



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
“CULHUACAN”**

**AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE
REBOMBEO PARA AGUA POTABLE
“ZAPOTITLA”**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO

PRESENTAN:

**DOMINGUEZ GUALITO ADRIAN
PEREZ CAÑAS PEDRO**

ASESORES:

**ING. EZEQUIEL APOLONIO SANTILLAN LECHUGA
ING. FERNANDO MORALES GARCIA**



MEXICO, D.F.

JUNIO 2008

IPN
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD CULHUACAN

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE: INGENIERO MECANICO

POR LA OPCION DE TITULACION: SEMINARIO "AUTOMATIZACION INDUSTRIAL Y
SUS TECNOLOGIAS" VIGENCIA: FN54762004/06/2007

DEBERA DESARROLLAR: DOMINGUEZ GUALITO ADRIAN

PEREZ CAÑAS PEDRO

NOMBRE DEL TEMA

AUTOMATIZACION DE UN SISTEMA DE REBOMBEO PARA
AGUA POTABLE "ZAPOTITLA"

OBJETIVO

Este proyecto está basado en mejorar el servicio del sistema de Rebombeo denominado "zapotitla", utilizando para ello un PLC marca Allen Bradley, el cual actualmente opera mediante una estación de botones y un operador.

CAPITULADO

- I. MARCO TEORICO
- II. DESCRIPCION DEL PROYECTO
- III. DESARROLLO DEL PROYECTO
- IV. ANALISIS ECONOMICO

Anexos
Bibliografía

México D.F. a 3 de Septiembre de 2008

ASESORES

Coordinador: Ing. Ezequiel A. Santillán
Lechuga

Asesor: Ing. Fernando
Morales García

Ing. Ramón Ávila Anaya
Jefe de la Carrera de Ing. Mecánica

Dedicatoria:

A mis padres y hermanos, que con su apoyo y confianza, los cuales me sirvieron en esta etapa de mi vida.

A mi madre que con sus consejos y su comprensión, me ayudaron a que le pusiera mas empeño a todo lo que hago.

A mi padre que con su confianza y apoyo, me impulso a ser autocritico sobre todo lo que realicé.

A todas las personas que con su apoyo contribuyeron a mi desarrollo personal y profesional.

Adrián Domínguez Gualito

Dedicatoria

Les dedico este trabajo a mi familia, amigos y a toda persona que me apoyo, para la realización de este. Ya que sin su apoyo no hubiera sido posible.

A mis padres. Que con su apoyo incondicional, me apoyaron en esta etapa de mi vida y formación profesional.

A mis amigos, que con su apoyo, amistad me dieron ánimos para terminar esta etapa tan importante en mi vida.

Pedro Pérez Cañas

ÍNDICE

Justificación	
Introducción	1
Capitulo I: MARCO TEÓRICO	2
Fluido y tipos de fluido	3
Instalación hidráulica	5
Sistema de bombeo	6
Bombas hidráulicas	7
Motores eléctricos	11
PLC	16
Capitulo II: DESCRIPCION DEL PROYECTO	21
Condiciones generales, localización geográfica	22
Acceso, colonias.	22
Memoria descriptiva	22
Diagrama unificar	25
Plano	26

CAPITULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO	27
Selección de plc a utilizar	28
Direcciones entradas y salidas	32
Programación	33
Plano eléctrico	37
Mantenimiento del sistema	38
CAPITULO IV: ANALISIS ECONOMICO	39
Análisis económico	40
Amortización	41
Conclusiones	42
Bibliografía	
Anexos	

JUSTIFICACIÓN

En este proyecto esta basado en mejorar el aprovechamiento de un sistema de bombeo para agua potable (carcamo), el cual esta operando por medio de una estación de botones, lo que queremos cambiar por un plc. En el cual se conectara, para que funcione con mejor eficacia y así poder observar más fácil las fallas que se lleguen a presentar. Así poder abastecer alas colonias de Miguel Hidalgo y la Conchita.

Utilizando un plc marca Allen Bradley Micrologyx 1200.

INTRODUCCION

En un entorno de actualidad el control del suministro y abasto en agua potable nos responsabiliza en tener un máximo aprovechamiento de este vital líquido y el tomar un conocimiento total de cual es el destino y utilidad, así como también detectar cuales son las áreas de mayor desperdicio de este mismo.

El suministro de agua potable, así como su tratamiento una vez utilizada para su rehusó y posterior desalojo, son acciones indispensables para el desarrollo de una población; la cobertura de los mismos esta supeditada a la disponibilidad de los recursos hídricos y a la capacidad para su explotación, uso y desalojo en forma racional y sustentable: sin afectar el medio ambiente y garantizando al mismo tiempo el abasto en el corto, mediano y largo plazo.

En el caso del proyecto que a continuación se presenta, que es la automatización de un sistema de bombeo de agua potable (carcamo), se pretende que se aproveche de la mejor manera el suministro del vital liquido, utilizando para ello un plc, con el cual habrá menos fugas y se podrá detectar cualquier falla que se presente en las bombas.

En un sistema hidráulico tan complejo como lo es del Distrito Federal, existe una gran deficiencia en la prestación de servicios como son el de agua potable y drenaje; dentro de los principales problemas se encuentran fugas de agua potable, faltas de suministro de agua, servicio intermitente o tandeos, sobre explotación del acuífero y bajas presiones. Las perspectivas de este proyecto son que a corto y mediano plazo, sea posible mejorar la prestación del servicio de agua potable, en beneficio de la población.

C A P I T U L O I

M A R C O T E O R I C O

MARCO TEORICO

FLUIDO:

Es aquella sustancia que debido a su cohesión intermolecular en la cual, carece de forma propia y adopta la forma del recipiente que la contiene. Se deforma continuamente cuando se le somete a un esfuerzo cortante, sin importar la magnitud de este.

TIPOS DE FLUIDOS

Los fluidos pueden ser de dos clases

1.- Líquidos

2.- gases

Los líquidos a una presión y temperatura en particular ocupan un volumen determinado y si se introducen en un recipiente adoptan la forma del mismo, los líquidos son poco compresibles, pero para cálculos se consideran incompresibles.

Los gases por el contrario, a una presión y temperatura determinada tienen un volumen definido, pero si se pone en libertad se expande hasta ocupar el volumen del recipiente que lo contiene, y si son compresibles.

PESO ESPECÍFICO

El peso específico de una sustancia es el peso por unidad de volumen

$$\gamma = w / v$$

Donde:

W.- peso de la sustancia (Kg. f)

v.- volumen de la sustancia (m³)

El peso específico de una sustancia a la presión atmosférica a 4° C es igual a 1000kg /m.

Densidad: la densidad de una sustancia es igual a la masa por la unidad de volumen.

$$P = m/v \quad (\text{Kg. m}^2 / \text{m}^3 = \text{Kg. Seg}^2 / \text{m}^2 / \text{m}^4 = \text{UTM} / \text{m}^3)$$

Viscosidad: es la resistencia que opone un líquido, cuando tiende a fluir. Expresándose de la siguiente manera.

Tenemos a continuación los 2 tipos de viscosidades:

Viscosidad cinemática: es la relación de la viscosidad absoluta y la densidad.

$$\text{Pie}^2 / \text{seg.} = \text{cm}^2 / \text{seg.} = 1 \text{ stoke}$$

Viscosidad dinámica (absoluta)

$$1 \text{ poise} = \text{Dina. Segundo} / \text{cm}^2 = 1 \text{ gr masa} / \text{cm. seg.}$$

$$\text{Slug} / \text{pie} \cdot \text{seg} = \text{libra. Seg} / \text{pie}^2$$

La viscosidad varía con los cambios de temperatura, disminuyendo conforme va aumentando la temperatura, por tal motivo la viscosidad específica se debe de dar a la temperatura a la cual se determino.

Presión de vapor: es la presión leída en el instante en que se evapora un líquido y este depende de la temperatura y aumenta con ella, ya que esta depende de la actividad molecular, y esta a su vez de la temperatura.

Caudal (Q): es el volumen del fluido por unidad de tiempo que pasa a través de una sección transversal a la corriente y se expresa de la siguiente en:

$$Q = \text{m}^3 / \text{seg.}, \text{ Litros} / \text{seg.}, \text{ galones} / \text{seg. Etc.}$$

El suministro de agua potable, así como su tratamiento una vez utilizada para su rehusó y posterior desalojo, son acciones indispensables para el desarrollo de una población; la cobertura de los mismos esta supeditada a la disponibilidad de los recursos hídricos y a la capacidad para su explotación, uso y desalojo en forma racional y sustentable: sin afectar el medio ambiente y garantizando al mismo tiempo el abasto en corto, mediano y largo plazo.

En el caso de la Ciudad de México, la alta densidad de población ha generado una fuerte demanda de agua, lo que se ha traducido en una grave problemática agudizada por la insuficiencia de las fuentes de abastecimiento locales, y la consecuente importación de agua de cuencas vecinas: al mismo tiempo, la

demanda de agua potable implica su potabilización y después de ser usada su desalojo, procesos que se complican dada la actual infraestructura y la localización geográfica de la ciudad.

La gestión del agua se ha convertido en uno de los más grandes retos de nuestra época, debido a su complejo entorno geográfico y socioeconómico, para poder enfrentar la tarea, se requiere regular la gestión a través de políticas que observen el manejo integral del recurso llamado agua.

Cuando hablamos de un sistema de bombeo de agua, podemos entender muchas cosas, y preguntarnos también, y una de las preguntas es que por qué se sigue desperdiciando el agua, a un cuando haya personal que este operando dicho sistema. La Automatización que queremos plantear en este proyecto, nos ayudara, mediante actuadores hidráulicos, y control de plc a lograr el suministro necesario en las mejores condiciones y el máximo higiene.

INSTALACIÓN HIDRÁULICA

Instalaciones hidráulicas, este sistema se utiliza para conducir agua potable a los distintos muebles hidráulicos. El agua generalmente esta sujeta a presión, la cual varía dependiendo del sistema de suministro. Se emplea tubería de cobre de tipo L y M y de fierro galvanizado cedula 40, para su conducción dentro de las edificaciones.

Abastecimiento de agua potable .El abastecimiento de agua potable procede de la red municipal o bien se obtiene del subsuelo mediante la perforación de pozos profundos.

DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

Cisterna agua potable: es un depósito destinado a la captación y almacenamiento de agua. Su capacidad esta calculada a partir del consumo diario de agua; se considera a razón de mil litros por cama y por día; se toman como base normalmente dos días de consumo. En las unidades donde hay

irregularidades en el suministro, el volumen de la o las cisternas deberá asegurar el abastecimiento durante tres o cuatro días.

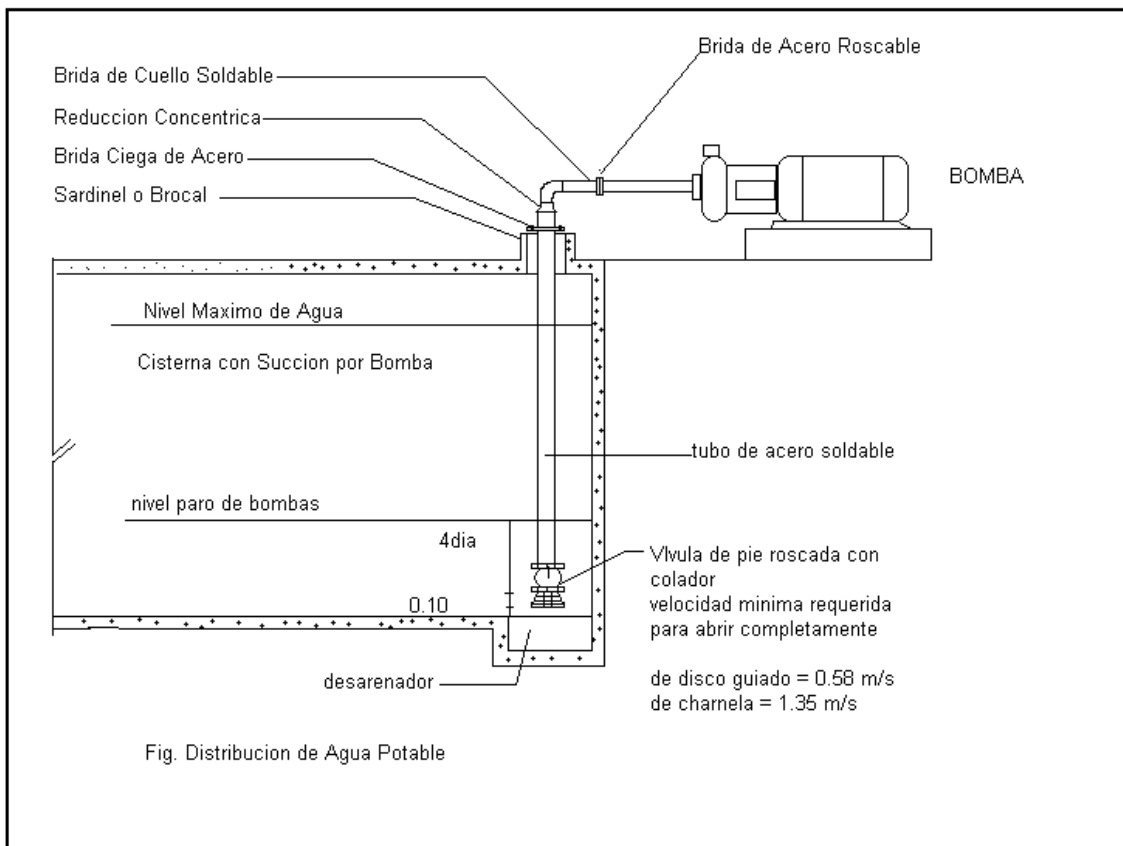


Figura 1.- Diagrama de Distribución de Agua Potable

SISTEMA DE BOMBEO

El conjunto de bombas centrífugas, equipos, e instalaciones mecánicas y obra civil, los necesarios para satisfacer una demanda y un servicio que necesita la sociedad.

SISTEMA DE BOMBEO SECUENCIAL O PROGRAMADO

Este sistema es el mas empleado en las unidades; se considera la conveniencia de usarlo para satisfacer demandas superiores a los 17 litros por segundo (20 lps), las cuales ya no pueden ser satisfechas por los equipos hidroneumáticos. Tal servicio es el oportuno abastecimiento de agua potable

dando como resultado la correcta distribución, medición de niveles y presión ejercida sobre el agua con el objetivo de obtener un mejor aprovechamiento. El sistema tiene como característica principal la de operar en forma coordinada para ajustarse a las variaciones de la demanda de la manera mas precisa. Fig.



Figura 2.-Sistema de Rebombeo para Agua Potable Zapotitla

BOMBAS HIDRÁULICAS

Una bomba se puede definir como una maquina de fluidos incompresibles que toman energía mecánica y entregan energía de presión



Figura 3.- Bombas

Bomba Centrifuga: esta es utilizada para transferir líquidos de un punto a otro, por medio de la conversión de la energía mecánica, en energía cinética que se

imparte al líquido la cual a sus ves, es convertida en energía de presión por medio de la carcasa.

Las bombas se utilizan para impulsar una amplia gama de líquidos (agua, lubricantes, combustibles, entre muchos más); también con ellas se puede bombear líquidos espesos, con sólidos en suspensión, como pastas de papel, desperdicios etc.

Rendimientos de la bomba.

La operación y eficiencia de la bomba hidráulica, en su función básica de obtener una presión determinada, a un número también determinado de revoluciones por minuto se define mediante tres rendimientos a saber: rendimiento volumétrico, rendimiento mecánico y rendimiento total

Rendimiento volumétrico

El rendimiento volumétrico de la bomba es el cociente que se obtiene al dividir el caudal de líquido que comprime la bomba y el que teóricamente debería comprimir, conforme a su geometría y a sus dimensiones.

Dicho en otros términos el rendimiento volumétrico expresa las fugas de líquido que hay en la bomba durante el proceso de compresión, fugas que se deben a las holguras existentes en el interior de los componentes de la bomba.

Presión de Trabajo.

Todos los fabricantes otorgan a sus bombas un valor denominado presión máxima de trabajo, algunos incluyen las presiones de rotura o la presión máxima intermitente, y otros adjuntan la gráfica de presión/vida de sus bombas. Estos valores los determina el fabricante en función de una duración razonable de la bomba trabajando en condiciones determinadas, el valor de la presión máxima de trabajo suele calcularse para una vida de 10000 horas; en algunos casos se especifican también las presiones máximas intermitentes o puntuales.

Vida útil de una bomba.

La vida útil (durabilidad) de una bomba viene determinada por el tiempo de trabajo desde el momento en que se instala hasta el momento en que su rendimiento volumétrico haya disminuido hasta un valor inaceptable, sin embargo este punto varía mucho en función de la aplicación. Así por ejemplo hay instalaciones donde el rendimiento no puede ser inferior al 90%, mientras que otras se aprovechan la bomba incluso cuando, Su rendimiento es inferior al 50%. La vida de una bomba también varia considerablemente en función del nivel de contaminación del fluido con el que se esta trabajando.

Tanques y Depósitos.

La mayoría de los sistemas hidráulicos de tamaño pequeño a mediano utilizan los tanques o depósitos como base de montaje para la bomba, motor eléctrico, válvula de alivio, y a menudo otras válvulas de control, este conjunto se llama. "Unidad de Potencia Hidráulica", (UPH) ó "Unidad Generada de Presión" etc.

Filtros para Unidades de Mantenimiento (FRL).

El aire comprimido al igual que el fluido hidráulico transportan frecuentemente una cierta cantidad de agua libre, agua que se precipita en el sistema de tuberías en la forma de condensado, lo que puede producir la corrosión de los equipos conectados a dicho sistema.

Las bombas centrifugas pueden ser clasificadas en base a su aplicación a la cual es destinada, los materiales con los que se construyen, los líquidos que mueven o su orientación en el espacio; pero estas clasificaciones están limitadas en amplitud y tienden a traslaparse entre si.

- a) Bombas Dinámicas: se llaman dinámicas por que se añade energía continuamente para incrementar la velocidad del fluido dentro de la maquina a valores mayores de los que existen en la descarga, de tal manera que la subsecuente reducción en la velocidad dentro o más allá de la bomba produce un incremento de presión.

Dentro de las bombas dinámicas tenemos las siguientes tipos de bombas:

- De flujo radial
- De flujo axial
- De flujo mixto

Bomba Vertical Tipo Turbina

Las bombas turbinas de eje vertical sirven como un excelente reemplazo a las bombas de carcasa partida, cuando no se desea utilizar succión negativa. Cuando el agua no puede colocarse a un nivel superior de la bomba, se utilizan estas bombas que permiten operar de manera eficiente sin los riesgos de cavitación y de pérdida de succión. Permiten manejar grandes flujos.

La bomba vertical tipo turbina consiste básicamente de tres subconjuntos mayores: El juego de tazones, el conjunto de columna y el conjunto de cabezal de descarga. En las bombas de diseño de lubricación por agua todas las chumaceras del cabezal de descarga y del conjunto de columna se lubrican con agua que bombea el equipo.

Este tipo de bombas requieren una prelubricación de las chumaceras antes del arranque de la unidad. Esta prelubricación es requerida para bombas con largas columnas mayores de 15.24 m (50 ft).

El agua de prelubricación debe de ser pura, exente de agentes químicos, corrosivos o de materiales abrasivos. El agua de prelubricación puede provenir de una fuente diferente al del agua bombeada por la unidad, o bien, de un tanque de prelubricación que se conecte al cabezal de descarga mediante tubería de fierro galvanizado, una válvula y los accesorios necesarios.



Figura 4.- Bomba Tipo Turbina Vertical

MOTORES ELECTRICOS, CONEXIÓN Y ARRANQUE

Un motor eléctrico es un sistema que convierte la energía eléctrica en mecánica. Si no se menciona ningún otro adjetivo solemos suponer que el motor ofrece un movimiento giratorio, y por eso, cuando escuchamos su nombre automáticamente nos imaginamos un eje con un volante, polea o engrane, girando.

Si afinamos en el significado del término, podemos decir que el conjunto imán-bobina del altavoz que hace mover su membrana, se llama igualmente motor, pues en él la energía eléctrica también es transformada en movimiento, esta vez "armónica".

MOTORES DE CORRIENTE CONTINÚA

La conversión de energía en un motor eléctrico se debe a la interacción entre una corriente eléctrica y un campo magnético. Un campo magnético, que se forma entre los dos polos Opuestos de un imán, es una región donde se ejerce una fuerza sobre determinados metales o sobre otros campos magnéticos. Un motor eléctrico aprovecha este tipo de fuerza para hacer girar un eje, transformándose así la energía eléctrica en movimiento mecánico.

Los dos componentes básicos de todo motor eléctrico son el rotor y el estator. El rotor es una pieza giratoria, un electroimán móvil, con varios salientes laterales, que llevan cada uno a su alrededor un bobinado por el que pasa la corriente eléctrica. El estator, situado alrededor del rotor, es un electroimán fijo, cubierto con un aislante. Al igual que el rotor, dispone de una serie de salientes con bobinados eléctricos por los que circula la corriente.

Estator. Es el que crea el campo magnético fijo, al que le llamamos Excitación. En los motores pequeños se consigue con imanes permanentes. Cada vez se construyen imanes más potentes, y como consecuencia aparece en el mercado motor de excitación permanente, mayores

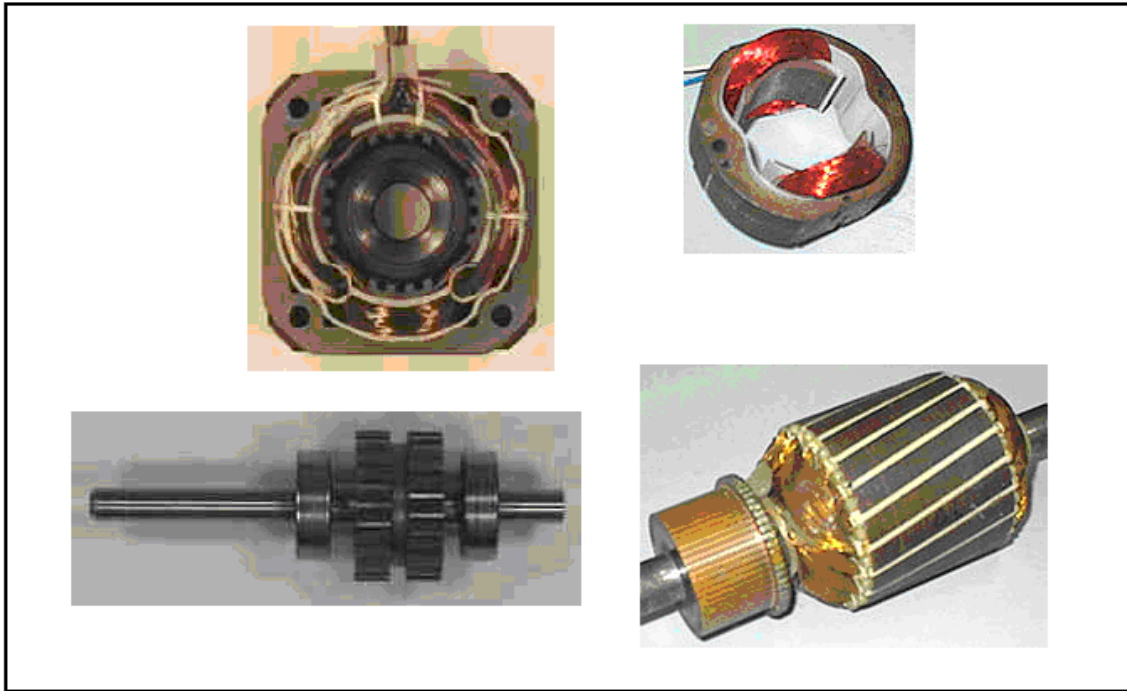


Figura 5.- Estatores y Rotores

MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA

Los motores de corriente alterna tienen una estructura similar, con pequeñas variaciones en la fabricación de los bobinados y del conmutador del rotor. Según su sistema de funcionamiento, se clasifican en motores de inducción, motores sincrónicos y motores de colector.

El fundamento de movimiento en las máquinas de corriente alterna son los campos magnéticos circulares si conectamos un juego de bobinas a una fuente de corriente alterna trifásica en el entrehierro se formará un campo magnético giratorio, y si ponemos una pieza imantada como rotor, ésta girará con él.

Los circuitos con motores deben contar con interruptores que corten todas las fases o polos simultáneamente y con protecciones que corten automáticamente cuando la corriente adquiera valores peligrosos.

ARRANQUE DE MOTORES

Se denomina arranque de un motor al régimen transitorio en el que se eleva la velocidad del mismo desde el estado de motor detenido hasta el de motor girando a la velocidad de régimen permanente

Arranque del motor de inducción.

En la mayor parte de las zonas si se cuenta con un motor pequeño de inducción de jaula de ardilla de unos cuantos caballos de fuerza se pueden poner en marcha directamente desde la línea con una caída de voltaje que es de poca importancia en la fuente de voltaje, y con un retardo pequeño o sin retardo para acelerarse a su velocidad nominal. Igualmente, los motores grandes de inducción de jaula de ardilla hasta de varios miles de HP, se pueden arrancar conectándolos directamente a la línea sin daños ni cambios indeseados de voltaje, siempre que las tomas de voltaje tengan una capacidad bastante alta.

Arranque lento de motores

El arranque lento de los motores asíncronos trifásicos, puede constituir un riesgo potencial para una producción continua y libre de disturbios. Cuando los motores son arrancados por conexión directa a red o usando técnicas estrella-triángulo, pueden generarse valores elevados de corriente y torque muy perjudiciales. El resultado: problemas en la operación, que pueden ser eliminados fácilmente utilizando partidores suaves.

CONEXIÓN DE DEVANADOS EN LOS MOTORES TRIFÁSICOS

Los devanados del estator de un motor trifásico de inducción, sea tipo jaula de ardilla o de rotor devanado, se pueden conectar en delta o estrella. Los devanados conectados en delta son cerrados y forman una configuración en triángulo. Los devanados conectados en estrella forman una configuración en Y. Estos se pueden diseñar con seis (6) o nueve (9) terminales para ser conectados a la línea de alimentación trifásica.

Cada devanado de un motor de inducción trifásico tiene sus terminales marcadas con un número para su fácil conexión. En la figura siguiente, se muestra un motor de 6 terminales con los devanados internos identificados para conectar el motor para operación en delta. Las terminales o puntas de los devanados se conectan de modo que A y B cierren un extremo de la delta

(triángulo), también B y C, así como C y A; para de esta manera formar la delta de los devanados del motor.

Conexión de los devanados internos de un motor de inducción de jaula de ardilla de seis terminales para operación en delta.

Los motores de inducción de jaula de ardilla son también devanados con nueve (9) terminales para conectar los devanados en delta. Se conectan seis (6) devanados internos para formar una delta cerrada. Tres devanados están marcados como 1-4-9, 2-5-7 y 3-6-8, en estos, los devanados se pueden bobinar para operar a uno o dos voltajes.

Conexiones de los devanados internos de un motor jaula de ardilla con nueve terminales para operación en delta.

Los devanados de la mayoría de los motores de inducción de jaula de ardilla están conectados en estrella. La conexión estrella, se forma uniendo una Terminal de cada devanado.

Las tres terminales restantes se conectan a las líneas de alimentación L1, L2 y L3.

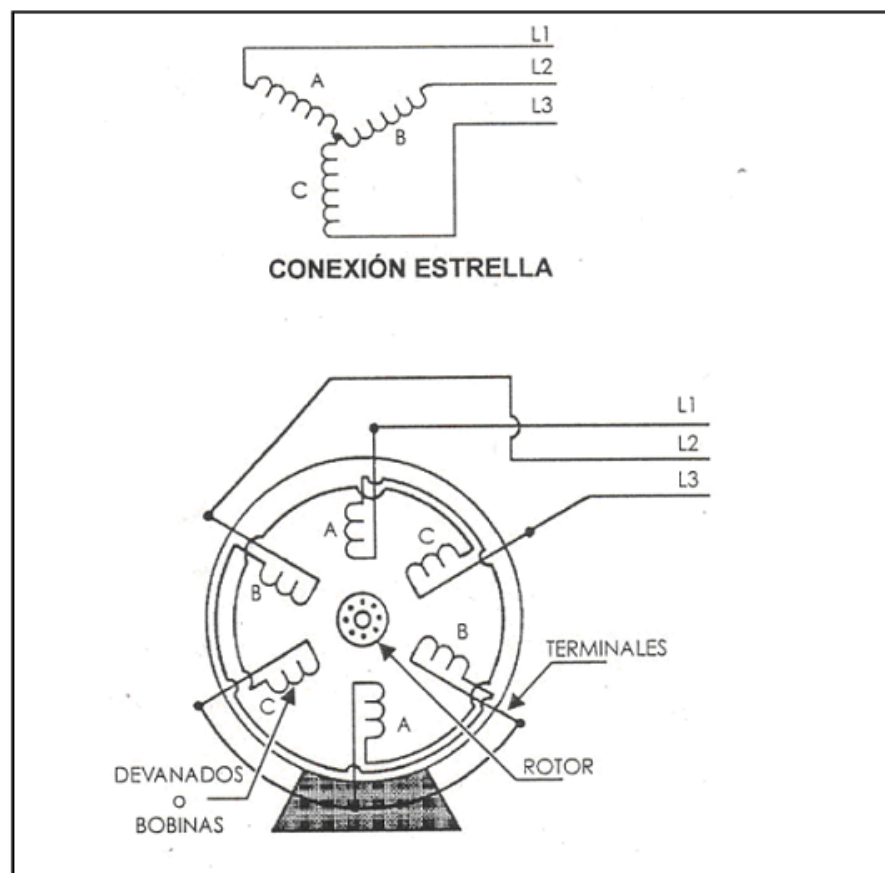


Figura 6.- Diagrama de Conexión de Devanados Internos de un Motor de Inducción jaula de ardilla de seis terminales para operación en estrella.

Un motor conectado en estrella con nueve (9) terminales, tiene tres puntas de sus devanados conectadas para formar una estrella (7-8-9). Los tres pares de puntas de los devanados restantes, son los números 1-4, 2-5 y 3-6. Los devanados se pueden conectar para operar en bajo o alto voltaje. Para operación en bajo voltaje, estos se conectan en paralelo; para operación en alto voltaje, se conectan en serie.

Como se sabe, todos los motores trifásicos están conectados en estrella o en delta, la mayoría tienen doble devanado en cada fase para permitir la operación con doble voltaje, pueden aparecer con seis o nueve terminales y, es por esta razón que se requiere de un sistema estandarizado de numeración de estas terminales, a fin de facilitar las conexiones. En las figuras anteriores, se ilustra la forma de identificar estas terminales para motores en conexión estrella y motores en delta. En los motores conectados en estrella, los extremos de cada una de las fases individuales se unen en un punto común. Para determinar la conexión de un motor sólo es necesario hacer uso de un óhmetro, una lámpara de prueba o una batería con un timbre. Si hay continuidad entre tres pares de conductores y un grupo de tres hilos para la conexión estrella en el devanado de un motor con voltaje doble, entonces, el medidor se reflexionará o la campana suena (según el método de prueba). La verificación de la continuidad para un devanado del estator en conexión delta, debe identificar tres grupos separados de conductores, estas combinaciones son: T1-T4-T9, T2-T5-T7 y T3-T6-T8.

En la mayoría de los casos L1, L2 y L3 que van a las líneas de alimentación, se conectan a T1, T2 y T3 de las terminales del motor respectivamente, tanto para la conexión delta como para la conexión estrella. Este sistema de conexión proporciona un sentido de rotación del motor, contrario a las manecillas del reloj.

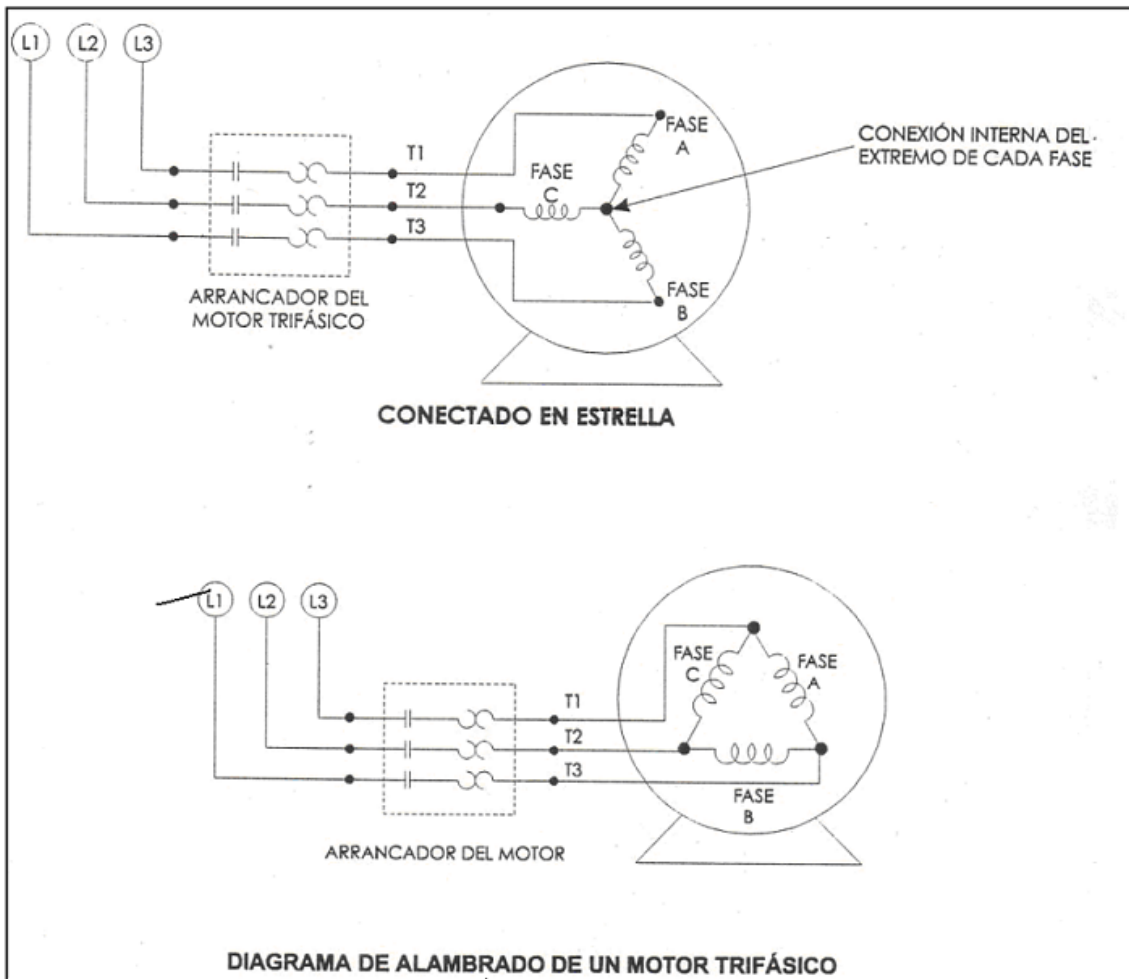


Figura 7.- Diagrama de Conexiones Trifásicos.

CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES PLC

La historia de los PLC'S se remonta a finales de la década de 1960, cuando la industria buscó una solución mas eficiente para reemplazar los sistemas de controles basados en circuitos eléctricos con relevadores, interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica combi nacional.

El sistema basado en relevadores, tenía un tiempo de vida limitado y se necesitaba un sistema de mantenimiento muy estricto. El alambrado de muchos relevadores en un sistema muy grande era muy complicado; si había una falla, la detección del error era muy tediosa y lenta.

Hoy en día, los PLC's no sólo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, si no que también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, tales como los controladores proporcional integral derivativo (PID).

Los PLC's 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.

Definición de un PLC.

De acuerdo con la definición de la "Nema" (National Electrical Manufacturers Association) un controlador programable es, "Un aparato electrónico operado digitalmente, que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones para implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas para controlar, a través de módulos de entrada/salida digitales (ON/OFF) o analógicos (15 VDC, 420 mA, etc.), varios tipos de máquinas o procesos.

Un autómatas programable industrial (API) o Programable logic controller (PLC), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.

Los Controladores Lógicos Programables o PLC (Programmable Logic Controller) son dispositivos electrónicos muy usados en Automatización Industrial.; no sólo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control.

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

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 PLC'S 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 diagramas de funciones). El sistema de programación permite, mediante las instrucciones del autómeta, confeccionar el programa de usuario. Posteriormente el programa realizado, se trasfiere a la memoria de programa de usuario. Una memoria típica permite almacenar como mínimo hasta mil instrucciones con datos de bit, y es del tipo lectura/escritura, permitiendo la modificación del programa cuantas veces sea necesario.

Programación. La programación del autómeta consiste en el establecimiento de una sucesión ordenada de instrucciones, escritas en un lenguaje de programación concreto.

Estas instrucciones están disponibles en el sistema de programación y resuelven el control de un proceso determinado.

Aplicaciones. Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, secuenciado o no; por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.

- Chequeo de programación centralizada de partes específicas del proceso

Ejemplos de aplicaciones generales:

Maniobra de máquinas.

Control de maquinaria industrial de metal, plástico, fluidos, etc.

Máquinas transfer.

Maquinaria de embalajes.

Maniobra de instalaciones: Instalación de Aire acondicionado, calefacción, etc.

Instalaciones de seguridad.

Señalización y control: Chequeo y señalización de programas y estados de procesos.

Funciones básica de un PLC.

Detección: Lectura de la señal de los captadores distribuidos por el sistema de fabricación.

Mando: Elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los accionadores y preaccionadores.

Dialogo hombre maquina (Interfase): Mantener un diálogo con los operarios de producción, obedeciendo sus consignas e informando del estado del proceso.

Programación: Para introducir, elaborar y cambiar el programa de aplicación del autómeta. El dialogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómeta controlando la maquina.

Redes de comunicación: Permiten establecer comunicación con otras partes de control. Las redes industriales permiten la comunicación y el intercambio de datos entre autómetas a tiempo real. En unos cuantos milisegundos pueden enviarse telegramas e intercambiar tablas de memoria compartida.

Sistemas de supervisión: También los autómetas permiten comunicarse con ordenadores provistos de programas de supervisión industrial. Esta comunicación se realiza por una red industrial o por medio de una simple conexión por el puerto serie del ordenador.

Control de procesos continuos: Además de dedicarse al control de sistemas de eventos discretos los autómatas llevan incorporadas funciones que permiten el control de procesos continuos. Disponen de módulos de entrada y salida analógicas y la posibilidad de ejecutar reguladores PID que están programados en el autómata.

Entradas- Salidas distribuidas: Los módulos de entrada salida no tienen que estar en el armario del autómata. Pueden estar distribuidos por la instalación, se comunican con la unidad central del autómata mediante un cable de red.

CAPITULO II

DESCRIPCION DEL PROYECTO

SISTEMAS DE BOMBEO

Los sistemas bombeo representan el costo de energía más alto dentro de un organismo operador de agua potable y por lo tanto ofrecen una de las oportunidades más directas para reducir el uso de energía y los costos de operación. Para eficientar un sistema de bombeo se recomienda realizar las siguientes medidas: cambiar el equipo por un equipo de bombeo de alta eficiencia, colocar variadores de velocidad, optimizar el tren de descarga de la bomba, cambiar el diámetro de tubería al óptimo para reducir las pérdidas por fricción, y una apropiada selección de la capacidad y tamaño del equipo de bombeo de acuerdo a los requerimientos del sistema

DESCRIPCION DEL PROYECTO

En el presente proyecto se hará la automatización del equipo de rebombeo de agua potable "zapotitla", mas adecuado, para cubrir las necesidades de suministro de agua potable a la población de las colonias. Miguel Hidalgo, Draga, pero la principal es la colonia miguel hidalgo.

UBICACIÓN GEOGRAFICA

Estas localidades se encuentran dentro de la Delegación Tlahuac, entre las Av. Tlahuac, Juan de Dios peza y Av. Benito Juárez. Distrito Federal., al norte colinda con la Delegación Iztapalapa.

ACCESO

Circulando hacia el sur de la ciudad, llegamos ala avenida tlahuac y periférico, llegando al arco de Zapotitlán lugar donde se encuentra dicho sistema de Rebombeo.

MEMORIA DESCRIPTIVA

Actualmente las colonias: Miguel Hidalgo La abastece un sistema de rebombeo. Dicho proyecto parte del hecho de que se debe contar con los datos de entrada y salida de dicha presión enviada por el acueducto.

El objetivo es bombear el agua, con un mayor aprovechamiento del vital liquido, y así reducir las perdidas de agua, mediante un control automático el cual nos señalara, las fallas que tenga así como si hay baja o alta presión. El cual hasta la fecha opera de forma manual con estación de botones y un operador. Ya que

el operador, por circunstancias adversas a el no puede ir y supervisar, dicho sistema y revisar que opere con eficiencia.

Una de sus necesidades primordiales del hombre es la obtención del agua para su consumo, y su principal reto es transpórtala hasta sus centros urbanos o de consumo.



Figura 8.- Control de Botones

Por lo antiguo del sistema hidráulico en la ciudad de México y sus alrededores, hay fugas de agua, las cuales provocan que se desperdicie muchos litros de agua por minuto.

Por lo que se necesita modernizar, no solo de la tubería, sino también de las bombas, Si no también se necesita modernizar los sistemas de control de los sistemas de bombeo de la Ciudad de México ya que la mayoría de ellos en la actualidad necesitan de un operador que este manipulando las bombas para poder mantener las líneas de abastecimiento a la presión necesaria, para que funcione adecuadamente el sistema de abastecimiento.

Como la operación es en forma manual el operador por descuidos u otros motivos puede no estar tomando en cuenta todos los parámetros necesarios para el correcto funcionamiento de las bombas o el paro de las mismas. Como son el que estén operando a bajo nivel del tanque de almacenamiento (cisterna), en seco, o una vez alcanzada la presión máxima del sistema, así como estén paradas cuando la presión ha bajado demasiado en el sistema y todo esto no solo afectando a nuestros equipos de bombeo sino a los demás elementos del sistema hidráulico como son tuberías, válvulas, etc., por esta razón nuestra tesina esta enfocada a solucionar este problema con el control automático de las bombas.

El agua que llega a este sistema de rebombeo proviene del acueducto, no tiene uno en específico pueden ser los siguientes lugares (tulyehualco, tecomilt, san Juan ixtayopan) solo por mencionar algunos.

Ahora bien en este lapso de tiempo deben estar alerta porque cuando baja la presión, y si no se apagan las bombas, en el peor de los casos se quedaba sin suministro de agua y si aumentaba la presión del agua, el operario poder prender la o las bombas de ayuda.

El no supervisar el funcionamiento de las bombas, cuando hay baja presión o mayor presión, ala larga puede afectar no solo alas bombas, sino también a las válvulas, manómetros .etc.

Por tales problemáticas establecidas que pudieran ocurrir, pretendemos hacer la automatización de dicho sistema de rebombeo.



Figura 9.-Sistema de Rebombeo

De esta manera, podemos apoyarnos en el diagrama unificar, el cual muestra la conducción, de cómo llega el agua del acueducto hacia las bombas. A continuación se presenta un diagrama unifilar y un diagrama de localización del sistema de Rebombeo.

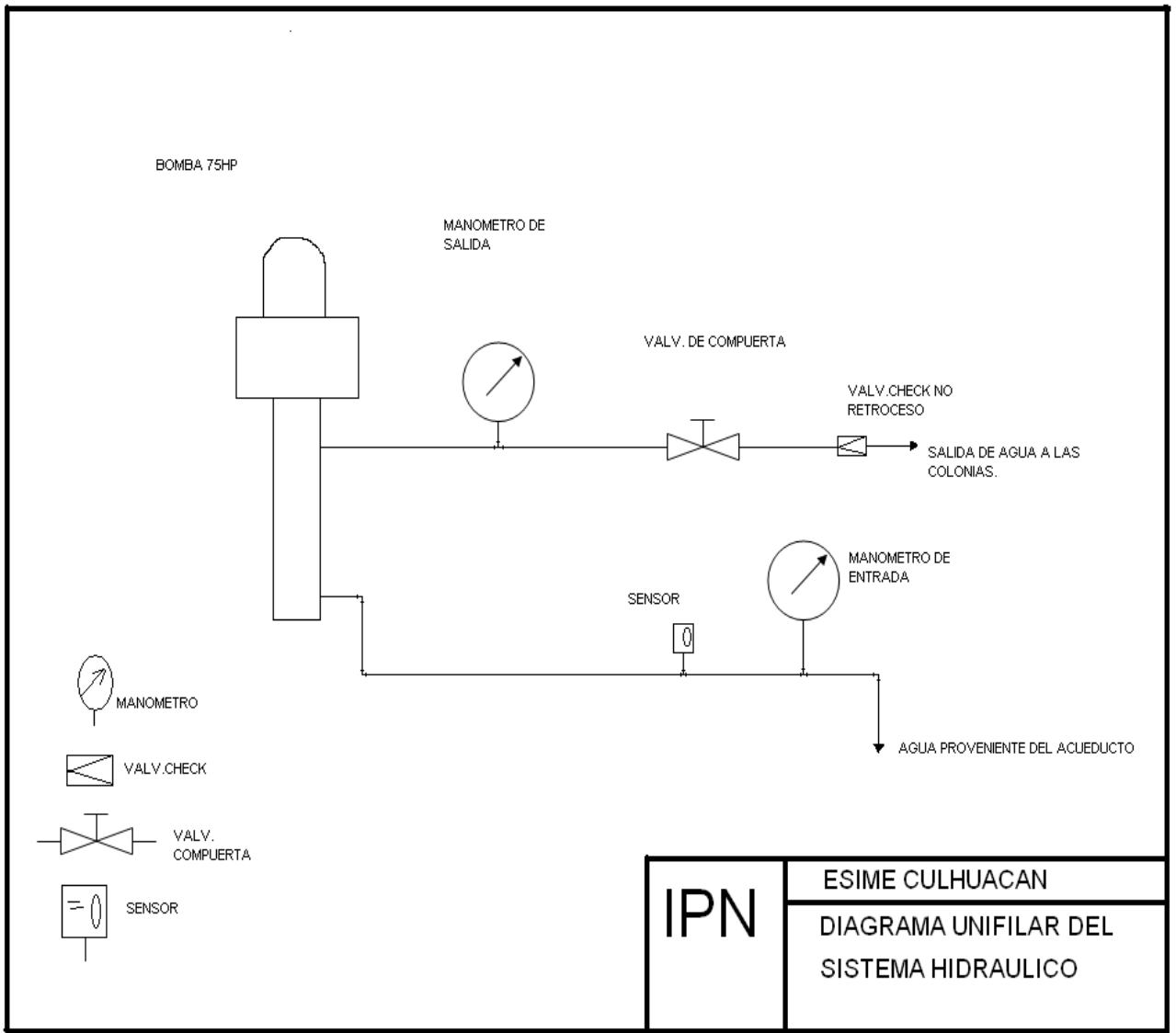
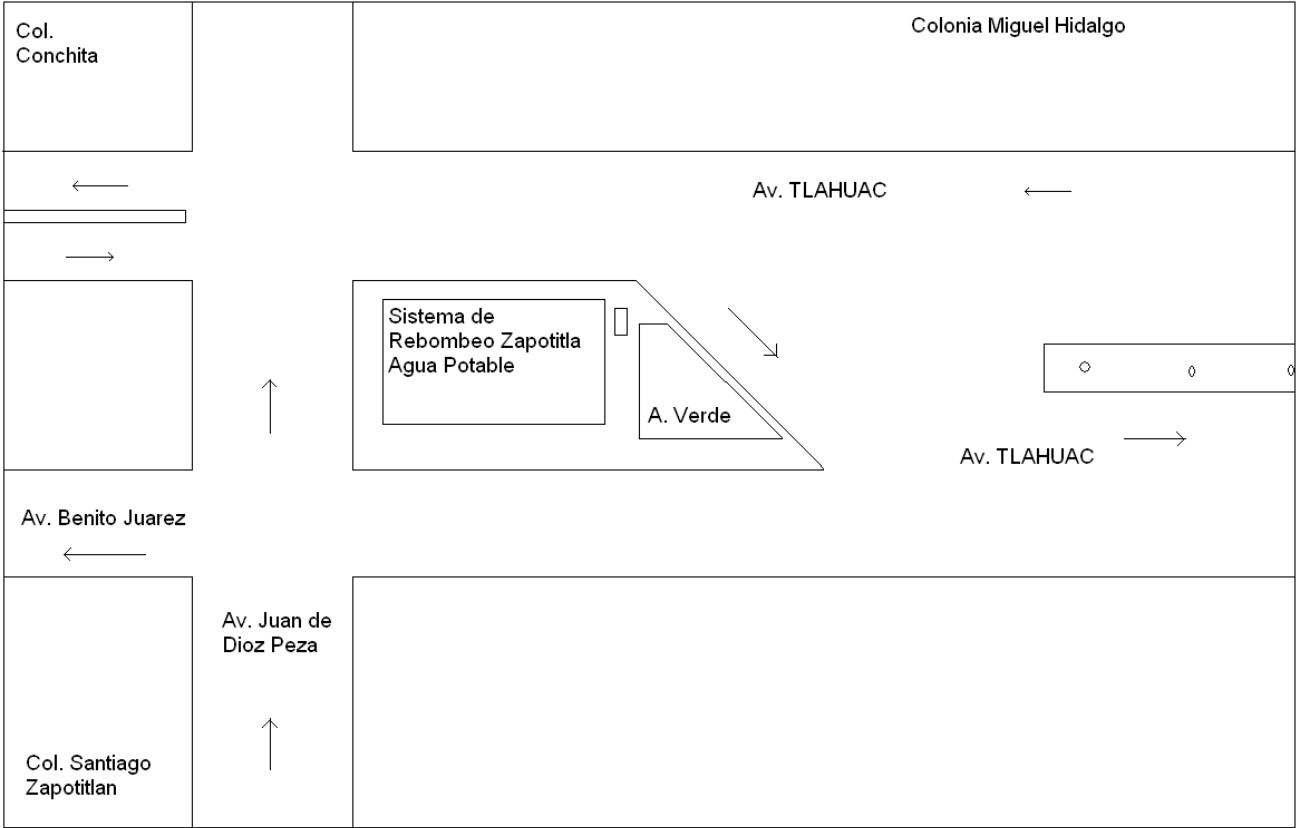


DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA HIDRAULICO

Diagrama de Ubicación del Sistema de Rebombeo Zapotitla



CAPITULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO

DESARROLLO DEL PROYECTO

Como se establece habrá dos niveles de presión de baja y alta. El de alta presión corresponde para el suministro de agua, cuando el acueducto manda mas agua, para las escuelas, mercados etc. y el de baja presión para el suministro al resto de las casas.

El sistema de baja presión esta compuesto por una bomba. Es de 75HP y así dependiendo de la presión que indique ala entrada, que es la presión con la que mandan el agua del acueducto.

El sistema de alta presión esta compuesto de 3 bombas de 75 y 20HP, al igual que el de baja presión, en este caso cuando la presión aumenta podemos prender otra bomba de 75 hp o una de 20, dependiendo de la lectura del manómetro.

Selección del equipo a utilizar

Bombas tipo turbina vertical (las bombas no se cambiaran seguirán las mismas porque están en optimas condiciones).

Para las bombas de 75HP, para el sistema de alta presión la selección fue hecha de dos manuales de bombas: IEM y de la marca Borneman pumps, esta selección fue hecha a partir de los equipos que anteriormente estaban instalados, por lo cual no se realizo calculo alguno para determinar el caudal y la altura dinámica misma. Por lo cual con los valores anteriores de caudal y altura dinámica que se tenía de los equipos que se sacaron de funcionamiento. La bomba de 20HP su selección fue hecha de la misma forma que la anterior e igualmente será de la marca IEM.

Los datos de estas bombas son los siguientes:

Para las bombas de 75 HP

Marca: IEM

Factor de servicio: 1.15

RPM: 1785

Amperes: 194/ 97

Voltaje: 220 / 440

Modelo: 166162

Para la bomba de 20 HP

Marca: IEM

Voltaje: 220/ 440

Armazón: 2G6 TP

RPM: 1800

Motor trifásico

Motores

Los motores eléctricos son de respectiva potencia necesaria para cada bomba estos son de alta eficiencia, totalmente cerrados y de tipo RGZE, todos ellos son trifásicos conectados a un voltaje 400Volts.

En el tablero de control se muestran los controles de los motores como son las protecciones magnéticas el arrancador y el PLC.

Los motores eléctricos son trifásicos de jaula de ardilla de alta eficiencia de los cuales tenemos 3 de 75HP y 1 de 20HP.

El cual se componen en forma general de un interruptor termo magnético, contactores y relés de sobrecarga térmicos.

El interruptor principal es de la marca ABB modelo SACE S5H

Los interruptores termo magnéticos son: para el motor de 20HP es el modelo ED63B030 y para los motores de 75 HP son el modelo FXD6B150. Los contactores para los motores de 75HP son de la marca Siemens modelo 3rt10541AP36 a un voltaje de 220Volts, los cuales nos satisfacen el amperaje requerido por el motor y los relés de sobrecarga térmicos con de tipo 3R11, para todos los elementos antes mencionados.

Sensores

Dado que se cuenta con sensores analógicos de presión para los dos sistemas tanto de alta y baja presión de la marca Efector modelo PN2020 y marca UE, cuyos valores se muestran en la tabla siguiente y una tarjeta analógica Allen Bradley modelo 1762-1F4 la cual tiene una resolución de 14 bits se produce a hacer la Conversión de la señal analógica a señal digital, para lo cual tomaremos el valor de 10 bar. que equivale a los 145 psi (libra sobre

pulgada cuadrada) que marca el catálogo como presión permisible y con un valor de corriente de 4mA a 20mA

Aunque también se pudo haber seleccionado el de 1762-IF2OF2.

PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA DE REBOMBEO ZAPOTITLA

Para realizar la programación del encendido de las bombas para el sistema con **Baja Presión**, se tomarán en cuenta tres rangos de presión esto para hacer más sencilla la programación, teniendo en cuenta que el rango de presión es de 0 a 2kg/cm^2 , por lo cual los rangos serán los siguientes. Una presión de 1 como la mínima presión, 2 como la presión de paro y de 1 a 1.7kg/cm^2 como la presión de operación, tomando en cuenta esto se toma la decisión que mientras se esté en el rango de presión de trabajo (1 a 1.7kg/cm^2). Funcionará una bomba de 75HP, estas se alternarán de la siguiente manera. El paro se hará por la máxima presión o por el bajo nivel del agua que mande el acueducto.

En el caso de 75HP cada una funcionará cada 24 horas y si la condición de trabajo se encuentra en el rango de presión de trabajo (1 a 1.7kg/cm^2), alternarán las bombas de la 1 a la 4, dentro de estas se toma otra consideración, cada vez que se accione cada una de estas bombas, esta mandará una señal a un timer el cual contará 20 min. Y para una comparación para saber si la presión es menor o igual a 1kg/cm^2 , si la respuesta es positiva esta mandará la señal para accionar otra bomba y poder compensar la presión

Nota: como las tuberías ya están demasiado viejas, se tomó este valor de rangos, pero solo se utilizará una sola bomba cuando hay baja presión y durará las 24 hrs, dependiendo de la presión mandada por el acueducto.

Para el encendido de las bombas, cuando hay **Alta Presión**, también se tomarán tres rangos de presión, teniendo en cuenta que el rango de presión es de 3 a 5kg/cm^2 , esta como la presión de paro y de 3.1 a 4.5kg/cm^2 como la presión de operación, tomando en cuenta esto, cuando esté en la presión de

operación funcionara una bomba de 75 hp, y una bomba de 20hp. El tiempo de operación de estas bombas, es también de 24 hrs. El paro se hará por la máxima presión o cuando no haya presión que encienda las bombas.

En este del sistema de alta presión la bomba de 75HP siempre estará en funcionamiento. Al igual la bomba de 20HP se estarán alternando o por separado, para esto al encenderse cualquiera de estas bombas mandara la señal a un timer, el cual hará la comparación para saber si esta en el rango de operación, entonces si se enciende la de 75 hp, el timer debe mandar una señal para saber que esta en el rango de operación, si es positivo encenderá la bomba de 20 hp.

Para la realización del programa, haremos las conversiones necesarias para los intervalos de tiempo, según el tipo de plc.

Para realizar esto hacemos los siguientes pasos.

a).- Realizamos la conversión del sistema binario a decimal

$14 \text{ bits} = 2^{14} = 16383$, los 14 bits fue porque se utilizo una tarjeta que contiene esa cantidad, modelo 1762-1F4 o pudiera ser también la tarjeta modelo 1762-IF2OF2.(los 14 bits son por que el plc de esta serie así maneja)

b).- Como nuestro censor trabaja en un rango de 4 a 20mA y el PLC recibe siempre el total de los 14 bits, entonces debemos encontrar la diferencia entre el cero y 4mA, al que se le debe sumar cualquier valor que se desee calcular para determinar el numero de unidades que recibirá el censor como lectura a través de la tarjeta analógica, usando operaciones las operaciones básicas.

$(16383) (4\text{mA}) \text{ entre } 20 \text{ mA.}$

Por lo tanto $x = 3276.6$

$16383 - 3276.6 = 13106.4$, si lo redondeamos nos queda 1311

Realizamos una operación combinada entre la suma y la multiplicación

$(1311) (\text{presión}) + 3276.6 =$

La siguiente tabla, marca las presiones tanto de entrada como de salida.

Presión en kg/cm ²	Operación	Resultado
1kg/cm ²	1311(1)+3276.6	4587.6
2kg/cm ²	1311(2)+3276.6	5898.6
1.7 kg/cm ²	1311(1.7)+3276.6	5505.3
1 kg/cm ²	1311(1)+3276.6	4587.6
3.1 kg/cm ²	1311(3.1)+3276.6	7340.7
5 kg/cm ²	1311(5)+3276.6	9831.6
3.1 kg/cm ²	1311(3.1)+3276.6	7340.7
4.5 kg/cm ²	1311(4.5)+3276.6	9176.1

ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC

ENTRADAS

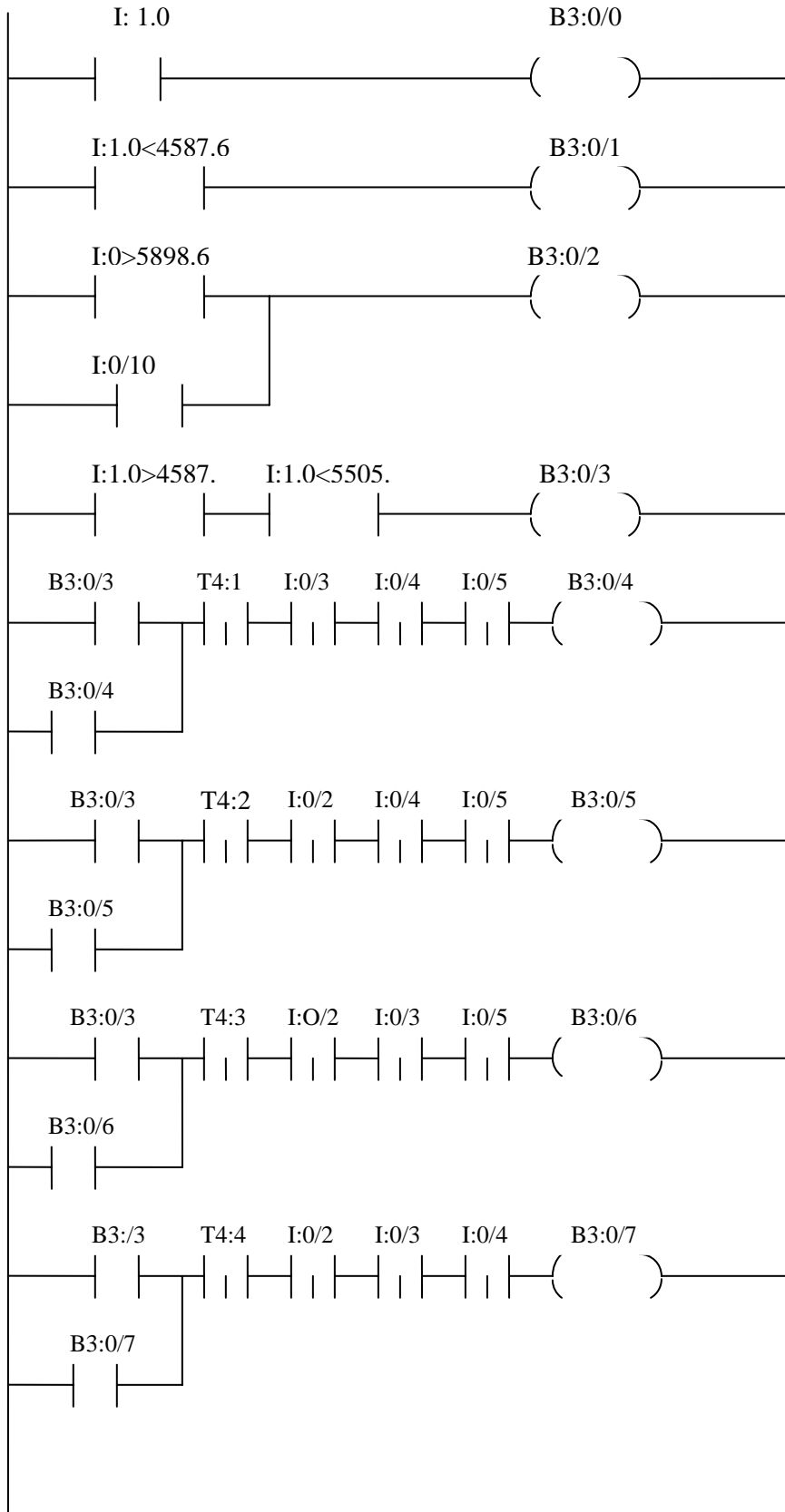
ELEMENTO	DIRECCION	COMENTARIOS
K1	I:0/1	Contacto de Bobina del Motor 01 de 20HP
K2	I:0/2	Contacto de Bobina del Motor 02 de 75HP
K3	I:0/3	Contacto de Bobina del Motor 03 de 75HP
10000	1:1.0	Sensor de presión de sistema del acueducto
10001	1:1.1	Sensor de presión de sistema a la salida

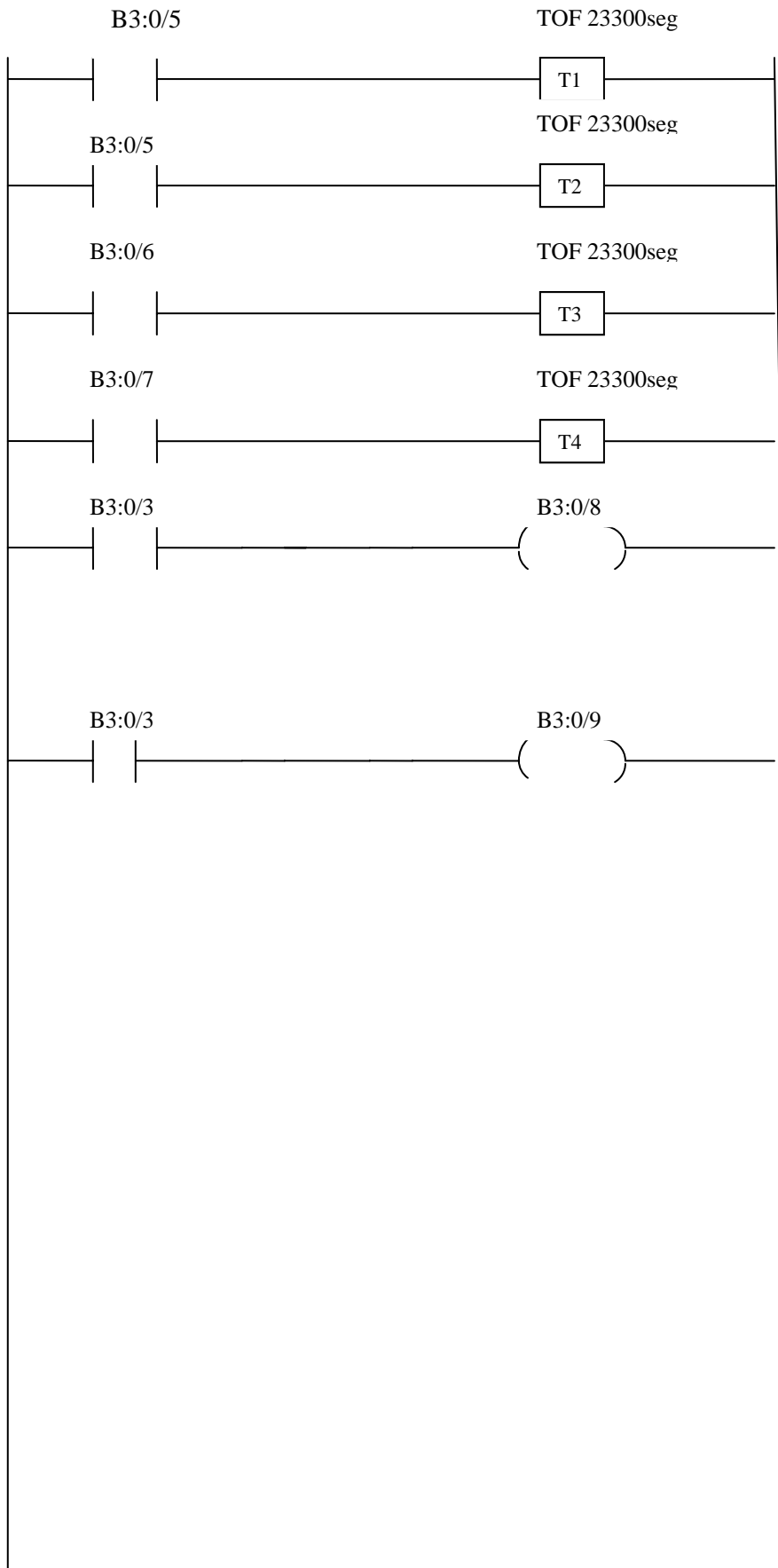
SALIDAS

ELEMENTO	DIRECCION	COMENTARIO
B7	O:0/7	Contacto de Bobina del Motor 01 de 20HP
B8	O:0/8	Contacto de Bobina del Motor 02 de 75HP
B9	O:0/9	Contacto de bobina del motor 03 de 75 HP

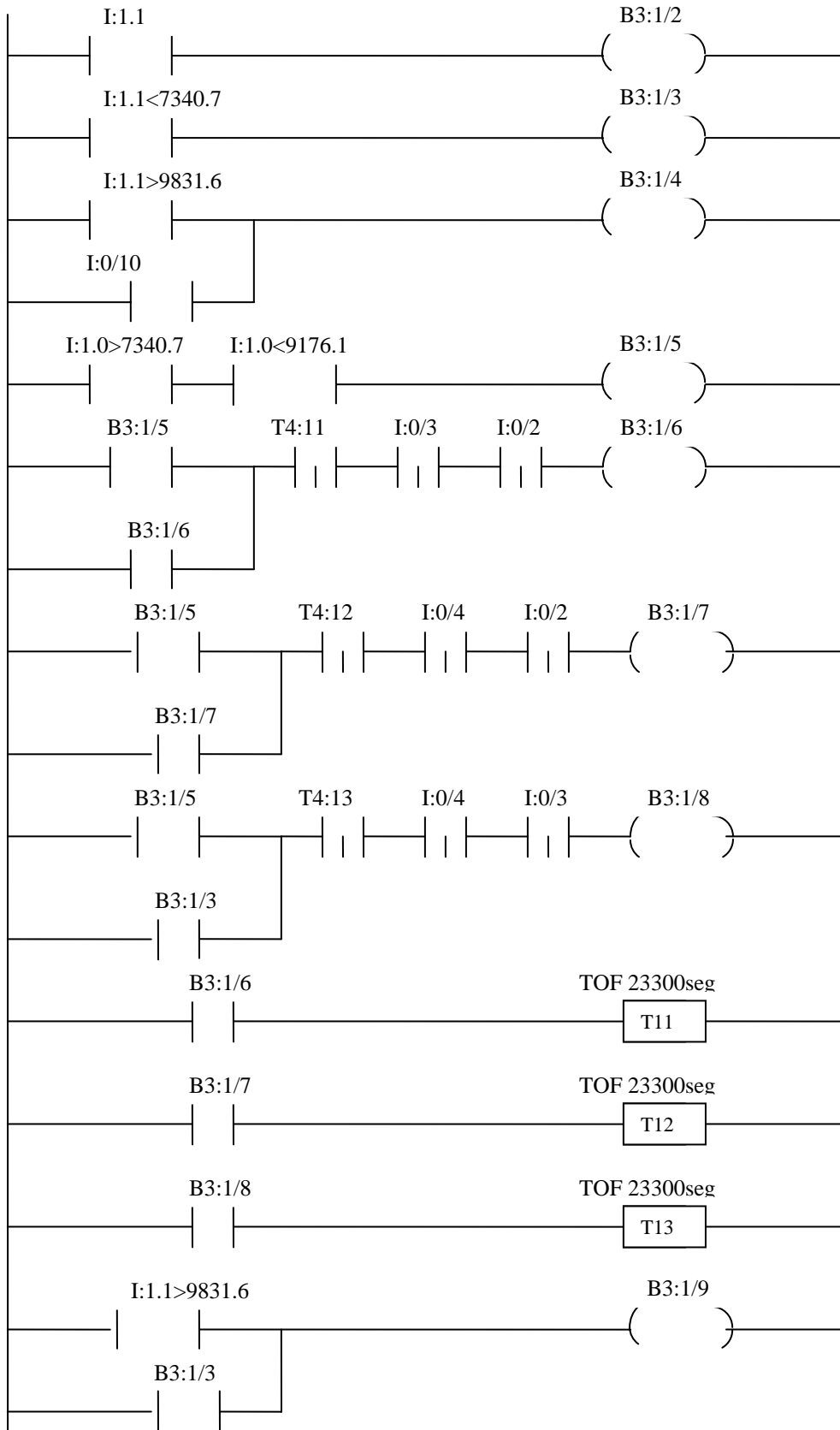
PROGRAMA

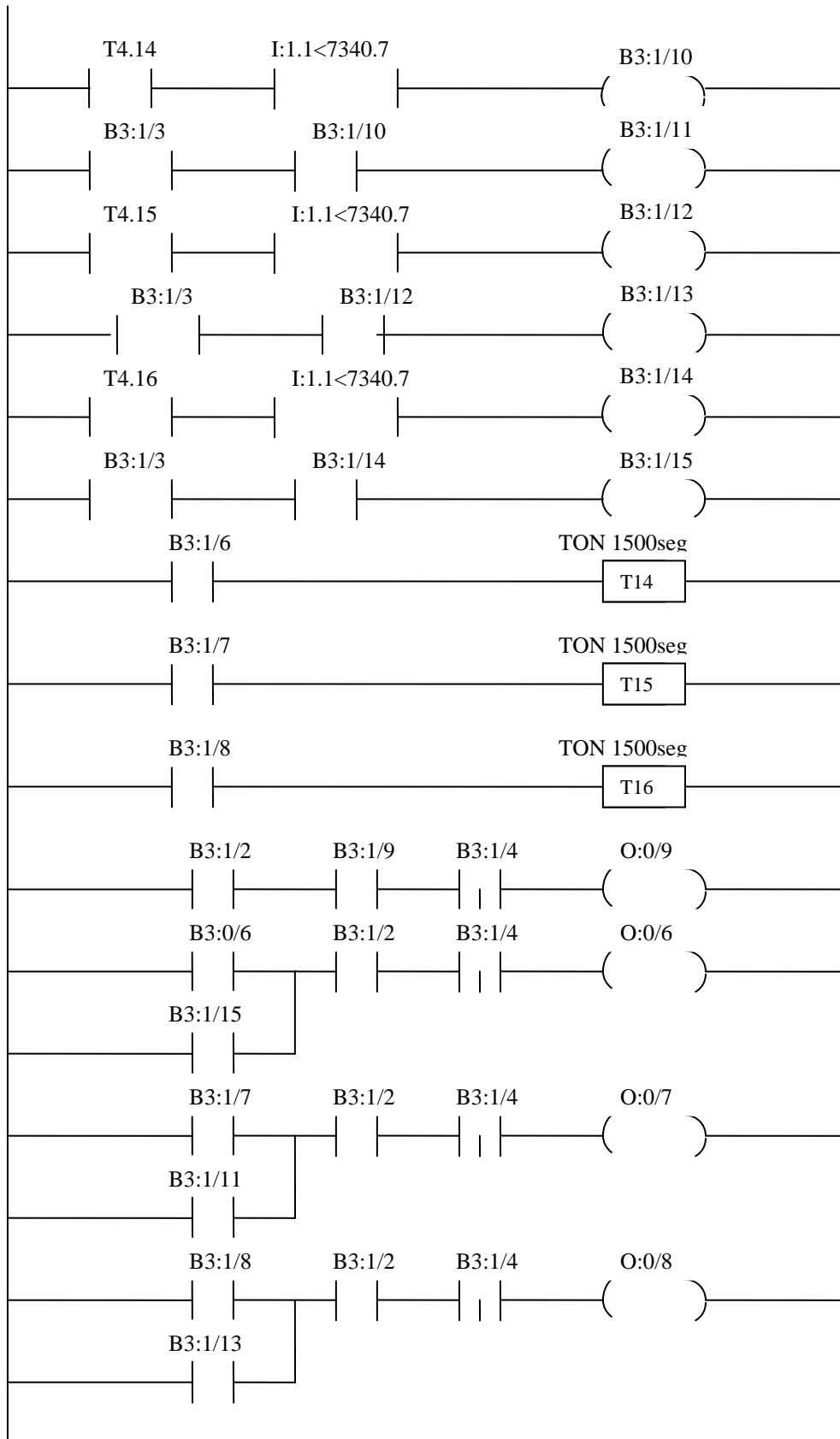
BAJA PRESION



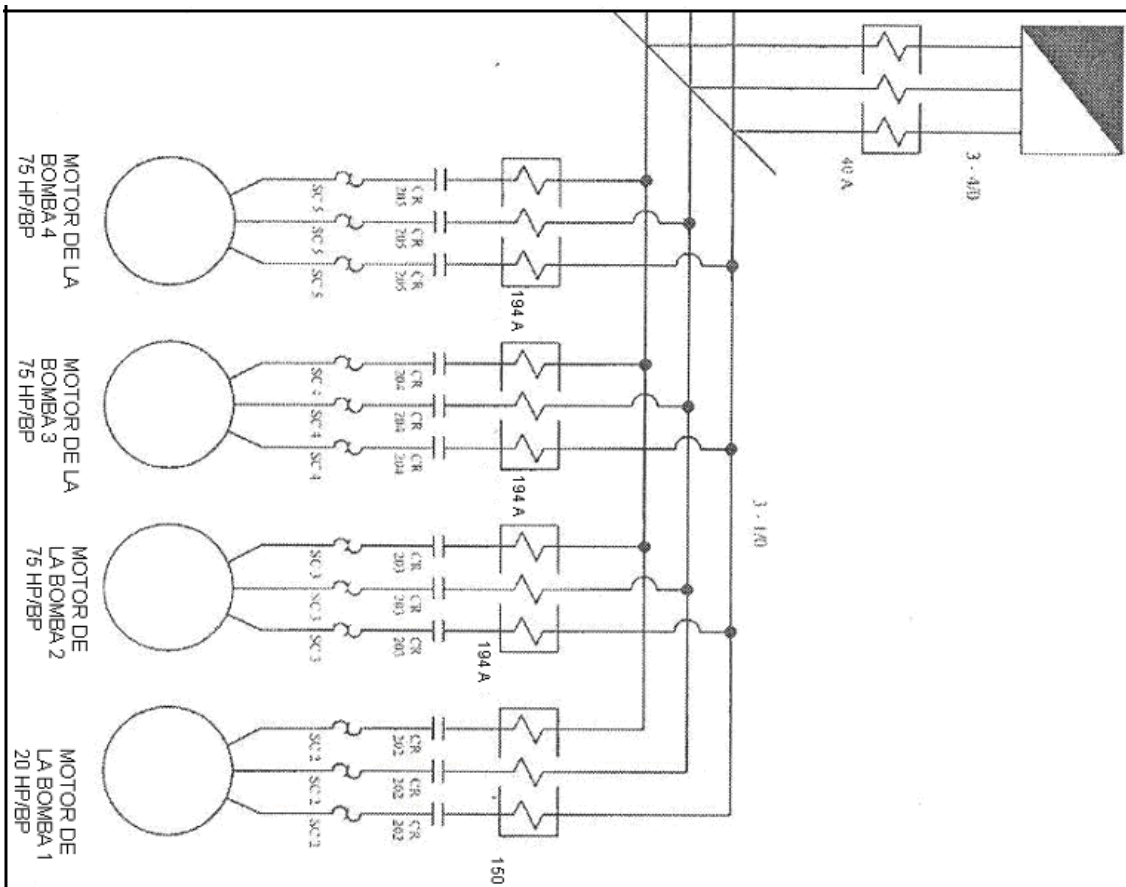


ALTA PRESION





PLANO ELECTRICO



MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE REBOMBEO

El mantenimiento de dicho sistema, tendrá un costo bajo, pero necesitara de personal capacitado, sobre los sistemas de bombeo. Para poder dar dicho servicio...

Así el operador estará en condiciones de tomar las medidas preventivas necesarias con el objeto de evitar daños a los equipos, esto debido que los accesorios (bombas, tuberías, sensores, válvulas etc.) representan una parte en las funciones del proyecto, por lo cual se necesita tener cuidado y una atención especial en los equipos.

El mantenimiento preventivo y correctivo de los aparatos de bombeo deben hacerse bimestral o anual según el tipo de servicio.

Algunos aspectos que se realizan en la inspección son las siguientes:

Revisar los filtros de las bombas

Verificar que no haya fugas en los empaques internos

Revisar los empaques, sellos mecánicos

Verificar el estado de las tuberías, de que no haya cuarteaduras que provoquen fugas y daños.

Se revisaran los motores, carcasas, valeros entre otras cosas para prevenir problemas.

CAPITULO IV: ANALISIS ECONOMICO

Análisis económico

EQUIPO DE CONTROL

Cantidad	Descripción	Unitario	
1	PLC Marca Allen-Bradley Micrologix 1200)	US \$235.00	\$243.34
1	Contactores para motor de 75 HP	11,272	11,272.30
1	Contactores para motor de 20 HP	2,170	2,200
2	Sensor de Presión (L)	11.70	11,70.00

CONTROL CON PLC

1	PLC (Allen Bradley Micrologix 1200)	6, 580	6,580
---	-------------------------------------	--------	-------

20,465.54

AMORTIZACIÓN

El presente proyecto tendrá un costo aproximado de veinte mil cuatrocientos sesenta y cinco punto cincuenta y cuatro pesos, con este precio se tendrá un mayor ahorro de energía.

Se planea que la inversión durara aproximadamente de 4 a 6 años, siempre y cuando, se le de mantenimiento periódicamente con personal capacitado en dicho control.

Esto se vera reflejado, mediante un buen servicio, que sea eficiente y eficaz, al proporcionar agua a las colonias ya antes mencionadas., pero sobre todo, con un bajo costo de mantenimiento.

CONCLUSIONES

Este proyecto se hizo con la finalidad de que se aprovechara más el agua potable, mediante el hecho de modernizar el sistema de Rebombeo Zapotitla.

Claro no esta demás, tener a un operador capacitado, el cual tomara decisiones mas adecuadas para que no haya incidentes.

En el presente trabajo se pretende lograr el mejor funcionamiento de un sistema de rebombeo de agua potable para uso de las colonias Miguel Hidalgo y la Conchita. Utilizando para ello un PLC de marca Allen Bredley Micrologix 1200

Ante las problemáticas que hay por cuidar el agua y no desperdiciarla, nosotros creemos que este proyecto dará satisfacciones a corto mediano y largo plazo.

BIBLIOGRAFIA

a).- Mecánica de fluidos

Autor: Robert L. Mot.

b).- Manual de Mantenimiento a Bombas tipo Vertical

Empresa: CMIC (Instituto de Capacitación de la Industria de la Construcción)

Exponente: Ing. Mario magaña Zamora

Octubre 2002.

c).- Datos Prácticos de Instalaciones Hidráulicas y sanitarias

Ing. Becerril L. Diego Onesimo 8ª Edición.

d).- Manual de Maquinaria Marve, S.A de C.V

Lister Setter.

e).- Apuntes del Seminario.

ANEXOS

ANEXO I Manual de Interruptores

Equipos de Control e Interruptores Industriales/
Equipamientos de Control e Interruptores Industrias

Contactors - Telemecanique Tesys Series

TeSys, The New Standard for Motor Control and Protection 



New Model D from Telemecanique for increased safety performance and reliability

- 1 N/O and 1 N/C auxiliary built in as standard on all contactors (unique feature 45mm wide up to 18.5kW with 2 in built auxiliary contacts)
- N/C auxiliary contact mechanically linked to the power poles for use in safety circuits (Mirror contact)
- Snap-on safety cover supplied as standard
- Separation of control and power for simple wiring
- Standard features DIN rail or screw fixing, finger protection...
- Conforms to international standards and approvals

Contactores

Contactores tripolares

Tipo 3TB, 3TF y SIRIUS 3RT

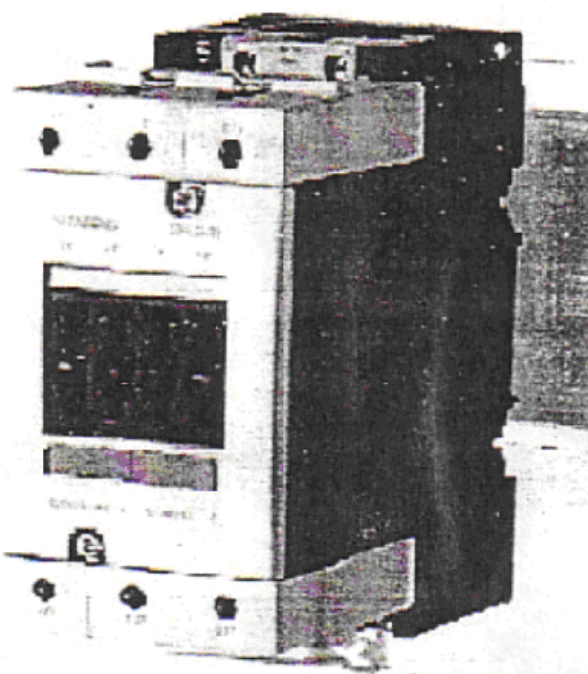
Alta calidad y confiabilidad

- En la técnica de mando
- Elevada vida útil mecánica
- Tamaño 50 y 51 (DIN) 15 millones de maniobras
- S2 hasta 10 millones de maniobras
- Larga vida eléctrica
- Fácil mantenimiento
- Disponibilidad de las piezas de repuesto
- Conexión de bobina tanto superior, inferior y diagonal
- Muchos accesorios adosados en los tamaños 50 al 55
- Seguridad en el servicio
- Sencillez en el manejo
- Compacto en su forma
- Accesorios enchufables

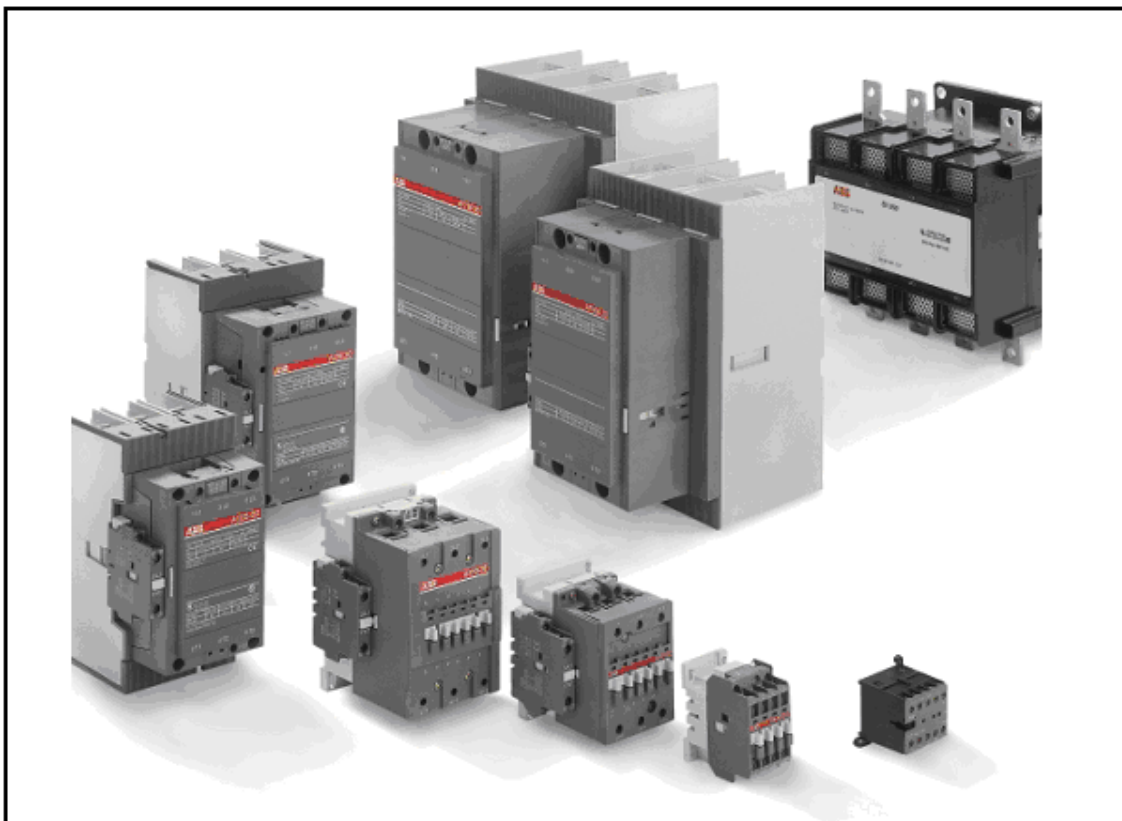
¡Características que hacen la diferencia!

Normas:
NMX-J-290
VDE 0660
IEC 947-1b

Descripción	Página
Contactores tripolares tipos 3TB/3TF	
Descripción	1/16
Tabla de selección	1/17
Datos técnicos	1/18
Tabla de selección	1/19
Diagramas de conexión	1/21
Dimensiones	1/22
Contactores 3RT1	
Descripción	1/23
Tabla de selección	1/24
Datos técnicos	1/27
Dimensiones	1/28



**La gama universal de
Contactores de ABB**



ANEXO II
Manual de Bombas tipo Vertical
DE BOMBAS TITO TURBINA VERTICAL



Modelo VIT-FF

Bomba a turbina vertical industrial

- Capacidades a 65,000 GPM (14763 m³/h)
- Altura de elevación a 3,600 pies (1,097m)
- Temperaturas a 500° F (260° C)
- Tamaños de cubeta desde 6" a 36"

Ventajas de diseño

- Cabezal de descarga fabricada y columna embreada.
- Construcción de cuerpo embreada.
- Eje de 115SS.
- Construcción de aliación con levado de áreas críticas disponible para servicios corrosivos y abrasivos.
- Alineación integrada y tubería simétrica para una instalación más económica y facilidad de mantenimiento y acceso reducido.

Servicios

Agua de enfriamiento
Toma de agua marítima y de río
Bombas de proceso industrial
Bombas de circulación para servicios químicos
Bombas de circulación de condensado de agua
Lectura de caudales

Anexo III

Diagrama de conexión de PLC Allen Bradley

