

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRONICA



“ESTUDIO Y DISEÑO DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO PARA EL LLENADO DE UN TANQUE ELEVADO DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POMALCA”.

PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO

AUTOR: Bach. PAREDES SAMANA, John David.

ASESOR: Ing. Linares Vértiz, Saúl.

TRUJILLO – PERÚ

2013

**A Dios, nuestro guía y protector,
Que siempre llena de paz y tranquilidad
Nuestro espíritu, y que nos ayuda a mantenernos
Firmes en este sendero difícil que es la vida.**

**A mis padres
Quienes nunca perdieron
La confianza en mí.**

**A mis hermanos
Por su total apoyo
Y constante motivación.**

**Al Ing. Saúl Inares Vértiz
Por haber apoyado en el
Logro de éste proyecto**

AGRADECIMIENTOS

Muchas han sido las personas que desinteresadamente han colaborado para la culminación de mi tesis y mi desarrollo profesional, a ellos mi gratitud eterna.

- Ing. Edgar Príncipe Leyva, por su colaboración en esta tesis.
- Ing. Gustavo Fernández, por sus concejos Personales
- Ing. Ezequiel Díaz García, por su asesoramiento en el trabajo
- Dr. Néstor Castro Saldaña, por su apoyo permanente en esta tesis.

Hago a su vez extensivo el agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra manera me brindaron su apoyo moral y/o espiritual y que de alguna manera incentivaron la culminación satisfactoria de la presente tesis.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

Dando cumplimiento a las disposiciones prescritas por el reglamento de Grados y Títulos de la facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Universidad Privada Antenor Orrego, me permito poner a vuestra disposición la Tesis intitulada: **“ESTUDIO Y DISEÑO DE LA AUTOMATIZACION DEL SISTEMA DE BOMBEO PARA EL LLENADO DE UN TANQUE ELEVADO DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POMALCA”**, con lo cual espero obtener el correspondiente Título Profesional de Ingeniero Electrónico.

El presente trabajo, espera constituirse en un documento que permita la investigación presente y futura del desarrollo de sistemas automáticos que mejoren el servicio de agua potable.

En tal sentido miembros del jurado, presento ante ustedes el fruto de mi investigación y experiencia pre-profesional cuyo sustento, finalmente, reposa en la vehemencia e interés por materializar los conocimientos adquiridos en esta casa superior de estudios.

Trujillo, 05 de Julio del 2013

Br. John David Paredes Samana

ÍNDICE

RESUMEN	1
I. CAPÍTULO I.....	3
I.1. ANTECEDENTES	3
I.2. FORMULACION DEL PROBLEMA	3
I.3. HIPÓTESIS	3
I.4. OBJETIVOS	4
I.4.1. <i>Objetivo general</i>	4
I.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	4
I.5. RESUMEN DE CAPÍTULOS.....	4
II. MARCO TEÓRICO	6
II.1. INTRODUCCIÓN	6
II.2. SISTEMAS DE CONTROL	6
II.2.1. <i>Etapas de un sistema de control</i>	6
II.2.2. <i>Tipos de Sistema de control</i>	7
II.2.3. <i>Controlador Lógico Programable (PLC)</i>	9
II.2.4. <i>Estructura interna del PLC</i>	13
II.2.5. <i>Variador de Frecuencia (VFD)</i>	17
II.3. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN	22
II.3.1. <i>HART</i>	24
II.3.2. <i>PROFIBUS</i>	24
II.3.3. <i>MODBUS</i>	25
II.3.4. <i>INDUSTRIAL ETHERNET</i>	26
II.3.5. <i>Device Net</i>	26
III. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL	29
III.1. GENERALIDADES	29
III.2. ESTADO ACTUAL.....	29
IV. DESARROLLO DEL PROYECTO	32
IV.1. GENERALIDADES	32
IV.2. ESTRATEGIA DE CONTROL	32
IV.3. SELECCIÓN DE INSTRUMENTACIÓN Y EQUIPOS PRINCIPALES	33
IV.3.1. <i>SELECCIÓN DEL SENSOR DE NIVEL</i>	35
IV.3.2. <i>SELECCIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA</i>	38
IV.3.3. <i>SELECCIÓN DEL RELE DE CONTROL DE NIVEL</i>	40
IV.3.4. <i>SELECCIÓN DEL BUS DE CAMPO</i>	42
IV.3.5. <i>SELECCIÓN DE CONTROLADOR</i>	43
IV.3.6. <i>SELECCIÓN DE ESTACIÓN REMOTA</i>	45
IV.3.7. <i>SELECCIÓN DEL HMI</i>	49
IV.3.8. <i>SELECCIÓN DE OTROS EQUIPOS</i>	51
V. RESULTADOS DEL PROYECTO	54
V.1. COSTOS DEL PROYECTO.....	54
V.1.1. <i>ESTIMACION DE COSTOS</i>	54
V.1.1.1. COSTOS ACTIVOS FIJOS.....	54
V.1.1.2. COSTOS DE INGENIERÍA	55

V.1.1.3.	COSTOS DE OBRAS	55
V.1.1.4.	COSTOS DE PUESTA EN SERVICIO	55
V.1.1.5.	COSTOS DE OPERACIÓN.....	55
V.1.1.6.	COSTOS DE CAPACITACIÓN DE PERSONAL.....	56
V.1.1.7.	RIESGOS DEL PROYECTO.....	56
V.2.	CONCLUSIONES	57
V.3.	RECOMENDACIONES	58
V.4.	BIBLIOGRAFÍA	58
ANEXOS.....		59
A.	SNIP	60
B.	MANUALES DE EQUIPOS Y/O HOJAS TÉCNICAS	60
C.	PLANOS.....	60

RESUMEN

La elaboración de la presente tesis denominada “ESTUDIO Y DISEÑO DE LA AUTOMATIZACION DEL SISTEMA DE BOMBEO PARA EL LLENADO DE UN TANQUE ELEVADO DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POMALCA”, representa la materialización de la experiencia académica y Pre- profesional obtenida en el transcurso de los años.

Para la elaboración del presente trabajo se procedió primero a analizar el servicio de agua potable que se viene dando en la Municipalidad Distrital de Pomalca, posteriormente se procedió a analizar las ventajas que se obtendrían si el sistema instalado de bombeo se automatizara. Teniendo clara la visión del proyecto, se procedió a realizar el análisis y diseño del sistema propuesto.

El sistema automatizado está conceptualizado como una mejora del sistema actual, indicando que se hicieron pruebas de bombeo y analizando las eficiencias logradas antes de automatizar todo el sistema.

CAPITULO I

I. CAPÍTULO I

I.1. ANTECEDENTES

Actualmente la Municipalidad Distrital de Pomalca viene administrando la dotación de agua potable para consumo humano a la población del distrito de Pomalca. El Programa AGUA PARA TODOS desarrolló e implementó el proyecto para construir un tanque elevado y dos casetas de bombeo incluidas la línea de impulsión; así como las instalaciones domiciliarias. Los datos completos figuran en el SNIP 146742.

En el afán de mejorar el servicio y rendimiento del mismo es que se planea implementar el presente proyecto automatizando de esta manera el servicio. Con la experiencia que vengo teniendo a lo largo del tiempo como Bachiller en Ingeniería electrónica en el área de automatización de la empresa en la que laboro, es que puedo desarrollar el presente proyecto. Por otro lado la escasa preparación del personal de la Municipalidad en lo que se refiere a técnicas de control ayuda al mismo.

I.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cómo controlar el bombeo de los pozos tubulares hacia el reservorio de agua potable de los residentes de la Municipalidad Distrital de Pomalca?

I.3. HIPÓTESIS

Mediante el estudio y diseño de un sistema automatizado permitirá realizar el bombeo en forma correcta desde los pozos tubulares hacia el reservorio de agua potable de los residentes de la Municipalidad Distrital de Pomalca.

I.4. OBJETIVOS

I.4.1. Objetivo general

- Realizar el estudio y diseño de la Automatización del sistema de bombeo para el llenado de un tanque elevado de la Municipalidad Distrital de Pomalca.

I.4.2. Objetivos específicos

- Seleccionar la estrategia de control en el diseño del proyecto.
- Seleccionar la instrumentación necesaria para realizar el diseño del proyecto.
- Seleccionar los equipos y elementos de control.

I.5. RESUMEN DE CAPÍTULOS

El contenido de la presente tesis se orienta al “ESTUDIO Y DISEÑO DE LA AUTOMATIZACION DEL SISTEMA DE BOMBEO PARA EL LLENADO DE UN TANQUE ELEVADO DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POMALCA”, contenida en cinco capítulos :

Capítulo I se contempla la introducción al desarrollo del presente trabajo de investigación.

Capítulo II se establece el marco teórico de referencia haciendo énfasis en los sistemas de control.

Capítulo III se plasma un pequeño análisis del servicio

Capítulo IV se trata en si del diseño del Sistema a controlar donde se hace referencia a los equipos utilizados, el tipo de control utilizado, diagramas de flujo, etc.

Capítulo V se hace un análisis de los costos que implica el desarrollo del proyecto. Finalmente se exponen las conclusiones y recomendaciones, por último se detallan las referencias bibliográficas que han representado la fuente teórica del presente trabajo así como los anexos respectivos.

CAPITULO II

II. MARCO TEÓRICO

II.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se van a analizar los elementos principales de automatización que serán empleados a lo largo de todo éste trabajo. La presentación tratará de ser amplia y enfocada tanto desde un punto de vista teórico como práctico. La visión práctica es necesaria puesto que la culminación de éste trabajo es la aplicación de los resultados sobre la investigación de procesos y sistemas de bombeo, para permitir mejorar su funcionamiento y prestaciones. La visión teórica también es importante plasmarla en este capítulo ya que va a servir de base para el desarrollo de los demás capítulos, para disponer de un marco claro y conciso sobre el que va a sentar los conceptos posteriores.

Busco enmarcar teóricamente el desarrollo del proyecto, estableciendo sólidamente los fundamentos teóricos necesarios para el mismo. Se dará la conceptualización suficiente sobre automatización, haciendo hincapié en temas como PLC, Protocolo Foundation Fields bus, variadores de velocidad, medidores de nivel, así como de las técnicas modernas de control. A continuación procedo a dar mayor detalle.

II.2. SISTEMAS DE CONTROL

II.2.1. Etapas de un sistema de control

Todo sistema de control presenta tres etapas en su estructura y desarrollo, las cuales son:

II.2.1.1. Etapa de acondicionamiento de señales.- Esta integrada por toda la serie de sensores que convierten una variable física determinada a una señal eléctrica, interpretándose esta como la información del sistema de control.

II.2.1.2. Etapa de control.- Es en donde se tiene la información para poder llevar a cabo una secuencia de pasos y procesar según la tarea asignada, dicho de otra manera, es el elemento de gobierno.

II.2.1.3. Etapa de potencia.- Sirve para efectuar un trabajo que siempre se manifiesta por medio de la transformación de un tipo de energía a otro tipo.

La unión de las tres etapas nos da como resultado el contar con un sistema de control automático completo, pero se debe considerar que se requiere de interfaces entre las conexiones de cada etapa, para que el flujo de información circule de forma segura entre estas.

II.2.2. Tipos de Sistema de control

Los sistemas de control pueden concebirse bajo dos opciones de configuración:

II.2.2.1. Sistema control de lazo abierto.- Es cuando el sistema de control tiene implementado los algoritmos correspondientes para que en función de las señales de entrada se genere una respuesta considerando los márgenes de error que pueden representarse hacia las señales de salida. Fig. 2.1

II.2.2.2. Sistema de control lazo cerrado.- Es cuando se tiene un sistema de control que responde a las señales de entrada, y a una proporción de la señal de salida para, de esta manera, corregir el posible error que se pueda inducir (dar), en este sistema de control la retroalimentación es un parámetro muy importante ya que la variable física que se está controlando se mantendrá siempre dentro de los rangos establecidos. Fig. 2.2

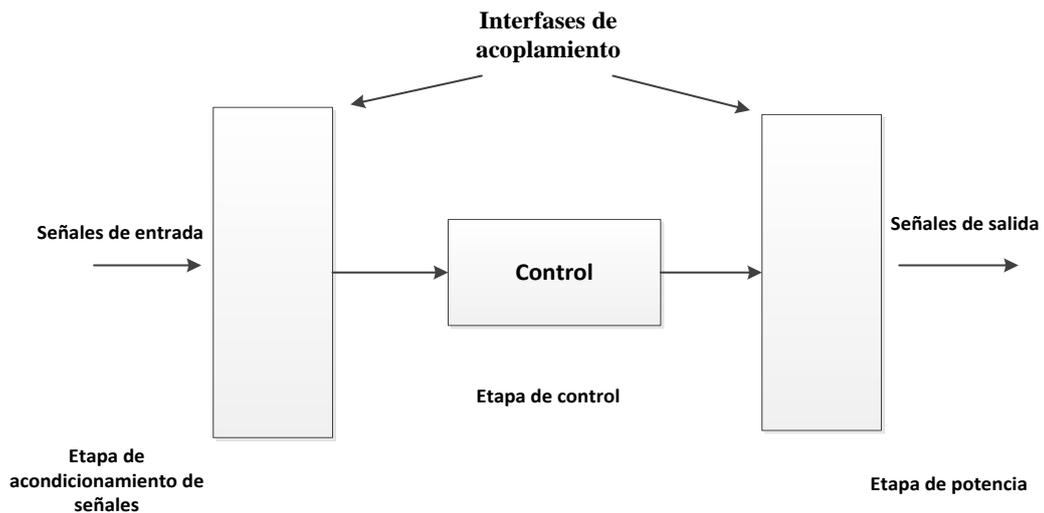


Fig. 2.1 Sistema de control de lazo abierto

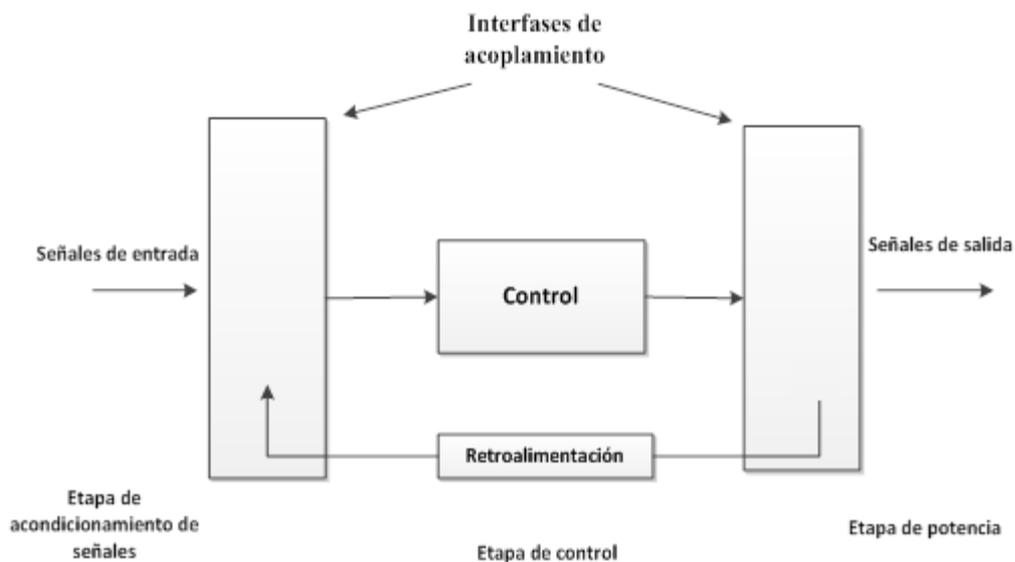


Fig. 2.2 Sistema de control de lazo cerrado

Idealmente todos los sistemas de control deberían diseñarse bajo el concepto de lazo cerrado, porque la variable física que se está interviniendo en todo momento se encuentra controlada, esta actividad se efectúa comparando el valor de salida contra el de entrada, pero en muchas ocasiones de acuerdo a la naturaleza propia del proceso productivo es imposible tener un sistema de control de lazo cerrado. Por ejemplo en una lavadora automática, la tarea de limpiar una prenda que en una de sus bolsas se encuentra

el grabado del logotipo del diseñador de ropa, sería una mala decisión el implementar un lazo cerrado en el proceso de limpieza, porque la lavadora se encontraría comparando la tela ya lavada (señal de salida) contra la tela sucia (señal de entrada), y mientras el logotipo se encuentre presente la lavadora la consideraría como una mancha que no se quiere caer.

II.2.3. Controlador Lógico Programable (PLC)

Los controladores Lógicos Programables o PLC (Programable Logic Controller) en sus siglas en inglés, son dispositivos electrónicos muy usados en automatización industrial.

Su historia se remonta a finales de la década de 1960, cuando la industria buscó en las nuevas tecnologías electrónicas una solución más eficiente para reemplazar los sistemas de control basados en circuitos eléctricos con relés, interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica combinacional.

Hoy en día, los PLC no solo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar estrategias de control, tales como controladores proporcional integral derivativo (PID).

Los PLC actuales pueden comunicarse con otros controladores y computadoras en redes de área local, y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido.

Existen varios lenguajes de programación, tradicionalmente los más utilizados son el diagrama de escalera LADDER, lista de instrucciones y programación por estados; aunque se han incorporado lenguajes más intuitivos que permiten implementar algoritmos complejos mediante simples diagramas de flujo más fáciles de interpretar y mantener.

En la programación se pueden incluir diferentes tipos de operados, desde los más simples como la lógica booleana, contadores, temporizadores, contactos, bobinas y operadores matemáticos, hasta operaciones más

complejas como manejo de tablas (recetas), apuntadores, algoritmos PID y funciones de comunicación multiprotocolos que le permitirán interconectarse con otros dispositivos.

II.2.3.1. PLC en comparación con otros sistemas de control

Los PLCs están bien adaptados para un amplio rango de tareas de automatización. Estos son típicamente procesos industriales en la manufactura donde el costo de desarrollo y mantenimiento de un sistema de automatización es relativamente alto contra el costo de la automatización, y donde existirán cambios al sistema durante toda su vida operacional. Los PLCs contienen todo lo necesario para manejar altas cargas de potencia; se requiere poco diseño eléctrico y el problema de diseño se centra en expresar las operaciones y secuencias en la lógica de escalera (o diagrama de funciones). Las aplicaciones de PLC son típicamente sistemas a la medida, por lo que el costo del PLC es bajo comparado con el costo de la contratación del diseñador para un diseño específico de una sola vez. Por otro lado, en caso de productos de alta producción, los sistemas de control a la medida rápidamente se pagan por si solos debido a los ahorros en los componentes, los cual puede ser elegido de manera óptima en vez de una solución “genérica”.

Sin embargo debe ser notado que algunos PLCs ya no tienen un precio alto. Los PLCs actuales tienen capacidades completas por algunos cientos de dólares.

Para un alto volumen o una simple tarea de automatización, diferentes técnicas son utilizadas. Por ejemplo, una lavadora de ropa de uso doméstico puede ser controlada por un temporizador CAM electromecánico costando algunos cuantos dólares en cantidades de producción.

Un diseño basado en un microcontador puede ser apropiado donde cientos o miles de unidades pueden ser producidas y entonces el costo de desarrollo (diseño de fuentes de poder y equipo de

entradas y salidas) puede ser dividido sobre muchas ventas, donde el usuario final no tiene necesidad de alterar el control. Aplicaciones automotrices son un ejemplo, millones de unidades son vendidas cada año, y pocos usuarios finales alteran la programación de estos controladores. (Sin embargo, algunos vehículos especiales como son camiones de pasajeros para tránsito urbano utilizan PLCs en vez de controladores de diseño propio, debido a que los volúmenes son bajos y el desarrollo no sería económico.)

Algunos procesos de control complejos, como los que son utilizados en la industria química, pueden requerir algoritmos y desempeño más allá de la capacidad de PLCs de alto desempeño. Controladores de alta velocidad también requieren de soluciones a la medida; por ejemplo, controles para vuelo de aviones.

II.2.3.2. Estructura de los PLCs

Aquí vamos a conocer a los PLCs en su parte física o hardware, no solo en su configuración externa, sino también y fundamentalmente la parte interna.

Creo que el personal que deprecie de manejar los PLCs no puede conformarse con realizar una buena programación y conseguir un montaje y puesta en funcionamiento perfecto, debe, sobre todo, dejar de verlo como una caja negra y conocerlo tal cual es, como un equipo electrónico complejo montado en tarjetas específicas que controlan áreas o bloques, realizando distintas funciones que unidas convenientemente dan como resultado a los PLCs.

II.2.3.3. Estructura externa

El termino estructura externa o configuración externa de un PLC se refiere al aspecto físico exterior del mismo, bloques o elementos en que está dividido, etc.

Desde su nacimiento y hasta nuestros días han sido varias las estructuras y configuraciones que han salido al mercado condicionadas no solo por el fabricante del mismo, sino por la tendencia existente en el área al que perteneciese: europea o norteamericana.

Actualmente son dos las estructuras más significativas que existen en el mercado:

- **Estructura compacta.**
- **Estructura modular.**

Las diferencias significativas entre ambas hacen que las analicemos por separado en los apartados siguientes:

II.2.3.3.1. Estructura compacta

Este tipo de PLCs se distingue por presentar en un solo bloque todos sus elementos, esto es fuente de alimentación, CPU, memorias, entradas, salidas, etc. Es cuando a su unidad de programación, existen tres versiones: Unidad fija o enchufable directamente en el PLC; enchufable mediante cable y conector, o la posibilidad de ambas conexiones.

Si la unidad de programación es sustituida por un PC, nos encontraremos que la posibilidad de conexión del mismo será mediante cable y conector.

El montaje del PLC al armario que ha de contenerlo se realiza por cualquiera de los sistemas conocidos: riel DIN, placa perforada, etc.

II.2.3.3.2. Estructura modular.

- Estructura Americana

Se caracteriza por separar las E/S del resto del PLC, de tal forma que en un bloque compacto están reunidos las CPU,

memoria de usuario o de programa y fuente de alimentación, y separadamente las unidades de E/S en los bloques o tarjetas necesarios.

- Estructura Europea

Su característica principal es la de que existe un módulo para cada función:

Fuente de alimentación, CPU, entradas/ salidas, etc. La unidad de programación se une mediante cable y conector. La sujeción de los mismos se hace bien sobre carril DIN o placa perforada, bien sobre RACK, en donde va a alojado el BUS externo de unión de los distintos módulos que lo componen.

II.2.4. Estructura interna del PLC

En este aparato vamos a estudiar la estructura interna del PLC, o sea, las partes que se ordenan su conjunto físico o hardware y las funciones y funcionamiento de cada una de ella. Posee tres partes fundamentales (Fig. 2.3)

- La sección de entradas
- La unidad central de procesos o CPU
- La sección de salidas

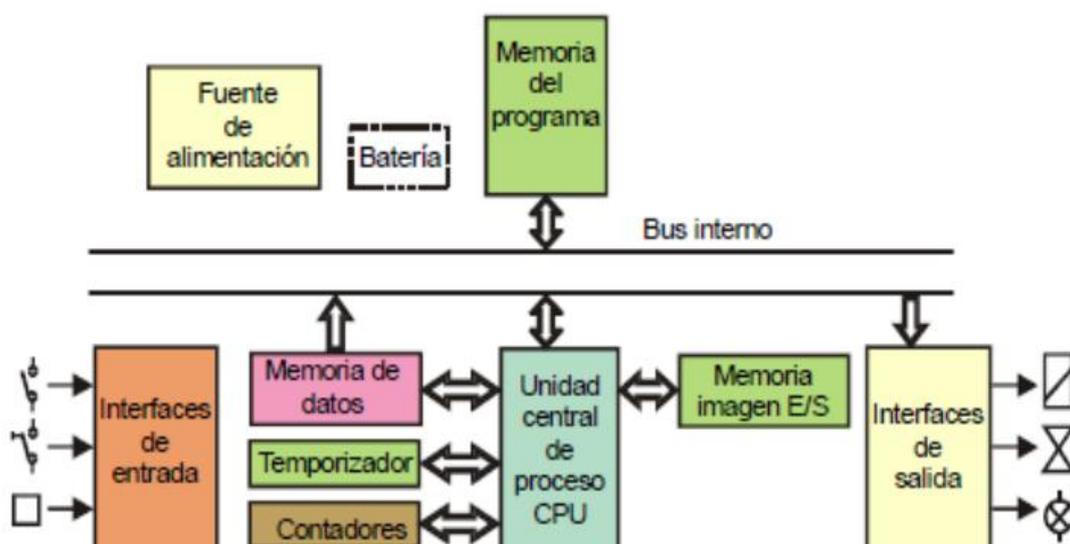


Fig. 2.3 Estructura interna del PLC

II.2.4.1. Memorias

Llamamos memoria a cualquier dispositivo que nos permita almacenar información en forma de bits (ceros y unos). En nuestro caso nos referimos a las memorias que utilizan como soporte elementos semiconductores según en el PLC usamos.

II.2.4.1.1. Memoria del usuario

El programa de usuario normalmente se graba en memoria RAM, ya que no solo ha de ser leído por el microprocesador, sino que ha de poder ser variado cuando el usuario lo desee, utilizando la unidad de programación. En algunos PLCs, la memoria RAM se auxilia de una memoria sombra del tipo EEPROM.

La desconexión de la alimentación o un fallo de la misma borrarían esta memoria, ya que al ser la RAM una memoria volátil necesita estar constantemente alimentada y es por ello que los PLCs que la utilizan llevan incorporada una batería tampón que impide su borrado.

II.2.4.1.2. Memoria de datos

La memoria de esta área también es del tipo RAM o NVRAM, en ella se encuentra, por un lado, la imagen de los estados de las entradas y salidas y, por otro, los datos numéricos y variables internas, como contadores, temporizadores, marcas, etc.

II.2.4.1.3. Memoria de programa

Esta memoria que junto con el procesador componen la CPU, se encuentra dividida en dos áreas: la llamada memoria del sistema, que utiliza memoria RAM, y la que corresponde al programa o firmware, que lógicamente es un programa fijo grabado por el fabricante y, por tanto, el tipo de memoria utilizado es ROM. En algunos PLCs se utiliza únicamente la EPROM, de tal forma que se puede modificar el programa memoria del sistema previo borrado del anterior con UV.

II.2.4.2. PROGRAMA Y LENGUAJE DE PROGRAMACION

Se puede definir un programa como un conjunto de instrucciones, órdenes y símbolos reconocibles por PLC, a través de su unidad de programación, que le permiten ejecutar una secuencia de control deseada. El lenguaje de Programación en cambio, permite al usuario ingresar un programa de control en la memoria del PLC, usando una sintaxis establecida.

Al igual como los PLCs se han desarrollado y expandido, los lenguajes de programación también se han desarrollado con ellos. Los lenguajes de hoy en día tienen nuevas y versátiles instrucciones y con mayor poder de computación. Por ejemplo, los PLCs pueden transferir bloques de datos de una localización de memoria a otra, mientras al mismo tiempo llevas a cabo operaciones lógicas y matemáticas en otro bloque. Como resultado de estas nuevas y expandidas instrucciones, los programas de control pueden ahora manejar datos más fácilmente.

Adicionalmente a las nuevas instrucciones de programación, el desarrollo de nuevos módulos de entradas y salidas también ha obligado a cambiar las instrucciones existentes.

II.2.4.3. TIPOS DE LENGUAJES DE PROGRAMACION

En la actualidad cada fabricante diseña su propio software de programación, lo que significa que existe una gran variedad comparable con la cantidad de PLCs que hay en el mercado. No

obstante, actualmente existen tres tipos de lenguajes de programación que PLCs como los más difundidos a nivel mundial; estos son:

- Lenguaje de contactos o Ladder
- Lista de instrucciones
- Diagrama de funciones

Es obvio, que la gran diversidad de lenguajes de programación da lugar a que cada fabricante tenga su propia presentación, originando cierta incomodidad al usuario cuando programa más de un PLC.

II.2.4.4. Ventajas del uso del PLC

Las condiciones favorables que presenta un PLC son las siguientes:

Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:

- No es necesario dibujar el esquema de contactos
- No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general, la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega, etc.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación
- Menor coste de mano de obra de la instalación.
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos PLC pueden detectar e indicar averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo PLC.

- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.

II.2.5. Variador de Frecuencia (VFD)

Un variador de frecuencia (Siglas VFD, del inglés: Variable Frequency Drive o bien AFD Adjustable Frequency Drive) es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna (AC) por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor. Un variador de frecuencia es un caso especial de un variador de velocidad. Los variadores de frecuencia son también conocidos como drivers de frecuencia ajustable (AFD), drivers de CA, microdrivers o inversores. Dado que el voltaje es variado a la vez que la frecuencia, a veces son llamados drivers VVVF (variador de voltaje variador de frecuencia).

II.2.5.1. Composición de un Variador de Frecuencia

Los variadores de frecuencia están compuestos por:

- **Etapla rectificadora.** Convierte la tensión alterna en continua mediante rectificadores de diodos, tiristores, etc.
- **Etapla intermedia. Filtro para suavizar la tensión rectificada y reducir la emisión de armónicos.**
- **Inversor o “Inverte”.** Convierte la tensión continua en otra de tensión y frecuencia variable mediante la generación de pulsos. Actualmente se emplean IGBT’s (Isolated Gate Bipolar Transistors) para generar los pulsos controlados de tensión. Los equipos más modernos utilizan IGBT’s inteligentes que incorporan un microprocesador con todas las protecciones por sobre corriente, sobre tensión, baja tensión, cortocircuitos, puestas a masa del motor, sobre temperaturas, etc.

- **Etapas de control.** Esta etapa controla los IGBT para generar los pulsos variables de tensión y frecuencia. Y además controla los parámetros externos en general, etc.

Los variadores más usados tienen modulación PWM (Modulación de Ancho de Pulsos) y usan en la etapa rectificadora puente de diodos rectificadores. En la etapa intermedia se usan condensadores y bobinas para disminuir las armónicas y mejorar el factor de potencia. Los fabricantes que utilizan bobinas en la línea en lugar del circuito intermedio, pero tienen la desventaja de ocupar más espacio y disminuir la eficiencia del variador.

El inversor o inverter convierte la tensión continua de la etapa intermedia en una tensión de frecuencia y tensión variables. Los IGBT envían pulsos de duración variable y se obtiene una corriente casi senoidal en el motor.

La frecuencia portadora de los IGBT se encuentra entre 2 a 16 Hz. Una portadora con alta frecuencia reduce el ruido acústico del motor pero disminuye el rendimiento del motor y la longitud permisible del cable hacia el motor, Por otra parte, los IGBT's generan mayor calor.

Las señales de control para arranque, parada y variación de velocidad (potenciómetro o señales externas de referencia) estén aisladas galvánicamente para evitar daños en sensores o controles y evitar ruidos en la etapa de control.

II.2.5.2. Control manual de velocidad. La velocidad puede ser establecida o modificada manualmente (display de operador). Posibilidad de variación en el sentido de giro.

II.2.5.3. Control automático de velocidad. Utilizando realimentación se puede ajustar la velocidad automáticamente. Esta solución es la ideal para su instalación en aplicaciones en las que la velocidad demanda varía de forma continua.

II.2.5.4. Ventajas del variador

El variador de velocidad no solo se utiliza en aplicaciones donde es necesario poder controlar la velocidad del motor, sino que adicionalmente a esto, el variador posee otras ventajas, que lo ponen por encima de un arranque estrella-Triángulo y del Arrancador de estado sólido (Soft Started)

Estas ventajas son:

- Reducción en el consumo de energía eléctrica por efectos de reducción del pico del par de arranque.
- Mejoramiento de la rentabilidad y la productividad de los procesos productivos, debido a la posibilidad de aumentar la capacidad de producción incrementando la velocidad del proceso.
- Protección del Motor por contar internamente con sistemas de protección además de permitirle mayor vida útil al motor por reducción de impactos mecánicos a través de la asignación de rampas de aceleración y desaceleración para eventos de arranque y parada.
- Ahorro en mantenimiento, por no contar con piezas mecánicas que puedan sufrir envejecimiento por desgaste mecánico.
- Posibilidad de realizar lazos de control y de interactuar con el proceso gracias a que actualmente muchos variadores de velocidad cuentan con funciones de control PID, además de activar señales de alarmas en casos de falla del proceso entre otras muchas posibilidades.
- Contar con la posibilidad de funciones de PLC básico, y de frenado dinámico.

II.2.5.5. Desventajas del Variador

La principal desventaja de utilizar un variador, es que este es un generador de armónicos, lo que significa que va a contaminar la red eléctrica.

Esto se soluciona con el uso de filtros eléctricos recomendados por los fabricantes.

II.2.5.6. Aplicaciones de los variadores de frecuencia

Los variadores de frecuencia tienen sus principales aplicaciones en los siguientes tipos de máquinas:

- **Transportadoras.** Controlan y sincronizan la velocidad de producción de acuerdo al tipo de producto que se transporta, para dosificar, para evitar ruidos y golpes en transporte de botellas y envases, para arrancar suavemente y evitar la caída del producto que se transporta, etc.
- **Bombas y ventiladores centrífugos.** Controlan el caudal, uso en sistemas de presión constante y volumen variable. En este caso se obtiene un gran ahorro de energía porque el consumo varía con el cubo de la velocidad, o sea que para que la mitad de la velocidad, el consumo es la octava parte de la nominal.
- **Bombas de desplazamiento positivo.** Control de caudal y dosificación con precisión, controlando la velocidad. Por ejemplo en bombillas de tornillo, bombas de engranajes. Para transporte de pulpa de fruta, pasta, concentrados mineros, aditivos químicos, chocolates, miel, barro, etc.
- **Ascensores y elevadores.** Para arranque y parada suaves manteniendo la cupla del motor constante, y diferentes velocidades para aplicaciones distintas.
- **Extrusoras.** Se obtiene una gran variación de velocidades y control total de la cupla del motor.
- **Centrifugas.** Se consigue un arranque suave evitando picos de corriente y velocidades de resonancia.

- **Pozos petroleros.** Se usan para bombas de extracción con velocidades de acuerdo a las necesidades del pozo.
- **Otras aplicaciones.** Elevadores de cangilones, transportadoras helicoidales, continuas de papel, maquinas herramientas, máquinas para soldadura, pantógrafos, máquinas para vidrios, fulones de curtiembres, secaderos de tabaco, clasificadoras de frutas, conformadoras de cables, trefiladoras de caños, laminadoras, mezcladoras, trefiladoras de perfiles de aluminio, cable, etc; trituradoras de minerales, trapiches de caña de azúcar, balanceadoras, molinos harineros, hornos giratorios de cemento, hornos de industrias alimenticias, puentes grúa, bancos de prueba, secadores industriales, tapadoras de envases, norias para frigoríficos, agitadores, cardadoras, dosificadoras, dispersores, reactores, pailas, lavadoras industriales, ilustradoras, molinos rotativos, pulidoras, fresas, bobinadoras y desbobinadoras, arenadoras, separadores, vibradores, cribas, locomotoras, vehículos eléctricos, escaleras mecánicas, aire acondicionado, portones automáticos, plataformas móviles, tornillos sinfín, válvulas rotativas , calandras, tejedoras, chipeadoras, extractores, posicionadores, etc.

II.2.5.7. Industrias donde se utilizan los variadores

Metalúrgicas: Caños, chapas y laminados, perfiles de hierro, aluminio, cables, tornerías, electrodomésticos, revestimiento de caños, fundiciones, fresadoras, electrodos, etc.

Alimenticias: Panificadoras, galletitas, pastas secas, pastas frescas, chocolates, golosinas, lácteos, azúcar, margarina, frigoríficos, faenas, quesos, grasas animales, molinos harineros, , mantecas, criaderos de pollos, aceiteras, frutícolas, jugueras, aguas minerales, bodegas vitivinícolas, cerveceras, productos balanceados, etc.

Construcción: Edificios, autopistas, cementeras, tejas, azulejos, pisos, ladrillos, bloques, fibrocemento, pretensados, aberturas, sanitarios, membranas asfálticas, aleras, arenas especiales, etc.

Automovilísticas: Montadoras de autos, montadoras de camiones, ómnibus, autopartes, tapizados, plásticos, radiadores, neumáticos, rectificadora de motores, etc.

Otras: Aeronáuticas, tabacaleras,, vidrio, aguas sanitarias, cerealeras, universidades, empresas de ingeniería, minería, acerías, agropecuarias, preparadores de vehículos de competición, etc.

II.3. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

Muchas veces escuchamos en la industria la palabra protocolos de comunicación sin tener claro de que estamos hablando. Con el objeto de familiarizar a los lectores expondremos sus principales características y fundamentos de los más utilizados. En principio un protocolo de comunicación es un conjunto de reglas que permiten la transferencia e intercambio de datos entre los distintos dispositivos que conforman una red. Estos han tenido un proceso de evolución gradual a medida que la tecnología electrónica ha avanzado y muy en especial en lo que se refiere a los microprocesadores. Un importante número de empresas en nuestro país presentan la existencia de islas automatizadas (células de trabajo sin comunicación entre sí), siendo en estos casos las redes y los protocolos de comunicación industrial indispensables para realizar un enlace entre las distintas etapas que conforman el proceso.

En la actualidad los microprocesadores en la industria han posibilitado su integración a redes de comunicación con importantes ventajas, entre las cuales figuran:

- Mayor precisión derivada de la integración de tecnología digital en las mediciones.
- Mayor y mejor disponibilidad de información de los dispositivos de campo.
- Diagnóstico remoto de componentes.

La integración de las mencionadas islas automatizadas suele hacerse dividiendo las tareas en grupos de procesadores jerárquicamente anidados. Esto da lugar a una estructura de redes industriales, las cuales es posible agrupar en tres categorías:

- Buses de campo
- Redes LAN
- Redes LAN- WAN

En esta oportunidad nos referimos a los protocolos de comunicación mas usados en la industria.

Los buses de datos que permite la integración de equipos para la medición y control de variables de proceso, reciben la denominación genérica de buses de campo.

Un bus de campo es un sistema de transmisión de información (datos) que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción.

El objetivo de un bus de campo es sustituir las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y el equipo de control a través del tradicional lazo de corriente de 4-20 mA. o 0 a 10V DC, según corresponda. Generalmente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como PLCs, traductores, actuadores, sensores y equipos de supervisión.

Varios grupos han intentado generar e imponer una norma que permita la integración de aquí por de distintos proveedores. Sin embargo, hasta la fecha no existe un buses de campo universal. Los buses de campo con mayor presencia en el área de control y automatización de procesos son:

- Hart
- Profibus.
- Modbus.
- Industrial Ethernet.

- Device Net.

II.3.1. HART

Es un protocolo para bus de campo soportado por la HART Communication Foundation y la Fieldbus Foundation, Su campo de aplicación básico es la comunicación digital sobre las líneas analógicas clásicas de los sistemas de instrumentación, manteniendo estas en servicio. Sus presentaciones como bus de campo son reducidas.

Utiliza el buz analógico 4-20mA sobre el que transmite una señal digital modulada en frecuencia (Modulación FSK 1200-2200 Hz). Transmite a 1200 bps manteniendo compatibilidad con la aplicación analógica inicial y sobre distancias de hasta 3 Km.

Normalmente funciona en modo maestro- esclavo.

II.3.2. PROFIBUS

Profibus se desarrolló bajo un proyecto financiado por el gobierno alemán. Esta normalizado en Alemania por DIN E 19245 u en Europa por EN 50170. El desarrollo y posterior comercialización ha contado con el apoyo de importantes fabricantes como; ABB, AEG, Siemens, Klóckner-Moeller, Está controlado por la PNO (Profibus User Organisation) y la PTO (Profibus Trade Organizacion).

Existen 3 perfiles:

- Profibus DP (Decentralized Periphery). Orientado a sensores/actuadores enlazados a procesadores (PLCS) o terminales.
- Profibus PA (Process Automation). Para el control de proceso y cumplimiento normas especiales de seguridad para la industria química (IEC 1 / 15 8-2, seguridad intrínseca).
- Profibus FMS (Fieldbus Menssage Specification). Para comunicacion entre celulas de proceso o equipos de automatización.

En PROFIBUS DP se distingue entre: maestro clase 1 (estaciones de monitorización y diagnóstico), maestro clase 2 (elementos centralizadores de información como PLCs, PCs, etc), esclavo (sensores, actuadores).

El transporte en Profibus DP se realiza por medio de tramas según IEC 870-5-1. La comunicación se realiza por medio de datagramas en modo broadcast o multicast. Se utiliza comunicación serie asíncrona por lo que es utilizable una UART genérica.

Las distancias potenciales de bus van de 100 m a 24 Km (con repetidores y fibra óptica). La velocidad de comunicación puede ir de 9600bps a 12 Mbps. Utiliza mensajes de hasta 244 bytes de datos.

Profibus se ha difundido ampliamente en Europa y también tiene un mercado importante en América y Asia. El conjunto Profibus DP* Profibus PA cubre la automatización de plantas de proceso discontinuo y proceso continuo cubriendo normas de seguridad intrínseca.

II.3.3. MODBUS

En su definición inicial Modbus era una especificación de tramas, mensajes y funciones utilizada para la comunicación con los PLCs Modicon. Modbus puede implementarse sobre cualquier línea de comunicación serie y permite la comunicación por medio de tramas binarias o ASCII con un proceso interrogación- respuesta simple. Debido a que fue incluido en los PLCs de la prestigiosa firma Modicon en 1979, ha resultado un estándar de facto para el enlace serie entre dispositivos industriales.

Modbus Plus define un completo bus de campo basado en técnica de paso de testigo. Se utiliza como soporte físico en par trenzado o fibra óptica.

En la actualidad Modbus es soportado por el grupo de automatización Schneider (Telemecanique, Modicom)

II.3.4. INDUSTRIAL ETHERNET

La norma IEEE 802.3 basada en la red Ethernet de Xerox se ha convertido en el método más extendido para interconexión de computadoras personales en redes de procesos de datos. En la actualidad se vive una auténtica revolución en cuanto a su desplazamiento hacia las redes industriales. Es indudable esa penetración. Diversos buses de campo establecidos como profibus, Modbus, etc. han adoptado Ethernet como la red apropiada para los niveles superiores. En todo caso se buscan soluciones a los principales inconvenientes de Ethernet como soporte para comunicaciones industriales.

- El intrínseco indeterminismo de Ethernet se aborda por medio de topologías basadas en conmutadores. En todo caso esas opciones no son gratuitas.
- Se han de aplicar normas especiales para conectores, blindajes, rangos de temperatura, etc. La tarjeta adaptadora de Ethernet empieza a encarecerse cuando se la dota de robustez para un entorno industrial.

Parece difícil que Ethernet tenga futuro a nivel de sensor, aunque puede aplicarse en nodos que engloban conexiones múltiples de entrada – salida.

Como conclusión Ethernet está ocupando un área importante entre las opciones para redes industriales, pero parece aventurado afirmar, como se ha llegado a hacer, que pueda llegar a penetrar en los niveles bajos de la pirámide CIM.

II.3.5. Device Net

Bus basado en CAN. Su capa física y capa de enlace se basan en ISO 11898, y en la especificación de Bosh 2.0 Device Net define una de las más sofisticadas capas de aplicaciones industriales sobre bus CAN.

Device Net fue desarrollado por Allen- Bradley a mediados de los noventa, posteriormente paso a ser una especificación abierta soportada en la ODVA (Open Device Net Vendor Association), cualquier

fabricante puede asociarse a esta organización y obtener especificaciones, homologar productos, etc.

Es posible la conexión de hasta 64 nodos con velocidades de 125 Kbps a 500 Kbps en distancias de 100 a 500m.

Utiliza una definición basada en orientación basada en orientación a objetos para modelar los servicios de comunicación y el comportamiento externo de los nodos. Define mensajes y conexiones para funcionamiento maestro- esclavo, interrogación cíclico, “strobing” o lanzamiento de interrogación general de dispositivo, mensajes espontáneos de cambio de estado, comunicación uno-uno, modelo productor-consumidor, carga y descarga de bloques de datos y ficheros, etc.

Device Net ha conseguido una significativa cuota de mercado. Existen más de 300 productos homologados y se indica que el número de nodos instalados superaba los 300.000 en 1998, Está soportado por numerosos fabricantes: Allen- Bradley, ABB, Danfoss, Crouzet, Bosh, Control Techniques, Festo, Omron,etc.

CAPÍTULO III

III. ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL

III.1. GENERALIDADES

Describir todo el proceso de suministro de agua potable, desde la captación de agua, la construcción de las estructuras civiles, la perforación de los pozos, el análisis físico químico del agua de sub suelo obtenida luego del aforo del pozo, etc.; nos llevaría al uso de demasiadas páginas, lo cual no es el fin de esta tesis, pero a manera de ilustración se puede mencionar: La Municipalidad Distrital de Pomalca, a través del Programa Agua para Todos consiguió financiamiento para construir e implementar dos pozos tubulares, caseta de bombeo y un tanque elevado (Reservorio) con todo el equipamiento necesario desde las electrobombas, toda la línea de impulsión y sus respectivos medios de Arranque y parada manual.

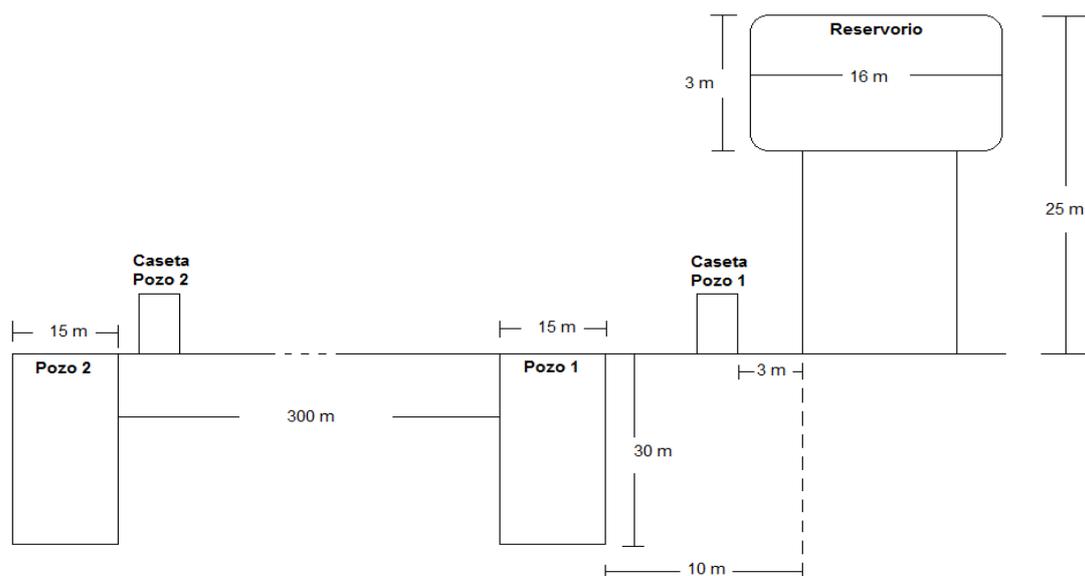


Figura 3.1 Esquema del actual del sistema a controlar.

III.2. ESTADO ACTUAL

El sistema representado en la figura 3.1, se controla de manera manual.

Para esta operación se requiere de 2 personas, una de las cuales tiene la función de accionar las bombas y la otra de avisarle a su compañero cuando el nivel del Reservorio está llegando a su máximo para que se apaguen las bombas.

A esta operación manual se suma los siguientes problemas:

- No hay un sistema adecuado de medición de nivel del tanque elevado que pueda medir el nivel alto para no rebalsar y la medición del nivel bajo para que la población se quede sin abastecimiento de agua o Si la demanda de agua del pueblo aumenta, cabe el riesgo de que el reservorio se quede sin agua fuera del horario del trabajo del personal encargado (Domingos, Feriados, Noche)
- No hay una un control de nivel bajo en los pozos tubulares y las bombas caviten por estar encima del líquido a bombear.

CAPÍTULO IV

IV. DESARROLLO DEL PROYECTO

IV.1. GENERALIDADES

En vista que en la ciudad de Pomalca, se desarrolló el Programa Agua para Todos; el aumento de usuarios, ha llevado a la Municipalidad Distrital de Pomalca quien es el Administrador del servicio a buscar un mejoramiento en el servicio, tanto en horas y caudal de bombeo como también en automatizar el servicio; lo cual es finalidad de ésta tesis. Consiguiendo con esto reducción de costos por personal y energético.

Con el desarrollo de este proyecto se podrá mejorar el servicio en general, pudiendo a corto plazo aumentar la cantidad de usuarios haciendo más eficiente la utilización de las horas de bombeo.

IV.2. ESTRATEGIA DE CONTROL

En nuestro caso, nuestro sistema de control se centra en el nivel del reservorio (Planta), con lo cual el nivel se convierte en nuestra variable de proceso.

Para el llenado del reservorio se cuenta con dos pozos, que activarán sus bombas para poder llevar a la variable del proceso a su valor adecuado, siendo entonces las bombas los actuadores.

El objetivo del sistema de control entonces, es mantener el nivel del reservorio dentro de un límite mínimo y máximo (Set Point).

Para que esto se logre, es necesario tener conocimiento de la variable de proceso, por lo cual se requiere enviar esta variable al controlador, utilizando para ello un sensor.

Por lo tanto, la estrategia de control a utilizar en esta automatización será un control de lazo cerrado con accionamiento ON/OFF, tal como lo representamos en el siguiente gráfico.

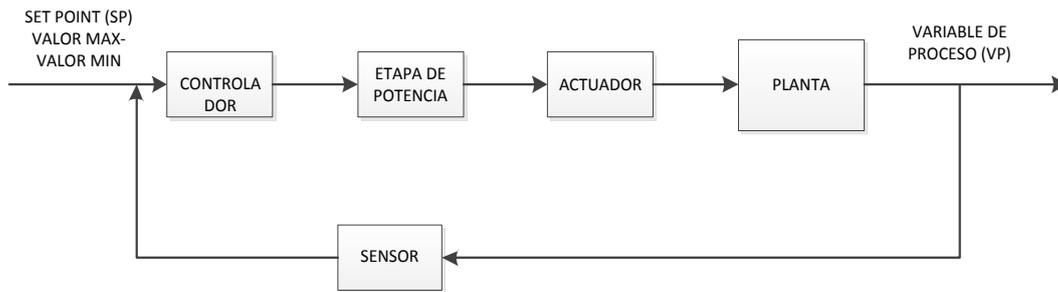


Figura 4.1 Lazo de control

IV.3. SELECCIÓN DE INSTRUMENTACIÓN Y EQUIPOS PRINCIPALES

A continuación realizaremos un análisis del sistema para determinar la instrumentación y equipos a utilizar:

Reservorio, al cual, para poder controlar necesitamos colocar un sensor de nivel ultrasónico que nos proporcione información de esa variable en forma continua (Todo el rango del reservorio).

Pozo 1, Cuenta con una bomba sumergida, la cual es accionada mediante un motor de 25 HP con arranque estrella-triángulo de forma manual. En este caso, como hemos visto en el capítulo 1, el sistema de arranque lo reemplazaremos con un variador de frecuencia debido a sus grandes ventajas; Al variador de frecuencia necesitamos enviarle una señal para el encendido de la bomba, este a su vez nos enviará una señal para saber si la bomba está encendida o si la bomba está en falla.

Como la bomba está sumergida en el pozo a una distancia de 15 mtr desde la superficie, y en el pozo hay posibilidad que el nivel descienda más de esta distancia, se tiene que monitorear si el nivel cae por debajo de la bomba.

Para ello se debe colocar un sistema (Relay de nivel + Electrodo) que nos permita conocer este nivel mínimo de operación.

Pozo 2, El sistema actual es el mismo que el pozo 1, con la diferencia que el motor que acciona la bomba es de 35 HP y este se encuentra a mayor distancia del reservorio (300 Mtr).

El sistema será controlado por un dispositivo lógico programable, el cual, según la descripción anterior manejará las siguientes variables, según el cuadro mostrado a continuación.

VARIABLES A CONTROLAR RESPECTO AL PLC				
Variable en el controlador	Tipo de Señal hacia equipos en proceso	Función	Equipo en Proceso	Ubicación en Proceso
Nivel del Reservorio	1 Señal Analógica (Entrada)	Conocer el nivel del reservorio	Sensor de Nivel	Reservorio
Activación Bomba 01	1 Señal Discreta (Salida)	Accionamiento del motor de la bomba 01.	Variador de velocidad 01.	Pozo 01
Bomba 1 Activada Bomba 1 En Falla	2 Señales Discretas (Entrada)	Conocer estado de la bomba 01	Variador de velocidad 01.	
Nivel del Pozo 01	1 Señal Discreta (Entrada)	Conocer el nivel mínimo del pozo 01	Equipo de detección de nivel	
Activación de la Bomba 02.	1 Señal Discreta (Salida)	Accionamiento del motor de la bomba 02.	Variador de velocidad 02.	Pozo 02
Bomba 2 Activada Bomba 2 en Falla	2 Señales Discretas (Entrada)	Conocer estado de la bomba	Variador de velocidad 02.	
Nivel del Pozo 2 Bajo	1 Señal Discreta (Entrada)	Conocer el nivel mínimo del pozo	Equipo de detección de nivel	

Tabla 4.1 Tabla de variables desde el punto de vista del

Como vemos en la tabla 4.1, para cada pozo se requieren en total 3 entradas y 1 salida discreta, para lo cual se requeriría un mínimo de 6 conductores y considerando que un sistema de control debe ser escalable, en un futuro se puede requerir el manejo de más señales discretas, inclusive el manejo de señales analógicas, por lo cual para este pozo se considerará una comunicación mediante una red de bus de campo.

Para poder realizar la supervisión del proceso y poder interactuar con el mismo, se considera utilizar un panel view (HMI), con lo cual nos permitirá tener una gran posibilidad de controles e indicadores en un espacio reducido.

En el siguiente gráfico se muestra una caracterización de equipos para nuestra solución.

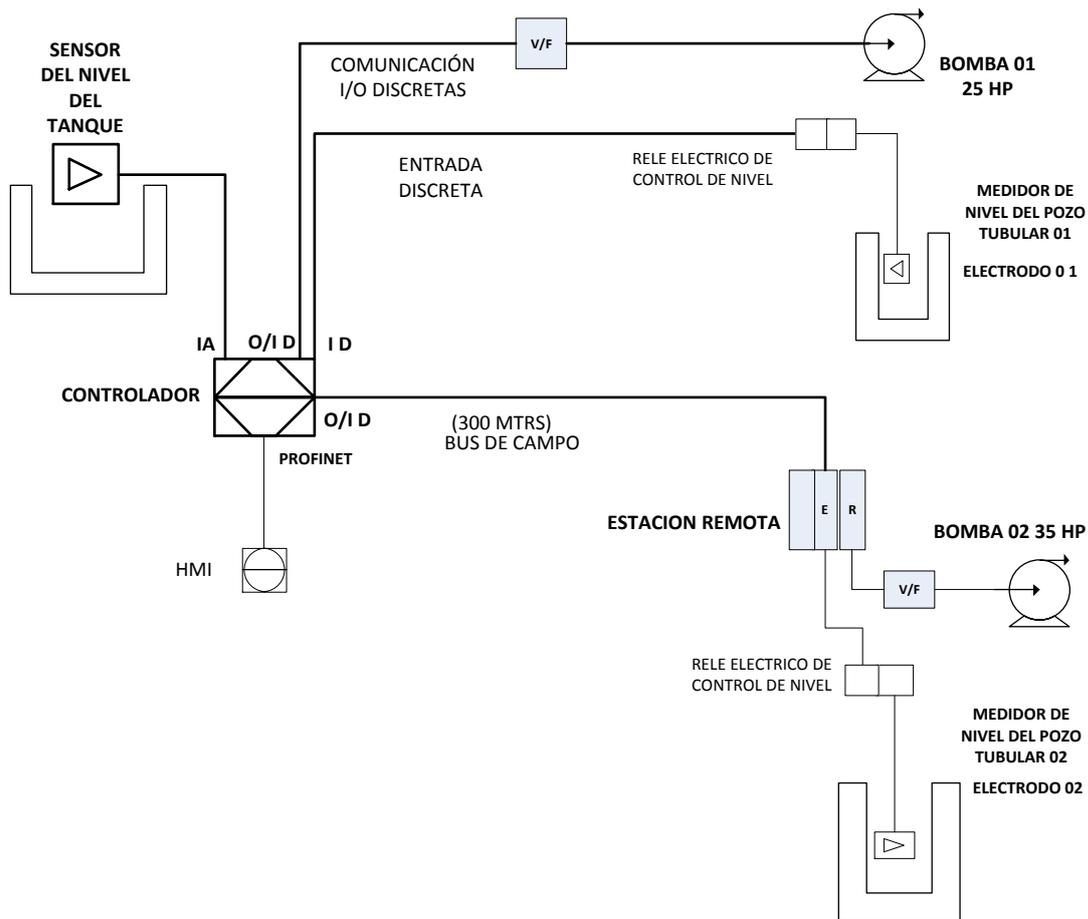


Figura 4.2 Diagrama general de la solución

A continuación se detalla la selección de los sensores y equipos a utilizar

IV.3.1. SELECCIÓN DEL SENSOR DE NIVEL

Para esta aplicación, nos interesa conocer el nivel en forma continua del reservorio, para ello podemos utilizar dos tecnologías de medición: Ultrasónico y Radar.

Para las condiciones del líquido a medir, de las dos tecnologías no justifica el uso de un sensor tipo radar, ya que este principalmente trabaja en ambientes más agresivos, por lo cual se optó por utilizar un tipo ultrasónico.

Respecto a la marca se decidió utilizar la marca Siemens, ya que es una marca reconocida a nivel mundial ofreciendo un producto competitivo tanto en calidad como en precios.

Es importante conocer el líquido a medir así como el recipiente que lo contendrá.

Criterio	Valor
Tipo de Líquido	Agua
Presión	Atmosférica
Temperatura	Ambiente
Tipo de Tanque	Reservorio
Montaje	Superior
Salida	4 - 20 mA

Tabla 4.2. Criterios de Selección

Siemens proporciona la siguiente tabla para la selección de su producto.

Criterios	SITRANS Probe LU	SITRANS LUT400	HydroRanger 200	MultiRanger 100/200	SITRANS LUC500	SITRANS LU
Rango de medida	6 m (20 ft) o 12 m (40 ft)	0,3 ... 60 m (1 ... 196 ft), depende del sensor y de la aplicación	15 m (50 ft), depende del sensor y de la aplicación	15 m (50 ft), depende del sensor y de la aplicación	15 m (50 ft), depende del sensor y de la aplicación	60 m (200 ft), depende del sensor y de la aplicación
Aplicaciones típicas	Tanques de almacenamiento de productos químicos o líquidos, lechos de filtrado	Pozos de bombeo, depósitos, canales/vertederos, almacenaje de productos químicos y líquidos, tanques o tolvas, trituradoras, almacenamiento de productos sólidos secos	Pozos de bombeo, canales/vertederos, control del rastrillo	Pozos de bombeo, canales/vertederos, control del rastrillo, tanques o tolvas, almacenaje de productos químicos o líquidos, trituradoras y almacenamiento de productos sólidos secos	Control de pozos de bombeo o estaciones de bombeo y del caudal en canales abiertos	Almacenamiento de productos químicos, líquidos y sólidos secos (azúcar, harina, cereales, semillas), pellets de plástico
Salida	Versión HART: 4 ... 20 mA/HART Versión PROFIBUS PA: PROFIBUS	4 ... 20 mA/HART 3 relés	6 relés (estándar), dos salidas 4 ... 20 mA (aisladas)	1 relé (opcional en el MultiRanger 100) 3 relés (estándar) 6 relés (opción) Dos salidas 4 ... 20 mA (aisladas)	5 relés, 4 ... 20 mA (opción)	4 relés (LU01, LU02) Hasta 40 relés (LU10) 4 ... 20 mA, aisladas

Tabla 4.3 Guía de selección de equipos.

Según las condiciones de nuestro proceso, el equipo a utilizar será un SITRANS Probe LU

Para la selección del código del equipo utilizaremos la tabla 4.4, también proporcionada por siemens.

El código del equipo es 7LM5221- , seguido de cinco dígitos más que saldrán de las características específicas.

Para nuestro caso el código completo sería: 7LM5221-2BA12-Y5

SITRANS Probe LU

Datos para selección y pedidos	Referencia
SITRANS Probe LU Transmisor ultrasónico con conexión a 2 hilos para medición de nivel, volumen y caudal de productos líquidos en canales abiertos y tanques de almacenamiento o de proceso.	7ML5221-
Carcasa/Entrada de cables Plástico (PBT), 1 x M20x1.5 ó 1 x ½" NPT (suministrado sin pasacables)	0
Plástico (PBT), 2 x M20x1.5 (suministrado con 1 pasacables de uso general: 7ML1930-1AM)	1
Plástico (PBT), 2 x ½" NPT (suministrado sin prensaestopas)	2
Rango/Material sensor 6 m (20 ft), ETFE 6 m (20 ft), copolímero PVDF 12 m (40 ft), ETFE 12 m (40 ft), copolímero PVDF	A B C D
Conexión al proceso 2" NPT [(cono), ANSI/ASME B1.20.1] R 2" [(BSPT), EN 10226] G 2" [(BSPP), EN ISO 228-1]	A B C
Comunicaciones/Salida 4 ... 20 mA, HART PROFIBUS PA	1 2
Aprobaciones Uso general, FM, CSA, CE, C-TICK, KCC FM, Clase I, Div. 2 ¹⁾ Intrínsecamente seguro, CSA/FM Clase I, Div. 1, Grupos A, B, C, D; Clase II, Div. 1, Grupos E, F, G; Clase III ²⁾ Intrínsecamente seguro, ATEX II 1 G EEx ia IIC T4, INMETRO, CE, C-TICK, KCC ²⁾ Intrínsecamente seguro, ATEX II 1 G EEx ia IIC T4, ANZEx, IECEX, INMETRO, CE, C-TICK, KCC ³⁾ Intrínsecamente seguro, CSA/FM Clase I, Div. 1, Grupos A, B, C, D; Clase II, Div. 1, Grupos E, F, G; Clase III T4 ³⁾	1 4 5 6 7 8

Tabla 4.4. Selección del código del sensor

A continuación se representan los bornes para la conexión del sensor.

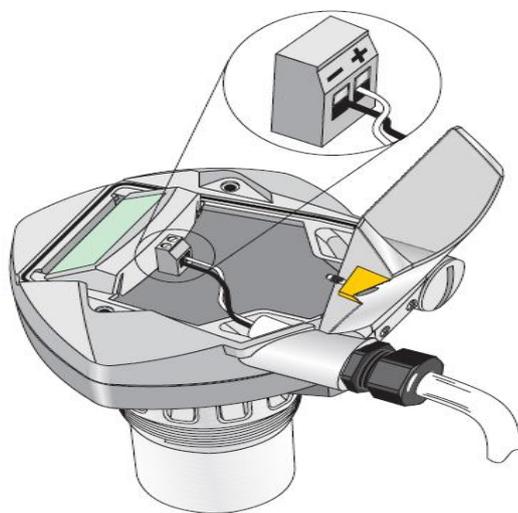


Figura 4.3 Bornes de conexión del equipo.

A continuación se muestra la instalación del sensor con el PLC

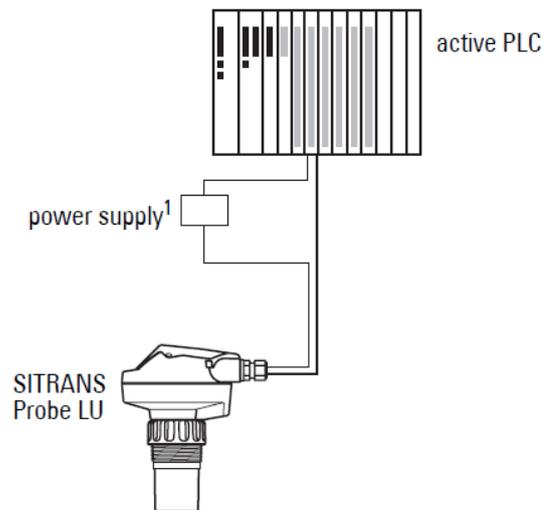


Figura 4.4 Conexión del Sitrans con el PLC

Adicionalmente para la configuración y calibración del instrumento es necesaria la adquisición de un Modem HART/USB (para PC con SIMATIC PDM), con código 7MF4997-1DB

IV.3.2. SELECCIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA

El variador de frecuencia seleccionado para el proyecto es de la marca GRUNDFOS, en el modelo CUE, éste modelo ha sido seleccionado exclusivamente por la aplicación en procesos HVAC, con su variante en electrobombas en la cual Grundfos es el líder a nivel mundial.



Fig. 4.5 Variador de velocidad CUE GRUNDFOS

CUE es una gama completa de convertidores de frecuencia externa diseñados para el control de una amplia gama de bombas Grundfos. CUE

tiene un controlador incorporado PI y ofrece la misma funcionalidad e interfaz usuario que bombas E Grundfos.

Las soluciones CUE por tanto, pueden considerarse como una extensión de la gama de bombas –E.

Eligiendo una solución CUE, obtendrá los siguientes beneficios:

- Funcionalidad de la bomba E Grundfos e interfaz de usuario.
- Aplicación y familia bombas con funciones relacionadas
- Aumento de comodidad comparada con bombas de velocidad fija.
- Instalación muy sencilla y puesta en servicio comparada con convertidores de frecuencia estándar.
- Bombas de control de velocidad hasta 250 kw
- Bombas de control de velocidad instaladas en entornos potencialmente explosivos.

CUE ofrece las siguientes entradas y salidas

- RS-485 GENIbus
- Entrada analógica 0-10 V para punto ajuste externo
- Entrada analógica 0/4-20 m A para sensor
- Cuatro entradas digitales para diversas funciones, por ejemplo arrancada/ parada ext
- Relé de señal doble (C/NO/NC)

Accesorios

- Entrada/Salida incorporado
- Provee entrada adicional:
- Una entrada analógica 0/4-20mA para sensor adicional
- Una salida análoga 0-20mA
- Dos entradas para Pt 100/Pt 1000 sensores de temperatura.

Filtros del motor

- Para reducción de dU/dt y picos de voltaje en el bobinado del motor y reducir ruido en el motor, se ofrecen un número de filtros:

- Filtros dU/dt, 11-250 kW
- Filtros de onda de seno, 0.55-250 kW

Técnico:

- Homologaciones en placa: CE, C-TICK, cULus

Instalación

- Rango de temperaturas ambientes: 0...45°C
- Humedad relativa: 5-95%

Utilizaremos la tabla de selección de la propia marca.

Typical shaft power P2		CUE			filter IP20
[kW]	[HP]	IP20	IP21	IP54	Sine-wave
11	15	96754694	96754723	97669799	96754977
15	20	96754695	96754724	97669799	96754978
18.5	25	96754696	96754725	97669799	96754978
22	30	96754697	96754726	97669799	96755019
30	40	96754698	96754727	97669869	96755021

Tabla 4.5 Tabla de selección de variador 380 vac

Seleccionamos el variador con código 96754697 para el motor de 25 HP y el variador con código 96754698 para el motor de 35 HP (De no encontrarse la potencia exacta, siempre se toma el inmediato superior)

Los variadores elegidos, cumplen con las nomas IEC/EN 61000-3-12. de tal manera que no es necesario colocar filtros para suprimir los armónicos generados.

Para nuestra aplicación no, por el momento no es necesario el control de velocidad del motor, de tal manera, que se dejará el variador seteado a una velocidad predeterminada con la ayuda de un potenciómetro.

IV.3.3. SELECCIÓN DEL RELE DE CONTROL DE NIVEL

Las bombas elegidas van a funcionar adecuadamente, siempre y cuando se garantice que tienen agua para succionar, de no ser así (al quedarse sin líquido que succionar), estas se pueden quemar.

Por lo tanto se requiere conocer el nivel en los pozos tubulares, si ha descendido por debajo de un nivel mínimo de operación.

Para este trabajo se ha considerado utilizar un relé de control de nivel de la marca Telemecanique, el cual trabajará con dos electrodos de nivel en cada pozo tubular.

Como la tensión que se cuenta en el proyecto es de 220 vac, se elegirá el relé en base a la tensión de alimentación y considerando que se necesita contactos temporizados (los cuales nos garantizan que no se accionarán por efectos de perturbaciones), eligiendo el código *RM4LA32M* de la tabla de selección (Tabla 4.6).



Figura 4.6 Relé control de Nivel RM4LA32M Telemecanique

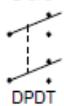
Time Delay	Sensitivity Scale	Width in (mm)	Output Relay	Voltage 50/60 Hz	Catalog Number	Weight lb (kg)
None	5-100 k Ω	0.87 in (22.5 mm)	 SPDT	24 Vac	RM4LG01B	0.36 lb (0.165 kg)
				110-130 Vac	RM4LG01F	0.36 lb (0.165 kg)
				220-240 Vac	RM4LG01M	0.36 lb (0.165 kg)
				380-415 Vac	RM4LG01Q	0.36 lb (0.165 kg)
Adjustable 0.1-10 s	0.25 -5 k Ω 2.5 -50 k Ω 25 -500 k Ω	0.87 in (22.5 mm)	 DPDT	24-240 Vac or Vdc	RM4LA32MW	0.36 lb (0.165 kg)
				24 Vac	RM4LA32B	0.36 lb (0.165 kg)
				110-130 Vac	RM4LA32F	0.36 lb (0.165 kg)
				220-240 Vac	RM4LA32M	0.36 lb (0.165 kg)
				380-415 Vac	RM4LA32Q	0.36 lb (0.165 kg)

Tabla 4.6 Tabla de relé de control de nivel

La forma de instalación se muestra en la siguiente figura.

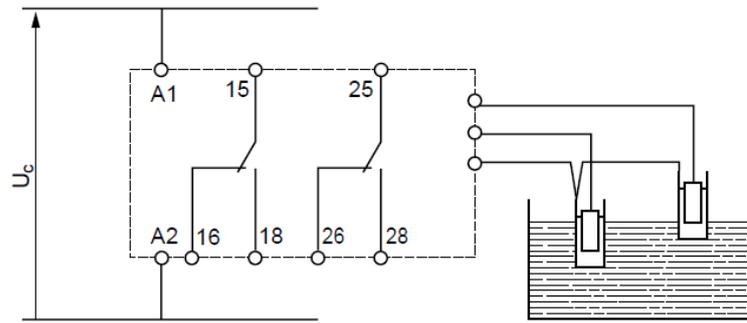


Fig. 4.7 Conexión Relé RM4LA32M

IV.3.4. SELECCIÓN DEL BUS DE CAMPO

En nuestro proceso, existe un pozo tubular que se encuentra a una distancia de 300 mts de donde se encontrará en tablero principal de control, y a la cual, estará llegando y enviando señales discretas.

Si pensamos en que nuestro proceso debe ser escalable, estas señales enviadas al controlador pueden crecer, incluso pasar a necesitar señales analógicas, demandando así crecimiento también en conductores que lleven la señal.

Una forma de optimizar las conexiones, es descentralizar las entradas y salidas.

Para ello, se debe pensar en una comunicación de dispositivos de campo, habiendo en la actualidad diversidad.

De los tantos protocolos de buses de campo, básicamente nos limitamos a comparar y elegir dos de ellos, como son Devicenet (Allen Bradley) y

Característica	Profibus DP	Devicenet
Transmisión	Serial	Serial
Distancia máx	Hasta 9.6 Km	Hasta 500 m
Velocidad para distancia max.	9.6 kbps - 12 Mbps	125 - 500 kbps
Número de Nodos	127	64

Profibus-DP (Siemens)

Tabla 4.7. Comparación de buses de campo

De cuadro anterior, vemos que el estándar Profibus-DP, ofrece mayor ventaja que Devicenet, siendo entonces el protocolo que utilizaremos en nuestro proyecto.

IV.3.5. SELECCIÓN DE CONTROLADOR

Para seleccionar un controlador, se debe tener en cuenta:

1. La complejidad de nuestro proceso, así podremos elegir la gama de nuestro equipo.
2. El número de entradas y salidas que manejará, así como el tipo de las mismas

IV.3.5.1. SELECCIÓN DE PLC

Teniendo en cuenta, que el protocolo de comunicación elegido es Profibus-DP, optamos por elegir un controlador de la marca Siemens y considerando el punto N° 1, utilizaremos la familia S7 1200.

Función	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Dimensiones físicas (mm)	90 x 100 x 75	90 x 100 x 75	110 x 100 x 75
Memoria de usuario <ul style="list-style-type: none"> • Memoria de trabajo • Memoria de carga • Memoria remanente 	<ul style="list-style-type: none"> • 25 KB • 1 MB • 2 KB 	<ul style="list-style-type: none"> • 25 KB • 1 MB • 2 KB 	<ul style="list-style-type: none"> • 50 KB • 2 MB • 2 KB
E/S integradas locales <ul style="list-style-type: none"> • Digital • Analógico 	<ul style="list-style-type: none"> • 6 entradas 4 salidas • 2 entradas 	<ul style="list-style-type: none"> • 8 entradas 6 salidas • 2 entradas 	<ul style="list-style-type: none"> • 14 entradas 10 salidas • 2 entradas
Tamaño de la memoria imagen de proceso <ul style="list-style-type: none"> • Entradas • Salidas 	<ul style="list-style-type: none"> • 1024 bytes • 1024 bytes 	<ul style="list-style-type: none"> • 1024 bytes • 1024 bytes 	<ul style="list-style-type: none"> • 1024 bytes • 1024 bytes
Área de marcas (M)	4096 bytes	4096 bytes	8192 bytes
Ampliación con módulos de señales	Ninguno	2	8

Tabla 4.8. Comparación de diferentes modelos del S7-1200

Para el punto N° dos, necesitamos conocer nuestras entradas y salidas, tomando como punto de referencia la tabla 4.1, el requerimiento mínimo será:

03 Entradas Discretas

01 Salida Discreta

01 Entrada analógica

De la tabla 4.8 se puede apreciar que los tres modelos satisfacen nuestro requerimiento, pero elegiremos el CPU 1214 C tomando como criterio el crecimiento que se puede dar.

Dentro de este modelo elegiremos el CPU 1214C AC/DC/Rly con número de parte 6ES7 214-1BE30-0XB0, el cual tiene una alimentación de 120 a 240vac, sus entradas funcionan con tensión DC y sus salidas son tipo Relé.

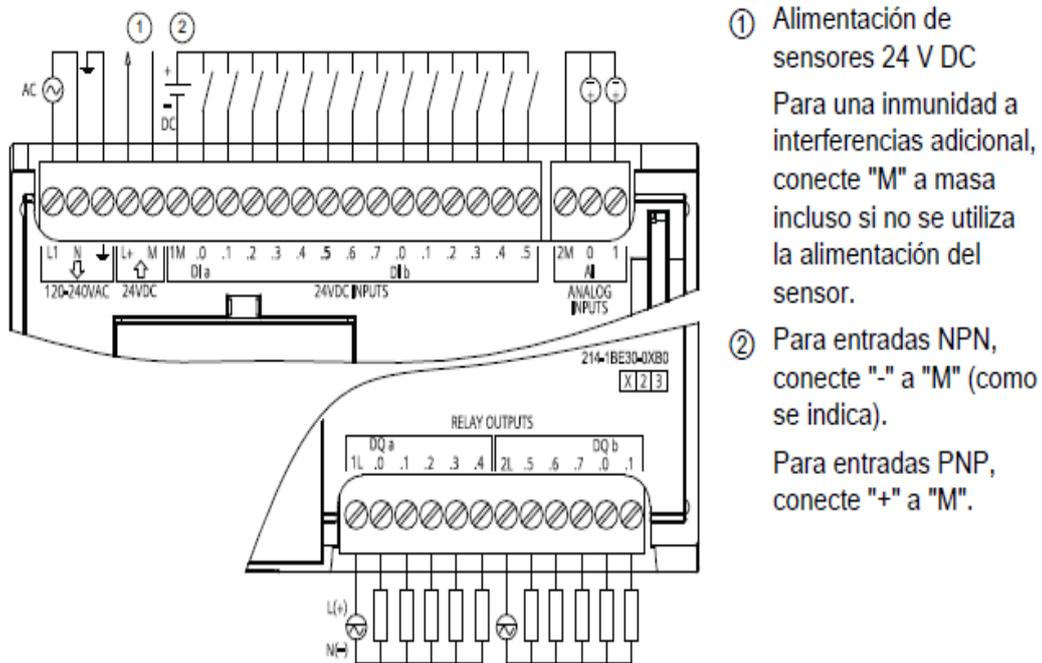


Figura 4.8 Distribución de terminales del S7-1200

La entrada de este PLC es de 0 a 10 V y como nuestro sensor envía una señal de corriente de 4 a 20mA, entonces tendremos que colocar una resistencia de 500 Ω con lo cual el voltaje que llegará a nuestro módulo digital será de 2 a 10 V.

Características adicionales.

Un puerto Profinet.

IV.3.5.2. SELECCIÓN DE MÓDULO DE COMUNICACIÓN

Para nuestro tipo de PLC elegido y considerando que la comunicación será con el protocolo Profibus-DP y este será el

maestro, solo hay un módulo que puede ser elegido, el CM 1243-5 con número de parte 6GK7 243-5DX30-0XE0



Figura 4.9 Módulo de comunicación profibus para el plc

IV.3.6. SELECCIÓN DE ESTACIÓN REMOTA

Para el pozo 2, se requiere una estación remota, optando por la solución que nos brinda la empresa siemens, con su solución de periferia descentralizada ET 200.

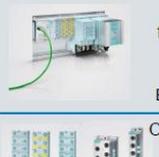
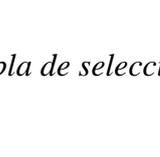
Libertad de elección Adaptación perfecta al tipo de aplicación			
Visión general Productos ET 200 • Armario eléctrico • Sin armario eléctrico Diseño modular Funciones integradas Inteligencia distribuida Seguridad integrada Áreas con peligro de explosión	Soluciones para armario eléctrico (IP20)		Soluciones sin armario eléctrico (IP65/67)
	Compacta y ampliable  ET 200S COMPACT	Multi-funcional  ET 200S	Multi-funcional  ET 200pro
	Bajo coste Compacta  ET 200L	Modular  ET 200M	Compacta  ET 200eco ET 200eco PN
		Intrínsecamente segura  ET 200iSP	Robot  ET 200R

Figura 4.10 Tabla de selección de la base

IV.3.6.1. SELECCIÓN DE BASE

De la figura 4.10, elegimos el modelo ET200S, teniendo en cuenta que la instalación será dentro de un tablero y que se tendrá la opción de un crecimiento a futuro.

Dentro de esta familia elegimos el modelo IM151-Standard 6ES7 151-1AA04-0AB0



Figura 4.11 Módulo Remoto

El módulo de interfaz IM151-1 STANDARD tiene las siguientes características:

- Conecta el ET 200S con PROFIBUS DP a través de la interfaz RS485.
- En SIMATIC S7 (en modo DPV1), los parámetros pueden tener una longitud máxima de 240 bytes por slot.
- El área máxima de direccionamiento es de 244 bytes para entradas y 244 bytes para salidas.
- Funcionamiento como esclavo DPV0 o DPV1
- Con el IM151-1 STANDARD se pueden utilizar como máximo 63 módulos.
- La longitud máxima del bus es de 2 m.
- Rango de temperatura de 0 a 55 °C en posición vertical.
- Admite la opción de configuración futura y el byte de estado para módulos de potencia.
- Actualizar firmware vía PROFIBUS DP con STEP 7
- Datos identificativos (con DS248 ó DS255)
- Comunicación directa (Publisher)

IV.3.6.2. SELECCIÓN DE FUENTE

Esta periferia descentralizada utiliza un módulo de potencia PE-DC 24V con número de parte 6ES7138-4CA01-0AA0



Figura 4.11 Módulo de potencia más bloque terminales

El módulo de potencia tiene las siguientes características:

- El módulo de potencia PM-E DC24V vigila la tensión de alimentación para todos los módulos electrónicos integrados en el grupo de potencial. La tensión de alimentación se suministra a través del módulo de terminales TM-P.
- En el grupo de potencial del módulo de potencia PM-E DC24V se pueden utilizar todos los módulos electrónicos, con la excepción de 2DI AC120V ST, 2DI AC230V ST y 2DO AC24..230V/1A.
- El estado actual del módulo de potencia se almacena en la imagen de proceso de las entradas (PAE) a través del byte de estado. La actualización es independiente de la habilitación del diagnóstico "Falta tensión de carga".
- El módulo de potencia PM-E DC24V es apropiado para módulos de seguridad.
- Rango de temperatura de 0 a 55 °C en posición vertical.

IV.3.6.3. SELECCIÓN DE MÓDULOS DE I/O

Lo último que se requiere es elegir los módulos de entrada y salida.

Según la tabla 4.1, para la caseta ubicada a 300 mt (Pozo 2), se requiere:

1 Salida Discreta

3 Entradas Discretas

Módulo de Entrada

De las opciones de entradas que tenemos para la periferia ET 200S

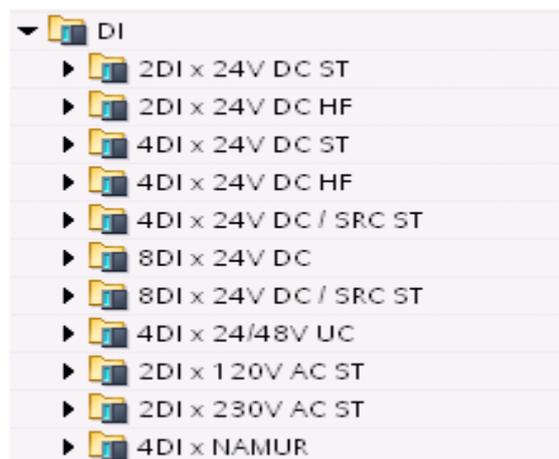


Figura 4.12 Módulos de entrada

Por lo tanto elegimos el módulo 4DI x 24VDC ST con número de parte 6ES7131-4BD01-0AA0).

Módulo de salida

De las opciones que nos ofrece la periferia ST200S respecto a las salidas.



Figura 4.12 Módulos de Salida

De nuestro requerimiento elegimos el módulo 2RO x NO 24/120V DC]/5A, 24/230V AC/5A con número de parte 6ES7132-4HB01-0AB0

IV.3.7. SELECCIÓN DEL HMI

Para el siguiente proyecto se considerará el montaje un HMI para que se pueda interactuar con el proceso.

La forma de conexión del HMI con el PLC puede ser por Profibus-DP o ProfiNet ya que tenemos esta disponibilidad con el PLC.

Si consideramos la velocidad de transmisión, nos inclinaremos por elegir un HMI con comunicación en ProfiNet.

Dentro de las diversas opciones que nos ofrece siemens elegimos el modelo KTP600 con comunicación en Profinet.

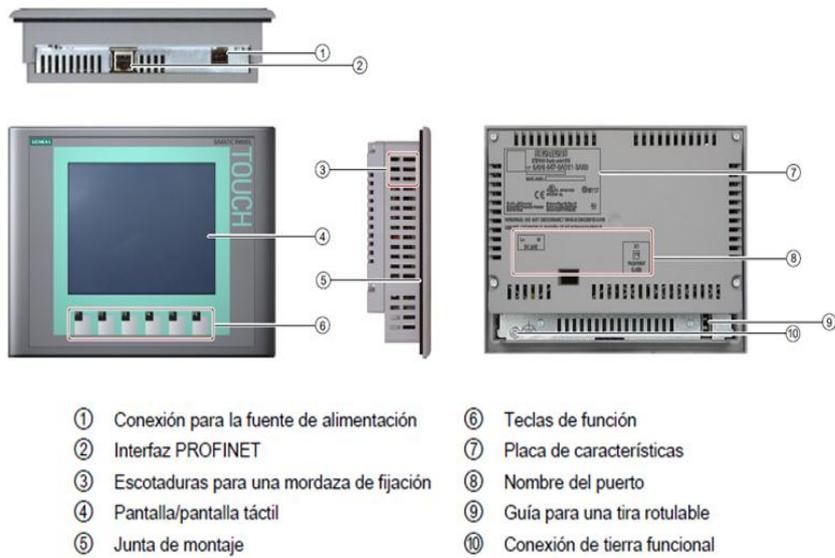


Figura 4.13 HMI KTP600 Color/PN

Croquis acotado del KTP600 Basic mono/color PN

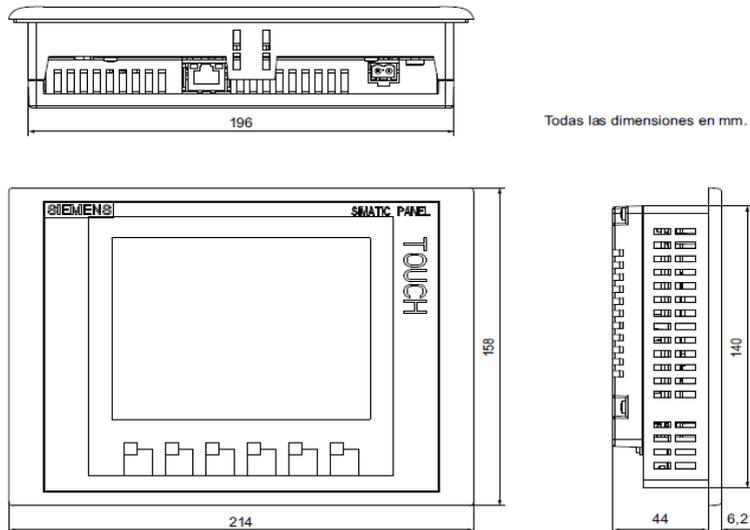


Figura 4.14 HMI KTP600 Color/PN Dimensiones

IV.3.8. SELECCIÓN DE OTROS EQUIPOS

Para poder alimentar a algunos equipos tales como el sensor de nivel, el HMI y la estación remota se requiere de una fuente DC.

Para ello utilizaremos la fuente de alimentación SITOP

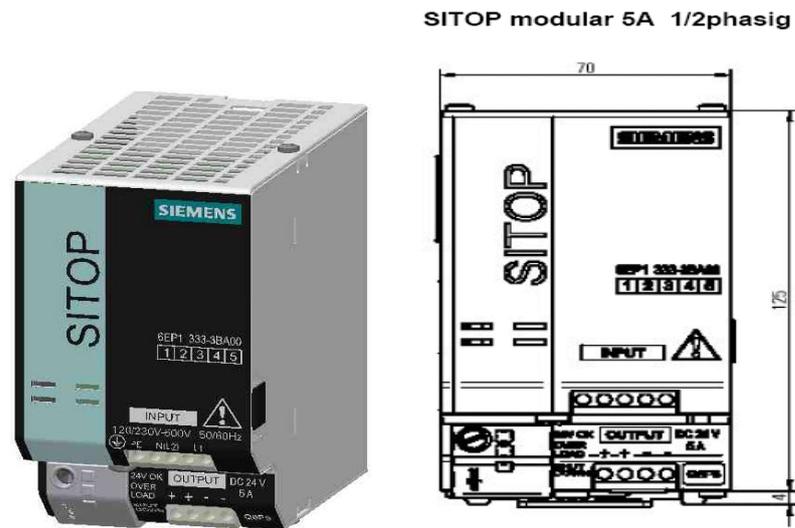


Figura 4.15 Fuente SITOP

A continuación se muestra una tabla con los equipos seleccionados y sus respectivos códigos.

Cantidad	Unidad	Descripción	Cód. Catálogo
1	Pza	Sensor Ultrasónico Sitrans LU Probe	7LM5221-2BA12-Y5
1	Pza	Modem HART/USB (para PC con SIMATIC PDM)	7MF4997-1DB
1	Pza	Variador Grundfos 25 HP 380 vac	96754697
1	Pza	Variador Grundfos 40 HP 380 vac	96754698
2	Pza	Relé control de Nivel	RM4LA32M
2	Pza	Electrodo para Relé de control de Nivel	LA9RM201
1	Pza	S7-1200 CPU1214C AC/DC/Rly	6ES7 214-1BE30-0XB0
1	Pza	Modulo com. Profibus DP Maestro CM1243-5	6GK7 243-5DX30-0XE0
1	Pza	Módulo de potencia PM-E DC24V	6ES7138-4CA01-0AA0
1	Pza	Módulo electrónico digital 4DI DC24V ST	6ES7131-4BD01-

			0AA0
1	Pza	Módulo electrónico digital 2RO NO DC24..120V/5A AC24..230V/5A	6ES7132-4HB01- 0AB0
1	Pza	HMI KTP 600 Color /PN	6AV6647-0AC11- 3AX0
2	Pza	Fuente SITOP Modular 5A	6EP1 333-3BA00

Tabla 4.9. Comparación de diferentes modelos del S7-1200

CAPÍTULO V

V. RESULTADOS DEL PROYECTO

V.1. COSTOS DEL PROYECTO

En este capítulo V.1 contempla los costos del proyecto, y costos de Producción. Finalmente el elemento decisivo en la toma de decisiones de carácter económico lo constituye la estimación de costos, dentro del cual se detallan costos de equipos, instrumentos, hardware y software que son componentes importantes dentro de la estimación de costos.

V.1.1. ESTIMACION DE COSTOS

La importancia de la exactitud de las estimaciones es evidente en trabajos que suponen desarrollo, y que están basadas en convenio por contrato de precio fijo. Las estimaciones en cuestiones resultarán afinadas con un error por exceso o por defecto del 10% , y en consecuencia se contempla aplicar un factor de riesgo.

Si una empresa desea implementar el proyecto, se indicará los gastos de Hardware y equipos necesarios, del software del sistema así como de la puesta en marcha, instalación, repuestos, producción de programas, capacitación de personal, construcciones, costos de operación y el factor de riesgo del 10% adicional.

V.1.1.1. Costos Activos Fijos

Estos costos están compuestos por el costo de equipos, materiales y todo aquello que forme parte de la modernización y que constituya un activo o que tenga presencia física como un elemento tangible, como: variadores de velocidad, PLC, materiales (tableros, cables,

borneras, etc.), de elementos accesorios y componentes diversos, así como el costo del software. Costo aproximado 10000\$

V.1.1.2. Costos de Ingeniería

Estos costos están compuestos por las horas empleadas en los siguientes aspectos:

- El desarrollo de ingeniería básica
- Especificaciones de equipos e instrumentos
- Ingeniería de detalle (para Prototipo)
- Programación (para instalación en empresas)

Costo aproximado 5000 \$

V.1.1.3. Costos de Obras

Está compuesto por la instalación y montaje de los tableros, sensores de nivel, conexión al PLC y demás modificaciones necesarias para la adaptación al sistema de bombeo en general.
2000 \$

V.1.1.4. Costos de Puesta en Servicio

Es el costo que se producirá por la instalación del equipo y que involucra el costo de personal necesario para la puesta en servicio del proyecto, así como las pérdidas por la ausencia del servicio durante la instalación de los equipos, como de fuentes de alimentación externa que seguirán utilizándose o cuando se estén realizando las pruebas 1000 \$.

V.1.1.5. Costos de Operación

Aquí se encuentran comprendidos los costos de operación del sistema, comprendido en esto: personal, energía y materiales; así

mismo se encuentra comprendida la manutención de instrumentos y equipos para lo cual se considera al personal, repuestos y materiales a ser utilizados en el mantenimiento; por último se considera también la asistencia técnica externa en el caso de requerir personal especializado de las empresas representantes de los equipos y software utilizados. En este aspecto vale mencionar que se espera una reducción de costos de operación ya que se superarán una serie de inconvenientes que afectan la producción y que los equipos a utilizarse van a lograr la finalidad del proyecto.

1000 \$

V.1.1.6. Costos de Capacitación de Personal

Este último rubro comprende los gastos en cursos, seminarios de entrenamiento al personal de mantenimiento que operará las casetas de bombeo. 500\$

V.1.1.7. Riesgos Del Proyecto

Según las estimaciones siempre tendremos como producto un error por exceso o por defecto del 10% , y en consecuencia se contempla aplicar un factor de riesgo del monto total acumulado.

ESTIMACION DE COSTOS	MONEDA EN (\$)
COSTOS DE ACTIVOS FIJOS	10000
COSTOS DE INGENIERIA	5000
COSTOS EN OBRAS	2000
COSTOS DE PUESTA EN SERVICIO	1000
COSTO DE OPERACIONY MANTENIEMIENTO	1000
COSTO DE CAPACITACION AL PERSONAL	500
SUBTOTALTOTAL	19500
RIESGOS 10%	1950
TOTAL	21450

Tabla 5.1 Resumen de costos.

V.2. CONCLUSIONES

- Se logró diseñar un control automático del Sistema de Bombeo para el llenado de un Tanque Elevado haciendo uso de un PLC, un visualizador HMI, Un sensor de nivel Ultrasónico, Dos medidores de nivel dos electrodos dos variadores de frecuencia y otros equipos complementarios.
- Se realizó la determinación y selección de los equipos compatibles con los equipos de bombeo instalados para determinar el Proyecto.
- Se aplicaron los conocimientos y técnicas para la solución de problemas relacionados al control automático aplicados a Sistemas de Bombeo.
- Se realizó el planteamiento teórico para el desarrollo del proyecto.
- En el análisis de costos se pone de manifiesto que es un proyecto de fácil recuperación de la inversión.
- Finalmente se determina que el proyecto presentado es un proyecto fiable y de rápida recuperación de inversión, cumpliendo con el requerimiento pedido por la Municipalidad Distrital de Pomalca.

V.3. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implementación del Proyecto, dado que se ha demostrado su fiabilidad y viabilidad económica.
- Se recomienda la capacitación constante del personal operativo para dar solución ante eventualidades surgidas en el servicio.
- Se recomienda tener un plan de mantenimiento, haciendo énfasis en el mantenimiento autónomo.
- Se recomienda realizar mejoras a corto plazo como un monitoreo a través de algún software Scada y poder tener un mejor control del servicio.

V.4. BIBLIOGRAFÍA

- Mc Graw Hill, “Diccionario Mc Graw Hill de ingeniería Eléctrica y Electrónica”, Ed. 2, México, editorial Interamericana de México, 1991.
- Carlos Smith, Armando Carpio, “Control Automático de Procesos”, Ed. 1, México, editorial Limusa, 1970, 701 Pág.
- Ogatha Katsuhiko, “Ingeniería de control Modera”, Ed.1, Editorial Continental, México, 1987.
- PIEDRAFITA MORENO, Ramón; Ingeniería de la Automatización Industrial, Segunda Edición , México, 2004
- CREUS SOLE, Antonio; Instrumentación Industrial, Edición 2006, España.
- Direcciones de Internet:
- WWW.grundfos.com.ar
- WWW.Siemens.com

ANEXOS

A. SNIP

B. MANUALES DE EQUIPOS Y/O HOJAS TÉCNICAS

C. PLANOS

A. SNIP

IDENTIFICACIÓN

Código SNIP del Proyecto de Inversión Pública: 146742

Nombre del Proyecto de Inversión Pública: AMPLIACION Y MEJORAMIENTO INTEGRAL DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA LOCALIDAD DE POMALCA, DISTRITO DE POMALCA - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

Responsabilidad Funcional del Proyecto de Inversión Pública:

Función	18 SANEAMIENTO
Programa	040 SANEAMIENTO
Subprograma	0088 SANEAMIENTO URBANO
Responsable Funcional (según Anexo SNIP 04)	VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO

Este Proyecto de Inversión Pública NO pertenece a un Programa de Inversión

Este Proyecto de Inversión Pública NO pertenece a un Conglomerado Autorizado

Localización Geográfica del Proyecto de Inversión Pública:

Departamento	Provincia	Distrito	Localidad
LAMBAYEQUE	CHICLAYO	POMALCA	POMALCA

Unidad Formuladora del Proyecto de Inversión Pública:

Sector:	GOBIERNOS LOCALES
Pliego:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POMALCA
Nombre:	UNIDAD FORMULADORA-UF

Persona Responsable de Formular:	ECON. FRANCISCO DURAND TENORIO
Persona Responsable de la Unidad Formuladora:	JORGE TANTALEAN BARCO

Unidad Ejecutora del Proyecto de Inversión Pública:

Sector:	GOBIERNOS LOCALES
Nombre:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POMALCA
Persona Responsable de la Unidad Ejecutora:	SR. LUIS RAMOS GONZALES

ESTUDIOS

Nivel Actual del Estudio del Proyecto de Inversión Pública

Nivel	Fecha	Autor	Costo (Nuevos Soles)	Nivel de Calificación
PERFIL	03/03/2010	ECON. FRANCISCO DURAND TENORIO	8,000	APROBADO
FACTIBILIDAD	08/03/2010	ECON. FRANCISCO DURAND TENORIO	12,000	APROBADO

Nivel de Estudio propuesto por la UF para Declarar Viabilidad: FACTIBILIDAD

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA

Planteamiento del Problema

La población de la localidad de Pomalca se abastece de agua de pozos artesanales, sin tratamiento y en forma muy restringida, las aguas servidas no son tratadas adecuadamente estas son discurridas mediante un dren a tajo abierto hacia el río Reque

En consecuencia, del análisis practicado en el diagnóstico, se desprende el problema central como:

Alta incidencia de enfermedades diarreicas, parasitarias y dérmicas de origen Hídrico

Así mismo, las causas principales que dan origen al problema central son las siguientes:

- Inadecuado abastecimiento de agua no tratada.
- Redes obsoletas y baja cobertura del servicio domiciliario de agua potable.
- Inadecuada disposición de excretas y falta de tratamiento de las aguas servidas.
- Baja cobertura del servicio domiciliario de alcantarillado.
- Inadecuados hábitos y prácticas de higiene.
- Inexistencia de educación sanitaria

Los principales efectos que se derivan del problema central son:

- Incremento de la malnutrición.
- Incremento de la morbilidad.
- Incremento de los gastos de atención de salud de la población.

Beneficiarios Directos

Número de los Beneficiarios Directos 18,423 (Nº de personas)

Característica de los Beneficiarios

Los Beneficiarios directos son los pobladores del área urbana del distrito de Pomalca en condiciones de calidad, cantidad y continuidad, los pobladores se dedican a las actividades de La Agroindustria, donde la industria del azúcar es la actividad prevalente del distrito siendo el 95% de las tierras de propiedad de la Empresa Agroindustrial de Pomalca, La Ganadería es una actividad suplementaria, y de carácter extensivo que se desarrolla aprovechando la faena del corte de caña, criándose ganado vacuno, cabrío y ovino.

En el aspecto educativo, Pomalca cuenta con 19 centros educativos, tanto públicos como privados y en los tres niveles educacionales: Inicial, Primaria y Secundaria, tres centros nacionales de inicial (CEI), siete centros nacionales de educación primaria, tres centros nacionales de nivel secundaria, dos centros privados de nivel inicial, dos centros privados de nivel primario, dos centros privados de nivel secundario, de la población escolar el 91% del alumnado estudian en Pomalca, el resto lo hace en la ciudad de Chiclayo, el número de los alumnos sobrepasan los 5,000 alumnos de los cuales el 47% son varones y el 53% son mujeres, de otro lado el 61% de alumnos corresponden al nivel primario, lo que muestra que la mayor población infantil se ubica entre los 6 y 12 años.

En el sector transportes, el servicio en el distrito es básicamente a través de unidades de vehículos menores (Mototaxis) de alto riesgo, sobre todo por ser un parque automotor de segundo uso, también existen unidades como taxis y combis, que son utilizados preferentemente para el traslado fuera de la ciudad, el costo es variable, las vías como avenida y calles se encuentran en pésimo estado, por la falta de una correcta señalización, sin pavimento entre otros,

En cuanto a los servicios básicos estos son dados en forma muy restringida y en pésimas condiciones, excepto el servicio eléctrico que viene siendo suministrado por la Empresa Electronorte S.A., asimismo, Pomalca ostenta una rica geografía y un potencial atractivo turístico por la existencia de grandes complejos arqueológicos en la zona como son en Collud, Ventarrón y Zarpan, lo que hace su posible integración al circuito turístico regional.

Objetivo del Proyecto de Inversión Pública

El Objetivo central del Proyecto está orientado a: la Disminución de la incidencia de enfermedades diarreicas, parasitarias y dérmicas de origen Hídrico

Así mismo, los fines y objetivos específicos son las siguientes:

- Disminución de la morbilidad.
- Coadyuvar a la disminución de la desnutrición.
- Disminuir los gastos en atenciones de salud de la población.

Las estrategias o medios planteados son:

- Adecuado abasteciendo de agua potable.
- Mejoramiento de las redes e incremento de la cobertura del servicio de agua potable domiciliario.
- Adecuada disposición de excretas y tratamiento de las aguas servidas.
- Incremento de la cobertura del servicio de alcantarillado domiciliario.
- Adecuados hábitos y prácticas de higiene.
- Capacitación en educación sanitaria

Análisis de la demanda y oferta

Tramo	Longitud	IMD	Costo por tramo
-------	----------	-----	-----------------

ALTERNATIVAS DEL PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA

(Las tres mejores alternativas)

Descripciones:

(La primera alternativa es la recomendada)

Alternativa 1 (Recomendada)	<p>Abastecimiento de Agua Potable de aguas subterráneas a través de la repotenciación de un pozo tubular existente (Pozos Camal) con conexiones domiciliarias en la localidad de Pomalca, cuyas obras a ejecutarse son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Repotenciación de un pozo tubular profundo existente. • Perforación de dos pozos tubulares de $\varnothing 15$, Prof. 30m, ubicados en el sector 20 de Enero en la cota 41.00 msnm, y otra en el sector 26 a una cota de 44.00 msnm. • Construcción de un Reservorio Elevado de concreto armado con una capacidad de 1000m³, ubicado en el sector 20 de Enero en la cota 41.00msnm. • Construcción de 02 casetas de bombeo ubicadas en el sector 20 de Enero en la cota 41.00 msnm, y otra en el sector 26 a una cota de 44.00 msnm. • dos equipos de bombeo. • Redes de Distribución de agua potable en una longitud de 28,664.00 ml, con tubería de PVC - UF. • Instalación de 3,597 conexiones domiciliarias. • Instalación de Redes Colectoras de Alcantarillado. • Instalación de 3,597 conexiones domiciliarias de Alcantarillado. • Laguna de Estabilización, en un área de 4.45 hás. • Estudio de Evaluación Arqueológica • Mitigación de Impacto ambiental. • Capacitación y Educación Sanitaria.
Alternativa 2	Abastecimiento desde la Planta de tratamiento de EPSEL S.A. con trazo de una Línea de Conducción e instalación de los sistemas de agua potable y alcantarillado

	<p>con conexiones domiciliarias en la localidad de Pomalca, cuyas obras a ejecutarse son las siguientes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Una línea de conducción de ø355mm de PVC, en una longitud de 4.2 km. • Una Cisterna de concreto armado, con una capacidad de 2000m3. • Una Caseta de Bombeo ubicado en el sector 20 de Enero en la cota 41.00msnm. • Equipo de bombeo. • Una Línea de Impulsión en una longitud de 0.900 km. • Dos Tanques Elevados de concreto armado con una capacidad de 600m3 cada una, uno ubicado en el sector 20 de Enero en la cota 41.00msnm, otra en el sector 26 en una cota de 44.00 msnm, y un tercer tanque, de propiedad de la Empresa a ser transferida a la municipalidad ubicado en el sector 13 (camal). • Redes de distribución de agua potable con tubería de PVC UF. • Conexiones Domiciliarias. • Instalación de Redes Colectoras de Alcantarillado. • Instalación de 3,597 conexiones domiciliarias de Alcantarillado. • Laguna de Estabilización, en un área de 4.45 hás. • Estudio de Evaluación Arqueológica • Mitigación de Impacto ambiental. • Capacitación y Educación Sanitaria.
Alternativa 3	NO EXISTE

Indicadores

		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Monto de la Inversión Total (Nuevos Soles)	A Precio de Mercado	26,076,248	27,786,714	0
	A Precio Social	21,509,549	23,145,572	0
Costo Beneficio (A Precio Social)	Valor Actual Neto (Nuevos Soles)	2,025,611	2,225,539	0
	Tasa Interna Retorno (%)	14.62	11.37	0.00
Costos / Efectividad	Ratio C/E	760.62	760.62	0.00
	Unidad de medida del ratio C/E (Ejms Beneficiario, alumno atendido, etc.)	18,423 Beneficiarios	18,423 Beneficiarios	0

Análisis de Sostenibilidad de la Alternativa Recomendada

Sostenibilidad Técnica y Administrativa; En este aspecto la Municipalidad tiene la tarea de gestionar y brindar un adecuado servicio de agua y saneamiento a la población de Pomalca, debiendo mejorarse los procedimientos y sistemas de gestión, así como los técnicos y operativos.

La entidad a cargo de la administración de los servicios es la municipalidad, por lo que deberá mejorar los procedimientos técnicos y administrativos, adiestrando y capacitando al personal que se hará cargo de la operación y mantenimiento del sistema propuesto, además se deberá dotar de equipos, materiales, insumos, herramientas, de acuerdo a lo previsto en el proyecto, para realizar adecuadamente la operación y mantenimiento de las instalaciones. La encargada de la operación y mantenimiento del sistema será la municipalidad.

Sostenibilidad Económica y Financiera: El financiamiento de las inversiones requeridas para el proyecto aún no está garantizado, por su parte la municipalidad ha planteado la necesidad ante el Ministerio de Vivienda y Construcción mediante el Programa Agua para Todos para ser considerado como prioritario dada la urgente necesidad de la población que por muchos años viene anhelando. La sostenibilidad financiera por su parte descansa en la optimización de los recursos tanto operativos, como administrativos y la aplicación de un adecuado manejo de personal, logística,

Sostenibilidad Social: Según los objetivos y metas descritos en el proyecto, así como los índices de Costos/Efectividad determinados, el proyecto es económicamente y socialmente rentable.

GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES EN EL PIP (EN LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN RECOMENDADA)

Peligros identificados en el área del PIP

PELIGRO	NIVEL
---------	-------

Medidas de reducción de riesgos de desastres

Costos de inversión asociado a las medidas de reducción de riesgos de desastres

COMPONENTES DEL PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA (En la Alternativa Recomendada)

Cronograma de Inversión según Componentes:

COMPONENTES	Meses(Nuevos Soles)												Total por componente
	Marzo 2010	Abril 2010	Mayo 2010	Junio 2010	Julio 2010	Agosto 2010	Setiembre 2010	Octubre 2010	Noviembre 2010	Diciembre 2010	Enero 2011	Febrero 2011	
Perforación y Repotenciación de	0	0	434,881	652,322	0	0	0	0	0	0	0	0	1,087,203

Pozos Tubulares y casetas													
Construcción de Línea de Impulsión de agua potable	0	0	0	77,222	0	0	0	0	0	0	0	0	77,222
Construcción de Reservorio Elevado de 1000 m3	0	0	0	0	2,039,254	0	0	0	0	0	0	0	2,039,254
Redes Distribución Tubería PVC-UF-NTP-ISO 4422	0	0	0	0	0	1,464,135	1,464,134	0	0	0	0	0	2,928,269
Instalación de Conexiones Domiciliarias de agua potable	0	0	0	0	0	0	0	1,653,254	0	0	0	0	1,653,254
Construcción de Cámara de bombeo y línea de impulsión	0	0	0	0	0	0	0	0	288,182	0	0	0	288,182
Redes Distribución Tubería PVC-UF-NTP-ISO-4435	0	0	0	0	0	0	0	0	2,819,138	2,819,139	0	0	5,638,277
Construcción de Buzones de concreto	0	0	0	0	0	0	0	0	746,515	746,515	0	0	1,493,030
Instalación de conexiones	0	0	0	0	0	0	0	0	705,724	1,646,689	0	0	2,352,413

domicilia s de alcantarilla do														
Construcción de Planta de Tratamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,381,604	1,381,604	2,763,208	
Mitigación del Impacto Ambiental	0	0	126,140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126,140	
Estudio de Evaluación Arqueológica	0	41,650	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41,650	
Capacitación en Educación Sanitaria	0	0	11,900	0	0	0	11,900	0	0	11,900	0	0	35,700	
Gastos Generales	20,523	20,524	61,571	61,571	205,238	143,667	143,667	164,190	431,000	513,095	143,667	143,667	2,052,380	
Utilidad	17,445	17,445	52,336	52,335	174,452	122,117	122,117	139,561	366,350	436,131	122,117	122,117	1,744,523	
Elaboración Expediente Técnico	269,754	269,754	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	539,508	
Supervisión	12,160	12,160	36,481	36,481	121,604	85,122	85,122	97,283	255,367	304,009	85,123	85,123	1,216,035	
Total por periodo	319,882	361,533	723,309	879,931	2,540,548	1,815,041	1,826,940	2,054,288	5,612,276	6,477,478	1,732,511	1,732,511	26,076,248	

Cronograma de Componentes Físicos:

COMPONENTES	Unidad de Medida	Meses												Total por componente
		Marzo 2010	Abril 2010	Mayo 2010	Junio 2010	Julio 2010	Ago 2010	Setiembre 2010	Octubre 2010	Noviembre 2010	Diciembre 2010	Enero 2011	Febrero 2011	
Perforación y Repotenciación	glb	0	0	40	60	0	0	0	0	0	0	0	0	100

ón de Pozos Tubulares y casetas														
Construcción de Línea de Impulsión de agua potable	glb	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	100
Construcción de Reservorio Elevado de 1000 m3	glb	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	100
Redes Distribución Tubería PVC-UF-NTP-ISO 4422	glb	0	0	0	0	0	50	50	0	0	0	0	0	100
Instalación de Conexiones Domiciliarias de agua potable	glb	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	100
Construcción de Cámara de bombeo y línea de impulsión	glb	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	100
Redes Distribución Tubería PVC-UF-NTP-ISO-4435	glb	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	0	0	100
Construcción de Buzones de concreto	glb	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	0	0	100
Instalación de conexiones domiciliarias de alcantarillado	glb	0	0	0	0	0	0	0	0	30	70	0	0	100

o															
Construcción de Planta de Tratamiento	glb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	100	
Mitigación del Impacto Ambiental	glb	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	
Estudio de Evaluación Arqueológica	glb	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	
Capacitación en Educación Sanitaria	glb	0	0	33	0	0	0	33	0	0	34	0	0	100	
Gastos Generales	glb	1	1	3	3	10	7	7	8	21	25	7	7	100	
Utilidad	glb	1	1	3	3	10	7	7	8	21	25	7	7	100	
Elaboración Expediente Técnico	glb	50	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	
Supervisión	glb	1	1	3	3	10	7	7	8	21	25	7	7	100	

Operación y Mantenimiento:

COSTOS		Años (Nuevos Soles)										
		Marzo Diciembre 2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Sin PI P	Operación	67,327	67,327	67,327	67,327	67,327	67,327	67,327	67,327	67,327	67,327	
	Mantenimiento	33,161	33,161	33,161	33,161	33,161	33,161	33,161	33,161	33,161	33,161	
Con PI P	Operación	76,655	77,736	79,128	80,394	81,680	85,439	86,439	88,194	89,606	91,039	
	Mantenimiento	155,633	158,123	160,653	163,224	165,835	173,466	176,242	179,061	181,926	184,837	

Inversiones por reposición:

	Años (Nuevos Soles)										Total por componente
	Marzo Diciembre 2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Inversiones por reposición	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente de Financiamiento (Dato Referencial): DONACIONES Y TRANSFERENCIAS

ASPECTOS COMPLEMENTARIOS SOBRE LA VIABILIDAD DEL PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA

Viabilidad Técnica:

LA VIAIBILIDAD TÉCNICA DESCANSA EN LA MEJORA DE LA CAPACIDAD DE GESTIÓN DE LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN FUNDAMENTALMENTE, CUYO FIN ES DE ELEVAR LA CALIDAD DE LOS SERVICIOS DE SUMINISTRO Y LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDORES, QUE IMPLICA INCREMENTAR LA COBERTURA Y REDUCIR LOS PORCENTAJES DE PÉRDIDAS.

Viabilidad Ambiental:

EL PROYECTO, EN EL COMPONENTE DE AGUA POTABLE EVITARÁ ALMACENAMIENTOS, PRESENCIA DE VECTORES QUE PRODUCEN ENFERMEDADES COMO LA MALARIA, ENTRE OTROS. EN EL COMPONENTE DE ALCANTARILLADO EVITARÁ LA CONTAMINACIÓN DE CUERPOS RECEPTORES DE AGUA, PRESENCIA DE MALOS OLORES Y EL ADECUADO USO DE AGUA RESIDUALES.

Viabilidad Sociocultural:

LA VIABILIDAD SOCIOCULTURAL, SE PODRÁ APRECIAR EN EL MEJORAMIENTO Y LA AMPLIACIÓN DE LA COBERTURA DE LOS SERVICIO Y DE LA CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN, INCIDIENDO EN LA SALUD DE LOS POBLADORES DE LA LOCALIDAD. ASIMISMO, SE MODIFICARÁ FAVORABLEMENTE LOS ÍNDICES DE CONSUMO, PAGO Y COSTUMBRES DE LOS USUARIOS ACTUALES Y FUTUROS.

Viabilidad Institucional:

EL PROYECTO SE ENMARCA DENTRO DE LOS OBJETIVOS DEL PLAN DE DESARROLLO CONCETRTADO DEL DISTRITO Y DE LOS LINEAMIENTOS DE INVERSION DEL GOBIERNO, ACORDE CON SUS COMPETENCIAS Y FUNCIONES

OBSERVACIONES DE LA UNIDAD FORMULADORA

NO tomaron en cuenta las recomendaciones efectuadas al Perfil

EVALUACIONES REALIZADAS SOBRE EL PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA

Fecha de registro de la evaluación	Estudio	Evaluación	Unidad Evaluadora	Notas
05/03/2010 9:27 Hrs.	PERFIL	APROBADO	OPI MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POMALCA	EL EL SIGUIENTE NIVEL DE ESTUDIO REQUERIDO SE DEBE DESAGREGAR LOS COMPONENTES POR PARTIDAS ESPECIFICAS, TENIENDO EN CUENTA QUE NO SE HAN CONSIDERADOS LOS COMPONENTES DEL PROYECTO DE EVALUACION ARQUOLOGICA, DE LA MITIGACION DEL IMPACTO AMBIENTAL Y DE LA CAPACITACION EN EDUCACION SANITARIA.
09/03/2010 15:58 Hrs.	FACTIBILIDAD	APROBADO	OPI MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POMALCA	NO SE HAN REGISTRADO OBSERVACIONES

9 DOCUMENTOS FÍSICOS

9.1 Documentos de la Evaluación

Documento	Fecha	Tipo	Unidad
-----------	-------	------	--------

INFORME N 001-2010- UF-MDP	03/03/2010	SALIDA	UNIDAD FORMULADORA-UF
INFORME N 001-2010- UF-MDP	03/03/2010	ENTRADA	OPI MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POMALCA
INFORME N. 08- 2010/MDP/OPI/EMB	05/03/2010	SALIDA	OPI MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POMALCA
INFORME N. 08- 2010/MDP/OPI/EMB	08/03/2010	ENTRADA	UNIDAD FORMULADORA-UF
INFORME N 002-2010- UF-MDP - JTB	08/03/2010	SALIDA	UNIDAD FORMULADORA-UF
INFORME N 002-2010- UF-MDP - JTB	08/03/2010	ENTRADA	OPI MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POMALCA
INFORME N. 09-2010- MDP/OPI/EMB	09/03/2010	SALIDA	OPI MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POMALCA
INFORME TECNICO N°09-2010- MDP/OPI/ESMB	09/03/2010	SALIDA	OPI MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POMALCA

Documentos Complementarios

Documento	Observación	Fecha	Tipo	Origen
INFORME TECNICO N°.005- 2010-MDP-OPI-EMB	Documento que sustenta el salto.	05/03/2010	ENTRADA	OPI

DATOS DE LA DECLARATORIA DE VIABILIDAD

N° Informe Técnico: INFORME TECNICO N°09-2010-MDP/OPI/ESMB

Especialista que Recomienda la Viabilidad: BACH. ARQ. ERIK MONTALVO BURGA

Jefe de la Entidad Evaluadora que Declara la Viabilidad: BACH. ARQ. ERIK MONTALVO BURGA

Fecha de la Declaración de Viabilidad: 09/03/2010

COMPETENCIAS EN LAS QUE SE ENMARCA EL PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA

La Unidad Formuladora declaró que el presente PIP es de competencia Local y se ejecutará en su circunscripción territorial.

Asignación de la Viabilidad a cargo de **OPI MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE POMALCA**

