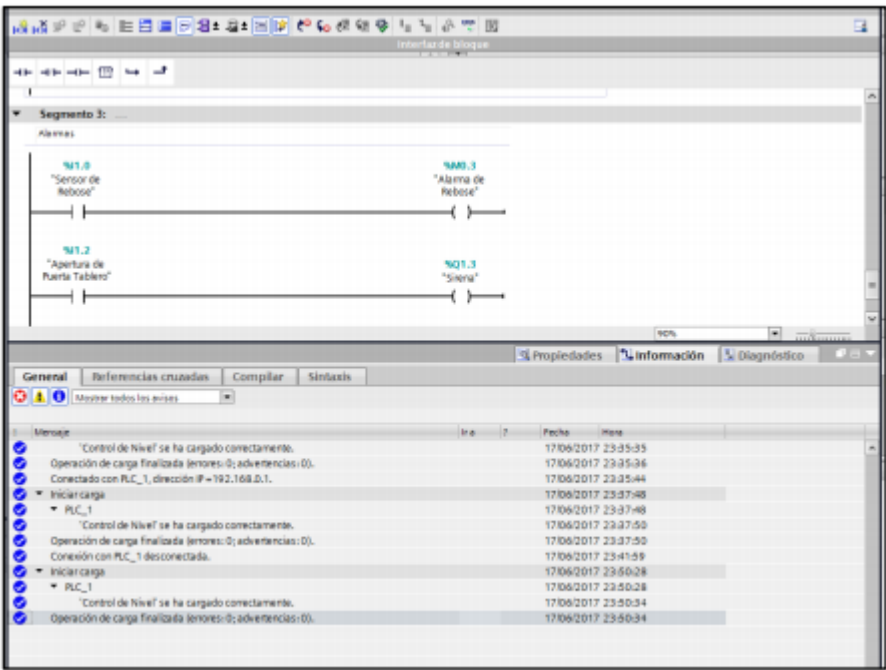




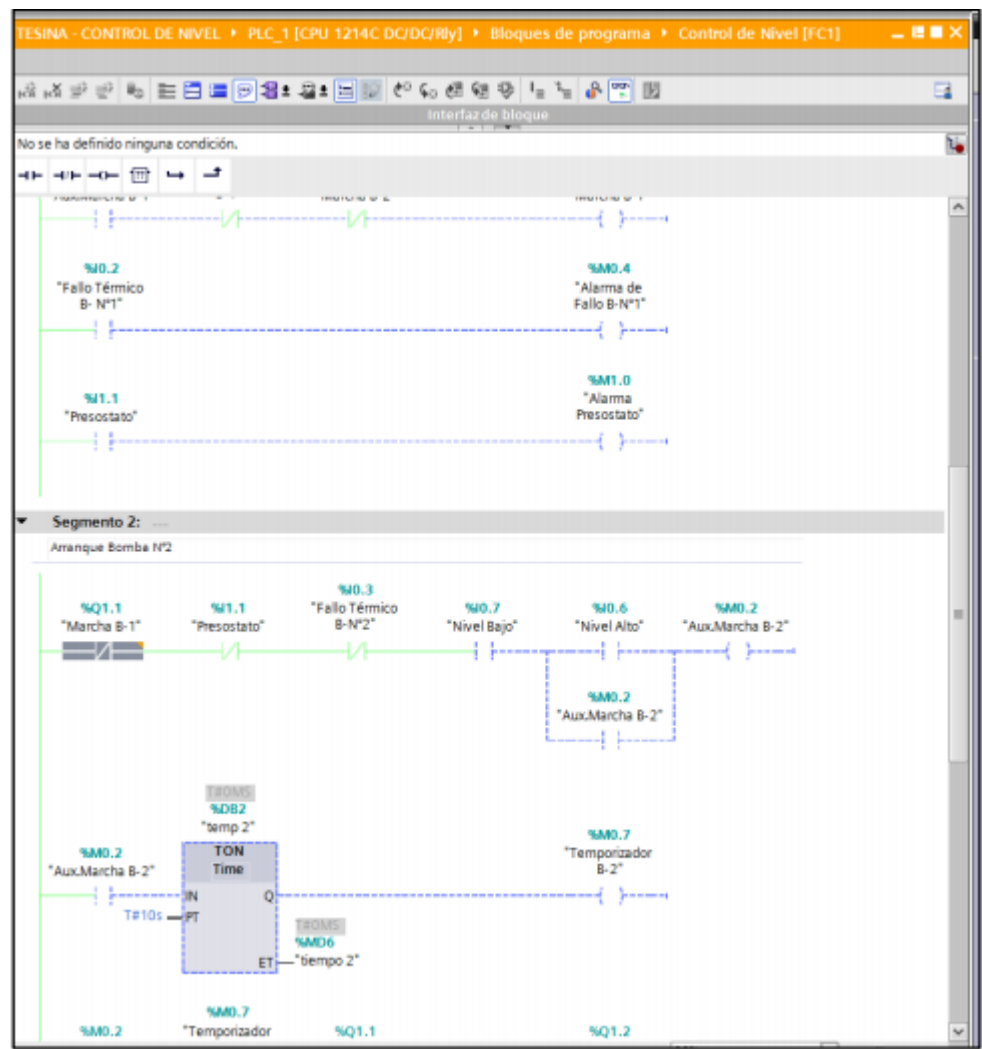
Luego de realizada la programación se procede a cargar el programa para verificar si existen errores en la compilación del mismo.



Podemos observar que no existen inconvenientes en la compilación del programa.



Procedemos a la simulación del programa realizado mediante el PLCSIM.



PLC Siemens - C:\Users\jhoso_bryan\Documents\Simulation\Proyecto16\Proyecto16

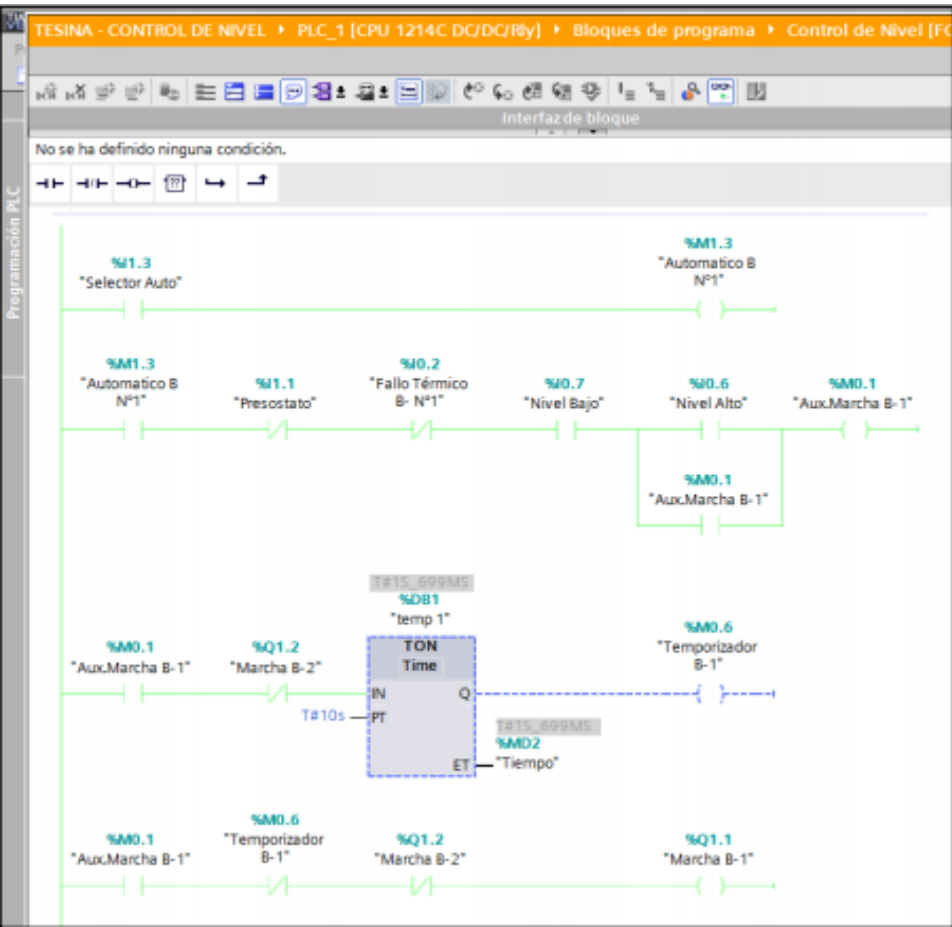
Proyecto Edición Ejecutar Opciones Herramientas Ventana Ayuda

Guardar proyecto Dirección IP: 192.168.0.1

Tabla SIM_1

Nombre	Dirección	Formato de visua...	Observar/forzar valor	Bits
"Selector Auto"	%I1.3	Bool	FALSE	
"Nivel Alto"	%I0.6	Bool	FALSE	
"Nivel Bajo"	%I0.7	Bool	FALSE	
"Presostato"	%I1.1	Bool	FALSE	
"Marcha B-1"	%Q1.1	Bool	FALSE	
"Marcha B-2"	%Q1.2	Bool	FALSE	
"Tiempo"	%MD2	Hora	T#0MS	
"tiempo 2"	%MD6	Hora	T#0MS	
"Fallo Térmico B- N°1"	%I0.2	Bool	FALSE	
"Fallo Térmico B-N°2"	%I0.3	Bool	FALSE	

El sistema inicia con la activación del selector automático y cumpliendo las condiciones de que el electrodo de nivel alto y bajo estén cerrados, activando la marca Aux. Marcha B-1 el cual da inicio al temporizador y también al arranque de la bomba N°1.



15 - C:\Users\jhosy_bryan\Documents\Simulation\Proyecto16\Proyecto16

Edición Ejecutar Opciones Herramientas Ventana Ayuda

Guardar proyecto Dirección IP: 192.168.0.1

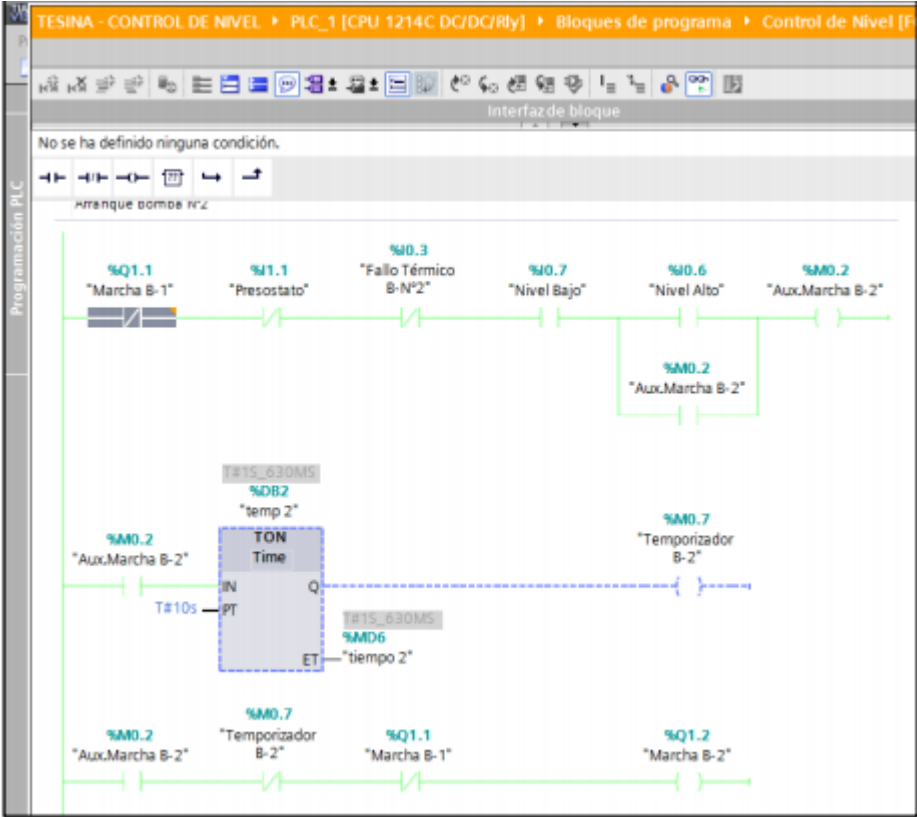
Totally Integrat

SIM_1



Nombre	Dirección	Formato de visual...	Observar/forzar valor	Bits	Forzar coherente...	
"Selector Auto"	%I1.3	Bool	TRUE		☒ FALSE	
"Nivel Alto"	%I0.6	Bool	TRUE		☒ FALSE	
"Nivel Bajo"	%I0.7	Bool	TRUE		☒ FALSE	
"Presostato"	%I1.1	Bool	FALSE		☐ FALSE	
"Marcha B-1"	%Q1.1	Bool	TRUE		☒ FALSE	
"Marcha B-2"	%Q1.2	Bool	FALSE		☐ FALSE	
"Tiempo"	%MD2	Hora	T#15_541M5		T#0M5	
"tiempo 2"	%MD6	Hora	T#0M5		T#0M5	
"Fallo Térmico B- N°1"	%I0.2	Bool	FALSE		☐ FALSE	
"Fallo Térmico B-N°2"	%I0.3	Bool	FALSE		☐ FALSE	
						

Luego de que el temporizador haya realizado el conteo de 10 segundos se activa automáticamente la bomba N°2.



EdiciónEjecutarOpcionesHerramientasVentanaAyuda

Guardar proyecto

Dirección IP: 192.168.0.1

Totally Integrated S7-

Tabla SIM_1

Nombre	Dirección	Formato de visual.	Observar/forzar valor	Bits	Forzar coherente...
"Selector Auto"	%I1.3	Bool	TRUE		☒ FALSE
"Nivel Alto"	%I0.6	Bool	TRUE		☒ FALSE
"Nivel Bajo"	%I0.7	Bool	TRUE		☒ FALSE
"Presostato"	%I1.1	Bool	FALSE		☐ FALSE
"Marcha B-1"	%Q1.1	Bool	FALSE		☐ FALSE
"Marcha B-2"	%Q1.2	Bool	TRUE		☒ FALSE
"Tiempo"	%MD2	Hora	T#0M5		T#0M5
"tiempo 2"	%MD6	Hora	T#15_771M5		T#0M5
"Fallo Térmico B- N°1"	%I0.2	Bool	FALSE		☐ FALSE
"Fallo Térmico B- N°2"	%I0.3	Bool	FALSE		☐ FALSE

Esta secuencia se estará llevando a cabo alternadamente en tiempo de 10 segundos, pero el proceso en la realidad estará supeditado al control de nivel según lo explicado en capítulo anterior. Solo por efectos de simulación se utilizó un temporizador a 10s.

A continuación, serán simuladas las posibles fallas que se puedan originar en el sistema además de las alarmas. En este caso se simuló que el presostato se activa debido a una sobrepresión en la línea, lo cual haría que las bombas paren.

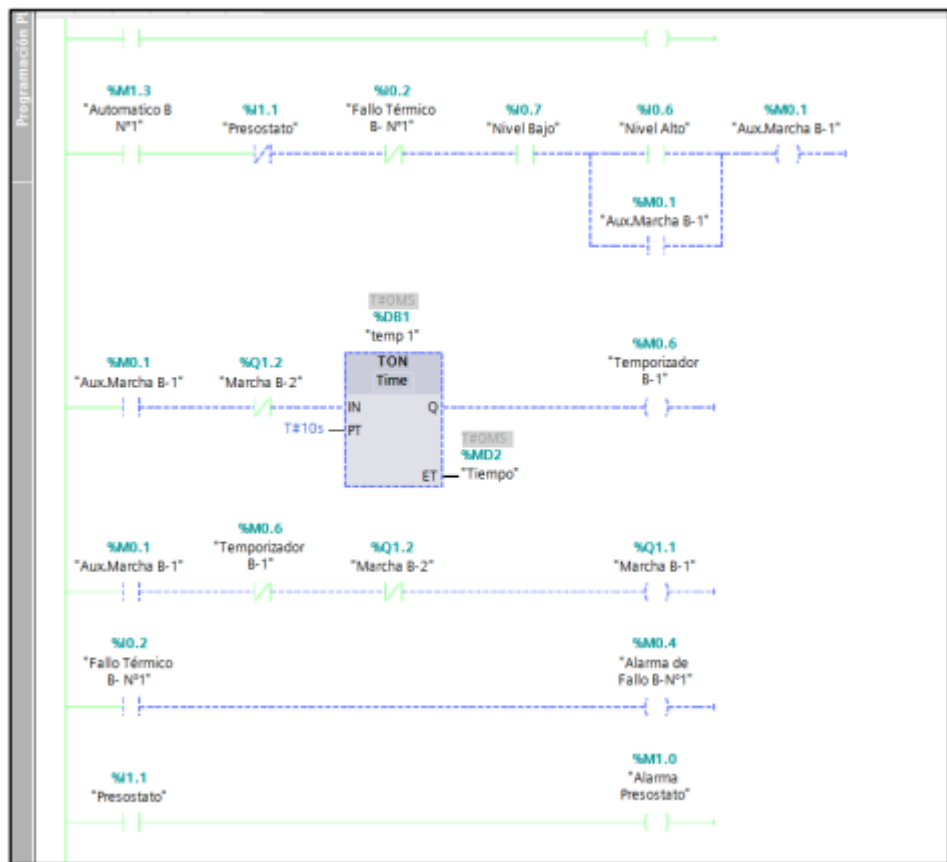


Tabla SIM_1							
	Nombre	Dirección	Formato de visua...	Observar/forzar valor	Bits	Forzar coherente...	
	"Selector Auto"	%I1.3	Bool	TRUE		☒ FALSE	☐
	"Nivel Alto"	%I0.6	Bool	TRUE		☒ FALSE	☐
	"Nivel Bajo"	%I0.7	Bool	TRUE		☒ FALSE	☐
	"Presostato"	%I1.1	Bool	TRUE		☒ FALSE	☐
	"Marcha B-1"	%Q1.1	Bool	FALSE		☐ FALSE	☐
	"Marcha B-2"	%Q1.2	Bool	FALSE		☐ FALSE	☐
	"Tiempo"	%MD2	Hora	T#0MS		☐ T#0MS	☐
	"tiempo 2"	%MD6	Hora	T#0MS		☐ T#0MS	☐
	"Fallo Térmico B- N°1"	%I0.2	Bool	FALSE		☐ FALSE	☐
	"Fallo Térmico B-N°2"	%I0.3	Bool	FALSE		☐ FALSE	☐

En este caso se simuló que el relé térmico de la bomba N°1 se activa debido a una falla del motor, lo cual haría que la bomba N°1 pare haciendo que la bomba N°2 tome la posta.

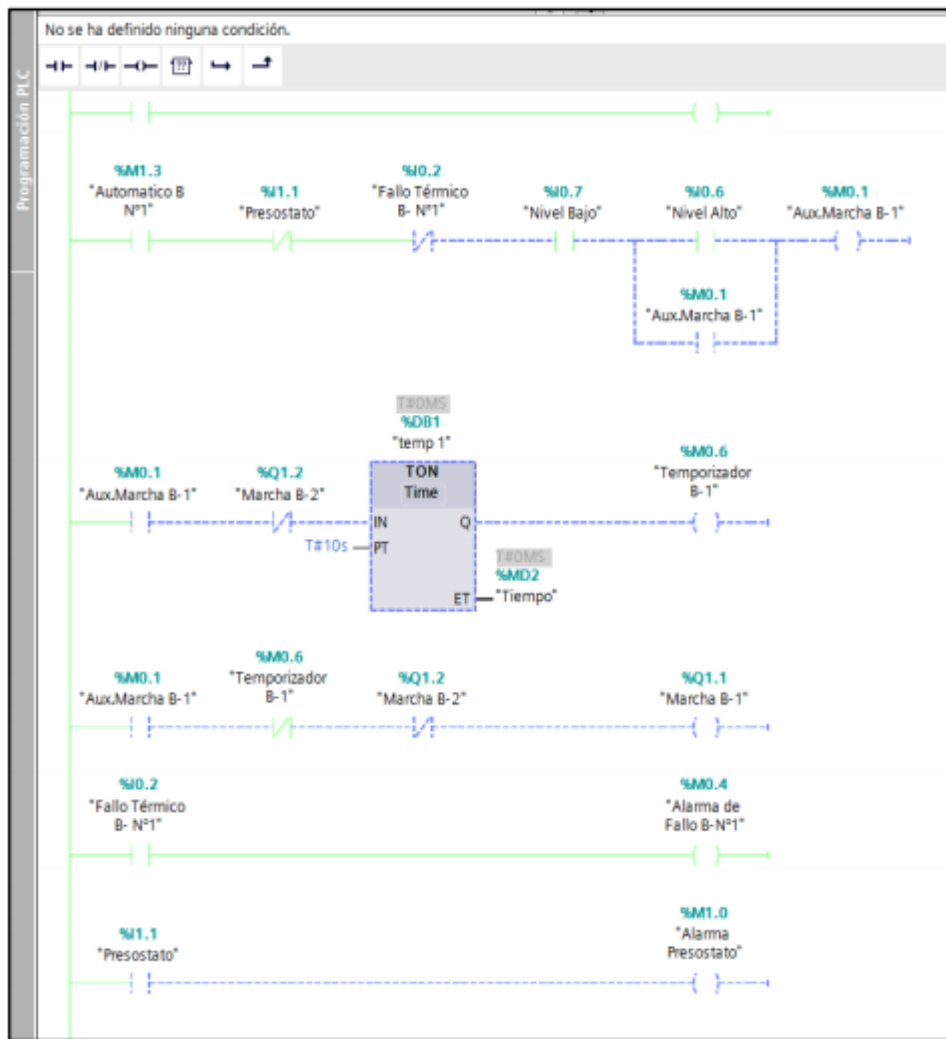


Tabla SIM_1							
	Nombre	Dirección	Formato de visua..	Observarforzar valor	Bits	Forzar coherente...	
	"Selector Auto"	%I1.3	Bool	TRUE		☒ FALSE	☐
	"Nivel Alto"	%I0.6	Bool	TRUE		☒ FALSE	☐
	"Nivel Bajo"	%I0.7	Bool	TRUE		☒ FALSE	☐
	"Presostato"	%I1.1	Bool	FALSE		☐ FALSE	☐
	"Marcha B-1"	%Q1.1	Bool	FALSE		☐ FALSE	☐
	"Marcha B-2"	%Q1.2	Bool	TRUE		☒ FALSE	☐
	"Tiempo"	%MD2	Hora	T#0M5		T#0M5	☐
	"tiempo 2"	%MD6	Hora	T#15_633M5		T#0M5	☐
	"Fallo Térmico B- N.."	%I0.2	Bool	TRUE		☒ FALSE	☐
	"Fallo Térmico B-N°2"	%I0.3	Bool	FALSE		☐ FALSE	☐

4.7.4 Esquema de Automatización

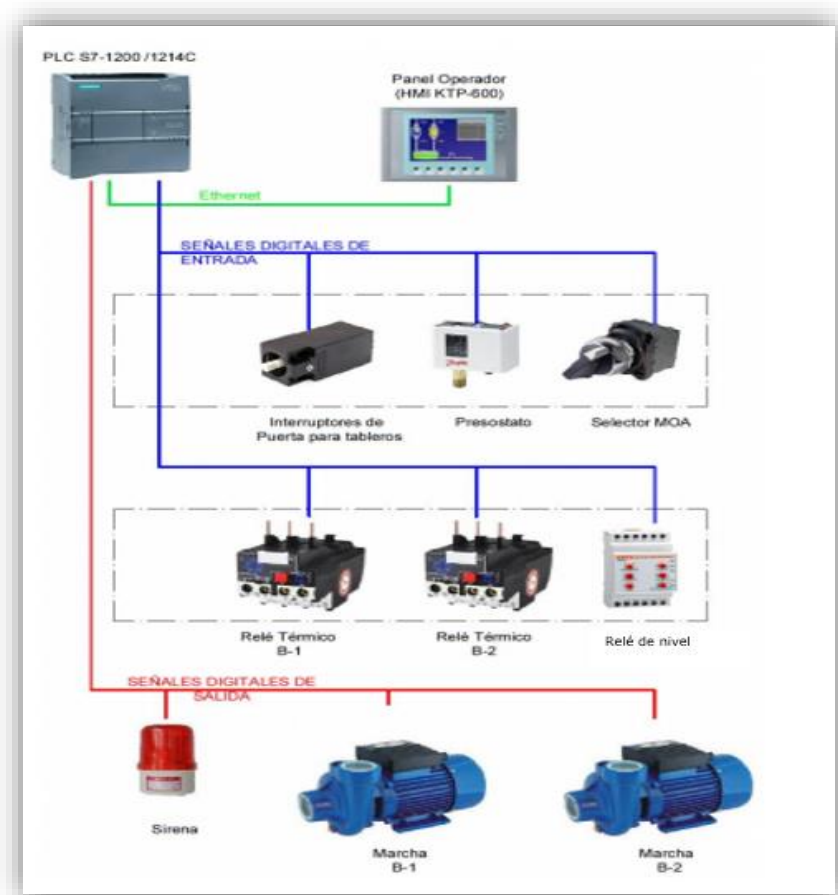
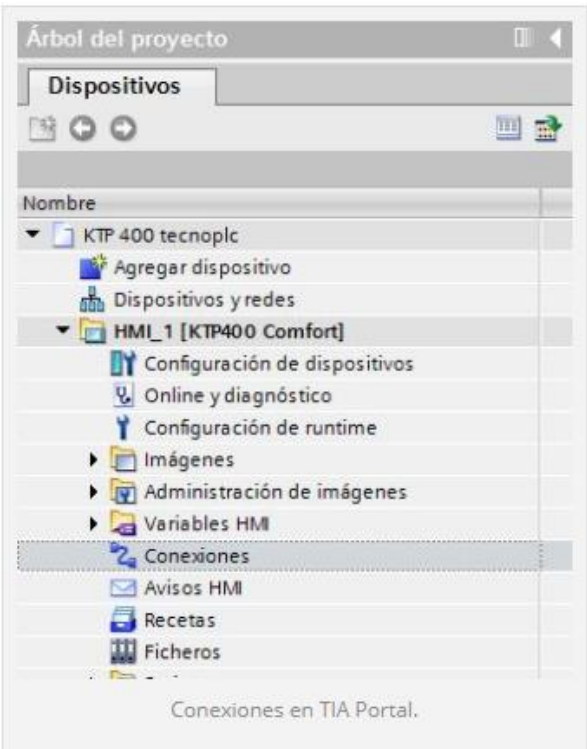


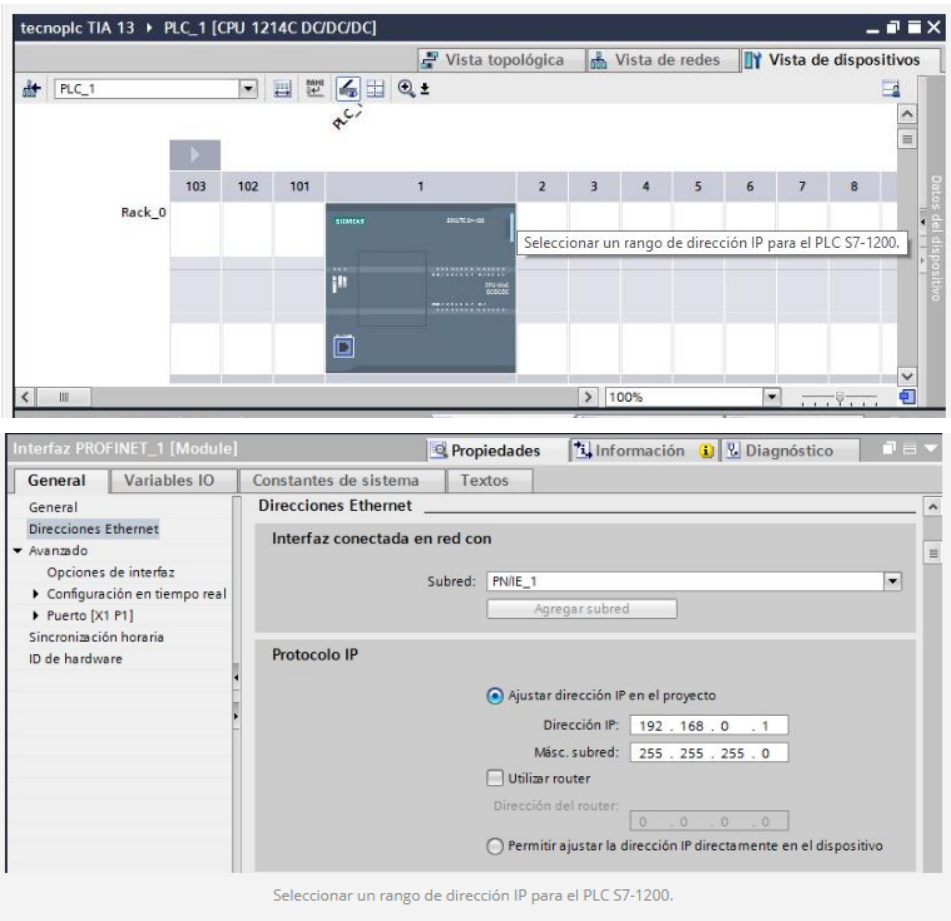
FIGURA 4.8 ESQUEMA DE AUTOMATIZACIÓN
FUENTE: MANUAL SIEMENS



4.8. Comunicación Ethernet entre HMI y S7 1200 en Tía Portal

Para establecer la comunicación Ethernet en TIA Portal debemos rellenar la configuración de conexiones dentro del proyecto de TIA Portal.

Vamos a hablar de una **conexión Ethernet** entre pantalla y PLC S7-1200, conexión a la cual en TIA Portal la definimos como PN/IE dando referencia a la conexión Profinet de Siemens. En primer lugar le asignaremos una dirección IP al PLC, para establecer un rango dentro del cual, posteriormente, deberemos incluir la pantalla HMI. Buscar en Configuración de dispositivos:



Luego se rellenan los campos necesarios para Ethernet en la pantalla.

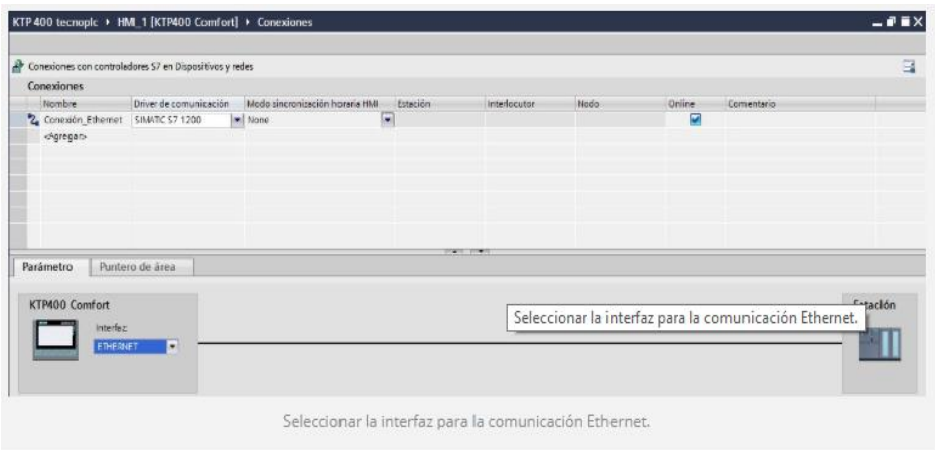
Nombre de la conexión: Le damos un nombre aleatorio e identificadorio para la comunicación Ethernet entre nuestra HMI y el PLC.



Driver de comunicación: Nos da la opción de seleccionar nuestro dispositivo de una lista desplegable donde podemos encontrar todos los autómatas posibles para la conexión. En nuestro caso seleccionaremos un S7-1200 ya que nuestro proyecto de TIA Portal engloba esta CPU.



Interfaz de conexión entre PLC y HMI: Nos da dos opciones de selección, una que es para una conexión Ethernet y la otra que se denomina 1FB1 B. Ahora seleccionamos la opción Ethernet.



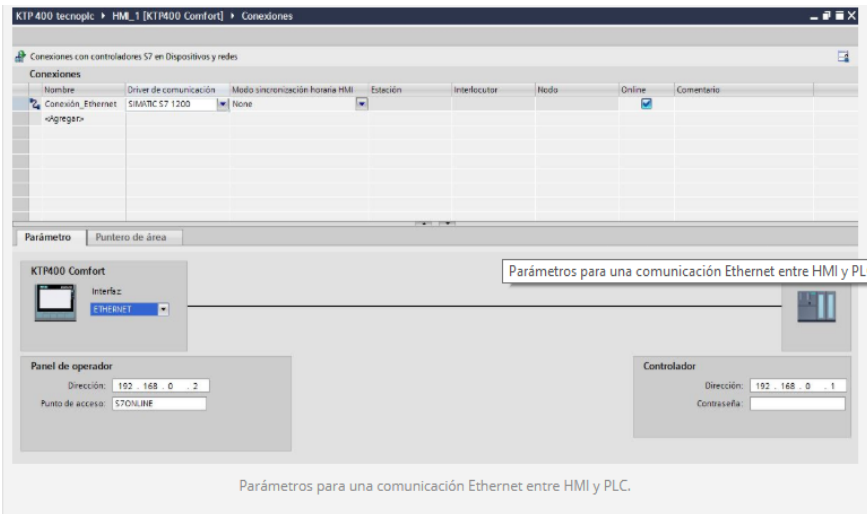
Establecer los puntos de acceso para HMI y PLC:

A continuación debemos definir las características para la comunicación Ethernet para el panel de operador y para el controlador o PLC.

Para el panel de operador seleccionamos una **dirección IP** que deberá encontrarse dentro del mismo rango que la dirección del PLC. Según la imagen más arriba, en TIA Portal habíamos establecido una dirección **192.168.0.1** para el PLC, por tanto, para la pantalla debemos establecer un número diferente, dentro del rango **192.168.0.x**, según la imagen:



Una vez establecida la dirección, ya tenemos la pantalla preparada para reconocerse en la red Ethernet entre el PLC y la pantalla HMI.



Vistas de HMI a implementar.



FIGURA 4.9 HMI MONITOREO AFLUENTES
FUENTE: HMI SOFTWARE ROCKWELL



FIGURA 4.10 HMI BOMBAS Y VÁLVULAS
FUENTE: HMI SOFTWARE ROCKWELL



FIGURA 4.11 HMI MONITOREO DE NIVEL ESTANQUES ACUMULADORES
FUENTE: HMI SOFTWARE ROCKWELL

4.9. Configuración para modelos Airmax M900, M2 Y M5.

Para todos los modelos de antenas se utiliza la misma configuración, variando parámetros particulares.

Air Max		M900	M2	M5
Rango de Frecuencia	de	902 – 928 MHz	2,412 – 2,462 MHz	5,150 – 5,350; 5,470 – 5,600; 5,650 – 5,850 MHz

4.9.1 Puntos esenciales para un buen enlace.

Existen varios puntos importantes a evaluar para poder determinar la factibilidad de un enlace, ya que si no se evalúan los siguientes puntos, no hay garantía de enlace ni de un ancho de banda estable o disponible. Los puntos a evaluar son: - Línea de Vista. - Zona de Fresnel. - Tipo de Aplicación (Internet, Video vigilancia, Voz por IP, Bases de Datos, etc.). A continuación, se revisará de una forma muy breve y resumida cada uno de los puntos anteriores.

Línea de Vista

Este es el primer punto a evaluar, ya que para poder establecer un radioenlace que nos pueda brindar la mejor conexión de datos, es necesario evaluar si hay o no visibilidad entre ambas antenas (TX/RX). La línea de vista no debe ser obstruida por vegetación (árboles, pinos, palmeras), estructuras (edificios, casas, puentes) ni por el relieve del lugar (lomas, cerros). Un enlace sin línea de vista es inestable y su rendimiento es limitado.

Zona de Fresnel

Se conoce zona de Fresnel al volumen de espacio entre el emisor de una onda y el receptor. El cálculo de la zona de fresnel es el segundo paso a revisar una vez que se ha determinado que si hay línea de vista entre el transmisor y el receptor. La zona de fresnel se ve afectada por la distancia del enlace, las alturas en cada extremo y por la longitud de onda de la frecuencia a utilizar.

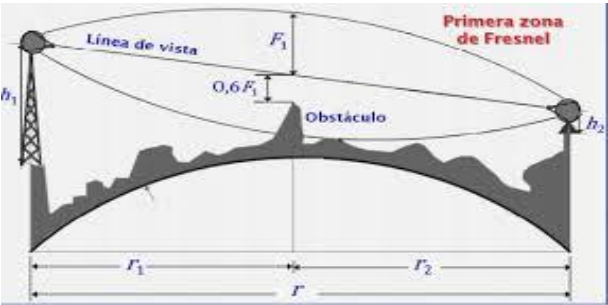


FIGURA 4.12 ZONA DE FRESNEL
FUENTE: ES.WIKIPEDIA.ORG

Tipo de Aplicación

Es muy importante determinar qué tipo de información es la que se transmitirá por el enlace, de tal forma que sea posible definir el mejor equipo para cada aplicación, por ejemplo:

- Para brindar servicio de internet a los usuarios en oficinas, escuelas o parques públicos, siempre se debe utilizar la frecuencia de 2,4 GHz.
- Para trasladar servicios de voz por IP / telefonía, bases de datos y/o sistemas de video vigilancia, se deben utilizar equipos en 5,7 GHz, ya que esta banda es la que menos interferencia tiene.
- Para aplicaciones de datos móviles o con línea de vista parcial (nLOS), se deben utilizar equipos en 900 MHz.

Cada tipo de aplicación tiene sus propios requerimientos de ancho de banda, por lo que es importante definir qué es lo que se transmitirá en el sistema. Tomando en cuenta los puntos anteriores se decide utilizar equipos en 900MHz. Para definir si nuestro enlace cumple con los tres puntos anteriores, se utiliza el programa gratuito "Radio Mobile" en conjunto con Google Earth, que nos permite ver los principales parámetros requeridos para el enlace.

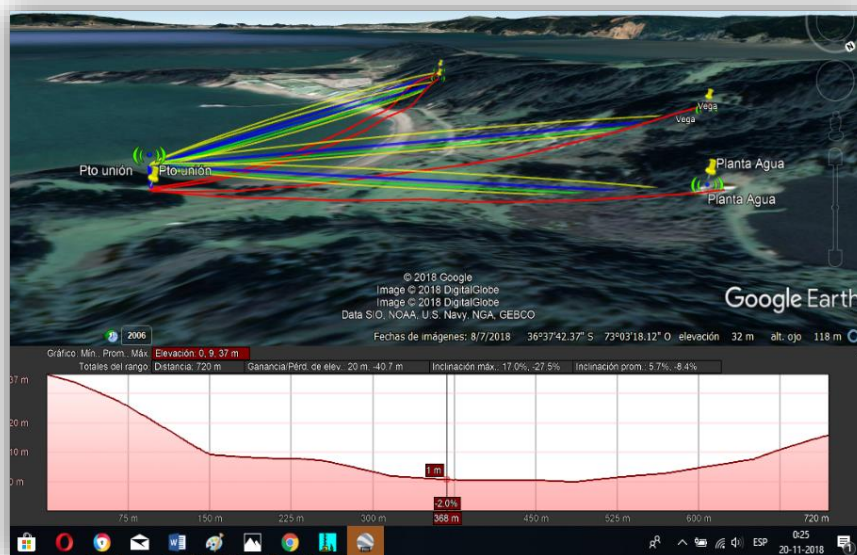


FIGURA 4.13 CÁLCULO DE GEOGRAFÍA PARA ENLACE
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA UTILIZANDO GOOGLE EARTH

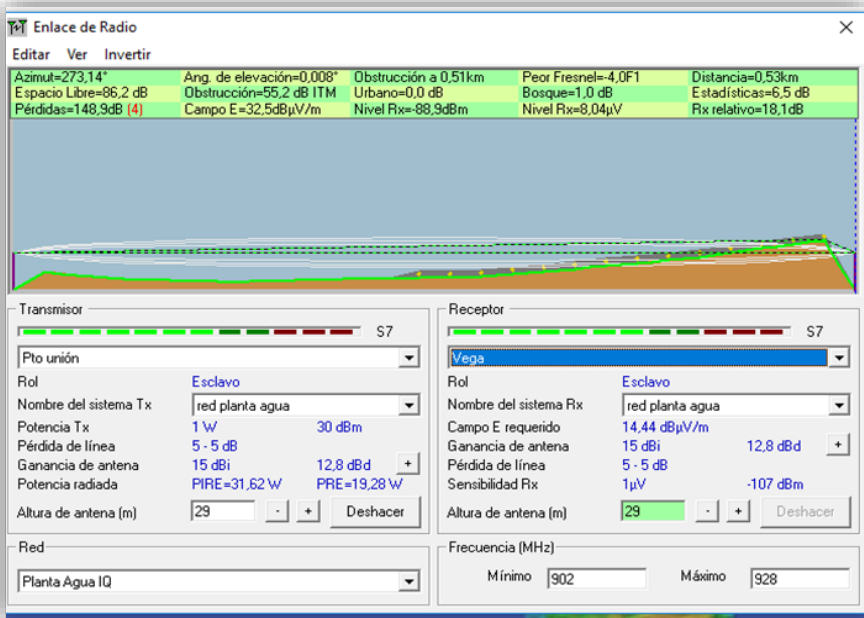
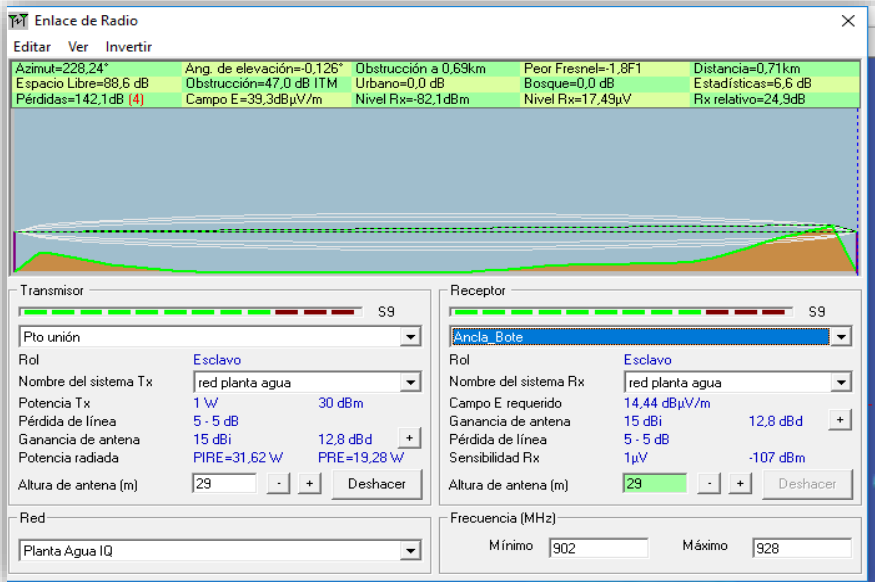
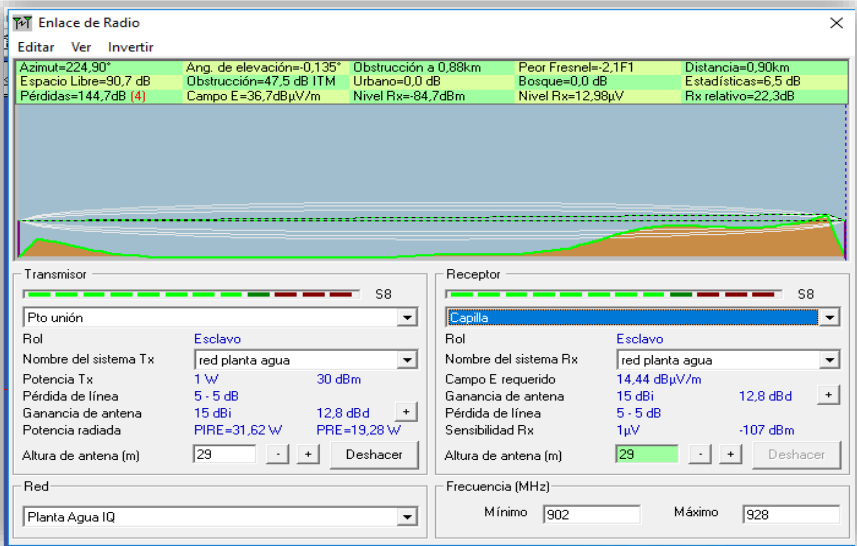


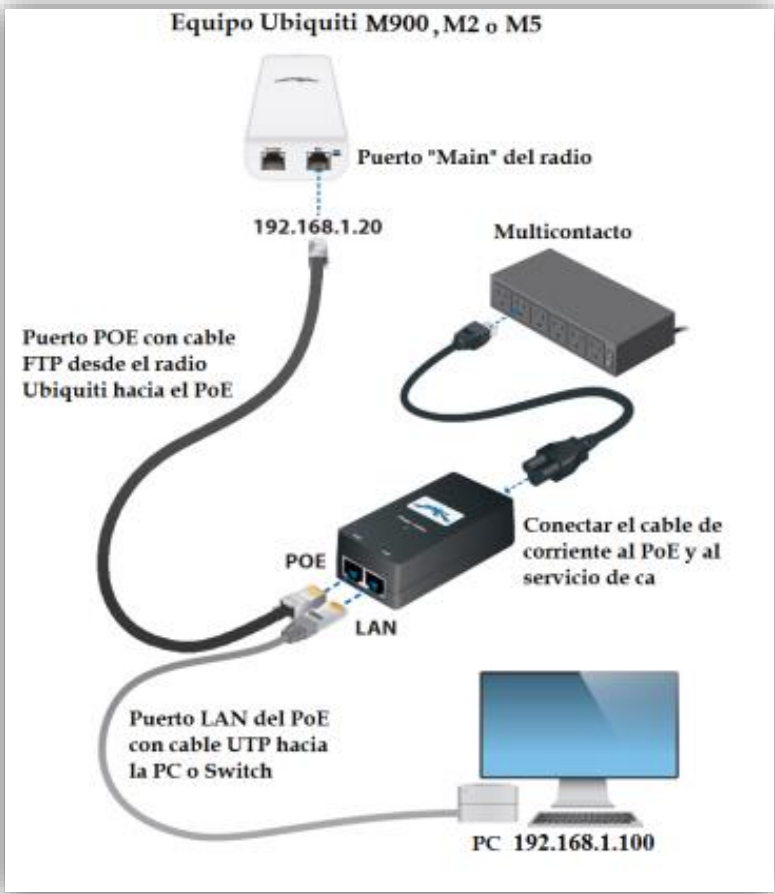
FIGURA 4.14 CÁLCULO PUNTOS DE RADIO ENLACE
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA UTILIZANDO PROGRAMA RADIOMOBILE

TABLA 4-5. NECESIDADES PARA RADIOENLACE

ESTANQUES	POSICIÓN	ELEVACIÓN	ALTURA TORRE
CAPILLA	36°38´11.39"S 73°03´38.16"O	20 Metros	9 Metros.
ANCLA-BOTE	36°38´06.16"S 73°03´34.73"O	20 Metros.	9 Metros.
VEGA	36°37´49.12"S 73°03´37.50"O	20 Metros.	9 Metros.
PLANTA AGUA	36°37´43.36"S 73°03´28.83"O	20 Metros.	9 Metros.

De acuerdo a los cálculos realizados mediante programa Radio Mobile, nuestro nivel de recepción se encuentra bajo la sensibilidad de recepción, por ende, nos asegura un enlace óptimo. Aunque el programa es un medio confiable de medición, es importante verificar en terreno el comportamiento de los equipos.

4.9.2 Conexión al equipo para su configuración

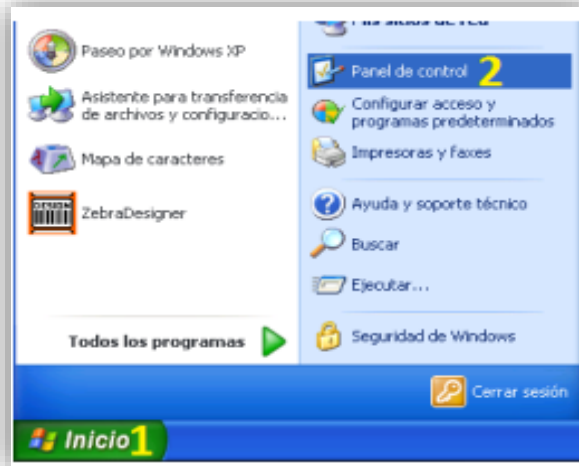


[FIGURA 4.15 CONEXIÓN EQUIPO UBIQUITI](#)

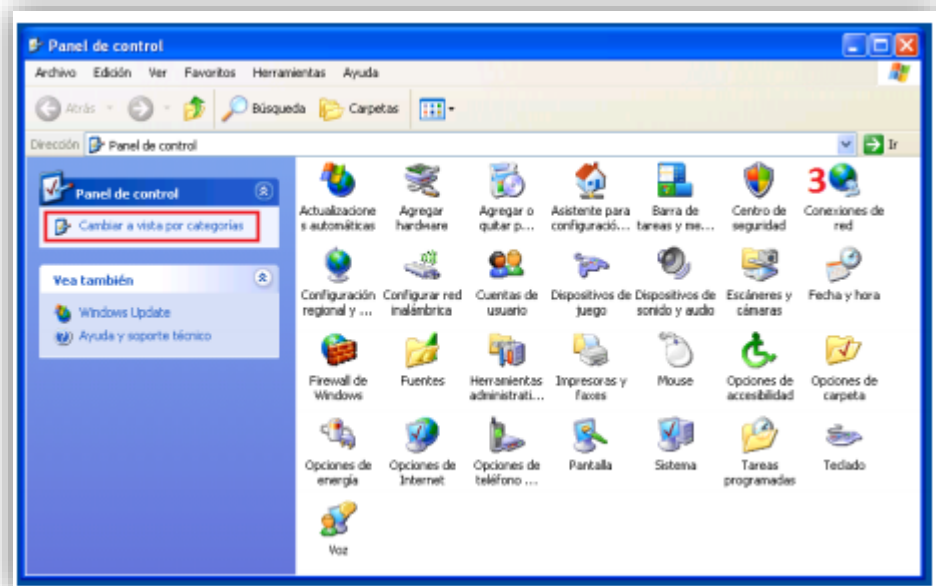
FUENTE: MANUAL PARA MODO CLIENTE/ESTACIÓN EN AIROS

4.9.3 Guía de Configuración de IP para el computador

a) Windows XP/2000 Es necesario hacer clic en el botón de “Inicio” (1) y posteriormente, ingresar a “Panel de Control” (2).

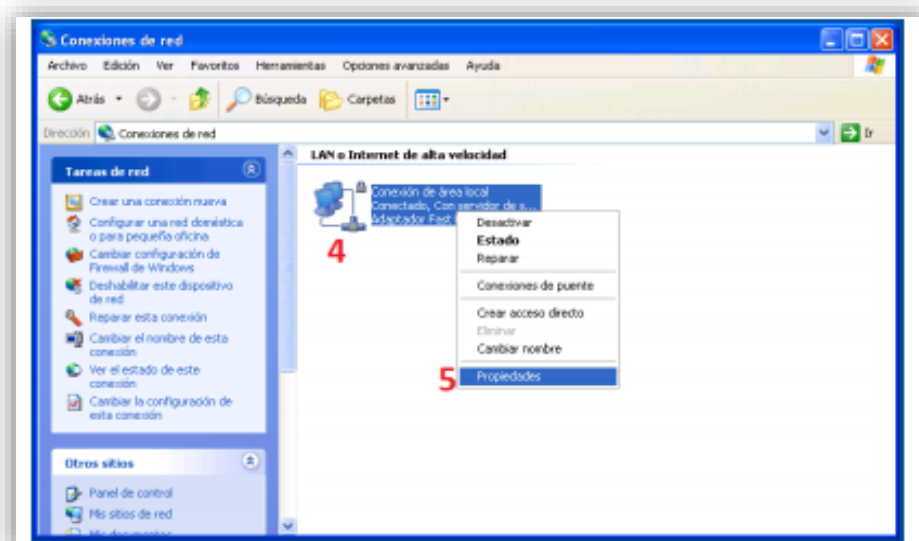


En el “Panel de Control”, es necesario acceder a “Conexiones de red” (3).

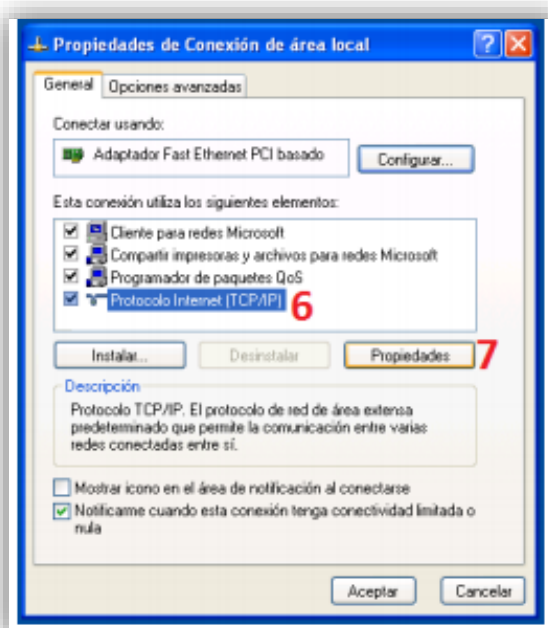


Si no aparece “Conexiones de red”, se sugiere cambiar a “Vista Clásica”.

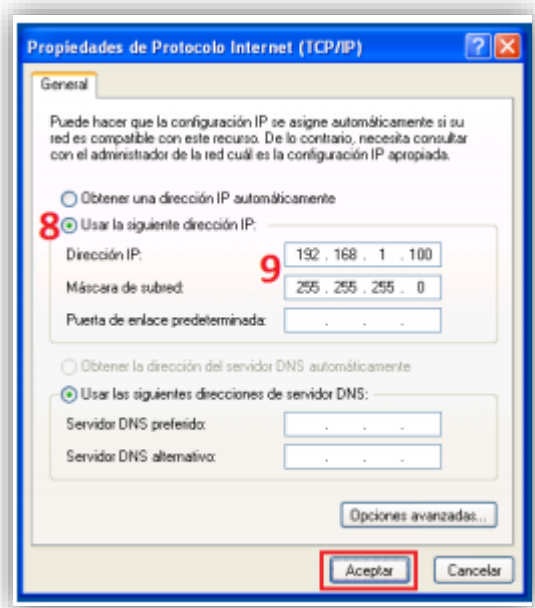
Ahí nos debe aparecer el ícono de “Conexión de área local” (4), la cual necesitamos configurar para poder ingresar a la interfaz web del equipo, así que la seleccionamos y realizamos un clic derecho sobre la conexión y seleccionamos “Propiedades” (5).



Debe aparecer una nueva ventana pequeña con una lista de protocolos, en la cual debemos buscar y seleccionar "Protocolo Internet (TCP/IP)" (6) y después hacemos clic en el botón "Propiedades" (7) de esa misma ventana.



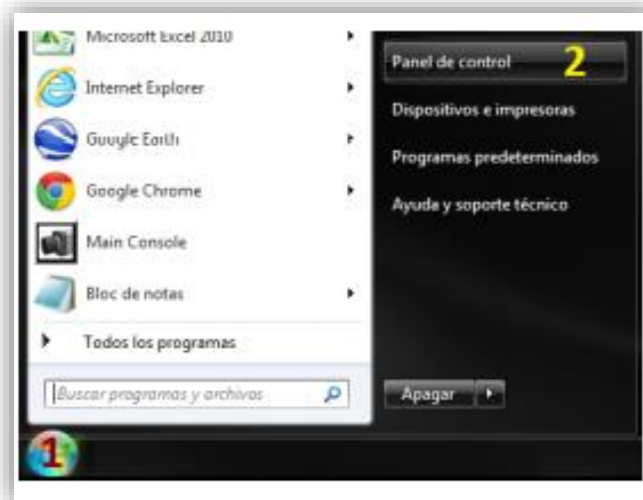
Aparecerá una tercera ventana pequeña, en la cual debemos asegurarnos de que esté seleccionada la opción “Usar la siguiente dirección IP” (8) y asignarle la dirección IP: 192.168.1.100 con la máscara de subred: 255.255.255.0 (9).



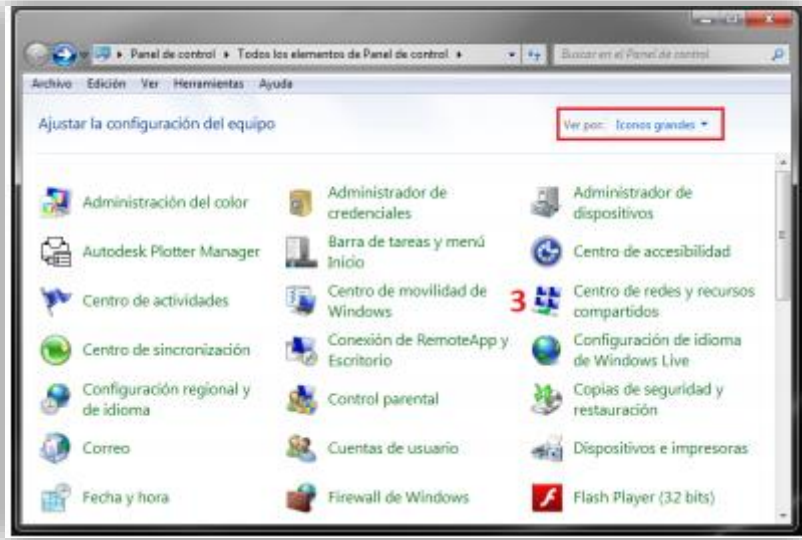
Después de lo anterior, es necesario hacer clic en el botón “Aceptar” y cerrar el resto de las ventanas abiertas. Ahora, la computadora ya está lista para ingresar a la configuración de cualquier equipo Ubiquiti a través del navegador web. Se recomienda ampliamente el uso del navegador “Google Chrome” o “Mozilla Firefox”.

b) Windows Vista / Siete (7)

Es necesario hacer clic en el botón de “Inicio” (1) y posteriormente, ingresar a “Panel de Control” (2).



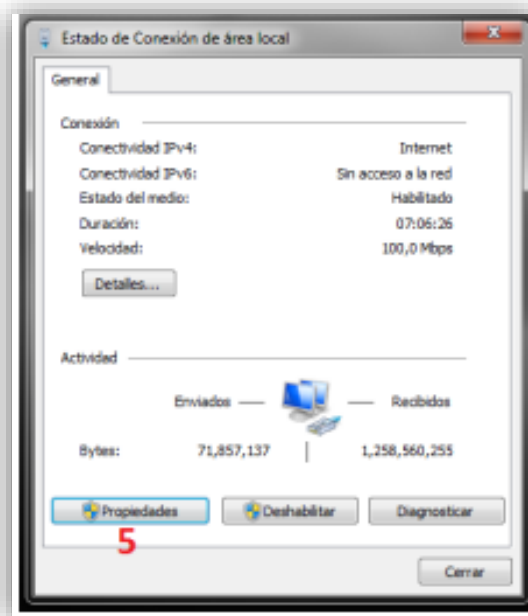
En el “Panel de Control”, es necesario acceder a “Centro de redes y recursos compartidos” (3).



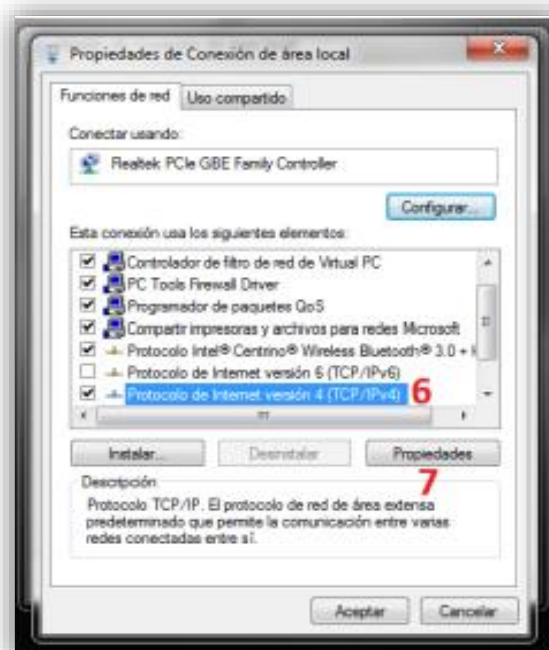
Si no aparece el “Centro de redes y recursos compartidos”, se sugiere cambiar la vista a “Iconos grandes”. Ahí nos debe aparecer un enlace hacia la “Conexión de área local” (4), la cual necesitamos configurar para poder ingresar a la interfaz web del equipo.



Al hacer clic sobre “Conexión de área local”, nos debe aparecer una pequeña ventana con información acerca de la conexión y varios botones en la parte inferior; aquí debemos hacer clic en el botón “Propiedades” (5).



Debe aparecer una nueva ventana pequeña con una lista de protocolos, en la cual debemos buscar y seleccionar "Protocolo de Internet versión 4 (TCP/IPv4)" (6) y después hacemos clic en el botón "Propiedades" (7) de esa misma ventana.



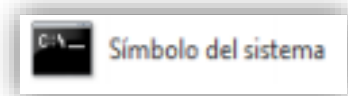
Aparecerá una tercera ventana pequeña, en la cual debemos asegurarnos de que esté seleccionada la opción “Usar la siguiente dirección IP” (8) y asignarle la dirección IP: 192.168.1.100 con la máscara de subred: 255.255.255.0 (9).



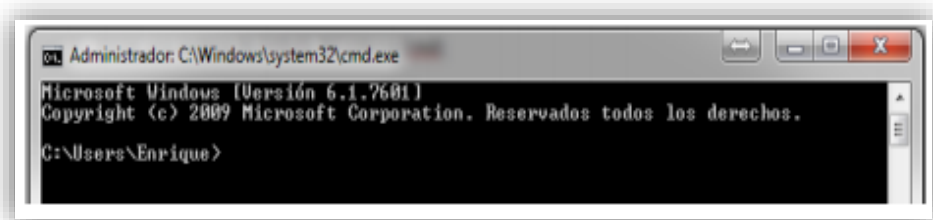
Después de lo anterior, es necesario hacer clic en el botón “Aceptar” y cerrar el resto de las ventanas abiertas. Ahora, la computadora ya está lista para ingresar a la configuración de cualquier equipo Ubiquiti a través del navegador web. Se recomienda ampliamente el uso del navegador “Google Chrome” o “Mozilla Firefox”.

Para poder evaluar si la conexión es correcta o que todo está funcionando adecuadamente (radio inalámbrico, adaptador PoE, cables de red, PC, etc.), es necesario realizar una prueba de conexión desde la PC hacia el radio de la siguiente forma (asumiendo que todos los puntos de la imagen anterior ya están cubiertos):

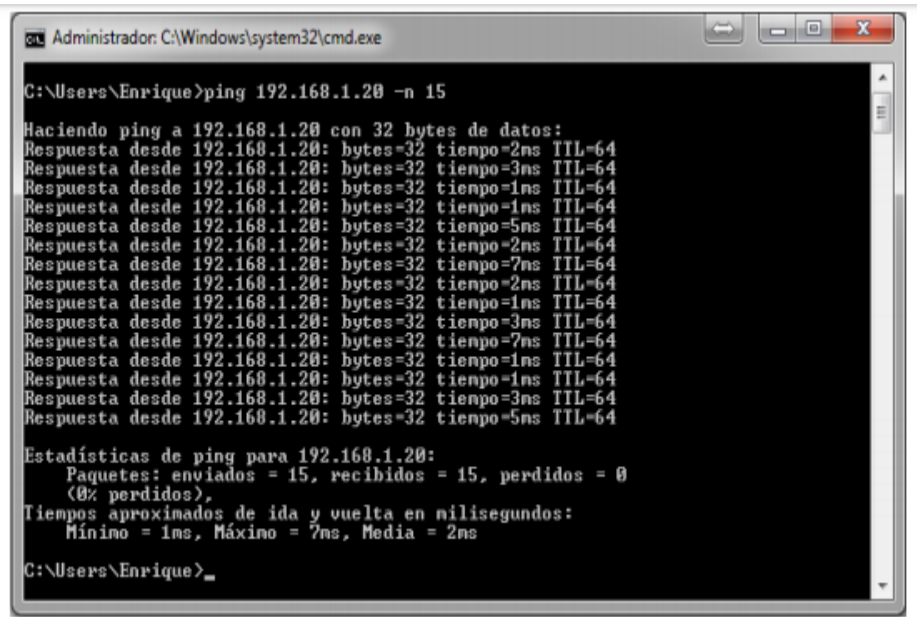
1. Iniciar una ventana de símbolo del sistema (cmd).



2. Debe abrirse una ventana como la siguiente:



3. Dentro de esa ventana, vamos a introducir el siguiente comando:
ping 192.168.1.20 -n 15, después del comando hay que presionar
“Intro” (Enter/Return) para iniciar la prueba de eco.



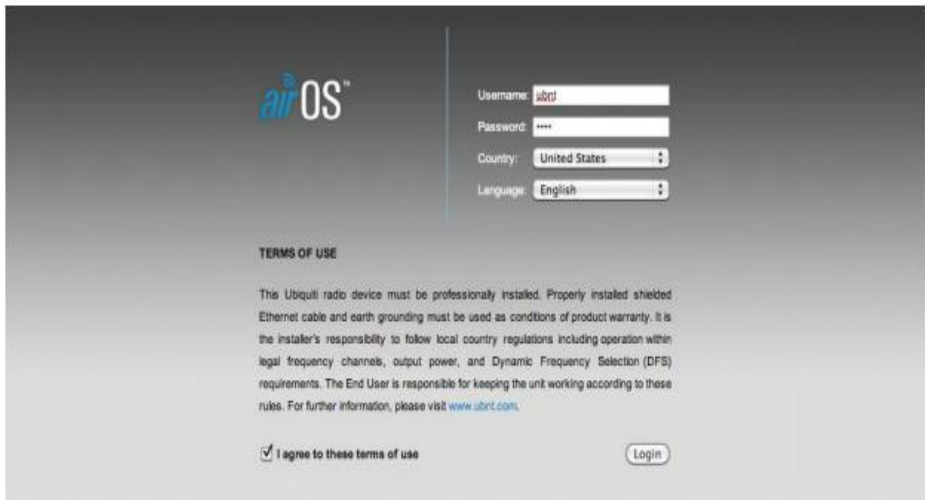
En la imagen anterior, se puede apreciar una buena conexión entre la PC y el equipo Ubiquiti.

4. Por último, es necesario abrir el navegador de internet e ingresar a la dirección **IP 192.168.1.20**.



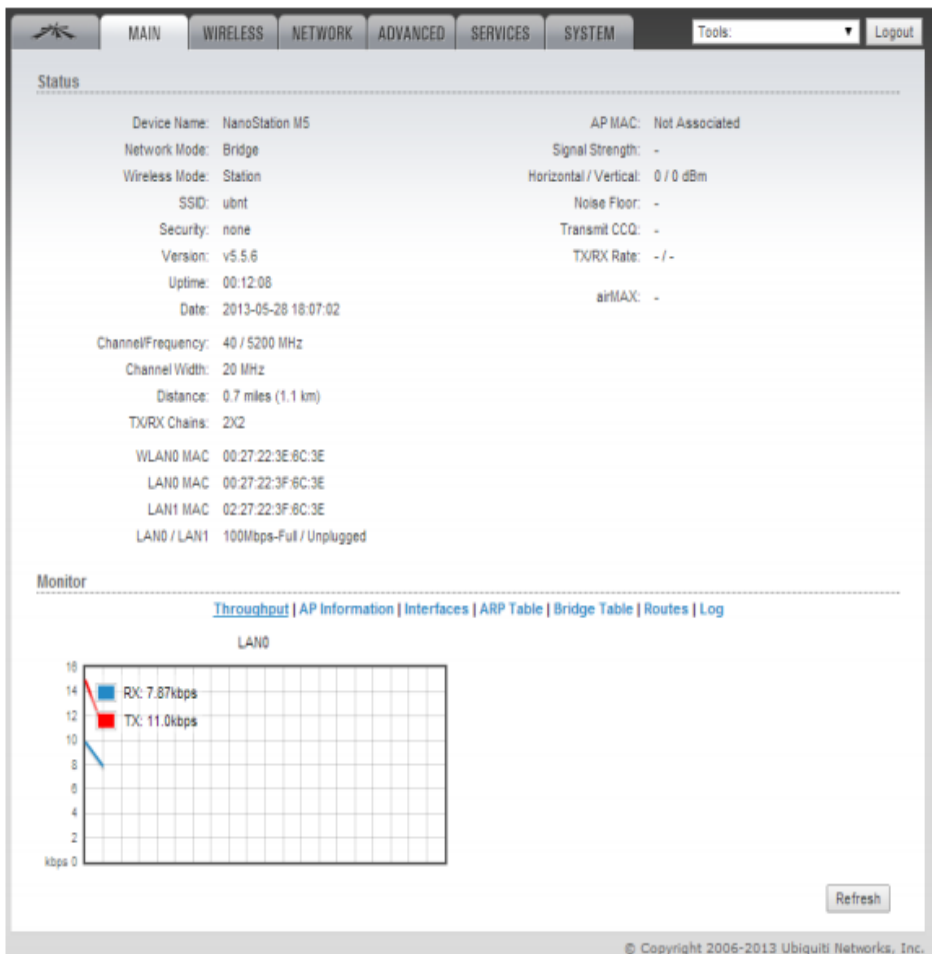
5. Aparecerá la pantalla de inicio de sesión, donde el equipo solicitará el usuario y la contraseña mencionados anteriormente además del país donde se instala el equipo y el lenguaje deseado de la interfaz de programación web; es importante leer detenidamente los términos de uso, aceptarlos y presionar el botón **“Login”** del equipo.

4.9.4 Configuraciones necesarias para establecer un enlace Inalámbrico.



Una vez dentro de la configuración del equipo, podrá visualizar la siguiente pantalla:

En esta pantalla, es necesario identificar que hay 7 pestañas principales (izquierda a derecha): "UBNT", "MAIN", "WIRELESS", "NETWORK", "ADVANCED", "SERVICES" y "SYSTEM"; cada pestaña tiene ciertas configuraciones. A continuación, se indicará brevemente qué tipo de configuraciones tiene cada pestaña:



a) **"UBNT" (logo/ícono).**- Esta pestaña tiene las características propietarias de los equipos, es decir, permite activar tecnologías como: airMAX, airSync, airView, airSelect, etc.; algunas tecnologías sólo están disponibles en ciertos modelos, depende del tipo de radio y la frecuencia.

b) **"MAIN".**- Esta pestaña muestra en forma resumida las condiciones generales del enlace como el nivel de señal, nivel de ruido, tasa de transferencia negociada entre AP/ST, calidad de la señal, capacidad del sistema, clientes asociados (si es AP), ancho de canal, frecuencia de operación, nombre inalámbrico y modo de operación de red, etc.

c) **"WIRELESS".**- Esta pestaña es donde se encuentra la configuración principal del radio, ya que permite ajustar el modo de operación inalámbrico, configurar el equipo para operar en capa 2, cambiar el nombre de la red, fijar el país regulatorio, la ganancia de la antena, el ancho de banda, la seguridad inalámbrica, etc.

d) **"NETWORK".**- Las configuraciones contenidas en esta sección es básicamente la cuestión de direccionamiento IP, rutas estáticas o dinámicas, direccionamiento de puertos, cortafuego, limitación de ancho de banda de subida y/o bajada, etc.

e) **"ADVANCED".**- Lo más relevante de esta sección es la distancia del enlace, el tiempo del acuse de recibo (ACK), tamaño de los paquetes, la velocidad de negociación del puerto de red (LAN0 / LAN1, si aplica), entre otros.

f) **"SERVICES".**- Esta sección contiene, más que nada, formas de administrar el equipo y funciones utilitarias, que permitan al equipo monitorear a otros sistemas; entre las funciones configurables, tenemos las siguientes: servidor seguro (HTTPS), servidor Telnet, servidor SSH, cliente NTP, servicio DDNS, agente SNMP, servidor "LOG", etc.

g) **"SYSTEM".**- Finalmente, esta sección contiene la versión de firmware del equipo, permite actualizarlo a versiones más recientes liberadas por fábrica, permite activar una cuenta de sólo lectura, cambiar la contraseña del administrador del equipo, activar/desactivar el botón "reset", crear un respaldo de las configuraciones del equipo o cargar una configuración existente, reiniciar el equipo o regresarlo a valores de fábrica, etc.

Así mismo, el equipo cuenta con herramientas (tools) muy prácticas para administradores e instaladores como las siguientes:



a) **Align Antenna.-** Los equipos incluyen esta herramienta de alineación de antenas, la cual ayuda a mejorar la señal de forma visual y audible, aumentando el rendimiento del enlace (señal/ancho de banda). Para lograr la mejor alineación posible, es necesario contar con al menos 2 instaladores (uno en cada extremo) y un supervisor de enlace.

b) **Site Survey.-** Esta herramienta permite realizar un barrido en el espectro radioeléctrico para detectar otros radios o sistemas operando en la misma banda. La utilidad de esta herramienta es auditar cuáles son los canales más saturados, cuáles canales están libres, cuántos radios se detectan en el espectro, que tan fuerte es su intensidad de señal, entre otra información.

c) **Discovery.-** Esta herramienta permite al equipo detectar otros sistemas Ubiquiti instalados en la misma red, independientemente si tienen otro direccionamiento IP o pertenecen a otra clase, siempre y cuando no se trabaje con VLAN.

d) **Ping.-** La herramienta de “ping” permite realizar peticiones de eco hacia diferentes nodos de red para ver si hay comunicación bidireccional entre ambos. Es útil para validar si el equipo alcanza nodos de red lejanos o si funciona correctamente la puerta de enlace de la red.

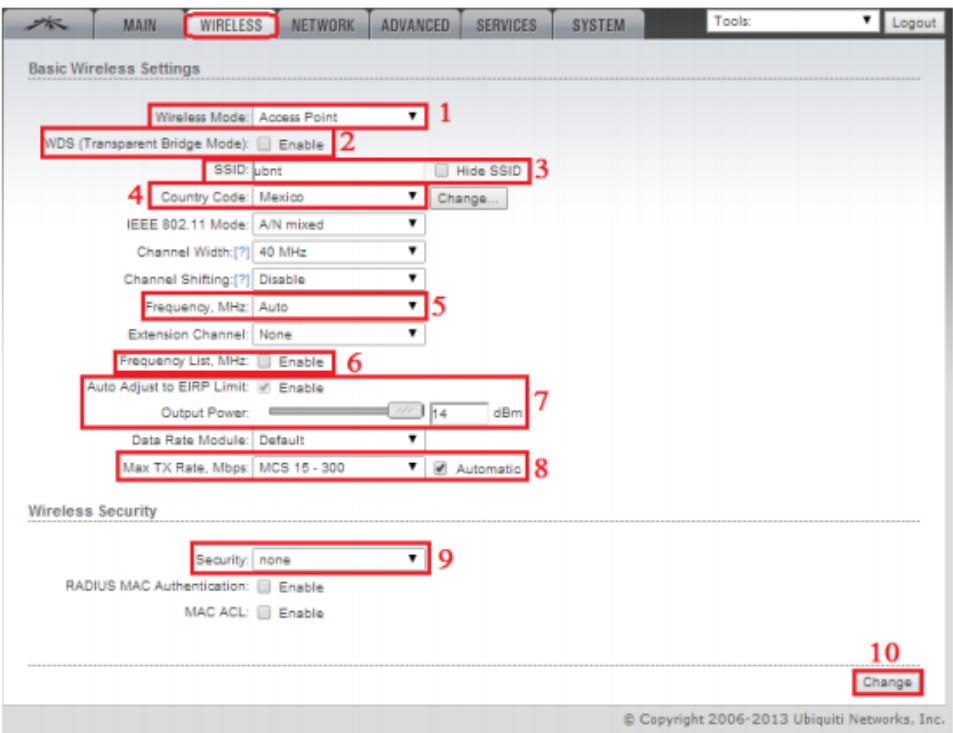
e) **Traceroute.-** Esta herramienta nos permite seguir el rastro de los paquetes de la red, saber por dónde pasaron y hasta dónde llegaron, en caso de que no lleguen a su destino. De esta forma, se pueden revisar o evaluar las configuraciones de otros equipos de la red para depurar problemas de conexión, de direccionamiento o de cortafuegos.

f) **Speed Test.-** La herramienta más popular y utilizada de los equipos Ubiquiti, ya que esta herramienta permite a los distribuidores, integradores o instaladores evaluar el desempeño de su sistema inalámbrico con respecto al ancho de banda (Mbps). Sirve también para evaluar si los límites de ancho de banda (subida/bajada) están configurados correctamente.

g) **AirView.-** La herramienta más completa que ofrecen los equipos de Ubiquiti, la cual está valuada en miles de dólares, ya que el mismo equipo inalámbrico opera como un analizador de espectro para escuchar rangos de frecuencias definidos por el usuario (dentro del rango de operación del equipo) para detectar otro tipo de interferencias que el "Site Survey" no puede detectar. Esta herramienta permite un análisis detallado y en tiempo real del espectro radioeléctrico.

Ahora, después de todo lo anterior, vamos a ver la configuración necesaria para establecer un enlace inalámbrico Punto a Punto o Punto a Multipunto:

Acceder a la pestaña **"WIRELESS"**.



1. **Wireless Mode.-** El modo inalámbrico de los equipos Ubiquiti a partir de la versión 5.5.6 son sólo 3:

a) **Access Point (AP).-** Esta modalidad es la predeterminada para los equipos receptores, principales o centrales, ya que son a los que se

conectan los radios configurados como cliente o "station", desde un equipo hasta más de 20 (dependiendo de la aplicación).

b) **Station (ST).**- Este modo es el predeterminado para los clientes o transmisores, ya que son los que realizan un barrido en todo el rango de frecuencia en busca del punto de acceso o "access point", de tal forma que envían grandes cantidades de información hacia el receptor (ejemplo: voz por IP, cámaras IP, bases de datos, archivos, etc.). En esta categoría entran todos los dispositivos como: laptop, smartphones, tablet's, pda, etc.

c) **AP-Repeater (AP-WDS).**- Este modo de operación es el que se utiliza para interconectar de forma inalámbrica varios puntos de acceso o "access points" entre sí para cubrir áreas extensas como malecones, naves industriales, edificios de varios pisos, parques públicos, etc.

En base a lo anterior, un equipo debe ser punto de acceso (access point) y el otro debe ser cliente (station) para que pueda existir una comunicación inalámbrica entre ambos puntos.

2. **WDS (Transparent Bridge Mode).**- Este modo permite a los equipos inalámbricos pasar transparente las MAC de todos los dispositivos debajo de ellos, de tal forma que los radios operan como puentes transparentes. Se recomienda siempre activar esta función tanto en el AP como en el ST para mejorar la comunicación de red.

3. **SSID.**- El SSID es el nombre que le asignamos a la red inalámbrica para que los clientes puedan encontrar al AP; este nombre puede contener letras minúsculas, mayúsculas, números y algunos símbolos especiales. Ambos equipos deben tener el mismo SSID para que pueda existir enlace.

4. **Country Code.**- Este punto es muy importante, aquí debe seleccionarse "México", ya que el equipo será instalado y operado en territorio nacional. Cuando el país queda configurado en México, el sistema regula automáticamente la potencia de salida disponible en base a las regulaciones nacionales. No debe operarse el equipo en otro país, es responsabilidad del distribuidor, integrador o instalador revisar que la configuración de los equipos sea correcta.

5. **Frequency, MHz.**- Aquí es posible fijar la frecuencia en la que deseamos establecer el enlace. Este parámetro sólo puede ser configurado en el radio como AP, ya que el ST busca al AP en el espectro. Si la frecuencia se define como "auto", el equipo AP determina de forma

dinámica si es necesario cambiar de canal de acuerdo al nivel de ruido del mismo (DFS).

6. Frequency List, MHz.- Si se activa este parámetro, permite que se definan los canales a los que se puede cambiar el AP o la ST, de tal forma que el tiempo de reconexión es casi inmediato y no hay casi pérdida de datos, a menos que se definan más de 3 canales.

7. Auto adjust to EIRP limit / Output power.- Estos parámetros están estrechamente ligados uno al otro, ya que al configurar el país en “México”, el sistema de forma automática, en base a su ganancia de antena y su potencia de salida, se regula para que el usuario no tenga el control de potencia de transmisión del equipo. El “Auto adjust EIRP limit” no debe desactivarse bajo ninguna circunstancia. La barra de ajuste de potencia no tiene efecto si el “Auto adjust EIRP limit” está activado.

8. Max TX Rate, Mbps.- Este parámetro permite ajustar la modulación de los radios, de tal forma que puedan modular a diferentes velocidades de datos que se ajusten más a las condiciones de estabilidad/ancho de banda deseada según cada caso. De fábrica, todos los equipos vienen configurados con la máxima modulación posible, pero este parámetro debe ser ajustado según cada escenario. En zonas muy concurridas, es necesario que se establezca una modulación más baja para lograr un desempeño constante y estable.

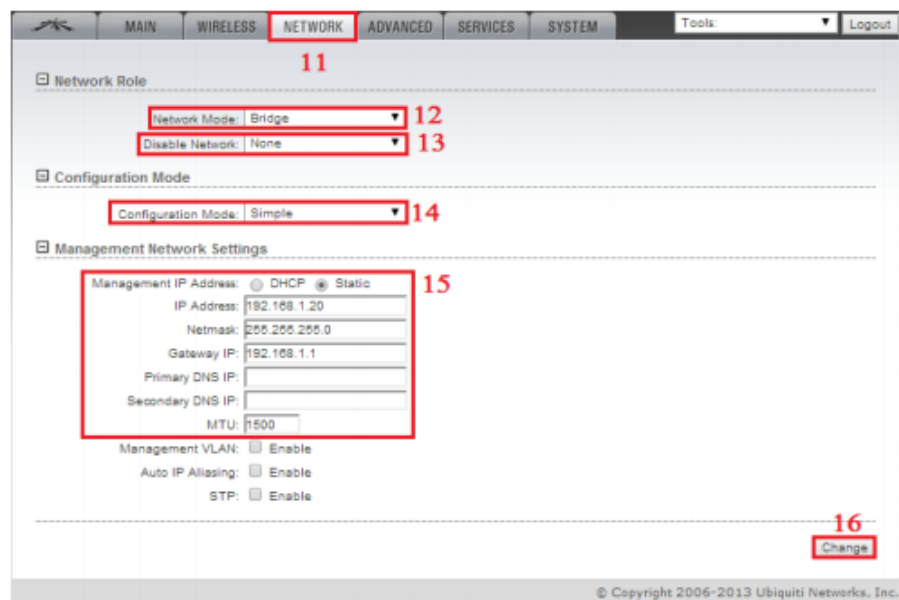
9. Security.- La seguridad del sistema es muy importante, ya que evita intrusiones por parte de usuarios dentro del espectro radioeléctrico de nuestro enlace. Los sistemas inalámbricos son vulnerables por naturaleza, ya que son medios no guiados, por lo que solo se pueden delimitar estos sistemas en base a la potencia de salida, la ganancia o el tipo de antena y su respectiva orientación. Se recomienda utilizar claves WPA2-AES en todos los sistemas Ubiquiti, independientemente del modelo o la frecuencia.

10. Después de los ajustes anteriores, es necesario presionar el botón cambiar o “change” al final de la página de configuración y posteriormente, presionar el botón aplicar o “Apply” al inicio de la página dentro de una franja azul para que los cambios tengan efecto.



El botón "Test" permite probar los cambios realizados por 3 minutos y posteriormente, revierte los cambios; el botón "Discard", anula los cambios realizados inmediatamente.

11. Acceder a la pestaña "NETWORK".



12. **Network Mode.-** Todos los equipos Ubiquiti vienen de fábrica como puentes transparentes o "bridge", mas sin embargo, pueden operar como enrutadores también. Cuando un equipo se configura como enrutador, depende del modo de operación inalámbrica por cuál interface envíe DHCP, es decir, cuando está configurado como AP, el DHCP lo asigna de forma inalámbrica, mientras que si es ST, lo asigna por la conexión cableada (LAN). Lo típico es dejar los equipos configurados como puentes transparentes (bridge).

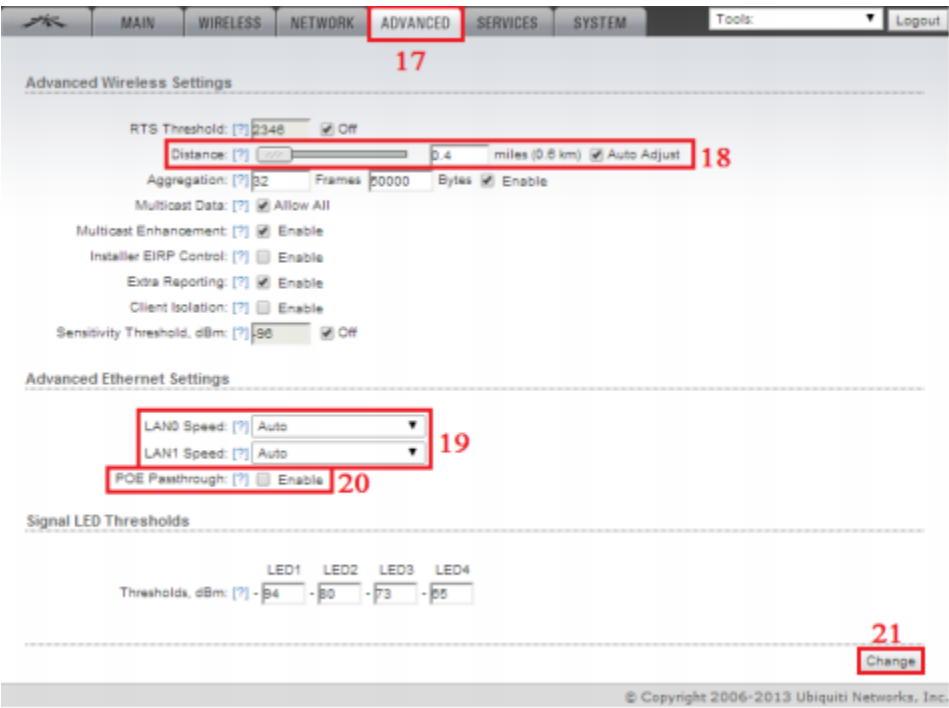
13. **Disable Network.-** Este parámetro permite inhabilitar, ya sea la conexión LAN o la WLAN, según sea definido y se apliquen los cambios. Es muy importante que no se inhabilite la conexión de administración principal o será necesario realizar la conexión directa al equipo para revertir el cambio.

14. **Configuration mode.-** El modo de configuración simple es el predeterminado, donde sólo nos pide la dirección IP del equipo, la máscara de subred, la puerta de enlace, los DNS y el MTU. En el modo avanzado, se habilita el cortafuego, el límite de ancho de banda de subida/bajada, los enrutamientos estáticos/dinámicos, direccionamientos de puertos, etc. Si no es necesario llevar a cabo ninguna función de red avanzada, se recomienda dejar esta configuración como simple.

15. **Management Network Settings.-** Los equipos pueden ser clientes DHCP para obtener toda la parte de direccionamiento IP y DNS de forma automática o se puede configurar manualmente por el usuario.

16. Después de los ajustes anteriores, es necesario presionar el botón cambiar o “change” al final de la página de configuración y posteriormente, presionar el botón aplicar o “apply” al inicio de la página para que los cambios tengan efecto.

17. Acceder a la pestaña “**ADVANCED**”.



18. **Distance.-** La distancia es un parámetro crítico e importante, ya que en base a este valor, es la sincronía de acuses de recibo (ACK). En el caso de un sistema multipunto, es necesario que se defina la distancia del cliente más lejano. De igual forma, se recomienda dejar activada la función “auto adjust” para que se modifique según sea requerido.

19. **LAN0/1 Speed.-** No todos los equipos tienen 2 puertos de red, primario y secundario (“Main” y “Secondary”), donde se puede establecer la velocidad de conexión alámbrica (LAN); de fábrica, la velocidad de conexión viene como “auto”, para que el equipo pueda negociar la velocidad de conexión dependiendo del dispositivo conectado.

20. **POE Passthrough.-** Esta característica permite a los equipos NSM2 y NSM5 pasar voltaje por el puerto secundario además de los datos, por

lo que el mismo radio puede alimentar a otro dispositivo como una cámara IP compatible. Esta característica no debe utilizarse en ningún otro modelo que no sean los mencionados.

21. Después de los ajustes anteriores, es necesario presionar el botón cambiar o "Change" al final de la página de configuración y posteriormente, presionar el botón aplicar o "Apply" al inicio de la página para que los cambios tengan efecto. Una vez realizadas todas las configuraciones mencionadas en los pasos anteriores, los equipos deben poder enlazarse sin problema.

4.9.5 Recomendaciones de instalación

a) Para tener el mejor rendimiento de datos (Mbps), es necesario contar con lo siguiente:

- Sistema de Tierra.
- Cable de red blindado para exterior (FTP o STP).
- Conectores RJ-45 blindados.
- Evaluar el espectro para determinar el mejor canal de operación.

b) Sellar todas las conexiones de red e intersecciones entre radios, jumpers coaxiales, antenas y protectores para evitar filtración de agua, humedad o polvo con cinta de fusión o de caucho.

c) Realizar la programación y pruebas de los equipos a instalar en laboratorio.

d) Utilizar reguladores/back-up en los equipos para evitar pérdidas de energía, desconexiones y/o sobretensiones.

e) Si se desea mejorar más su señal inalámbrica, es necesario utilizar la herramienta de alineación visual o audible del equipo.

f) No se recomienda operar un enlace de datos sin cifrado/criptación, ya que la información sería vulnerable y podría ser fácilmente interceptada por usuarios no legítimos de la red.

g) Si se instalará más de un AP en la misma torre:

- Utilizar diferentes SSID.
- Utilizar diferentes canales.
- Los AP no deben apuntar a la misma dirección, deben estar desfasados por lo menos 90° (180° lo ideal).

- Utilizar, cuando sea posible, equipos con tecnología airSync (GPS) para mitigar interferencias locales.

- Los AP entre sí, deben tener una diferencia de altura vertical de 3 metros si operan en 5.7 GHz y de 6 metros si operan en 2.4 GHz.

h) Asegurar que el nivel de ruido detectado por los radios sea inferior a -93 dBm (Ejemplo: -96, -98, -102, etc.).

i) Realizar validaciones en campo de los estudios de línea de vista y zona de fresnel correspondientes, para asegurar la correcta operación y conexión de los equipos. Se recomienda utilizar un GPS para poder revisar en campo esta cuestión.

j) De ser posible, se recomienda instalar los equipos o radios inalámbricos a una distancia de 1 metro de la torre.

CAPÍTULO V
ESTUDIO ECONÓMICO

En el presente capítulo se desarrolla el Estudio financiero del proyecto, en donde se investigan los diferentes valores de los elementos a utilizar. Se contempla el monto de la inversión que se requerirá para la puesta en marcha del proyecto de automatización y control de planta de agua potable de la Isla Quiriquina, así como su estructura de financiamiento; de este modo, se presentan las proyecciones de los costos que tendrá el proyecto de implementación.

No se profundiza en los ingresos, pues el proyecto se presenta a una entidad pública donde los recursos utilizados serán de aporte fiscal libre (AFL), previa postulación, donde la importancia mayor recae en los beneficios que proporciona el proyecto. Incluye los indicadores relevantes para la viabilidad del proyecto, calculando los costos de operación, y precios de los diversos consumos y equipos que requiere para la implementación del sistema de riego.

Los recursos financieros para el proyecto, son los recursos monetarios útiles para solventar los requerimientos del monto total de inversión necesario para llevar a cabo su realización. Con el objeto de ayudar a mantener los valores calculados para este proyecto se utilizará como moneda dura el dólar, según la fecha de realización del estudio, 28 de noviembre de 2018, es de 1 USD a \$675,97 pesos.

A pesar de ser la última etapa del estudio del proyecto, este tema es fundamental para la toma de decisiones, ya que con esto se definen la factibilidad, la rentabilidad y si el proyecto es sostenible durante los periodos proyectados.

5.1 Moneda a utilizar.

Para comenzar el estudio económico se debe establecer una moneda de cambio que sea diferente al CLP con el fin de que el proceso de cálculo en esta etapa del proyecto no sea contaminado por factores externos como la es la inflación y la deflación. Por tal motivo, la primera decisión fue establecer que moneda de cambio era la más conveniente, seleccionado finalmente al dólar americano (\$ USD). Así, antes de comenzar con los cálculos de costo y rentabilidad, se debió hacer la conversión del peso chileno (CLP) al dólar americano (USD). Para efectos de todos los cálculos de este informe, se tomó el precio del dólar para el día 30 de noviembre del 2018, en donde este alcanzó los \$675,97 pesos.

5.2 Costos de requerimientos para el circuito.

La tabla 5-1, expone las cantidades de elementos necesarias para el desarrollo del circuito entregando los precios de referencia existentes en la región.

El precio total es de CL \$ 15.349.622,57 equivalente a USD \$22.707,55.

TABLA 5-1. VALORIZACIÓN DE ELEMENTOS DEL CIRCUITO

Requerimientos del circuito			
Ítem	Cantidad	Precio	Precio Total
Sensor Hidrostático SITRANS LH-100	4	350	1400
Sensor de presión diferencial 1 a 10 Bar contacto abierto, cerrado, conmutación.	3	30	90
Electroválvula Cla-Val 3-136-01A	6	700	4200
SIMATIC S7-120071214CPU AC/DC/RLY + Módulo entrada analógica.(plcchile)	6	372,74	2236,44
SIMATIC S7-1200/1231 Módulo entrada analógica 4AI	1	268,76	268,76
SIMATIC S7-1200/1231 Módulo salida analógica 4AI	1	453,20	453,20
HMI KTP-600 6AV6 647-0AB11-3AX0	1	730	730
Antena UBIQUITI ARMAX 900Mhz	2	235,50	471
Punto acceso UBIQUITI ROCKET M900	1	154	154
Antena UBIQUITI AIRMAX Nano Bridge M900 con reflector	3	169	507
** Radio Modem STEEM 195 ED 54Mbps	5	350	2830,75
Multipar cable apantallado RS-485,1 par 22AWG	304 Mts	9,1	2766,4
Tablero de Control	2	1300	2600
Torre para antena 20 Mts.	2	2000	4000
TOTAL			22707,55

5.3 Capital de trabajo.

Los elementos considerados como capital de trabajo constituyen el conjunto de recursos necesarios en la forma de activos corrientes, para la operación similar del proyecto durante un ciclo productivo determinado. El capital de trabajo necesario para los primeros 45 días de la implementación del proyecto asciende a los \$ 19.605.597,29 pesos, equivalentes a \$ 29.003,65 USD según se detalla en la tabla 5-2.

TABLA 5-2. CAPITAL DE TRABAJO

Tabla capital de trabajo (30 días)			
Concepto	Cantidad	Precio unitario (Pesos)	Precio en Dólares
Contador	24	4000	142,01
Fletes	1	450000	665,71
Arriendo maquinaria pesada.	24	15000	532,56
Consumo proyecto	1	15349622,57	22707,55
Sueldo chofer	1	300000	443,80
Sueldo trabajadores	2	500000	1479,35
Sueldo TNS Instrum.	1	850000	1257,45
Sueldo Ingeniero	1	1200000	1775,22
TOTAL			29003,65
Valor Dólar 30/11/2018		675,97	

5.4 Financiamiento.

La empresa que lleva a cabo el proyecto comenzará sus acciones comerciales tomando un préstamo bancario por el 100% del total de la inversión inicial, es decir, iniciará sus operaciones recurriendo al endeudamiento.

1. Tabla de préstamo.

A continuación se presenta detalladamente la estructura del capital de financiamiento, en la cual se considera el capital de

trabajo más el impuesto al valor agregado, teniendo como resultado total a solicitar \$34514,3USD con el fin de cubrir todos los requerimientos del proyecto.

Finalmente, el costo total del proyecto asciende a la suma de \$ 38694,2USD

TABLA 5-3. PRÉSTAMO

Tabla de préstamo		
	Pesos	Dólares
Capital de trabajo	19605597.29	29003.65
Impuesto al valor agregado (I.V.A.)	1,19 %	1,19%
Total capital de trabajo	23330631,37	34514,3
Monto del préstamo	24000000	35504,5
Interés de la banca	0,70 %	0,70%
Porcentaje del préstamo	100 %	100%
Monto del préstamo	26156127,43	38694,2
Valor de la cuota	1089838	1612,26
Cantidad de cuotas	24	24
Costo total del préstamo	26156127,43	38694,2
Valor del dólar	675,97	

5.5 Costo total del proyecto.

En la siguiente tabla se desglosan los costos de implementación, el capital de trabajo y se considera el impuesto al valor agregado (I.V.A.) para poder determinar el costo total de la implementación, con el propósito de considerar este valor total para efectuar la oferta final.

TABLA 5-4. COSTO TOTAL DEL PROYECTO

COSTO TOTAL DEL PROYECTO		
	Pesos	Dólares
Costo de Implementación	3500000	5177,74
Total capital del trabajo	23330631,37	34514,3
Precio del Proyecto	26830631	39692
Precio Proyecto Final	28986758	42881,72
Valor del Dólar	675,97	

5.6 Evaluación de resultados.

Finalmente, el costo total del proyecto asciende a la suma de \$ 42881,72 USD. Dejando como beneficio económico para la empresa que realice la implementación de \$ 5177,74 USD. Se considera que el proyecto es rentable y técnicamente viable para su implementación.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Con la implementación de la automatización se tienen registros de operación, registros de falla, registro de alarmas y planificación de los horarios de trabajo, etc. en formato digital, lo cual permite tener datos precisos de lo que ocurrió en el sistema de bombeo para su análisis, prevención de fallas futuras y programación de mantenimiento preventivo.
2. La implementación de los PLC, Radio Modem, Sensores y Actuadores al sistema de bombeo de agua potable, ayuda a llevar a cabo un control más eficiente sin riesgos de fuga de agua en el llenado de la piscina y los estanques acumuladores; además, evita que las bombas operen en vacío. Otra ventaja que se observa es que permite una sincronización en el arranque y paro de bombas, ya sea por tiempo o de acuerdo al nivel de agua que se encuentra en piscina o estanques, obteniendo de esta manera una mayor calidad operacional en todo el proceso de distribución de agua potable.
3. La capacidad de tener todas las variables que se encuentran a lo largo de la estación en una sola pantalla permite mejorar la toma de datos e identificar los errores, minimizando la carga laboral.
4. Ya que el sistema automático controla todas las variables de mayor importancia que intervienen en la operación del sistema de bombeo, se podrá garantizar que los equipos de bombeo serán desconectados automáticamente en caso de fallas, lo que contribuye a extender la vida útil de los motores y las bombas, esto siempre y cuando la programación haya sido la correcta, según lo descrito en el desarrollo de este proyecto.
5. De acuerdo al estudio económico se considera factible desarrollar el presente proyecto, tanto para la empresa que lo implemente al ser rentable, como para el cliente que obtiene un impacto laboral positivo, un ahorro indirecto en la disminución del mantenimiento

de la bomba, aumento de vida útil de la misma, ahorro energético al controlar las paradas y partidas de las bombas, optimiza procesos y, sobre todo, porque minimiza costos en cuanto al personal, según lo pronosticado.

6. Ante la problemática de optimizar el agua, este proyecto ayuda a implementar un sistema de automatización que no solo brinda una mayor satisfacción económica (porque reduce costes operacionales y de mantenimiento) sino también una mayor seguridad en el funcionamiento recomendable de todo el sistema de bombeo para que la distribución del agua se realice de la manera más eficiente y eficaz.

RECOMENDACIONES

1. Se debe elaborar un plan de mantenimiento preventivo de los equipos de la estación de bombeo periódicamente para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos y minimizar elevados costos a largo plazo por reparaciones más complejas y evitar paradas de procesos, etc.
2. El mantenimiento de dicho sistema, tendrá un costo bajo, pero necesitará de personal capacitado que tenga conocimiento de la automatización del sistema de bombeo para poder realizar dicho servicio. Así, el operador estará en condiciones de tomar las medidas preventivas necesarias con el objeto de evitar daños a los equipos.

El mantenimiento preventivo de los aparatos de bombeo deben hacerse de manera semestral o anual según lo requerido; pero sobre todo según el plan de mantenimiento que debe seguirse rigurosamente. Algunos aspectos que se realizan en la inspección son las siguientes: revisar los filtros de las bombas, verificar que no haya fugas en los empaque internos, revisar los empaques, sellos mecánicos, verificar el estado de las tuberías, de que no haya pitting que provoquen fugas y daños, revisar los motores, carcasas, PLC, entre otras cosas, para prevenir problemas futuros.

3. Antes de la instalación de los equipos se deben programar pruebas de funcionamiento y comunicación de los tableros de control en las instalaciones del proveedor para minimizar costos y tiempo en la puesta en marcha.
4. Se deben programar las pruebas de los sistemas de parada y paradas de emergencia antes de poner en marcha cualquier sistema, para asegurar así la integridad del proceso, y que ante cualquier emergencia asegurar que el sistema se pueda detener.

BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE LA INFORMACIÓN

BOROBIA Iván. Desarrollo de comunicaciones inalámbricas entre PLC's. Tesis (Ingeniería Electrónica Industrial). Logroño, España: Universidad de la Rioja, 2012.

CREUS SOLÉ, Antonio. Instrumentación Industrial. 6ª Ed. Alfa Omega grupo Editor, 1998. ISBN 958-682-135-8.

GUERRERO, Vicente, YUSTE, Ramón, MARTÍNEZ, Luis, Comunicaciones Industriales, 1ª. Ed., España, S.A. MARCOMBO, 2010. ISBN-139788-4267-1574-6.

SIEMENS, S7 1200 Manual del sistema Abr. 12.pdf. [En línea]> <https://support.industry.siemens.com/S71200>. [consulta: 30 de noviembre de 2018]

SYSCOM, Manual de usuario v1.0 para airOS 5.5.6, Nov 2012. Pdf [en línea]. [Foro.syscom.mx](http://foro.syscom.mx)>Uploads>File Upload. [consulta: 03 de diciembre de 2018]

ANEXOS

ANEXO "A": Datos técnicos sensor hidrostático SITRANS LH 100 DE SIEMENS

3.3 Design of the nameplate

The nameplate bearing the order number and other important information, such as design details and technical data, is on the pressure transmitter.

You must also observe the information in the relevant certificate for a transmitter version for use in hazardous areas.

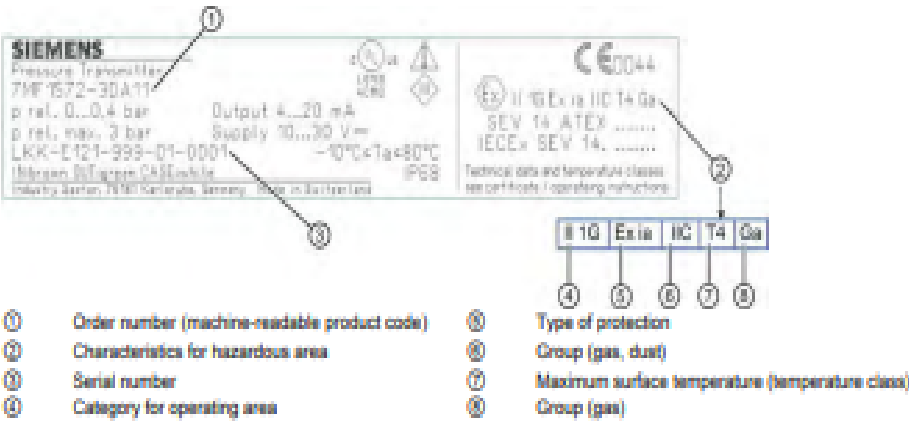


Figure 3-1 Example of a nameplate

3.4 Mode of operation

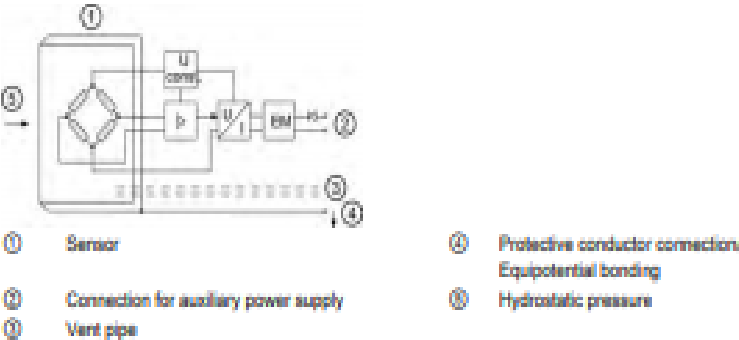


Figure 3-2 Pressure transmitter, mode of operation and connection diagram

Hydrostatic pressure, which is proportional to immersion depth, acts on the diaphragm ③ on one side of the sensor ①. This pressure is compared with the atmospheric pressure. Pressure compensation is carried out using the vent pipe ⑤ in the connecting cable.

The hydrostatic pressure of the liquid column acts on the diaphragm of the sensor and transmits the pressure to the Wheatstone resistance bridge in the sensor.

The output voltage signal of the sensor is fed to the electronics, where it is converted into an output current signal of 4 mA to 20 mA.

The protective conductor connection/equipotential bonding ④ is connected to the enclosure.

SIEMENS

SITRANS

Pressure transmitter

SITRANS LH100 (7MF1572..) Transmitter for hydrostatic level

Compact Operating Instructions

Legal information

Warning notice system

This manual contains notices you have to observe in order to ensure your personal safety, as well as to prevent damage to property. The notices referring to your personal safety are highlighted in the manual by a safety alert symbol, notices referring only to property damage have no safety alert symbol. These notices shown below are graded according to the degree of danger.

 Indicates that death or severe personal injury will result if proper precautions are not taken.
 Indicates that death or severe personal injury may result if proper precautions are not taken.
 Indicates that minor personal injury can result if proper precautions are not taken.
 Indicates that property damage can result if proper precautions are not taken.

If more than one degree of danger is present, the warning notice representing the highest degree of danger will be used. A notice warning of injury to persons with a safety alert symbol may also include a warning relating to property damage.

Qualified Personnel

The product/system described in this documentation may be operated only by **personnel qualified** for the specific task in accordance with the relevant documentation, in particular its warning notices and safety instructions. Qualified personnel are those who, based on their training and experience, are capable of identifying risks and avoiding potential hazards when working with these products/systems.

Proper use of Siemens products

Note the following:

 Siemens products may only be used for the applications described in the catalog and in the relevant technical documentation. If products and components from other manufacturers are used, these must be recommended or approved by Siemens. Proper transport, storage, installation, assembly, commissioning, operation and maintenance are required to ensure that the products operate safely and without any problems. The permissible ambient conditions must be complied with. The information in the relevant documentation must be observed.
--

1 Introduction

1.1 Purpose of this documentation

These instructions contain all information required to commission and use the device. It is your responsibility to read the instructions carefully prior to installation and commissioning. In order to use the device correctly, first review its principle of operation.

The instructions are aimed at persons mechanically installing the device, connecting it electronically, configuring the parameters and commissioning it, as well as service and maintenance engineers.

See also

Technical support (Page 38)

4.3 Setting up the measuring points



Figure 4-2 Basic procedure for setting up the measuring points

4.4 Establishing the measuring range

Calculating the measuring range with process media with a density $\neq 1000 \text{ kg/m}^3$ (process medium $\neq$ water)

ρ = density of the process medium

g = local gravitational acceleration

4.2 Installation

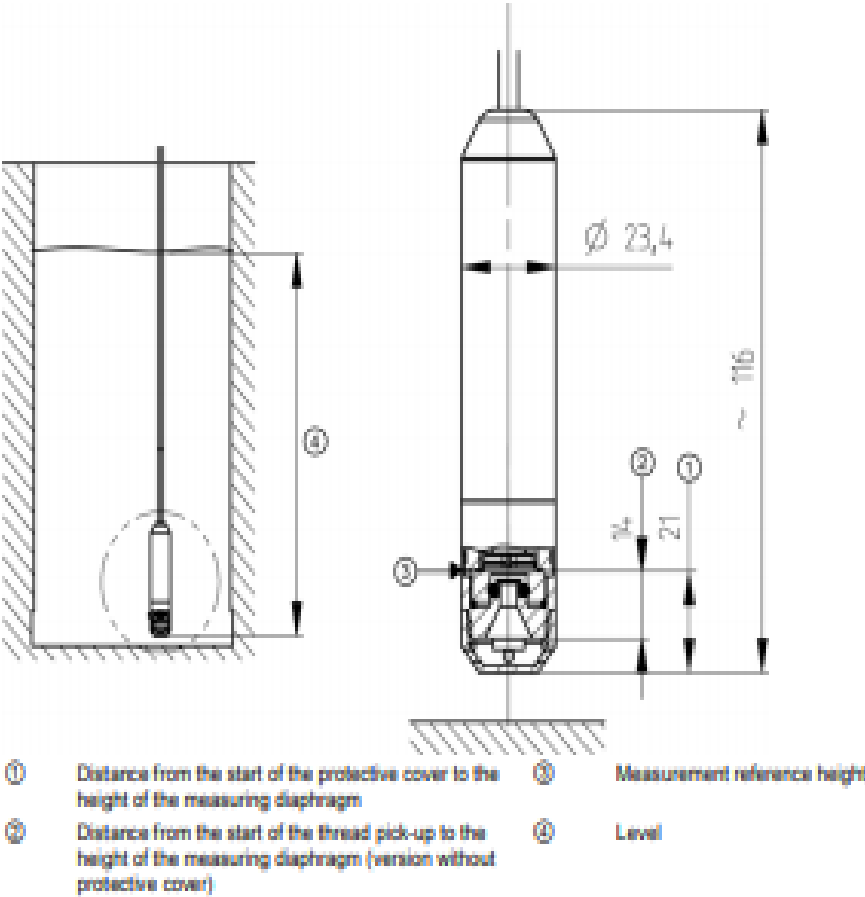


Figure 4-1 Mounting the pressure transmitter, dimensions in mm

1. Install the pressure transmitter suspended downward on the cable.
2. To prevent measuring errors, fasten the pressure transmitter for moved process media.
3. Fasten the pressure transmitter by means of a guide tube or an additional weight on the transmitter (max. tensile force on connecting cable 250 N).
4. Fasten the cable above the container with the anchor clamp.
5. Connect the cable itself with the cable box.
6. Mount the cable box at a location appropriate to its degree of protection (IP68) in the vicinity of the measuring point.
7. To ensure proper functioning, make sure that the entry openings on the protective cover of the pressure transmitter do not get soiled and that the process medium does not freeze.

Note
Electromagnetic compatibility (EMC)
You can use this device in industrial environments, households and small businesses.
For metal housings there is an increased electromagnetic compatibility compared to high-frequency radiation. This protection can be increased by grounding the housing, see Chapter "Connecting (Page 31)".

Note
Improvement of interference immunity

- Lay signal cables separately to cables with voltages > 60 V.
- Use cable with twisted wires.
- Keep the device and the cables at a distance from strong electromagnetic fields.

5.2 Connecting the device

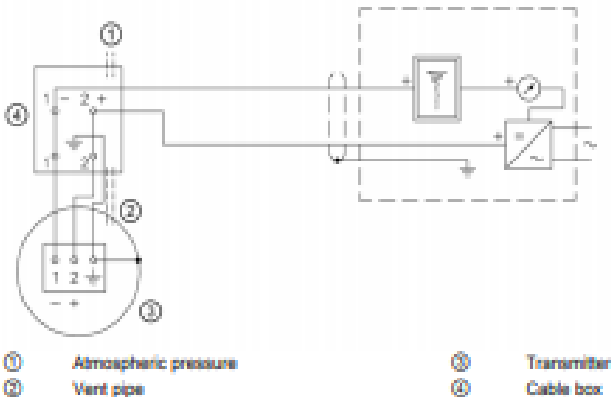


Figure 5-1 Pressure transmitter, connection diagram

The pressure transmitter is connected to the cable box.

1. Connect the cable of the pressure transmitter to the terminals 1 (-), 2 (+) and the grounding.
2. The vent pipe must be connected to the atmosphere inside the box.



Figure 5-2 Pressure transmitter, electrical connection

8 Technical specifications

Gauge pressure input			
Measured variable	Hydrostatic level		
Measuring range, max. operating pressure (according to 97/23/EC Pressure Equipment Directive) and max. test pressure (according to DIN 15088)	Measuring range	Maximum operating pressure MAWP (PS)	Maximum test pressure
	0.0 ... 2.5 bar	7.5 bar	7.5 bar
3-wire output			
Output signal	4 ... 20 mA		
Load	Resistor R [Ω]		
	$R_{min} = \frac{U_H - 7\text{ V}}{0,02\text{ A}}$		
U _H	Auxiliary power supply in V		
Measuring accuracy (according to EN 60770-2)			
Reference conditions	• Rising characteristic curve • Start-of-scale 0 bar • Room temperature 25 °C (77 °F)		
Measurement deviation with limit setting, including hysteresis and repeatability	0.3% of full-scale value (typical)		
Effect of ambient temperature			
Zero point and measuring range			
• < 6 mH ₂ O (3 to 18 ftH ₂ O)	0.45%/10 K (0.45%/18 °F) of full-scale value		
• ≥ 6 mH ₂ O (≥ 18 ftH ₂ O)	0.3%/10 K (0.3%/18 °F) of full-scale value		
Long-term stability			
Zero point and measuring range			
• < 6 mH ₂ O (3 to 18 ftH ₂ O)	0.25% of full-scale value/year		
• ≥ 6 mH ₂ O (≥ 18 ftH ₂ O)	0.2% of full-scale value/year		
Effect of auxiliary power supply	In percent per change in voltage		
	0.01% per 1 V		
Rated conditions			
Installation conditions			
Ambient conditions			
• Ambient temperature	-10 ... +60 °C (-4 ... +176 °F)		
– Altitude	max. 2 000 m mean sea level Use a suitable power supply at an altitude of more than 2 000 m (6562 ft.) above sea level.		
– Relative humidity	0 ... 100 %		
Note	Observe the temperature class in hazardous areas.		
Storage temperature	-40 ... +60 °C (-40 ... +176 °F)		
• Degree of protection according to EN 60529	IP68		

Rated conditions	
Electromagnetic compatibility	
Interference emission and interference immunity	To EN 61326-1 and EN 61326-2-3
Process medium conditions	
Process medium temperature	-10 ... +80 °C (-4 ... +176 °F)
Pressure transmitter construction	
Weight	
Pressure transmitter	Approx. 0.2 kg (0.44 lb)
Material	
Wetted parts materials	
Housing	Stainless steel, mat. no. 1.4404 or AISI 316L
Sensor	Ceramic Al ₂ O ₃ (99%)
Cable	PE-HD
Protective cover	PPE
Sealing material	FPM, EPDM (for drinking water)
Electric connection	Cable PE-HD: Lengths 2, 5, 10, 15, 20, 30 m
Torque for cable gland nut made of	Plastic 2.5 Nm (1.8 ft lb)
Cable box TWP1573-BA construction (accessory)	
Field of application	For connecting the transmitter cable
Weight	0.2 kg (0.44 lb)
Electric connection	2 x 3-way (28 to 18 AWG)
Cable entry	2 x Pg 9
Enclosure material	Polycarbonate
Vent pipe for atmospheric pressure	
Screw for barrier wire	
Rated conditions	
Degree of protection according to EN 60 529	IP68
Anchor clamp TWP1573-BA construction (accessory)	
Field of application	For fastening the transmitter
Weight	0.16 kg (0.35 lb)
Electric connection	Galvanized steel, polyamide

Auxiliary power U_A	
Terminal voltage at transmitter	 10 V DC to 30 V DC  10 V DC to 33 V DC 
Current consumption	< 20 mA
Reverse polarity protection	Yes
8.1 Certificates and approvals	
Certificates and approvals	
Drinking water	ACS, WRAS
Explosion protection	
Intrinsic safety "i"	
Marking	 II 1 G Ex ia IIC T4 Ga

9 Dimension drawings

Pressure transmitter

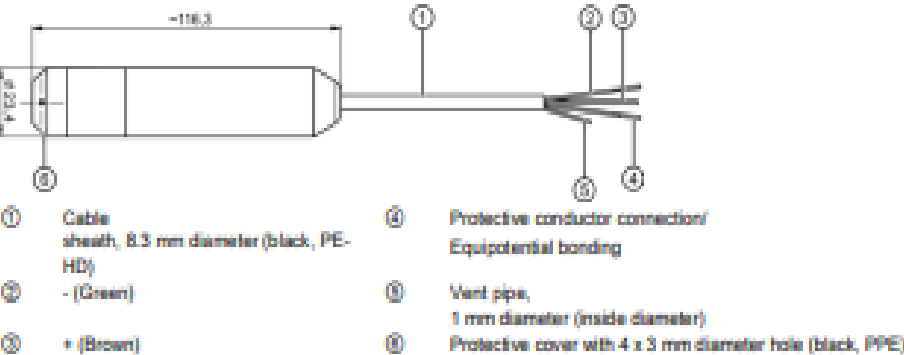


Figure 9-1 Pressure transmitter, dimensions in mm

Cable box

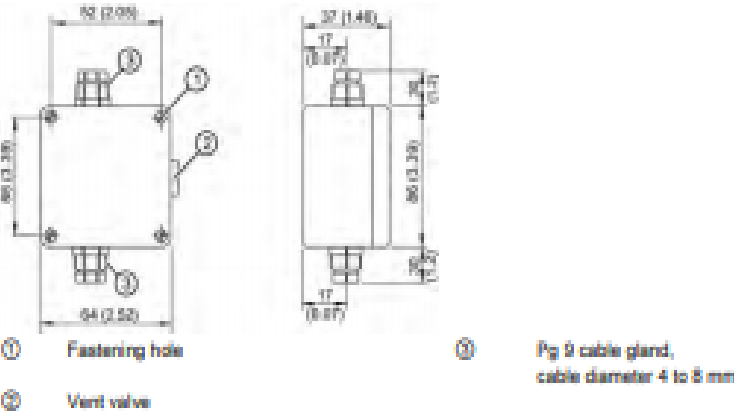


Figure 9-2 Cable box, dimensions in mm (inches)

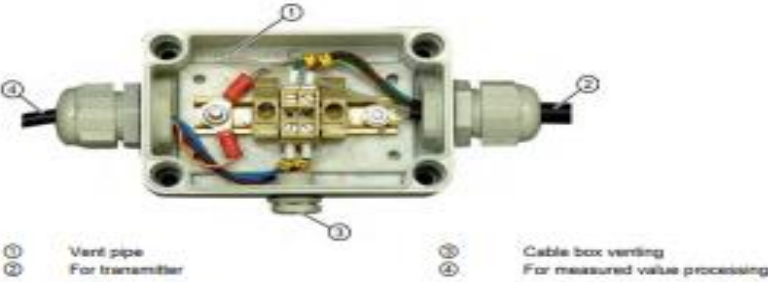
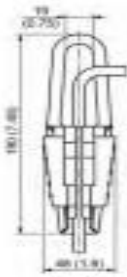


Figure 9-3 Cable box, open

Anchor clamp



Anchor clamp, dimensions in mm (inches)



ANEXO "B": Datos técnicos Válvula control CLA-VAL 136-01/636-01



CLA-VAL™

136-01
(Puerto Interno Completo)

636-01
(Puerto Interno Reducido)

Válvula de Control Solenoide



- Control Solenoide de Acción Rápida
- Cierre Hermético Confiable
- Diseño Sencillo, Confiable
- Configuración Anti retorno Opcional
- Fácil Instalación y Mantenimiento

La Válvula de Control Solenoide modelo 136-01/636-01 de Cla-Val es una válvula de control encendido-apagado que cierra o abre por medio de una señal eléctrica enviada al piloto de control solenoide. Esta válvula consiste en una válvula principal Hytrol y una válvula solenoide de tres vías que alternadamente aplica o alivia presión en la cámara de diafragma de la válvula principal. Se suministra como normalmente abierto (des energizar solenoide para abrir) o normalmente cerrado (energizar solenoide para abrir).

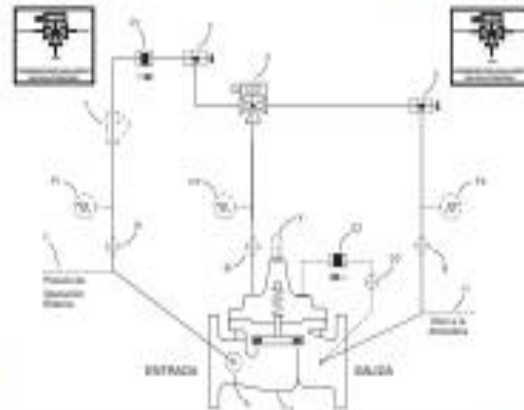
Si se instala la opción anti retorno y existiera un regreso de presión, la presión de descarga es admitida a en la cámara de la tapa de la válvula principal y la válvula cierra para prevenir un flujo inverso.

Componentes Básicos

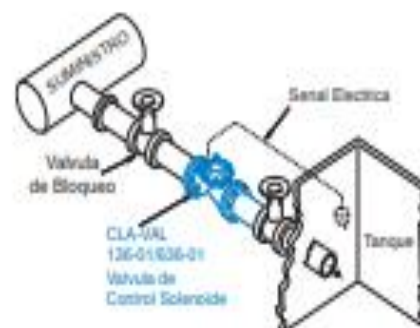
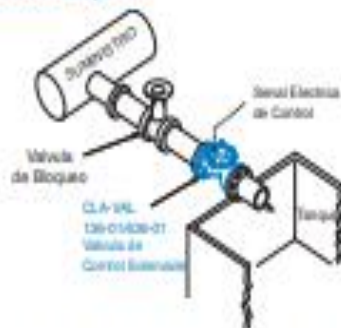
Item	Descripción
1	100-01 Hytrol Válvula Principal
2	C53 Control Solenoide

Componentes Opcionales

Item	Descripción
A	X46A Cedazo Autoimpiable
B	CK2 (Válvula de bloqueo)
C	CNA Control de Velocidad de Cierre
D	Válvula Antirretorno o Válvula de bloqueo
F	Presión de Operación Externa
P	X141 Manómetro
S	CV Control de Velocidad (Apertura)
V	X101 Indicador de Posición de la Válvula
Y	X43 Cedazo Tipo "Y"



Aplicaciones Típicas



Son muchos los usos industriales para la válvula de control solenoide e incluyen un control preciso en procesos de agua para mezclar, lavar, combinar o algún otro tipo de uso de encendido-apagado.

Un control de nivel de agua puede ser provisto utilizando un interruptor flotador o electrodo el cual envía una señal eléctrica para abrir o cerrar la válvula según su necesidad.

Modelo 636-01 (Usa la Válvula Básica Modelo 100-20)

Rangos de Presión (Presión Máxima Recomendada – psi)

Cuerpo de la Válvula y Tapa		Clase por Presión		
		Bridada		
Grado	Material	Estándares ANSI *	150 Clase	300 Clase
ASTM A536	Hierro Dúctil	DI16-42	250	400
ASTM A216-WCB	Acero al Carbón	DI16-5	285	400
UNS B7150	Bronce	DI16-24	225	400

Note: * Los estándares ANSI son solo p/ dimensiones de brida.
Válvulas bridadas disponibles con cara no perforada
Válvula para mayor presión están disponible; con fábrica para detalles

Materiales

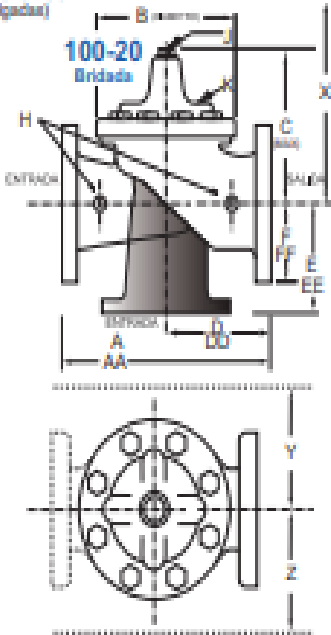
Componente	Materiales Estándar Combinados		
Cuerpo y Tapa	Hierro Dúctil	Acero al Carbón	Bronce
Medidas disponibles	3" - 6"	3" - 6"	3" - 6"
Disco retenedor y Rondanas de Diafragma	Hierro Fundido	Acero al Carbón	Bronce
Interiores: Guía del Disco, Asiento y Buje de Tapa	Bronce es Estándar Acero Inoxidable es Opcional		
Disco	Hule Buna-Ni		
Diafragma	Hule Buna-Ni con Nylon Reforzado		
Vástago, Tuerca, Resorte	Acero Inoxidable		

Para material opcional no listado, consultar a Fábrica.
Cia-Val fabrica válvulas en más de 50 aleaciones diferentes.

Dimensiones de Modelo 636-01 (en pulgadas)

Medida de Válvula (en pulgadas)	3	4	6
A 150 ANSI	10.25	13.88	17.75
AA 300 ANSI	11.00	14.50	18.62
B Diámetro	6.62	9.12	11.50
C Máximo	7.00	8.62	11.62
D 150 ANSI	—	6.94	8.88
DD 300 ANSI	—	7.25	9.38
E 150 ANSI	—	5.50	6.75
EE 300 ANSI	—	5.81	7.25
F 150 ANSI	3.75	4.50	5.50
FF 300 ANSI	4.12	5.00	6.25
H Conexiones en Cuerpo NPT	.375	.50	.75
J Tapón central en Tapa NPT	.50	.50	.75
K Conexiones en Tapa NPT	.375	.50	.75
Recurtido del Vástago	0.6	0.8	1.1
Peso aproximado en Lbs.	45	85	195
X Sistema de Pilotos	13	15	27
Y Sistema de Pilotos	10	11	18
Z Sistema de Pilotos	10	11	18

Dimensiones (En pulgadas)



Aprobaciones de Válvulas y Pilotos

NSF/ANSI 372: Mandato Nacional Libre de Plomo "Reducción de Plomo en la Ley de Agua Potable"

NSF Internacional reconoce que Cia-Val cumple con NSF/ANSI 61 y todos los requisitos aplicables.

Cia-Val cumple los requerimientos descritos en las normas de la American Water Works Association (AWWA) para válvulas de control operadas por piloto: C530:12

Modelo 136-01 (Utilizan Válvula Principal 100-01)

Rangos de Presión (Presión Máxima Recomendada – psi)

Cuerpo de la Válvula y Tapa		Clase por Presión			
		Bridada		Roscada	
Grado	Material	ANSI Estándar*	150 Clase	300 Clase	Terminales†
ASTM A536	Hierro Dúctil	B16.42	350	400	400
ASTM A216-WCB	Acero al Carbón	B16.5	285	400	400
UNS B7850	Bronce	B16.24	225	400	400

Nota: *Los estándares ANSI son solo pldimensiones de brida.
Válvulas bridadas disponibles con cara no perforadas
†Terminales según especificaciones ANSI B2.1
Válvula para mayor presión están disponible; con fábrica para detalles

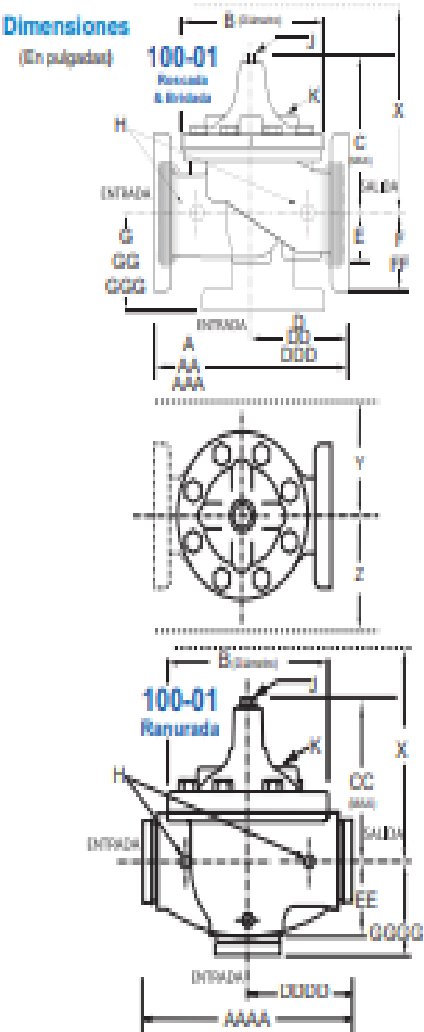
Materiales

Componente	Materiales Estándar Combinados		
Cuerpo y Tapa	Hierro Dúctil	Acero al Carbón	Bronce
Medidas disponibles	1/2" - 4"	1/2" - 4"	1/2" - 4"
Disco retenedor y Rondanas de Diafragma	Hierro Fundido	Acero al Carbón	Bronce
Interior: Disco Guía, Asiento y Buje de Tapa	Bronce es el Estándar Acero Inoxidable es Opcional		
Disco	Hule Buna-Ni		
Diafragma	Hule Buna-Ni con Nylon Reforzado		
Vástago, Tuerca, Resorte	Acero Inoxidable		

Para materiales no mencionados, consulte a fábrica
Cia-Vai fabrica válvulas en mas de 50 aleaciones diferentes

Dimensiones de Modelo 136-01 (en pulgadas)

Medida de Válvula (exterior)	1/2	3/8	1	1 1/8	1 1/2	2	2 1/2	3	4
A Roscada	9.50	9.50	5.12	7.25	7.25	9.38	11.00	12.50	—
AA 150 ANSI	—	—	—	—	8.50	9.38	11.00	12.00	15.00
AAA 300 ANSI	—	—	—	—	9.00	10.00	11.62	13.25	15.62
AAAA Conexión Ranurada	—	—	—	—	8.50	9.00	11.00	12.50	15.00
B Diámetro	3.12	3.12	4.38	5.62	5.62	8.00	8.00	9.12	11.50
C Máximo	3.00	3.00	2.75	5.50	5.50	6.50	7.56	8.19	10.62
CC Max. Conexión Ranurada	—	—	—	—	4.75	5.75	6.88	7.25	9.31
D Roscada	—	—	—	3.25	3.25	4.75	5.50	6.25	—
DD 150 ANSI	—	—	—	—	4.00	4.75	5.50	6.00	7.50
DDD 300 ANSI	—	—	—	—	4.25	5.00	5.88	6.38	7.88
DDDD Conexión Ranurada	—	—	—	—	—	4.75	—	6.00	7.50
E	0.88	0.88	1.00	1.12	1.12	1.50	1.69	2.06	3.19
EE Conexión Ranurada	—	—	—	—	2.00	2.50	2.88	3.12	4.25
F 150 ANSI	—	—	—	—	2.50	3.00	3.50	3.75	4.50
FF 300 ANSI	—	—	—	—	3.06	3.25	3.75	4.13	5.00
G Roscada	—	—	1.88	1.88	1.88	3.25	4.00	4.50	—
GG 150 ANSI	—	—	—	—	4.00	3.25	4.00	4.00	5.00
GGG 300 ANSI	—	—	—	—	4.25	3.50	4.21	4.38	5.31
GGGG Conexión Ranurada	—	—	—	—	—	3.25	—	4.25	5.00
H Conexiones en Cuerpo NPT	.125	.125	.25	.375	.375	.375	.50	.50	.75
J Tapón central en Tapa NPT	.25	.25	.25	.25	.25	.50	.50	.50	.75
K Conexiones en Tapa NPT	.125	.125	.25	.375	.375	.375	.50	.50	.75
Recorrido del Vástago	—	—	0.4	0.4	0.4	0.6	0.7	0.8	1.1
Peso aproximado en Lbs.	3	3	8	15	15	35	50	70	140
X Sistema de Piloto	2.5	2.5	5.50	6.00	6.00	6.25	6.75	7.25	8.00
Y Sistema de Piloto	4.25	4.25	4.75	6.75	6.75	7.00	7.75	8.25	9.50
Z Sistema de Piloto	29.75	29.75	29.50	28.25	28.25	28.50	28.75	29.00	29.25



136-01 Selección de Válvula	100-01 Tipo: Globo (G), Ángulo (A), Conexiones: Roscada (T), Ranurada (GR), Brida (F) Indican Diámetros Disponibles										
	Pulgadas	1/2	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2	3	4	6	
	mm	15	20	25	32	40	50	65	80	100	150
Válvula Básica 100-01	Tipo	G	G, A	G, A	G, A	G, A	G, A	G, A	G, A	G, A	G, A
	Conexione	T	T	T	T	T, F, Gr*	T, F, Gr	T, F, Gr*	T, F, Gr	F, Gr	F, Gr*
Flujo Superado (gpm)	Máximo	19	33	55	93	125	210	300	460	800	1800
	Max. Intermitente	24	42	68	120	160	260	370	560	990	2250
Flujo Superado (Litros/Seg)	Máximo	1.2	2.1	3.5	5.9	8	13	19	29	50	113
	Max. Intermitente	1.5	2.6	4.3	7.6	10	16	23	37	62	142
La Serie 100-01 es una Hydrol de puerto completo para válvulas básicas.											
*Ranurada Solamente											

636-01 Selección de Válvula	100-20 Tipo: Globo (G), Ángulo (A), Conexiones: Brida (F) Indican Diámetros Disponibles				
	Pulgadas	3	4	6	8
	mm	80	100	150	200
Válvula Básica 100-20	Tipo	G	G, A	G, A	G, A
	Conexione	F	F	F	F
Flujo Superado (gpm)	Máximo	260	580	1025	2300
Flujo Superado (Litros/Seg)	Máximo	16	37	65	145
La Serie 100-20 es la versión de puerto reducido para válvulas básicas 100-01.					

Muchos factores deben ser considerados en dimensionar las válvulas reductoras de presión incluyendo la presión de entrada, presión de salida y los rangos de flujo. Para preguntas acerca de dimensionamiento o el análisis de cavitación, consulte a Cla-Val con los detalles del sistema.

Especificaciones del Sistema de Pilotos

Rango de Temperatura Agua: Hasta 180° F (82.14°C)	Voltajes: 110, 220, -50Hz Ac 24, 120, 240, 480 - 60Hz Ac 6, 12, 24, 120, 240 - DC otros voltajes
Fluidos Aire, agua, aceites ligeros.	Max. presión diferencial de operación: 200 psi*
Partes de Goma: Goma sintética Buna-N	Bobina: Aislamiento moldeado clase F Watts AC 6 AC volta Amps In rush 30 AC volta Amps Holding 16 Watts DC 10.6 Operador manual disponible
Control Solenoide: Cuerpo: Latón ASTM B285	
Encapsulado: NEMA Tipo 1, 2, 3, 3S, 4, 4X uso general a prueba de goteos* NEMA Tipo 6, 6P, 7, 9 a prueba de explosión y golpeo	

*Suministrado a menos que especifique otro.

Cuando Está Ordenando, Favor de Especificar

1. No. De Catalogo 136-01 o 636-01
2. Tamaño de Válvula
3. Tipo Globo o Ángulo
4. Clase de Presión
5. Roscada o Brida
6. Material de los Internos
7. Energizar o des energizar para abrir la válvula principal
8. Encapsulado de la bobina, Voltaje y hertz Aislamiento de la bobina y presión máxima diferencial.
9. Opciones Deseadas
10. Cuando se instale Verticalmente

Datos técnicos

A

A.1 Datos técnicos generales

Homologaciones

El sistema de automatización S7-1200 cumple las siguientes normas y especificaciones de test. Los criterios de test del sistema de automatización S7-1200 se basan en estas normas y especificaciones de test.

Homologación CE



El sistema de automatización S7-1200 satisface los requisitos y objetivos relacionados con la seguridad según las directivas CE indicadas a continuación y cumple las normas europeas (EN) armonizadas para controladores programables publicadas en los Diarios Oficiales de la Unión Europea.

- Directiva CE 2006/95/CE (Directiva de baja tensión) "Material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión"
 - EN 61131-2:2007 Autómatas programables - Requisitos y ensayos de los equipos
- Directiva CE 2004/108/CE (Directiva CEM) "Compatibilidad electromagnética"
 - Norma de emisión
EN 61000-6-4:2007: Entornos industriales
 - Norma de inmunidad
EN 61000-6-2:2005: Entornos industriales
- Directiva CE 94/9/CE (ATEX) "Equipos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas"
 - EN 60079-15:2005: Tipo de protección 'n'

La Declaración de conformidad CE se encuentra a disposición de las autoridades competentes en:

Siemens AG
IA AS RD ST PLC Amberg
Werner-von-Siemens-Str. 50
D92224 Amberg
Germany

Homologación cULus



- Underwriters Laboratories Inc. cumple
- Underwriters Laboratories, Inc.: UL 508 Listed (Industrial Control Equipment)
 - Canadian Standards Association: CSA C22.2 Number 142 (Process Control Equipment)

ATENCIÓN

La gama SIMATIC S7-1200 cumple la norma CSA.
El logotipo cULus indica que Underwriters Laboratories (UL) ha examinado y certificado el S7-1200 según las normas UL 508 y CSA 22.2 No. 142.

Homologación FM



- Factory Mutual Research (FM):
Números de clase 3600 y 3611 de la norma de aprobación
Aprobado para ser utilizado en:
Class I, Division 2, Gas Group A, B, C, D, Temperature Class T4A Ta = 40° C
Class I, Zone 2, IIC, Temperature Class T4 Ta = 40° C

Homologación ATEX



- EN 60079-0:2006: Atmosphéras explosives - Requisitos generales
EN 60079-15:2005: Material eléctrico para atmosphéras de gas explosivas;
Tipo de protección 'n'
II 3 G Ex nA II T4

- Las siguientes condiciones especiales deben cumplirse para el uso seguro del S7-1200:
- Los módulos deben montarse en una carcasa apropiada con un grado de protección mínimo de IP54 según EN 60529, considerando las condiciones ambientales en las que se utilizarán los equipos.
 - Si, en condiciones nominales, la temperatura excede 70° C en el punto de entrada del cable, o bien 80° C en el punto de derivación de los conductores, la temperatura realmente medida deberá estar comprendida en el rango de temperatura admisible del cable seleccionado.
 - Se deberán tomar las medidas necesarias para impedir que se exceda la tensión nominal en más de un 40% a causa de perturbaciones transitorias.

Aprobación C-Tick



El S7-1200 cumple los requisitos de las normas según AS/NZS 2064 (clase A).

Aprobación marina

Los productos S7-1200 se someten con regularidad a pruebas para obtener homologaciones especiales para aplicaciones y mercados específicos. Contacte con el representante de Siemens más próximo para obtener una lista de las homologaciones actuales y los respectivos números de referencia.

Sociedades de clasificación:

- ABS (American Bureau of Shipping)
- BV (Bureau Veritas)
- DNV (Det Norske Veritas)
- GL (Germanischer Lloyd)
- LRS (Lloyds Register of Shipping)
- Class NK (Nippon Kaiji Kyokai)

Entornos industriales

El sistema de automatización S7-1200 está diseñado para ser utilizado en entornos industriales.

Campo de aplicación	Requisitos respecto a la emisión de interferencias	Requisitos respecto a la inmunidad a interferencias
Industrial	EN 61000-6-4:2007	EN 61000-6-2:2005

Compatibilidad electromagnética

La compatibilidad electromagnética (también conocida por sus siglas CEM o EMC) es la capacidad de un dispositivo eléctrico para funcionar de forma satisfactoria en un entorno electromagnético sin causar interferencias electromagnéticas (EMI) sobre otros dispositivos eléctricos de ese entorno.

Compatibilidad electromagnética - Inmunidad según EN 61000-6-2	
EN 61000-4-2 Descargas electrostáticas	Descarga en el aire de 8 kV en todas las superficies Descarga en contactos de 6 kV en las superficies conductoras expuestas
EN 61000-4-3 Campos electromagnéticos radiados	80 a 1000 MHz, 10 V/m, 80% AM a 1 kHz 1-4 a 2,0 GHz, 3 V/m, 80% AM a 1 kHz 2,0 a 2,7 GHz, 1 V/m, 80% AM a 1 kHz
EN 61000-4-4 Transitorios eléctricos rápidos	2 kV, 5 kHz con red de conexión a la alimentación AC y DC 2 kV, 5 kHz con borne de conexión a las E/S
EN 6100-4-5 Inmunidad a ondas de choque	Sistemas AC - 2 kV en modo común, 1kV en modo diferencial Sistemas DC - 2 kV en modo común, 1kV en modo diferencial Para los sistemas DC (señales E/S, sistemas de alimentación DC) se requiere protección externa.
EN 61000-4-6 Perturbaciones conducidas	150 kHz a 80 MHz, 10 V RMS, 80% AM a 1kHz
EN 61000-4-11 Inmunidad a cortes e interrupciones breves	Sistemas AC 0% durante 1 ciclo, 40% durante 12 ciclos y 70% durante 30 ciclos a 60 Hz

Compatibilidad electromagnética - Emisiones conducidas y radiadas según EN 61000-6-4	
Emisiones conducidas EN 55011, clase A, grupo 1 0,15 MHz a 0,5 MHz 0,5 MHz a 5 MHz 5 MHz a 30 MHz	<79dB (µV) casi cresta; <66 dB (µV) valor medio <73dB (µV) casi cresta; <60 dB (µV) valor medio <73dB (µV) casi cresta; <60 dB (µV) valor medio
Emisiones radiadas EN 55011, clase A, grupo 1 30 MHz a 230 MHz 230 MHz a 1 GHz	<40dB (µV/m) casi cresta; medida a 10m <47dB (µV/m) casi cresta; medida a 10m

Condiciones ambientales

Condiciones ambientales - Transporte y almacenamiento	
EN 60088-2-2, ensayo Bb, calor seco y EN 60088-2-1, ensayo Ab, frío	-40° C a +70° C
EN 60088230, ensayo Dd, calor húmedo	25° C a 55° C, 95% de humedad
EN 60088-2-14, ensayo Na, choque de temperatura	-40° C a +70° C, tiempo de secado 3 horas, 2 ciclos
EN 60088232, caída libre	0,3 m, 5 veces, embalado para embarque
Presión atmosférica	1080 a 880h Pa (equivale a una altitud de -1000 a 3500m)

Condiciones ambientales - Funcionamiento	
Rango de temperatura ambiente (aire de entrada 25 mm bajo la unidad)	0° C a 55° C en montaje horizontal 0° C a 45° C en montaje vertical 95% de humedad no condensante
Presión atmosférica	1080 to 795 hPa (equivale a una altitud de -1000 a 2000m)
Concentración de contaminantes	SO ₂ : < 0,5 ppm; H ₂ S: < 0,1 ppm; RH < 60% no condensante
EN 60088214, ensayo Nb, cambio de temperatura	5° C a 55° C, 3° C/minuto
EN 60088227, choque mecánico	15 G, 11 ms impulso, 6 choques en c/u de 3 ejes
EN 6008826, vibración sinusoidal	Montaje en perfil DIN: 3,5 mm de 5 a 9 Hz, 1G de 9 a 150 Hz Montaje en panel: 7,0 mm de 5 a 9 Hz, 2G de 9 a 150 Hz 10 barridos por eje, 1 octava por minuto

Prueba de aislamiento para alta tensión	
Circuitos nominales de 24 V/5 V	520 V DC (ensayo de tipo de límites de aislamiento óptico)
Circuitos de 115/230 V a tierra	1.500 V AC (ensayo de rutina)/1950 V DC (ensayo de tipo)
Circuitos de 115/230 V a circuitos de 115/230 V	1.500 V AC (ensayo de rutina)/1950 V DC (ensayo de tipo)
Circuitos de 115 V/230V a circuitos de 24 V/5 V	1.500 V AC (ensayo de rutina)/3250 V DC (ensayo de tipo)

Clase de protección

- Clase de protección II según EN 61131-2 (el conductor protector no se requiere)

Grado de protección

- Protección mecánica IP20, EN 60529
- Protege los dedos contra el contacto con alta tensión, según ensayos realizados con sondas estándar. Se requiere protección externa contra polvo, impurezas, agua y objetos extraños de < 12,5mm de diámetro.

Tensiones nominales

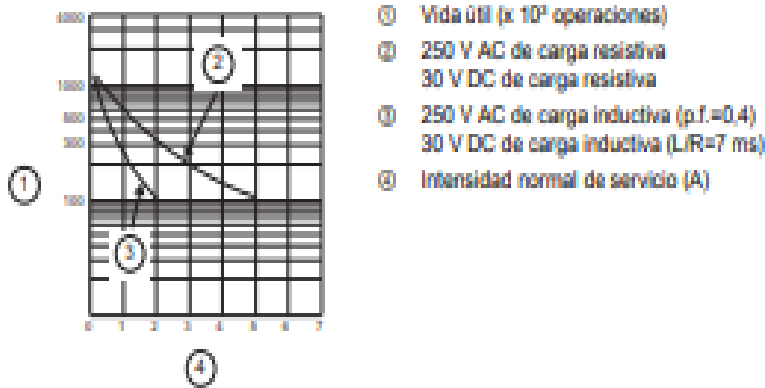
Tensión nominal	Tolerancia
24 V DC	20,4 V DC a 28,8 V DC
120/230 V AC	85 V AC a 264 V AC, 47 a 63 Hz

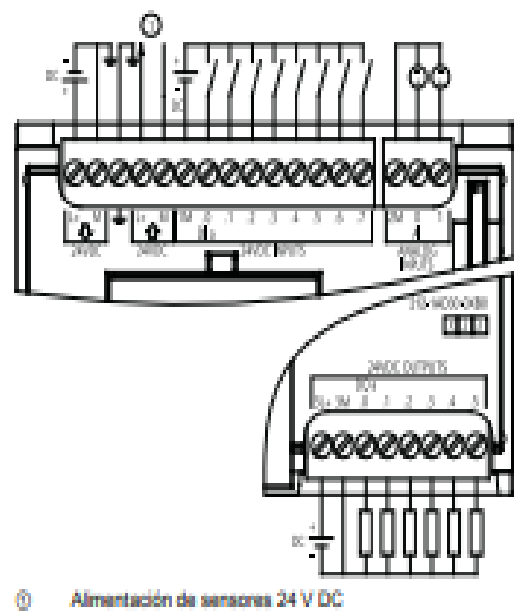
ATENCIÓN

Quando un contacto mecánico aplica tensión a una CPU S7-1200, o bien a un módulo de señales digitales, envía una señal "1" a las salidas digitales durante aprox. 50 microsegundos. Considere esto especialmente si desea utilizar dispositivos que reaccionen a impulsos de breve duración.

Vida útil de los relés

La figura siguiente muestra los datos típicos de rendimiento de los relés suministrados por el comercio especializado. El rendimiento real puede variar dependiendo de la aplicación. Un circuito de protección externo adaptado a la carga permite prolongar la vida útil de los contactos.





① Alimentación de sensores 24 V DC
Figura A-6 CPU 1212C DC/DC/DC (6ES7 212-1AD30-0XB0)

A.2.3 Datos técnicos de la CPU 1214C

Datos técnicos			
Modelo	CPU 1214C AC/DC/mA	CPU 1214C DC/DC/mA	CPU 1214C DC/DC/DC
Referencia	6ES7 214-1BE30-0XB0	6ES7 214-1HE30-0XB0	6ES7 214-1AE30-0XB0
General			
Dimensiones A x A x P (mm)	110 x 100 x 75		
Peso	475 gramos	435 gramos	415 gramos
Disipación de potencia	14 W	12 W	
Intensidad disponible (SM y bus CM)	1600 mA máx. (5 V DC)		
Intensidad disponible (24 V DC)	400 mA máx. (alimentación de sensores)		
Consumo de corriente de las entradas digitales (24 V DC)	4 mA/entrada utilizada		
Características de la CPU			
Memoria de usuario	50 KB de memoria de trabajo / 2 MB de memoria de carga / 2 KB de memoria remanente		
E/S digitales integradas	14 entradas/10 salidas		
E/S analógicas integradas	2 entradas		
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes de entradas (I)/1024 bytes de salidas (Q)		
Área de marcas (M)	8192 bytes		
Ampliación con módulos de señales	8 SMs máx.		

Datos técnicos

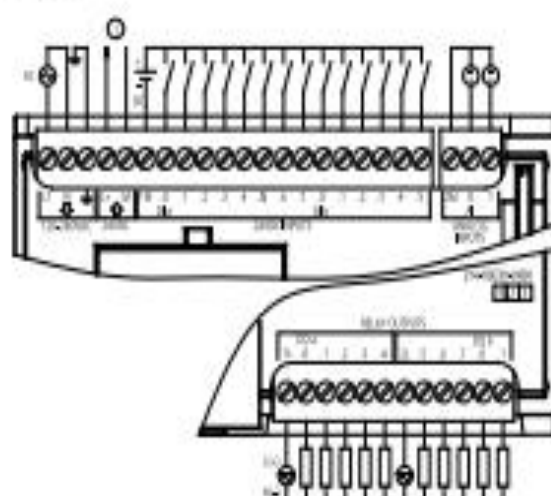
A.2 CPUs

Datos técnicos			
Modelo	CPU 1214C AC/DC/m16	CPU 1214C DC/DC/m16	CPU 1214C DC/DC/DC
Ampliación con Signal Boards	1 SB máx.		
Ampliación con módulos de comunicación	3 CMs máx.		
Contadores rápidos	8 en total Fase simple: 3 a 100 kHz y 3 a 30 kHz de frecuencia de reloj Fase en cuadratura: 3 a 80 kHz y 3 a 20 kHz de frecuencia de reloj		
Salidas de impulsos	2		
Entradas de captura de impulsos	14		
Alarmas de retardo/cíclicas	4 en total con resolución de 1 ms		
Alarmas de flanco	12 ascendentes y 12 descendentes (14 y 14 con Signal Board opcional)		
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)		
Precisión del reloj en tiempo real	+/- 60 segundos/mes		
Tiempo de respaldo del reloj en tiempo real	10 días típ./6 días mín. a 40°C (condensador de alto rendimiento sin mantenimiento)		
Rendimiento			
Velocidad de ejecución booleana	0,1 µs/instrucción		
Velocidad de ejecución de transferencia de palabras	12 µs/instrucción		
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 µs/instrucción		
Comunicación			
Número de puertos	1		
Tipo	Ethernet		
Conexiones	• 3 para HMI • 1 para la programadora • 8 para instrucciones Ethernet en el programa de usuario • 3 para CPU a CPU		
Transferencia de datos	10/100 Mb/s		
Aislamiento (señal externa a lógica del PLC)	Aislado por transformador, 1500 V DC		
Tipo de cable	CAT5e apantallado		
Fuente de alimentación			
Rango de tensión	85 a 264 V AC	20,4 a 28,8 V DC	
Frecuencia de línea	47 a 63 Hz	—	
Intensidad de entrada CPU sólo a carga máx.	100 mA a 120 V AC 50 mA a 240 V AC	500 mA a 24 V DC	
CPU con todos los accesorios de ampliación a carga máx.	300 mA a 120 V AC 150 mA a 240 V AC	1500 mA a 24 V DC	
Corriente de inyección (máx.)	20 A a 264 V AC	12 A a 28,8 V DC	
Aislamiento (potencia de entrada a lógica)	1500 V AC	Sin aislamiento	
Corriente de fuga a tierra, línea AC a tierra funcional	0,5 mA máx.	-	

Datos técnicos			
Modelo	CPU 1214C AC/DCrel	CPU 1214C DC/DCrel	CPU 1214C DC/DCDC
Tiempo de mantenimiento (pérdida de potencia)	20 ms a 120 V AC 80 ms a 240 V AC	10 ms a 24 V DC	
Fusible interno, no reemplazable por el usuario	3 A, 250 V, de acción lenta		
Alimentación de sensores			
Rango de tensión	20,4 a 28,8 V DC	L+ menos 4 V DC mín.	
Intensidad de salida nominal (máx.)	400 mA (protegido contra cortocircuito)		
Ruido de ruido máx. (<10 MHz)	< 1 V de pico a pico	Igual a la línea de entrada	
Aislamiento (lógica de la CPU a alimentación de sensores)	Sin aislamiento		
Entradas digitales			
Número de entradas	14		
Tipo	Sumidero/fuente (tipo 1 IEC sumidero)		
Tensión nominal	24 V DC a 4 mA, nominal		
Tensión continua admisible	30 V DC, máx.		
Sobretensión transitoria	35 V DC durante 0,5 seg.		
Señal 1 lógica (mín.)	15 V DC a 2,5 mA		
Señal 0 lógica (máx.)	5 V DC a 1 mA		
Aislamiento (campo a lógica)	500 V AC durante 1 minuto		
Grupos de aislamiento	1		
Tiempos de filtro	0,2, 0,4, 0,8, 1,6, 3,2, 6,4 y 12,8 ms (seleccionable en grupos de 4)		
Frecuencias de entrada de reloj HSC (máx.) (señal 1 lógica = 15 a 28 V DC)	Fase simple: 100 KHz (la.0 a la.5) y 30 KHz (la.6 a la.5) Fase en cuadratura: 80 KHz (la.0 a la.5) y 20 KHz (la.6 a la.5)		
Número de entradas ON simultáneamente	14		
Longitud de cable (metros)	500 apantallado, 300 no apantallado, 50 apantallado para entradas HSC		
Entradas analógicas			
Número de entradas	2		
Tipo	Tensión (asimétrica)		
Rango	0 a 10 V		
Rango total (palabra de datos)	0 a 27648 (consulte Representación de entradas analógicas para tensión (Página 348))		
Rango de sobrepulso (palabra de datos)	27.649 a 32.511 (consulte Representación de entradas analógicas para tensión (Página 348))		
Desbordamiento (palabra de datos)	32.512 a 32767 (consulte Representación de entradas analógicas para tensión (Página 348))		
Resolución	10 bits		
Tensión de resistencia al choque máxima	35 V DC		
Aislamiento	Ninguno, débil, medio o fuerte (consulte los tiempos de respuesta de las etapas en Tiempos de respuesta de las entradas analógicas (Página 348))		

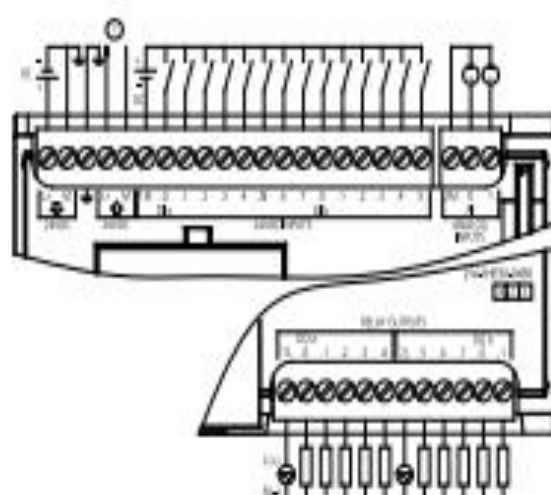
Datos técnicos			
Modelo	CPU 1214C AC/DCchM	CPU 1214C DC/DCchM	CPU 1214C DC/DCDC
Rechazo de interferencias	10, 50 ó 60 Hz (consulte las frecuencias de muestreo en Tiempos de respuesta de las entradas analógicas (Página 348))		
Impedancia	≥100 KΩ		
Aislamiento (campo a lógica)	Ninguno		
Precisión (25°C / 0 a 55°C)	3,0% / 3,5% de rango máximo		
Rechazo en modo común	40 dB, DC a 60 Hz		
Rango de señales operativo	La tensión de señal más la tensión en modo común debe ser menor que +12 V y mayor que -12 V		
Longitud de cable (metros)	10 trenzado y apantallado		
Salidas digitales			
Número de salidas	10		
Tipo	Relé, contacto seco		Estado sólido - MOSFET
Rango de tensión	5 a 30 V DC ó 5 a 250 V AC		20,4 a 28,8 V DC
Señal 1 lógica a intensidad máx.	--		20 V DC mín.
Señal 0 lógica con carga de 10 KΩ	--		0,1 V DC máx.
Intensidad (máx.)	2,0 A		0,5 A
Carga de lámparas	30 W DC/200 W AC		5 W
Resistencia en estado ON	Máx. 0,2 Ω (si son nuevas)		0,6 Ω máx.
Corriente de fuga por salida	--		10 µA máx.
Sobrecorriente momentánea	7 A si están cerrados los contactos		8 A durante máx. 100 ms
Protección contra sobrecargas	No		
Aislamiento (campo a lógica)	1500 V AC durante 1 minuto (bobina a contacto) Ninguno (bobina a lógica)		500 V AC durante 1 minuto
Resistencia de aislamiento	100 MΩ mín. si son nuevas		--
Aislamiento entre contactos abiertos	750 V AC durante 1 minuto		--
Grupos de aislamiento	2		1
Tensión de bloqueo inductiva	--		L+ menos 48 V DC, disipación de 1 W
Retardo de conmutación (Qa.0 a Qa.3)	10 ms máx.		1,0 µs máx., OFF a ON 3,0 µs máx., ON a OFF
Retardo de conmutación (Qa.4 a Qb.1)	10 ms máx.		50 µs máx., OFF a ON 200 µs máx., ON a OFF
Frecuencia de tren de impulsos (Qa.0 y Qa.2)	No recomendado		100 KHz máx., 2 Hz mín.
Vida útil mecánica (sin carga)	10.000.000 ciclos abiertos/cerrados		--
Vida útil de los contactos bajo carga nominal	100.000 ciclos abiertos/cerrados		--
Reacción al cambiar de RUN a STOP	Último valor o valor sustitutivo (valor predeterminado: 0)		
Número de salidas ON simultáneamente	10		
Longitud de cable (metros)	500 apantallado, 150 no apantallado		

Diagramas de cableado



① Alimentación de sensores 24 V DC

Figura A-7 CPU 1214C AC/DC (6ES7 214-1BE30-0XB0)



① Alimentación de sensores 24 V DC

Figura A-8 CPU 1214C DC/DC (6ES7 214-1HE30-0XB0)

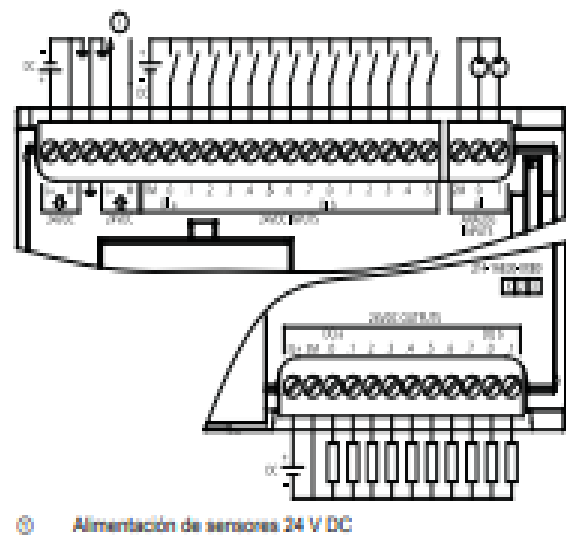


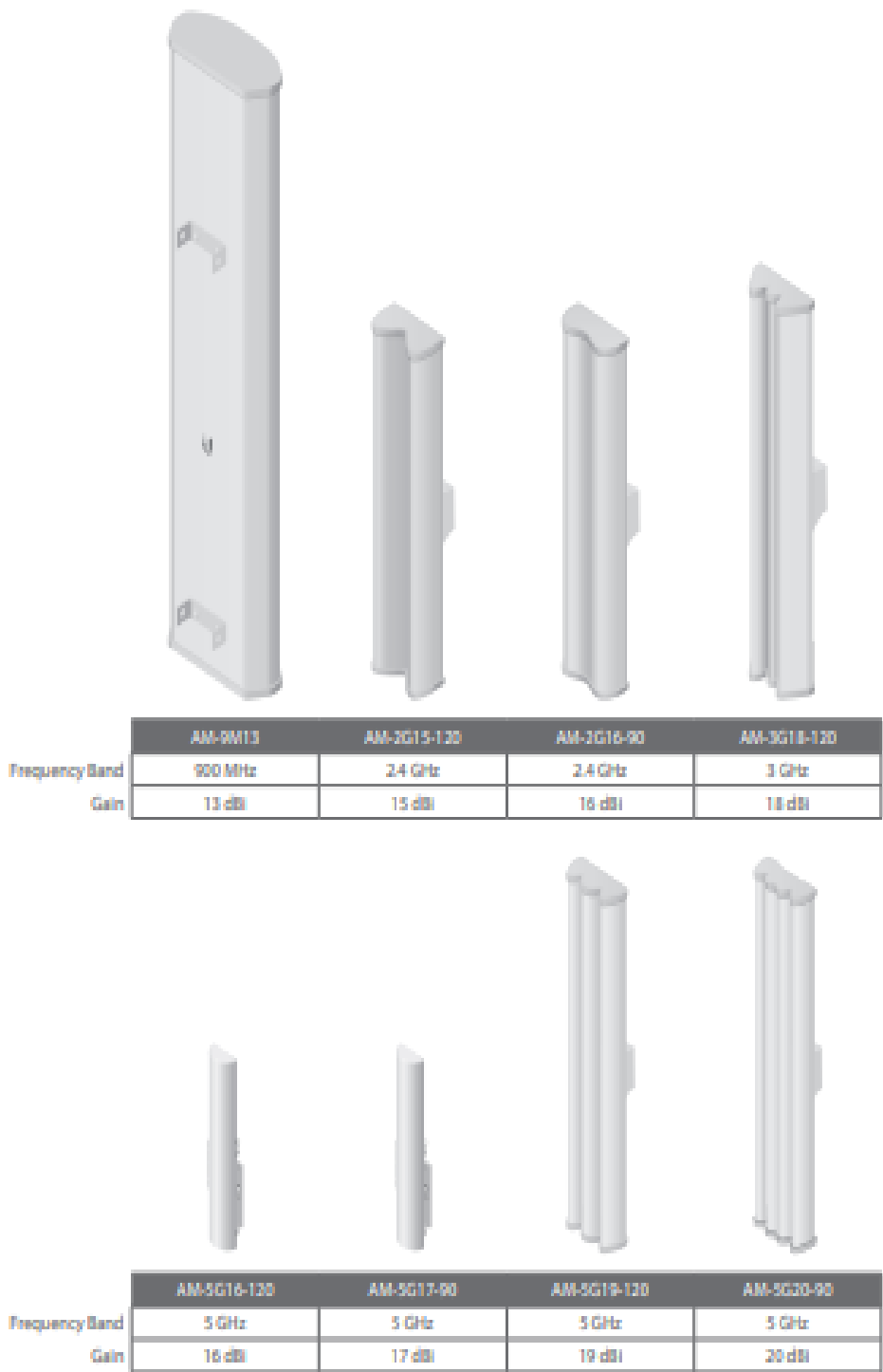
Figura A-9 CPU 1214C DC/DC/DC (6ES7 214-1AE30-0XB0)

A.3 Módulos de señales digitales (SMs)

A.3.1 Datos técnicos del módulo de entradas digitales SM 1221

Datos técnicos		
Modelo	SM 1221 DI 8x24 V DC	SM 1221 DI 16x24 VDC
Referencia	6ES7 221-1BH30-0XB0	6ES7 221-1BH30-0XB0
General		
Dimensiones A x A x P (mm)	45 x 100 x 75	
Peso	170 gramos	210 gramos
Disipación de potencia	1,5 W	2,5 W
Consumo de corriente (bus SM)	105 mA	130 mA
Consumo de corriente (24 V DC)	4 mA/entrada utilizada	4 mA/entrada utilizada
Entradas digitales		
Número de entradas	8	16
Tipo	Sumidero/fuente (tipo 1 IEC sumidero)	
Tensión nominal	24 V DC a 4 mA, nominal	
Tensión continua admisible	30 V DC, máx.	
Sobretensión transitoria	35 V DC durante 0,5 seg.	
Señal 1 lógica (mín.)	15 V DC a 2,5 mA	
Señal 0 lógica (máx.)	5 V DC a 1 mA	

Model Comparison



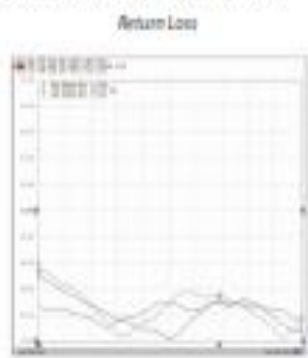
Specifications

Antenna Characteristics				
Model	AM-9W13	AM-2G15-120	AM-2G16-90	AM-3G18-120
Dimensions*	1290 x 290 x 134 mm (50.79 x 11.42 x 5.28")	700 x 145 x 93 mm (27.56 x 5.71 x 3.68")	700 x 145 x 79 mm (27.56 x 5.71 x 3.11")	735 x 144 x 78 mm (28.94 x 5.67 x 3.07")
Weight*	12.5 kg (27.56 lbs)	4.0 kg (8.82 lbs)	3.9 kg (8.6 lbs)	5.9 kg (13 lbs)
Frequency Range	902 - 928 MHz	2.3 - 2.7 GHz	2.3 - 2.7 GHz	3.3 - 3.8 GHz
Gain	13.2 - 13.8 dBi	15.0 - 16.0 dBi	16.0 - 17.0 dBi	17.3 - 18.2 dBi
HPOL Beamwidth	109° (6 dB)	123° (6 dB)	91° (6 dB)	118° (6 dB)
VPOL Beamwidth	120° (6 dB)	110° (6 dB)	90° (6 dB)	121° (6 dB)
Electrical Beamwidth	15°	9°	9°	8°
Electrical Downtilt	N/A	4°	4°	3°
Max. VSWR	1.5:1	1.5:1	1.5:1	1.5:1
Wind Survivability	200 km/h (125 mph)	200 km/h (125 mph)	200 km/h (125 mph)	200 km/h (125 mph)
Wind Loading	658.3 N @ 200 km/h (148 lbf @ 125 mph)	169 N @ 200 km/h (38 lbf @ 125 mph)	133.4 N @ 200 km/h (30 lbf @ 125 mph)	146.8 N @ 200 km/h (33 lbf @ 125 mph)
Polarization	Dual-Linear	Dual-Linear	Dual-Linear	Dual-Linear
Cross-pol Isolation	30 dB Min.	28 dB Min.	28 dB Min.	28 dB Min.
ETSI Specification	N/A	EN 302 326 DN2	EN 302 326 DN2	EN 302 326 DN2
Mounting	Universal Pole Mount, RocketM Bracket, and Weatherproof RF Jumpers Included			

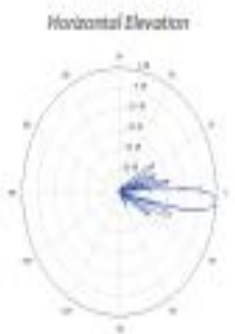
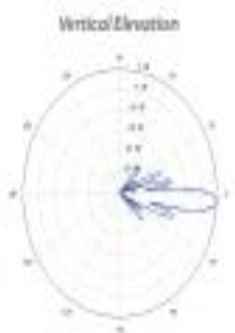
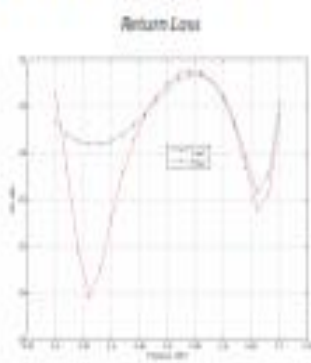
Antenna Characteristics				
Model	AM-5G18-120	AM-5G17-90	AM-5G19-120	AM-5G20-90
Dimensions*	367 x 63 x 41 mm (14.45 x 2.48 x 1.61")	367 x 63 x 41 mm (14.45 x 2.48 x 1.61")	700 x 135 x 73 mm (27.56 x 5.32 x 2.87")	700 x 135 x 70 mm (27.56 x 5.32 x 2.76")
Weight*	1.1 kg (2.43 lb)	1.1 kg (2.43 lb)	5.9 kg (13 lbs)	5.9 kg (13.01 lb)
Frequency Range	5.10 - 5.85 GHz	4.90 - 5.85 GHz	5.15 - 5.85 GHz	5.15 - 5.85 GHz
Gain	15.0 - 16.0 dBi	16.1 - 17.1 dBi	18.6 - 19.1 dBi	19.4 - 20.3 dBi
HPOL Beamwidth	137° (6 dB)	72° (6 dB)	123° (6 dB)	91° (6 dB)
VPOL Beamwidth	118° (6 dB)	93° (6 dB)	123° (6 dB)	85° (6 dB)
Electrical Beamwidth	8°	8°	4°	4°
Electrical Downtilt	4°	4°	2°	2°
Max. VSWR	1.5:1	1.5:1	1.5:1	1.5:1
Wind Survivability	200 km/h (125 mph)	200 km/h (125 mph)	200 km/h (125 mph)	200 km/h (125 mph)
Wind Loading	41.7 N @ 200 km/h (9.375 lbf @ 125 mph)	41.7 N @ 200 km/h (9.375 lbf @ 125 mph)	137.9 N @ 200 km/h (31 lbf @ 125 mph)	182 N @ 200 km/h (41 lbf @ 125 mph)
Polarization	Dual-Linear	Dual-Linear	Dual-Linear	Dual-Linear
Cross-pol Isolation	22 dB Min.	22 dB Min.	28 dB Min.	28 dB Min.
ETSI Specification	EN 302 326 DN2	EN 302 326 DN2	EN 302 326 DN2	EN 302 326 DN2
Mounting	Universal Pole Mount, RocketM Bracket, and Weatherproof RF Jumpers Included			

* Dimensions and weight exclude pole mount and Rocket (Bracket sold separately)

AM-9M13 Antenna Information



AM-2G15-120 Antenna Information



ANEXO “E”: Datos técnicos ACCESS POINT UBIQUITI ROCKET M900

DATASHEET



rocket M

Powerful 2x2 MIMO airMAX® BaseStation

Models: M5, RM5-TL, M3, M365, M2, RM2-TL, M900

Advanced Software Technology to Maximize Performance

Plug and Play Integration with airMAX Antennas

Frequency and Channel Flexibility



Specifications



M900 Physical / Electrical / Environmental Information	
Dimensions	160 x 80 x 30 mm (6.30 x 3.15 x 1.18")
Weight	500 g (1.1 lb)
Enclosure Characteristics	Outdoor UV Stabilized Plastic
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
Max. Power Consumption	6.5W
Power Supply	24V, 1A PoE Adapter
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)
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	ETS3000-019-1.4

M900 Software Information	
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 CLI
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, 3/5/10/20 MHz Channel Width Support
Ubiquiti Specific Features	airMAX Mode, Traffic Shaping with Burst Support, Discovery Protocol, Frequency Band Offset, Ackless Mode

M900 Compliance	
Wireless Approvals	FCC, IC, CE
RoHS Compliance	Yes

M000 Operating Frequency							
Operating Frequency				902 - 928 MHz			
Output Power				28 dBm			
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Reg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
airMMA-X	MC00	28 dBm	± 2 dB	airMMA-X	MC00	-96 dBm	± 2 dB
	MC01	28 dBm	± 2 dB		MC01	-91 dBm	± 2 dB
	MC02	28 dBm	± 2 dB		MC02	-92 dBm	± 2 dB
	MC04	28 dBm	± 2 dB		MC04	-90 dBm	± 2 dB
	MC08	28 dBm	± 2 dB		MC08	-88 dBm	± 2 dB
	MC08	28 dBm	± 2 dB		MC08	-81 dBm	± 2 dB
	MC08	22 dBm	± 2 dB		MC08	-71 dBm	± 2 dB
	MC07	21 dBm	± 2 dB		MC07	-74 dBm	± 2 dB
	MC08	28 dBm	± 2 dB		MC08	-91 dBm	± 2 dB
	MC04	28 dBm	± 2 dB		MC04	-91 dBm	± 2 dB
	MC010	28 dBm	± 2 dB		MC010	-90 dBm	± 2 dB
	MC011	28 dBm	± 2 dB		MC011	-87 dBm	± 2 dB
	MC012	28 dBm	± 2 dB		MC012	-94 dBm	± 2 dB
	MC012	24 dBm	± 2 dB		MC012	-79 dBm	± 2 dB
	MC014	22 dBm	± 2 dB		MC014	-78 dBm	± 2 dB
	MC015	21 dBm	± 2 dB		MC015	-75 dBm	± 2 dB



ANEXO “F”: Datos técnicos antena NANO BRIDGE M900

NanoBridge M

DATASHEET

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 NS-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.



Single Cable Connection with InnerFeed Technology

Specifications

NBW9	
Dimensions	943 x 480 x 723 mm (21.38 x 17.32 x 28.54")
Weight (Disk and Mount Included)	5.098 kg (11.239 lb)
Power Supply	24V, 1A PoE
Power Method	Passive PoE (Pair 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	Adiutor MIP5 340C, 400 MHz
Memory	64 MB SDRAM, 8 MB Flash
LEDs	(1) Power, (1) LAN, (8) 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 @ 300 km/h (105 lbf @ 120 mph)
Wind Survivability	300 km/h (75 mph)
Operating Temperature	-30 to 70° C (-20 to 167° F)
Operating Humidity	0 to 95% Non-Condensing
Wireless Approvals	FCC, IC
Rohs Compliance	Yes
Shock and Vibration	IEC600-019-1.4

NBW9 - Output Power: 20 dBm							
TX Power Specifications				RX Power Specifications			
Modulation	Data Rate	Avg. TX	Tolerance	Modulation	Data Rate	Sensitivity	Tolerance
TT mode (MAX)	MCS0	20 dBm	+ 2 dB	TT mode (MAX)	MCS0	-96 dBm	+ 2 dB
	MCS1	20 dBm	+ 2 dB		MCS1	-95 dBm	+ 2 dB
	MCS2	20 dBm	+ 2 dB		MCS2	-92 dBm	+ 2 dB
	MCS3	20 dBm	+ 2 dB		MCS3	-90 dBm	+ 2 dB
	MCS4	20 dBm	+ 2 dB		MCS4	-86 dBm	+ 2 dB
	MCS5	24 dBm	+ 2 dB		MCS5	-83 dBm	+ 2 dB
	MCS6	27 dBm	+ 2 dB		MCS6	-77 dBm	+ 2 dB
	MCS7	31 dBm	+ 2 dB		MCS7	-74 dBm	+ 2 dB
	MCS8	20 dBm	+ 2 dB		MCS8	-69 dBm	+ 2 dB
	MCS9	20 dBm	+ 2 dB		MCS9	-65 dBm	+ 2 dB
	MCS10	20 dBm	+ 2 dB		MCS10	-60 dBm	+ 2 dB
	MCS11	20 dBm	+ 2 dB		MCS11	-57 dBm	+ 2 dB
	MCS12	20 dBm	+ 2 dB		MCS12	-55 dBm	+ 2 dB
	MCS13	24 dBm	+ 2 dB		MCS13	-79 dBm	+ 2 dB
	MCS14	27 dBm	+ 2 dB		MCS14	-76 dBm	+ 2 dB
	MCS15	31 dBm	+ 2 dB		MCS15	-75 dBm	+ 2 dB

