

INGENIERÍA ELÉCTRICA

MODERNIZACIÓN DE MEDIDOR DE NIVEL ULTRASÓNICO PARA SISTEMA DE ACHIQUE PARA LA SEGUNDA ETAPA

REPORTE DE RESIDENCIA PROFESIONAL

Fernando Alexis Hernández López 12270635

ASESOR INTERNO:

ING. CEIN TECO LÓPEZ

ASESOR EXTERNO:

ING. RENE ESQUINCA ESPINOSA

CHICOASEN, CHIS. MEXICO

**COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD
CENTRAL HIDROELÉCTRICA MANUEL MORENO TORRES**

AGOSTO-DICIEMBRE, 2016

ÍNDICE

LISTADO DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS	3
1. Introducción	5
1.1 Antecedentes	5
1.2 Estado del Arte	6
1.3 Justificación	7
1.4 Objetivo	7
1.5 Metodología	8
2. Fundamento Teórico	13
2.1 Motor Vertical Flecha Hueca	13
2.2 Bombas Verticales	14
2.3 Sensor Ultrasónico VU31	16
2.4 Arrancadores por Autotransformador	27
2.5 PLC CLW-02/20HR-A	28
2.6 Control en Maquinas Eléctricas	29
3. Desarrollo	29
3.1 Levantamiento del Sistema de Achique 2da Etapa	29
3.2 Implementación del Sensor Ultrasónico VU31 OPTOSOUND	33
3.3 Pruebas Operativas	39
3.4 Pruebas Finales y Puesta en Servicio	41
3.5 Consideraciones Técnicas para su Mantenimiento	43
4. Resultados y Conclusiones	43
Referencias	46
Anexos	47
Anexo A	47
Anexo B	59

LISTADO DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

<i>A</i>	Área de barrido.
<i>CC</i>	Control de carga.
<i>Cm</i>	Centímetro, Unidad de medida de longitud.
<i>D</i>	Diámetro de Tubería.
<i>Hp</i>	Caballo de Fuerza.
<i>Hz</i>	Hertz/Frecuencia.
<i>IHM</i>	Interfaz Hombre-Máquina.
<i>IEEE</i>	Instituto de Eléctricos y de ingenieros electrónicos.
<i>mA</i>	Mili Amperes.
<i>msnm</i>	Metros Sobre el Nivel del Mar.
<i>N</i>	Numero de bombas en operación.
<i>NA</i>	Contactador Normalmente Abierto.
<i>NC</i>	Contactador Normalmente cerrado.
<i>ON</i>	Encendido
<i>OFF</i>	Apagado
<i>PLC</i>	Control Lógico Programable.
<i>Q</i>	Caudal.
<i>T</i>	Tiempo de vaciado.
<i>V</i>	Volumen a vaciar.
<i>VCA</i>	Voltaje Alterna.
<i>VCD</i>	Voltaje Directo.

SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	ACCIONAMIENTO ELECTROMECHANICO EN GENERAL (RELE, CONTACTOR).		ELEMENTO DE CONEXIÓN, CONTACTO CONMUTADOR DE ACCIÓN RETARDADA A LA EXCITACIÓN.
	ACCIONAMIENTO ELECTROMECHANICO CON RETARDO DE ATRACCIÓN.		ELEMENTO DE CONEXIÓN, CONTACTO CONMUTADOR DE ACCIÓN RETARDADA A LA DESCONEXIÓN.
	ACCIONAMIENTO ELECTROMECHANICO CON RETARDO DE CAIDA.		ELEMENTO DE CONEXIÓN, CONTACTO CONMUTADOR DE ACCIÓN POR IMPULSO.
	ACCIONAMIENTO ELECTROMECHANICO DE MAXIMA INTENSIDAD.		ELEMENTO DE CONEXIÓN, CONTACTO DE TRABAJO ACCIÓN TERMICA ENCLAVADO MECANICAMENTE.
	ACCIONAMIENTO ELECTROMECHANICO DE MINIMA INTENSIDAD.		CONMUTADOR PASO A PASO O ACCIONADO POR GIRO.
	MOTOR ASINCRONO TRIFASICO.		PULSADOR NORMALMENTE ABIERTO.
	VALVULA ACCIONADA POR MOTOR ELECTRICO.		PULSADOR NORMALMENTE CERRADO DE EMERGENCIA.
	CONTACTO DE CONEXIÓN, NORMALMENTE ABIERTO.		LÁMPARA DE INDICACIÓN.
	CONTACTO DE CONEXIÓN, NORMALMENTE CERRADO.		
	ELEMENTO DE CONEXIÓN, CONTACTO CONMUTADOR.		
	CORTACIRCUITOS EN GENERAL.		
	SECCIONADOR CON FUSIBLE INCORPORADO.		
	TRANSFORMADOR DE TENSION.		

1. Introducción

1.1 Antecedentes

En una central hidroeléctrica se utiliza energía hidráulica para la generación de energía eléctrica [1]. Cabe destacar que las inundaciones en la central no han llegado a tal estimación debido a que las bombas de achique han logrado un trabajo importante. El cárcamo es un vaso de acumulación de filtraciones y desagües de toda la central. Conforme la demanda de la energía eléctrica valla incrementando las unidades generadoras entran en servicio y las filtraciones aumentan con el tiempo.

Es importante que Comisión Federal de Electricidad deba tener siempre en óptimas condiciones sus diferentes sistemas de desagüe que lo conforman, es por ello que en este trabajo se hablara específicamente del sistema de achique de la segunda etapa, teniendo como título el proyecto: Modernización de Medidor de Nivel Ultrasónico para Sistema de Achique para la Segunda Etapa.

En el siguiente trabajo, consta de una serie de consideraciones, cálculos, diagramas de control de máquinas, y resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto. La problemática a tratar o a mejorar es la que se obtiene actualmente con el sistema de achique de la segunda etapa, esta cuenta con 3 bombas, de las cuales están en operación y perfecto funcionamiento, pero se presenta con un mecanismo de control de nivel ineficiente e inexacto.

El mecanismo de control es por arrancadores de forma manual con sistema de señalización por medio de flotadores mecánicos comunes a los tanques de uso doméstico. Estos llegan a tener problemas serios en sus contactos directos con el agua por lo que llegan a oxidarse y se llegan a obstaculizar por la suciedad. El mecanismo que se posee efectuar ayuda a un sistema de censado con contacto indirecto al agua y sin mantenimientos por oxidación.

El sistema de señalización de nivel del agua es la complicación principal debido a que trabajan hoy en día con flotadores mecánicos por lo que se considera desventaja en su modo operación por alguna falla. Comisión Federal de Electricidad no tiene establecido mucho mantenimiento a estos equipos debido a su ubicación pero cabe destacar que son elementos importantes debido a que ellos ayudan a la central a no presentar inundaciones y generar alguna complicación importante a toda la central y la seguridad del personal.

Este proyecto pretende modernizar el sistema actual (flotadores mecánicos) por un sensor ultrasónico con su respectivo gabinete de control acoplado a un PLC y sincronismo de las bombas de 200 Hp. Planteándose el diseño del sistema como su diagrama de control del gabinete para la instalación en el sistema de achique de la segunda etapa de la C.H.M.M.T. Así mismo el sistema podrá constar con modo MANUAL, AUTOMATICO y ponerlo FUERA DE SERVICIO por cualquier circunstancia que se presentara.

1.2 Estado del Arte

Pepperl+Fuchs.- Pepperl+Fuchs [6] es conocida por clientes de todo el mundo como una empresa pionera e innovadora en protección contra explosiones eléctricas y tecnología de sensores. Cubren un amplio abanico de situaciones de aplicación de automatización industrial. Pueden detectar una variedad de materiales, no se ven afectados por superficies problemáticas y presentan una inmunidad frente a las influencias medioambientales.

Sea cual sea su tarea, ya se trate de manipulación de materiales, equipos móviles, alimentación y bebidas, medición de nivel de llenado o detección en entradas y puertas, los sensores ultrasónicos aportan soluciones para los requisitos de aplicaciones más diversos. La superficie del sensor se limpia sola mediante vibración, y no es el único motivo por el que el sensor es insensible a la suciedad. El principio físico de la propagación del sonido funciona, con unas pocas excepciones, en prácticamente cualquier entorno.

ALLEN BRADLEY.- Líder en innovación y calidad hace más de 110 años, la cartera Allen-Bradley ofrece los componentes de automatización y sistemas de control integrado que usted necesita para optimizar el rendimiento [4] [5]. Esta empresa emplea la automatización como una gama de impacto en la industria, el sensor ultrasónico implica ventas importantes debido a sus rangos de exactitud.

El sensor ultrasónico UCC3500-30GH70-IE2R2-V15 ofrece un rango de medición de 20 cm a 350 cm, una salida análoga de 4 mA a 20 mA y una salida de conmutación adicional. Además, permite garantizar la medición de nivel continua y la protección de rebosamiento a mayor distancia. Para la puesta en servicio y la parametrización, se utiliza la programación ULTRA-PROG-IR. Con esta configuración, es posible visualizar la distancia al objeto y la intensidad de la señal de eco.

CCA.- Es una empresa enfocada en dar soluciones de control y Automatización industrial, con un alto nivel de Servicio, Eficiencia y Calidad, basada en la competitividad tecnológica de los productos que ofrecen [5]. Se convirtió en un portafolio de productos más amplio incluyendo Sensores, manometría, termometría y válvulas automáticas, es por ello que han logrado un mercado potencial y una opción agradable en los sensores ultrasónicos por sus productos.

Los sensores ultrasónicos serie F65 son los indicados para medir el nivel en contenedores cerrados. Puede realizar la medición introduciendo el sensor en el contenedor. La serie F65 está disponible en tres rangos de medición (6 cm - 50 cm, 20 cm - 150 cm y 25 cm - 250 cm) para adaptarse a contenedores de distinto tamaño. Este sensor cabe señalar que CFE se ha puesto a trabajar con estos productos para la medición de flujos y presión en válvulas de enfriamiento en la central.

1.3 Justificación

Debido a la demanda de energía eléctrica, y el crecimiento acelerado de la población, las centrales Hidroeléctricas han presentado el incremento de la generación eléctrica y así mismo la implementación de nuevas unidades generadoras. Además de presentar innovación de calidad en las automatizaciones para promover tecnología de vanguardia y así mismo otorgar servicios de calidad, y brindando control inteligente hoy en día.

Debido a este incremento de generación así mismo se amplió con ello la galería de Achique (Cárcamo), donde son canalizadas todas las aguas de los sistemas de drenaje y filtraciones que ocurren en toda el área de “Casa de Máquinas” dado ello su importancia de mantener los estándares de nivel de aguas estables para evitar la inundación de la central.

La galería de Achique de la segunda etapa consta de cuatro flotadores mecánicos que son accionados conforme el nivel del cárcamo va en aumento a consecuencia de ingresar unidades generadoras y las filtraciones cotidianas de la central. Debido a este uso de flotadores el diseño se hizo de forma rápida por lo que el control de nivel del Cárcamo no es de forma segura y así mismo los mantenimientos de los flotadores llevan tiempo, proporcionando mucha inseguridad del personal por su velocidad de llenado del cárcamo.

Los flotadores mecánicos como se conocen de manera coloquial son problemas fáciles de encontrar debido a que en cualquier momento se pueden atascar alguna pieza pequeña y estos pueden mandar a arrancar bombas en momentos inoportunos y como este sistema está en acercamiento directo con el agua llegan a desechar uno o dos flotadores anuales y generan gastos constantes.

Por lo que la opción de la Modernización de Medidor de Nivel Ultrasónico para Sistema de Achique para la Segunda Etapa. Mediante un control para las bombas de 200 Hp y un tablero con su respectivo gabinete externo. Esta etapa será accionada por relevadores auxiliares para la automatización de las bombas y acoplado con un PLC. Logrando un arranque de las bombas suaves y desgastes uniformes evitando inundamientos inesperados.

1.4 Objetivo

Diseñar e implementar un sistema de medidor de nivel con el sensor ultrasónico OPTOSOUND VU31 para el sistema de achique de la segunda etapa para las unidades 6 ,7 y 8 con su respectivo gabinete de control para la Central Hidroeléctrica Manuel Moreno Torres.

Objetivos Específicos

Reemplazar los cuatro flotadores mecánicos por el sensor ultrasónico OPTOSUND VU31.

Calcular los niveles de agua y la altura en que será colocado el sensor en el Cárcamo a fin de lograr un funcionamiento eficiente.

Diseñar un gabinete de señalización y control con relevadores auxiliares conectados al sensor ultrasónico OPTOSOUND VU31.

Programar el sensor ultrasónico con los datos del Cárcamo usando los elementos que este requiera para su adecuado funcionamiento.

Lograr arranques secuenciales y alternos para las tres bombas de 250 Hp ubicadas en el piso de inspección en base al acoplamiento del sensor ultrasónico con el PLC CLW-02/20HR-A marca WEG.

1.5 Metodología

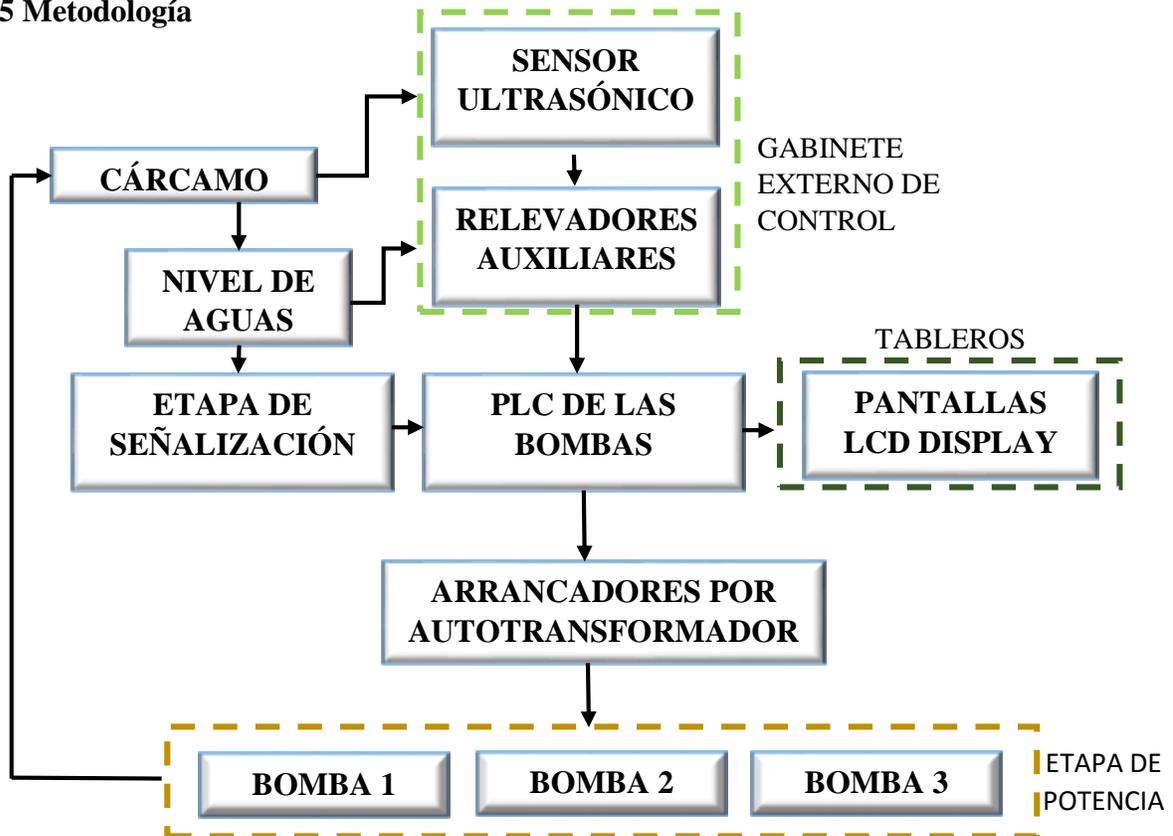


Fig. 1.1. Diagrama a bloques hardware del sensor y control de achique.

El la Fig. 1.1 se logra apreciar el diagrama a bloques hardware donde nos indica como lo conforman todos los elementos para realizar el proceso de desagüe de las filtraciones. En ellos consta de etapas de censado que pasara a una etapa central que es el PLC. Una vez procesado

los datos que nos manden el sensor podemos otorgar a un uso inmediato del proceso de potencia donde ahí se encuentran las bombas que serán trabajadas alternadamente.

Gabinete Externo de Control.- Nos presentan dos equipos importantes; El censado será por medio del sensor ultrasónico lo cual efectúa en tiempo real los niveles del cárcamo que se presentan cada momento que surgen cambios en sus niveles de aguas. La etapa de los relevadores auxiliares externos está físicamente en dos estados NA y NC, lo cual serán accionados de acuerdo al progreso del diagrama (ANEXO A.10).

Estos mandan señales al PLC, como los relevadores están trabajando con +24 VCD serán excitados su bobina para poder sellar los contactos internos de un relevador. Por ende son debido a que el sensor manda señales entre 4 a 20 mA con esta corriente sellara y mandara la señal. Este gabinete cuenta con 6 relevadores cada uno son diseñados de acuerdo a los niveles del cárcamo y al mismo tiempo relacionados con la salida de corriente del sensor.

PLC.- será el encargado de llevar la señalización a tableros mediante lámparas indicadoras cada una de ellas presentan niveles del cárcamo. Al mismo tiempo tendrá la comunicación de pasarlo a una IHM que es una pantalla de Display que nos servirá para poder observar en su momento como se está comportando todo el equipo a su vez, al mismo tiempo visualizar que bombas están trabajando.

Así mismo una vez detectado mediante los relevadores el nivel del Cárcamo el PLC se encargara de activar las bombas con arrancadores por autotransformador. Para que así mismo no siempre este trabajando la misma bomba. Cabe apreciar que trabajaran alternadamente las bombas para tener un desgaste equitativo; una vez dentro las bombas el Cárcamo será bastecido de nivel por lo que bajara de ello y será una nueva etapa de señalización y así al tener sistema vacío, el PLC detendrá a PARO las bombas.

Arrancadores.- De acuerdo a las teorías conocidas, los sistemas de arranque para bombas y motores están unidas a un sistema de control. Estos arrancadores por autotransformador son eficientes debido a que trabajan con bombas de 200 HP por ende al contener este equipo ensamblado permitirán un arranque suave reduciendo la corriente de demanda máxima que presentan, aportando un trabajo seguro y evitando cualquier incidente del equipo.

Cabe señalar que será un diagrama con constante ciclo debido a que presenta un sistema automatizado y estará en un control de nivel constante y así las bombas estarán en trabajo alterno para llevar un uso sin dañar equipo por sobrecargas. También se tiene en modo manual por lo que el operador podrá estar activando o desactivando las bombas sin ningún problema.

Cárcamo.- El cárcamo es un vaso donde llegan las aguas y filtraciones de las unidades e inclusive los aceites derramados por las máquinas. Este acumulador será donde podrá ser censado en forma real procurando llevar datos de nivel constante y verificar en tableros por el operador a que nivel se encuentra.

Los parámetros configurados en el Cárcamo para tener etapa de señalización son las siguientes: 183.00 MSNM, 183.50 MSNM, 184.00 MSNM, 184.50 MSNM, 185.00 MSNM,

185,50 MSNM. El nivel más bajo es de 183 MSNM por lo que las tres bombas estarán en reposo total y así no presenten un trabajo en vacío y no lleguen a quemarse las bombas.

Al entrar en el nivel 183.50 msnm a 184.50 msnm estará en acción cualquiera de las 3 bombas que el PLC desee mandar o bien le corresponda trabajar debido a desgastes parciales que conlleva su programación. En los niveles 185.00 msnm estarán activadas dos bombas alternas para poder abastecer el agua lo antes posible hasta llegar a control de invernado de las bombas por bajo nivel.

Por último el nivel 185.50 msnm en adelante se activaran las 3 bombas de forma automática esto para lograr vaciar el Cárcamo lo antes posible con las bombas de 200 Hp se calcula un tiempo alrededor de 20 min a 35 min. Cabe señalar que en la primera etapa se tienen bombas pero no serán consideradas en este proyecto debido a que la segunda presenta un mayor volumen del Cárcamo.

Etapa de Señalización.- Con respecto a lo que corresponde la etapa de señalización será un aporte a la etapa de monitoreo de los niveles del Cárcamo, como se mencionó anteriormente se estableció un sistema en tres facetas. Cada lámpara de señalización corresponderá al nivel en estado real que se presente; en cualquier que se a algún problema y logre fallar la automatización será puesto en modo manual para no dejar crecer los niveles de aguas.

Se tiene postulado tener esta etapa en el gabinete externo donde está ubicado debido a que el personal podrá checar en sus recorridos cotidianos sus niveles y así mismo plantear cualquier falla que ocurra.

En el diagrama Fig. 1.2 nos muestra el diagrama bloque de la estructura física del gabinete externo de control.

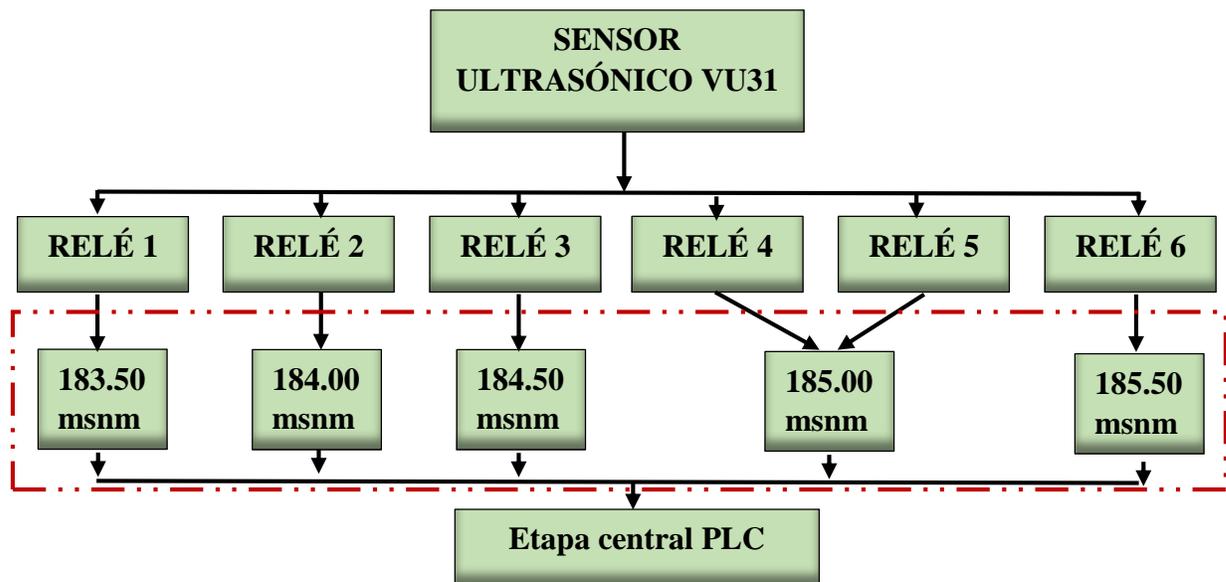


Fig. 1.2. Diagrama a bloques del sensor y control del sistema de achique.

En la fig. 1.2 el eje central de censado será por el cabezal del sensor esto lleva a datos que obtenga. Una vez dado mandara señales de sus salidas configurados para que active los relevadores configurados dependiendo de los niveles que se allá encontrado. Destaca que estos relevadores van a un procesador de datos que es el PLC para que active las bombas ya sean 1,2 o 3 bombas al mismo tiempo o puede suceder que no active ninguna.

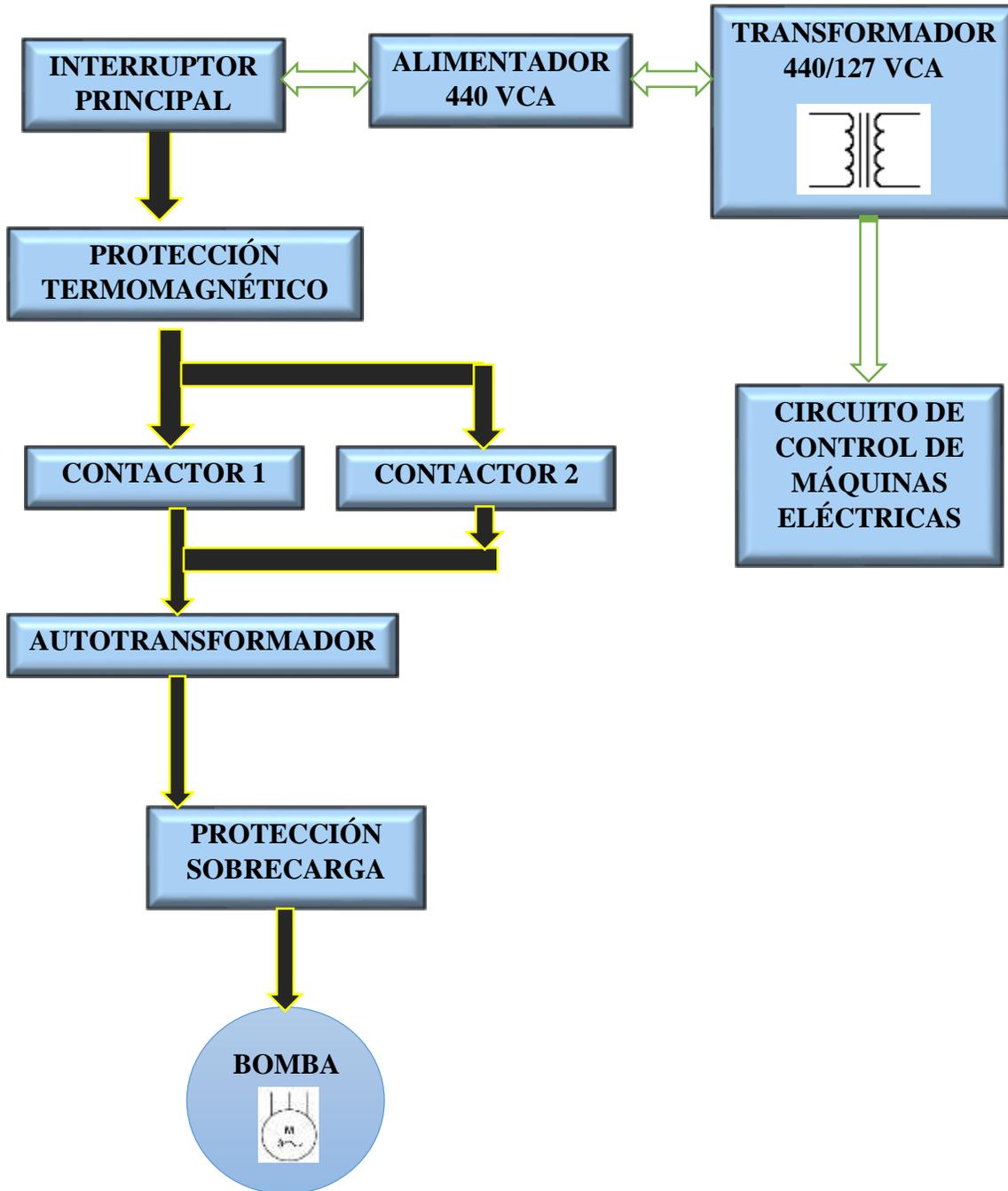


Fig. 1.3. Diagrama a bloques de arranque por autotransformador de una bomba de achique.

En la Fig. 1.4 se da a conocer el diagrama Software del funcionamiento interno que corresponde a todo el acoplamiento del sistema.

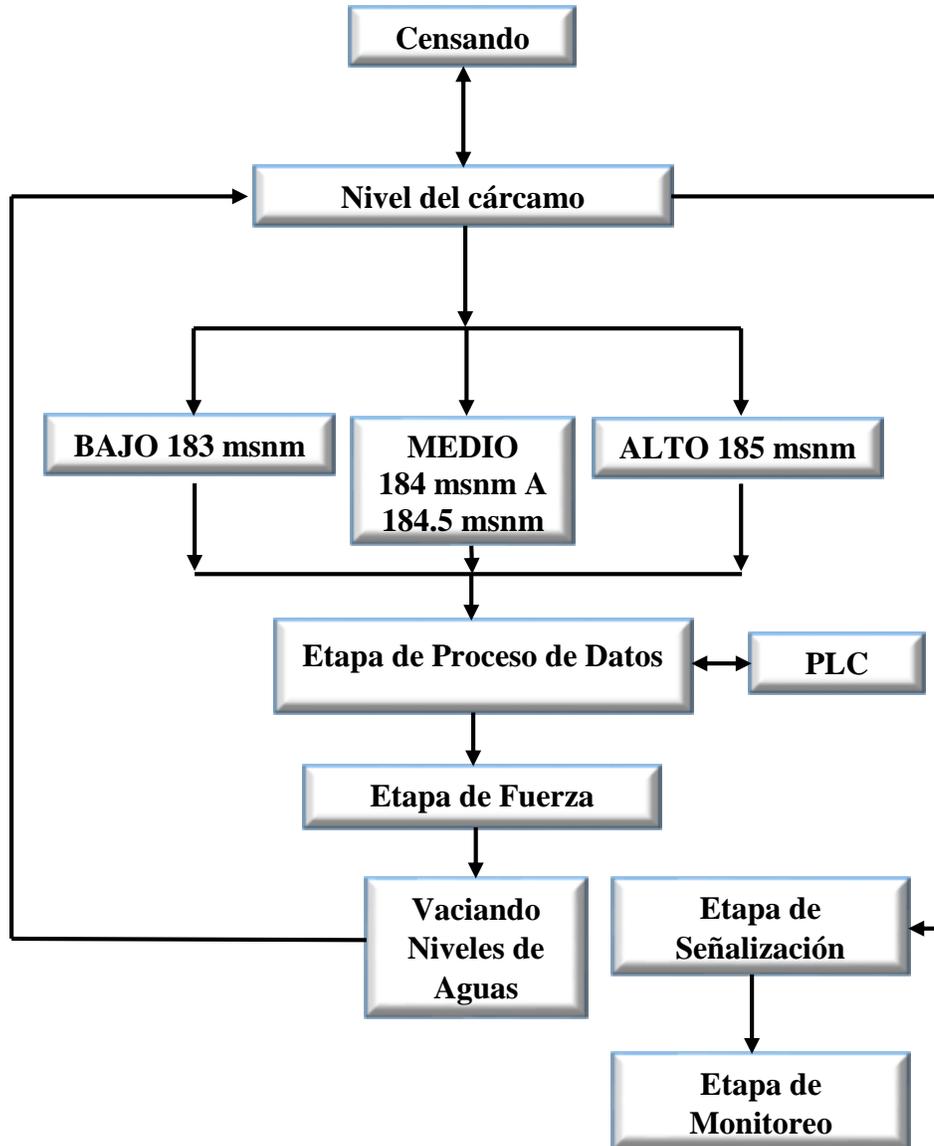


Fig. 1.4. Diagrama a bloques software del sensor y control de achique.

En el diagrama Fig.1.4 se presenta de manera trascendental de todo el proceso que llevara a cabo en el nuevo sistema implementado. El censado será sujeto al cabezal del sensor estará en constante trabajo debido al aumento del nivel y al mismo tiempo arrojará datos para que el PLC pueda saber el nivel y procesando todo esos datos podrá arrojar que acción va a realizar ya sea la entrada de una a tres bombas de 200 Hp.

Todo proceso de automatización debe contar con procesos de fuerza es decir aquel equipo que realice la labor de un proceso de fuerza mecánica-eléctrica. En este proyecto se estima al trabajo de las bombas como etapa de fuerza, debido a que estará trabajando acorde el sensor presente las señales de activación.

En el proceso de señalización como anteriormente mencionado será por lámparas que llevarán a un proceso de monitoreo. La estimación del monitoreo será presentado al operador y el dirigirá cual proceso es recomendable; ya sea activación automatizada o bien procesarlo manualmente.

Por ende la modernización constara de etapa con mejoras debidamente equipadas, cabe mencionar que este producto es implementado por primera vez en la central Hidroeléctrica por lo que se trabajó en cada una de ellas. Llevándolo a una manera segura y eficiente al momento de ser requerido para una implementación en el cárcamo de la primera etapa.

2. Fundamento Teórico

2.1 Motor Vertical Flecha Hueca

Desde 1922, los motores Verticales Flecha Hueca US han figurado como los motores estándares en la industria del bombeo. Es así como los motores verticales flecha hueca, son reconocidos en el mercado ya que cuenta con una larga trayectoria, siempre brindando al cliente confiabilidad y un fácil manejo. Además los motores verticales flecha hueca, cuentan con una configuración única que permite la adaptabilidad a requerimientos específicos del cliente [2].

Los motores US verticales Flecha Hueca están contruidos de materiales de alta calidad y fabricados bajo la norma ISO 9000-2000 y es así como gracias a su constante innovación, buen funcionamiento y su diseño, el motor vertical flecha hueca US se ha convertido en el motor más confiable de la industria. Las bombas verticales de turbina están diseñadas para aplicaciones de bombeo con líquidos limpios o ligeramente contaminados.

La sección hidráulica está sumergida en el líquido a bombear, con el motor montado en seco en la parte superior del pozo o cántara. La descarga se produce a través de la columna montaje de descarga común, donde se encuentra el eje de la bomba. Las bombas verticales de turbina tienen un eje de vertical con cojinetes deslizantes lubricados por el líquido bombeado [1] [2].



Fig. 2.1 Motor Vertical Flecha Hueca Nema Premium, Alta Confiabilidad Marca U.S MOTORS.

Características.- 40 a 5000 HP, 3600 a 400 RPM, 208 a 6900 Volts, 3 Fases, Frecuencia 60 Hz, Enclaustramiento con Protección para ambiente tipo I (WPI) 40 a 4000 HP, Protección para ambiente tipo II (WPII) 300 a 5000 HP, Eficiencia Nema Premium., Aislamiento clase F, aumento a clase B a plena carga, Factor de servicio 1.15 para WPI y WPII, Armazones 184 TP a 5811 P, Alto empuje axial, Ambiente máximo 40 ° C a 3,300 pies de altitud, Disponible variedad de configuración de baleros según especificaciones, Con/sin trinquete de no retroceso.

Aplicaciones.- Los motores verticales flecha hueca están diseñados para ser utilizados en aplicaciones en equipos de bombeo tipo turbina, mezcladores y bombas de propela. Los motores Verticales Flecha hueca son usados para riego, pozos, agricultura, en organismos del agua y municipales, en el proceso del tratamiento del agua, así como en diversas aplicaciones industriales [3].

2.2 Bombas Verticales

Las primeras bombas de las que se tiene conocimiento, son conocidas de diversas formas, dependiendo de la manera en que se registró su descripción, como las ruedas de persas, ruedas de agua o norias. Todos estos dispositivos eran redas bajo el agua que contenían cubetas que se llenaban con agua cuando se sumergían en una corriente y que automáticamente se vaciaban en un colector a medida que se llevaban al punto más alto de la rueda en movimiento [3].

La más conocida de aquellas bombas, el tornillo de Arquímedes, aún persiste en los tiempos modernos. Todavía se manufactura para aplicaciones de baja carga, en donde el líquido se carga con basura u otros sólidos. Los tipos más importantes de bombas verticales sumergidas

son las bombas de turbinas verticales o de pozo profundo, las bombas de hélice y las bombas de voluta sumergidas. Estas turbomáquinas hidráulicas generadoras pueden subdividirse.

Bomba vertical y horizontal. El eje de rotación de una bomba puede ser horizontal o vertical, (rara vez inclinado). De esta disposición se derivan diferencias estructurales en la construcción de la bomba que a veces son importantes, por lo que también las aplicaciones de los dos tipos de construcción suelen ser a menudo distintas y bien definidas [3].

Bombas verticales. Las bombas con eje de giro en posición vertical tienen, casi siempre, el motor a un nivel superior al de la bomba, por lo que es posible, al contrario que en las horizontales, que la bomba trabaje rodeada por el líquido a bombear, estando el motor por encima de éste.

Bombas verticales de funcionamiento en seco. En las bombas verticales no sumergidas, el motor puede estar inmediatamente sobre la bomba, o muy por encima de ésta. El elevarlo responde a la necesidad de protegerlo de una posible inundación o para hacerlo más accesible si, por ejemplo, la bomba trabaja en un pozo. El eje alargado puede ser rígido o flexible por medio de juntas universales, lo que simplifica el siempre difícil problema del alineamiento. Se emplean muy a menudo las mismas bombas horizontales modificadas únicamente en sus cojinetes. La aspiración es lateral (horizontal) [9].

La ventaja de las bombas verticales, es que requieren muy poco espacio horizontal que las hace insustituibles en barcos, pozos, etc.; sin embargo se necesita un espacio vertical superior suficiente para permitir su cómodo montaje y desmontaje. Para bombas de gran caudal, la construcción vertical resulta en general más barata que la horizontal. Las bombas verticales se emplean normalmente en aplicaciones marinas, para aguas sucias, drenajes, irrigación, circulación de condensadores [10].

Bombas verticales sumergidas. El funcionamiento sumergido de las bombas centrífugas elimina el inconveniente del cebado, por lo que el impulsor se halla continuamente, aún parado, rodeado por el líquido a impulsar y, por lo tanto, la bomba está en disposición de funcionar en cualquier momento. El control de la unidad requiere únicamente la puesta en marcha del motor de accionamiento, sin necesidad de dispositivos adicionales de cebado previo.

La aspiración, que es siempre por abajo, se hace a una cierta profundidad con respecto al nivel libre del líquido. Si esta profundidad es menor de lo debido, 2 ó 3 veces el diámetro del orificio de aspiración, se pueden crear en la superficie vórtices o remolinos por cuyo centro se introduce aire en la bomba, con la consiguiente pérdida de caudal y deficiente funcionamiento.

El eje del que van provistas estas bombas, va guiado normalmente por cojinetes de fricción separados a intervalos regulares (de 1,5 a 3 metros) y lubricados por aceite, grasa, o el mismo líquido bombeado; en este último caso, el eje se suele disponer en el interior de la tubería de impulsión vertical, cerca del motor, en que ésta se desvía horizontalmente mediante un codo

adecuado. En los casos de lubricación por grasa o aceite, el eje va dentro de un tubo portador de los cojinetes siendo este conjunto a su vez exterior o interior a la tubería de impulsión.

La otra solución tiene la ventaja de requerir un menor espacio, siendo en ambos casos innecesaria la empaquetadura, lo que constituye también una circunstancia muy favorable, dados los inconvenientes que ésta lleva a veces consigo. Las bombas sumergidas tienen la ventaja de ocupar un espacio horizontal mínimo, sólo el necesario para acomodar el motor vertical y la impulsión, siendo incluso ésta a veces subterránea. Las ventajas hidráulicas son evidentes al desaparecer todos los problemas de aspiración [11].

Desde un punto de vista mecánico, esta disposición presenta grandes inconvenientes con respecto a la horizontal. Las bombas son inicialmente más caras y su mantenimiento mucho más elevado, ya que cualquier reparación exige el desmontaje de la bomba para izarla a la superficie. El eje alargado, somete a los cojinetes a un trabajo duro que sobre todo, si están lubricados por agua o líquidos sin grandes propiedades lubricantes, hace que su vida sea corta e imprevisible [12] [13].

2.3 Sensor Ultrasónico VU31

El KROHNE OPTISOUND™ serie sistema de medición de nivel es un 2 canales, 24 voltios o alimentación de línea alimentado. Utiliza tecnología ultrasónica, el OPTISOUND™ continuamente y con precisión medidas de nivel y distancia hasta una distancia de 30 pies, o flujo de canal abierto. El resultado de la medición es una señal de corriente 4-20 mA o Digital de comunicaciones. Las tablas internas del fleje pueden convertir la señal de salida OPTISOUND sea proporcional al volumen o el flujo [7].

Navegación del menú: 1. tecla ENTER 5 segundos para acceder al menú de configuración. 2. Uso hacia ARRIBA y hacia ABAJO los botones para seleccionar elementos de menú 3. Presione el botón ENTER para cambiar los elementos seleccionados 4. Sostenga el botón ENTER para ir al menú anterior o continuar volver al modo de operar. 5. Pulse ARRIBA y ABAJO botones simultáneamente para forzar la adquisición de la blanco (Fig.2.2).



Fig. 2.2 Botones para el sistema de navegación del equipo central del sensor

Tipos de salida.-

Modo de nivel: La salida aumenta a medida que el nivel interno de los vasos aumenta. Nivel de salida es el tipo más común de medida de salida. Configuración es referenciada desde el fondo del recipiente.

Modalidad a distancia: La Salida aumenta a medida que aumenta la distancia del elemento de detección. Configuración es referenciada desde la cara del elemento de detección.

Modo de flujo: La salida aumenta a medida que aumenta el nivel de altura de la cabeza (mayor caudal). Salida es no lineal con cambios de nivel y se basa en el flujo característico de un canal seleccionado, vertedero o fleje de mesa para un dispositivo de flujo primario personalizado [7].

Indicación de falla:

Salida (asignado al canal de culpa) va a 3.7 o 22 mA (seleccionable por el usuario) durante una condición de eco perdido o cerca de la zona.

Para todos los otros defectos, la salida va a 22 mA

Posibles defectos: Zona Echo perder

Sin Sensor - comunicaciones al elemento de detección se perdieron Error 1 - reservado

Error 2 - Error suma EEPROM verificación Error 3 - reservado

Error 4 - EEPROM no responde

Error 5 - comunicaciones al sensor se perdió (se muestra en Datalogger) Error 6 - reservado

Error 7 - reservado

8 - error desconocido se ha producido error - consulte la fábrica

Sensor de desplazamiento:

Offset del sensor se utiliza para indicar el OPTISOUND la cantidad de distancia por encima o por debajo de la parte superior del tanque que la cara del elemento de detección se encuentra para calcular el volumen del tanque [7]. Sensor de desplazamiento se puede aplicar en casos dónde:

El elemento sensor sobresale por debajo de la parte superior del tanque, o el elemento del sensor se monta sobre la parte superior del tanque (Fig. 2.3). Una extensión está instalado para levantar la cara del elemento de detección 12" por encima de la altura del depósito para compensar los 12" junto a la zona. Si el elemento sensor se monta sobre la parte superior de la nave, un valor positivo se introduce en el Sensor de desplazamiento. Si el elemento sensor está montado debajo de la parte superior del tanque, un valor negativo se introduce en el Sensor de desplazamiento.

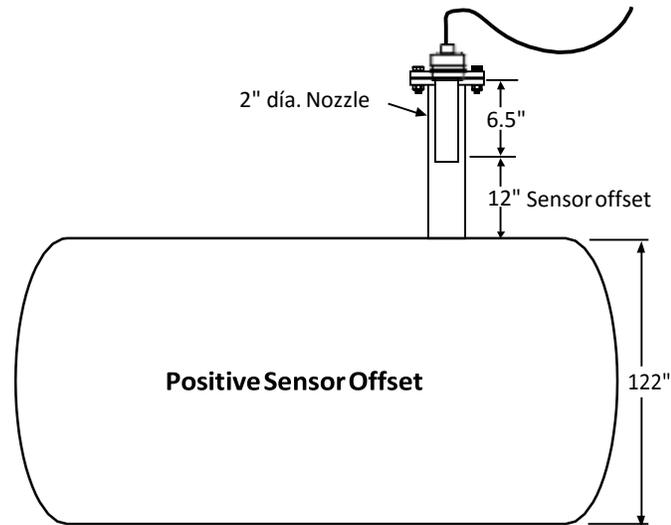


Fig. 2.3 Instalación del sensor de la forma correcta en el vaso.

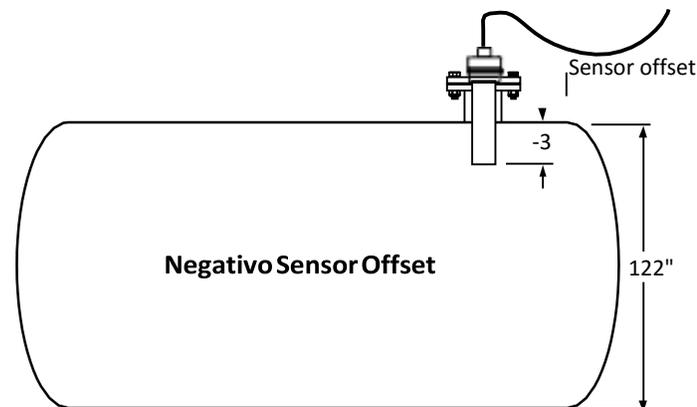


Fig. 2.4 Instalación del sensor de la forma incorrecta en el vaso.

El sistema de montaje

El OPTISOUND está diseñado para montaje en campo, pero debe montarse en un lugar tan libre como sea posible de vibraciones, ambientes corrosivos y cualquier posibilidad de daños mecánicos [7].

El elemento sensor debe ser montada verticalmente y perpendicular a la superficie del líquido. Al montar el elemento de detección OPTISOUND serie, considerar a la zona de cerca de 12 pulgadas (305 mm) (Fig.2.5). Si el nivel se eleva a dentro de 12 pulgadas (305 mm) de la cara del elemento de detección, se genera una usuario seleccionable 3,7 mA o señal de error mA 22; Mensaje de error (Fig. 2.6).

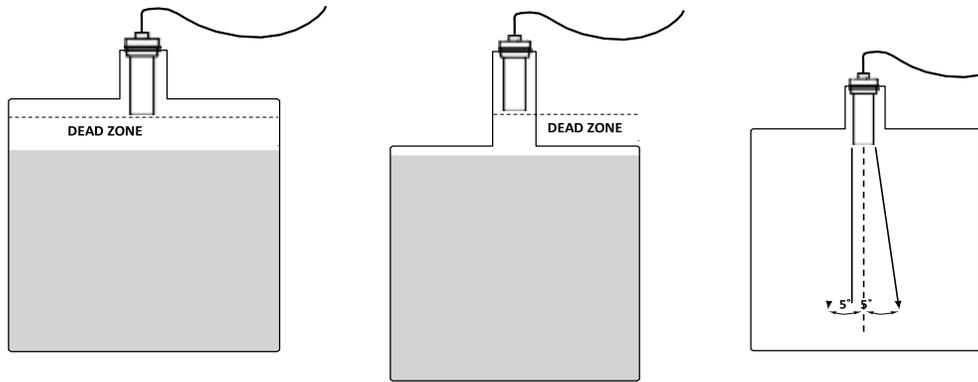


Fig. 2.5 Instalación y rebote de la señal en el equipo.

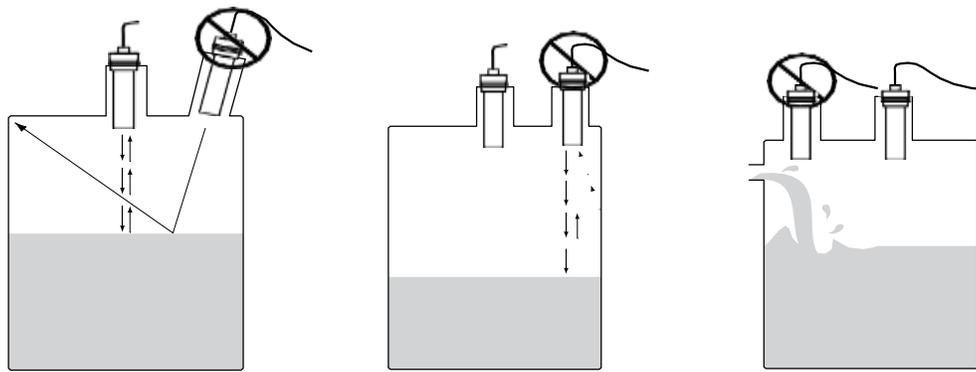
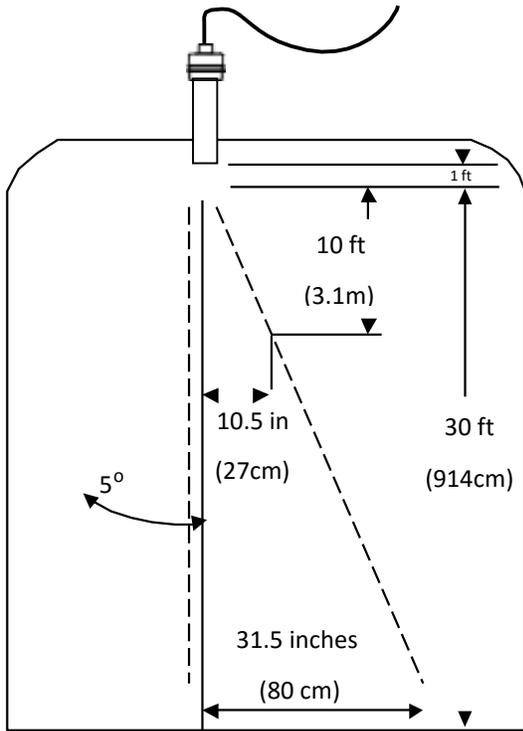


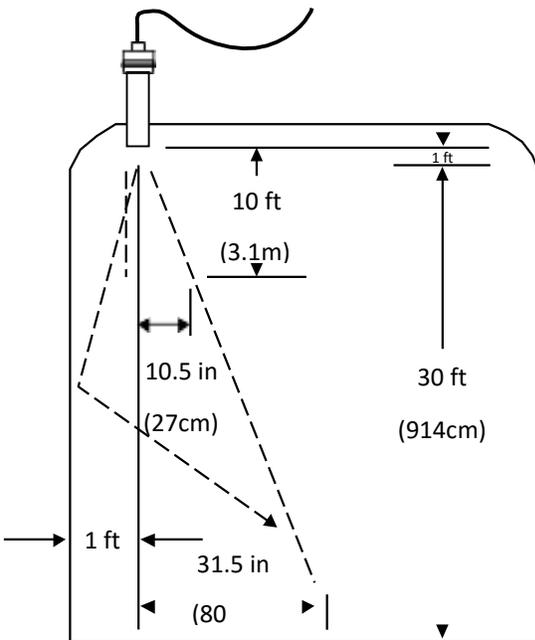
Fig. 2.6 Instalación incorrecta que detecta mensajes erróneos.

Ejemplos de instalación



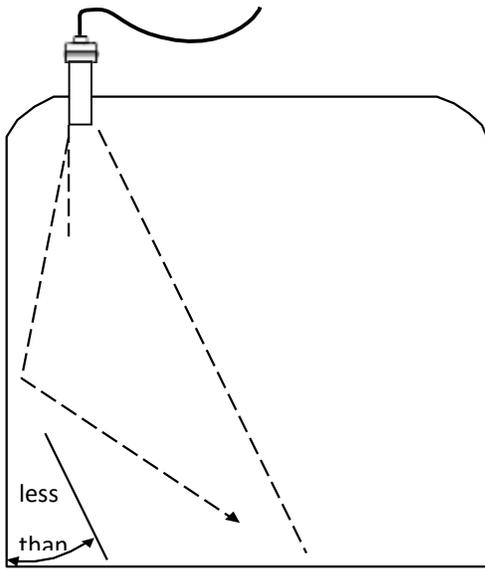
Cuando no hay ninguna obstrucción en la zona de la viga, no hay ninguna posibilidad de falsos ecos o lecturas. Fig. 2.7

Fig. 2.7 Montajes y medidas recomendadas en los equipos.



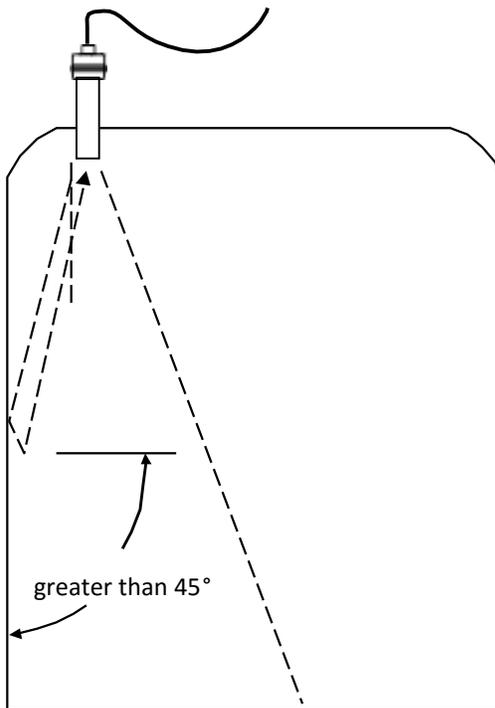
Pared lisa en viga sin otras obstrucciones no causa falsos ecos. Fig. 2.8

Fig. 2.8 Montajes con vigas en la zona de censado.



Salientes de la pared en un ángulo inferior a 45° no hace falsos ecos. Fig. 2.9

Fig. 2.9 Montajes con ángulos de rebote para censado.



Salientes de la pared en un ángulo mayor que 45° puede causar falsos ecos. Fig. 2.10

Fig. 2.10 Montajes con ángulos de rebote mayor a 45° .

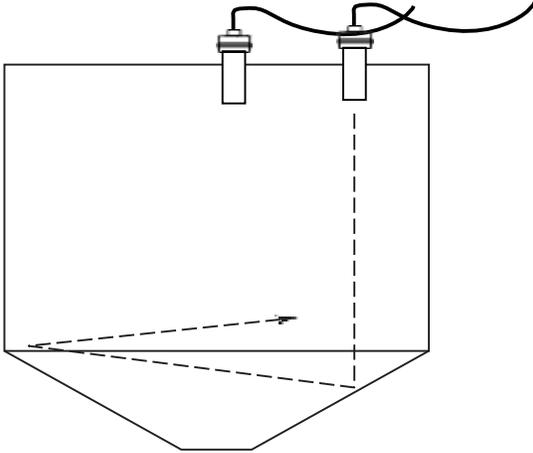


Fig. 2.11 Montaje con ecos de rebote.

Cuando montado descentrado en tanques de fondo cónico, ecos reflejados pueden reflejar lejos el elemento de detección en la parte inferior cónica, resultando en un eco perdido. Mover el elemento de detección hasta el centro del recipiente para obtener mejores resultados. Fig. 2.11

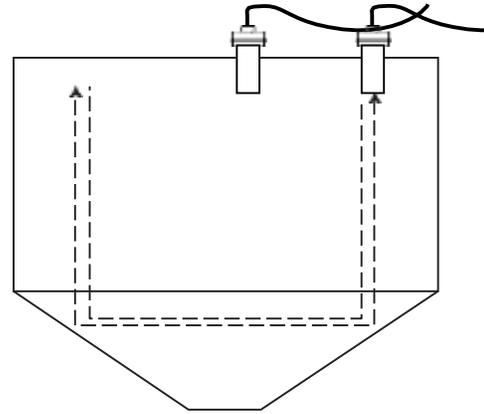


Fig. 2.12 Montaje con ecos de rebote a 400 mS

Cuando montado descentrado en tanques de fondo cónico, ecos reflejados pueden redirigirse hacia el elemento de detección. Tasa de repetición de 400 mS de uso para permitir que esos ecos a desplomarse antes de transmitir el siguiente pulso o mover el elemento de detección a otro lugar. Fig.2.12

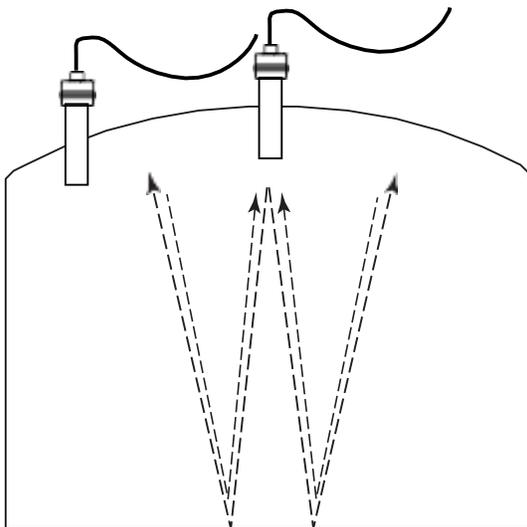


Fig. 2.12 Montaje con ecos de rebote múltiples.

Cuando está montado en el centro de los depósitos de techo abovedado, los ecos reflejados pueden redirigirse hacia el elemento de detección. Utilizar tasa de repetición de 400 mS para permitir esos ecos a desplomarse antes de transmitir el siguiente pulso o mover el elemento de detección a otro lugar. Fig. 2.12

En la tabla 2.1 Se tiene el menú de programación que se tiene por default el sensor. Nos permitirá tener antes de su programación los datos que no solicitan para tener el uso adecuado de su equipo y no presentar daños.

Canal #1

Function #	Description	Selections Available	Notes:
1.00.00	Channel #1		
1.01.01	Enable	Yes / No	
1.02.00	Application Type		
1.02.01	Application Type	Level / Flow	
1.03.00	Level		
1.03.01	Units	IN / FT / MM / CM / M	
1.03.02	Tank Height	User defined number	360" default
1.03.03	Offset	User defined number	0" default
1.04.00	Volume		
1.04.01	Vessel Type	Vertical. / Horizontal Cylinder - Flat / Dished / Hemi / Sphere / or Custom	
1.04.02	Load Standard Table	Vertical. / Horizontal Cylinder - Flat / Dished / Hemi / Sphere / or Custom	
1.04.03	Vessel Units	Gallons / M3 / Liters / Barrels / Imp. Gal.	
1.04.04	Vessel Capacity	User defined number	1000 Gal default
1.05.00	Flow		Only shown when Flow is selected in 1.02.01
1.05.01	Flow Type	Parshall / Submerged Flow Parshall / Palmer Bowlus / Trapez. Flume / Rect. Weir w/wo end, Custom	
1.05.02	Flume Size	Code from table or numeric value	
1.05.03	Flow Units	GPM / MGD / M3 Hr.	
1.05.04	Head Units	IN / FT / MM / CM / M	
1.05.05	Zero Distance	User defined number	Sensor face to zero flow
1.05.06	Delay	User defined number	1–10 seconds dampening
1.05.07	Totalizer Scale	X100 / X1K / X10 K / X100K / X 1MGD	
1.05.08	Reset Totalizer	Yes / No	Allow user to reset the "reset totalizer"

Function #	Description	Selections Available	Notes:
1.06.00	Strapping		Use for custom vessel and weir/flumes
1.06.01	Max Points	2...21	
1.06.02	IN point #1	User defined number	
1.06.03	OUT point #1	User defined number	
1.06.04 – 1.06.43	IN / OUT points #2 - #21	User defined number	
1.07.00	Range Configuration		
1.07.01	Range Assign	Level / Volume / Flow / Distance	
1.07.02	LRV (4 mA)	User defined number	0" default
1.07.03	URV (20 mA)	User defined number	348" default
1.08.00	System		
1.08.01	Gain	SG / 100% / 84% / 67% / 50% / 32% / 17% / 8%	SG default
1.08.02	SG Adjust	User defined number Consult factory	20 default. Gain adjustment that follows SG curves.
1.08.03	Rep Rate	300 mS / 400 mS	300 default
1.08.04	Near Zone Fault	High / Low (22 mA / 3.7 mA)	
1.08.05	Lost Echo Fault	High / Low (22 mA / 3.7 mA)	
1.08.06	SW Rev	Read Only date code	Transducer SW version
1.09.00	Calibrate		
1.09.01	Point	Enter actual distance to target	Adjusts for change in velocity of sound.
1.09.02	Temperature	Enter Actual Temp @ transducer	
2.00 – 2.09	Channel # 2	Same as Channel #1	
3.00.00	Relay #1		
3.01.01	Enable	Yes / No	
3.01.02	Relay Type	Alarm / Control / Sample / Pump Altern.	Sample activation closes contact for 70 ms
3.01.03	Channel Assignment	Channel #1 or #2	
3.01.04	Assignment	Level / Volume / Flow / Range / Flow sum / Flow diff./ Submg / Trav Screen / LE / NZ / Dist.	
3.01.05	Setpoint	User defined number	
3.01.06	Deadband	User defined number	
3.01.07	Sample Value	User defined number	Numeric value X totalizer setting

Function #	Description	Selections Available	Notes:
3.01.08	Time Delay	User defined number	0 – 99 sec.
3.01.09	Time Delay Mode	Forward / Reverse	
3.01.10	FailSafe	HLFS / LLFS	
3.02 – 3.06	Relays #2 - #6	Same as Relay #1	
4.01.00	Analog output #1		
4.01.01	Channel Assign	Channel #1 / #2	
4.01.02	Assignment	Level / Volume / Flow / Range / Flow Sum / Flow Diff./ Submg / Trav Screen / Dist	
4.01.03	Zero	User defined number	0% default
4.01.04	Span	User defined number	100% default
4.01.05	Damping	User defined number	0-99 seconds
4.01.06	Lock mA	User defined number	
4.01.07	Trim 4mA		
4.01.08	Trim 20 mA		
4.02.00	Analog output #2		
5.00.00	System		
5.01.00	Password		
5.01.00	Password Enable	Yes / No	
5.01.02	Change Password	Enter new password	
5.02.00	Miscellaneous		
5.02.01	Set Clock		
5.02.02	Reset Factory Defaults	Yes / No	
5.02.03	SW Rev	Read Only date code Receiver SW version	
5.02.04	Serial Number	Read Only	
5.03.00	Data Logger		
5.03.01	Enable	Yes / No	
5.03.02	Interval	5 seconds - 12 hours	
5.03.03	Duration	Read Only based on interval	
5.03.04	Overwrite	Yes / No	First in – First out
5.04.00	Communications		
5.04.01	Baud Rate	9600 / 19200	19200 default
5.04.02	Communication type	RS232 / RS485	RS232 default
5.04.03	Device ID	1 - 32	1 is default
6.00.00	Display		
6.01.00	Configure		

6.01.01	AutoScroll	Enable / Disable	
6.01.02	Scroll Rate	User defined number	10 sec. default

Function #	Description	Selections Available	Notes:
6.01.03	Hide All	Yes / No	
6.01.04	Show All	Yes / No	
6.02.00	Channel #1		
6.02.01	Range	Show / Hide	
6.02.02	Level	Show / Hide	
6.02.03	Distance	Show / Hide	
6.02.04	Volume	Show / Hide	
6.02.05	Flow	Show / Hide	
6.02.06	Totalizer	Show / Hide	
6.02.07	Resettable Totalizer	Show / Hide	
6.02.08	Temperature	Show / Hide	
6.03.00	Channel #2		
6.03.01	Range	Show / Hide	
6.03.02	Level	Show / Hide	
6.03.03	Distance	Show / Hide	
6.03.04	Volume	Show / Hide	
6.03.05	Flow	Show / Hide	
6.03.06	Totalizer	Show / Hide	
6.03.07	Resettable Totalizer	Show / Hide	
6.03.08	Temperature	Show / Hide	
6.04.00	Both		Channel #1 vs. Channel #2
6.04.01	Flow Sum	Show / Hide	
6.04.02	Flow Diff	Show / Hide	
6.04.03	Submerged Flow	Show / Hide	
6.04.04	Traveling Screen	Show / Hide	
6.05.00	Analog Output #1		
6.05.01	Show AO 1	Show / Hide	
6.06.00	Analog Output #2		
6.06.01	Show AO 2	Show / Hide	

Tabla 2.1 Funciones de programación del sensor ultrasónico.

2.4 Arranadores por Autotransformador

Aplicación.- Los arranadores a tensión reducida tipo autotransformador se utilizan para el arranque de motores con motor de jaula de ardilla, para potencias hasta 150 Hp, 220 V Y 300 Hp, 440 V, 60 Hz [14]. Con el arranador a tensión reducida tipo Autotransformador, se reduce la tensión en los bornes de motor según la relación de transformación del autotransformador. La intensidad de corriente consumida por el motor en la etapa de arranque disminuye en la misma proporción que la tensión de bornes del motor, es decir, según la relación de transformación del autotransformador Fig. 2.15 [15] [16].

Ejecución.- Los arranadores se componen de 3 contactores, un relevador de tiempo, un relevador de sobrecarga y un autotransformador con 3 derivaciones a 50, 65, 80% de la tensión nominal. Los arranadores se suministran en gabinete de control con pulsadores, lámpara indicadora de sobrecarga, voltímetro analógico y un accionamiento rotativo para interruptor en la puerta.

Accionamiento.- Los a tensión reducida, se pueden accionar por botones pulsadores montados en la puerta de la caja. Solamente se necesita oprimir el botón ARRANQUE para que el motor empiece a girar. Para garantizar una aceleración suave sin brusquedad y sin intervención del operador, el paso de tensión reducida a tensión de línea se efectúa automáticamente mediante el relevador de tiempo definido [17] [18] [19].

Es energizado a través del interruptor termomagnético al girar el accionamiento rotativo que se encuentra en la parte frontal del gabinete de la posición OFF a la posición ON. Para la protección de motores contra sobrecarga, los arranadores se suministran con relevadores tripolares, adicionalmente a la protección de sobrecarga en las 3 fases. En la Fig. 2.14 se aprecia el arranador de motores de 200 Hp a 440 V, por arranador de Autotransformador [20].

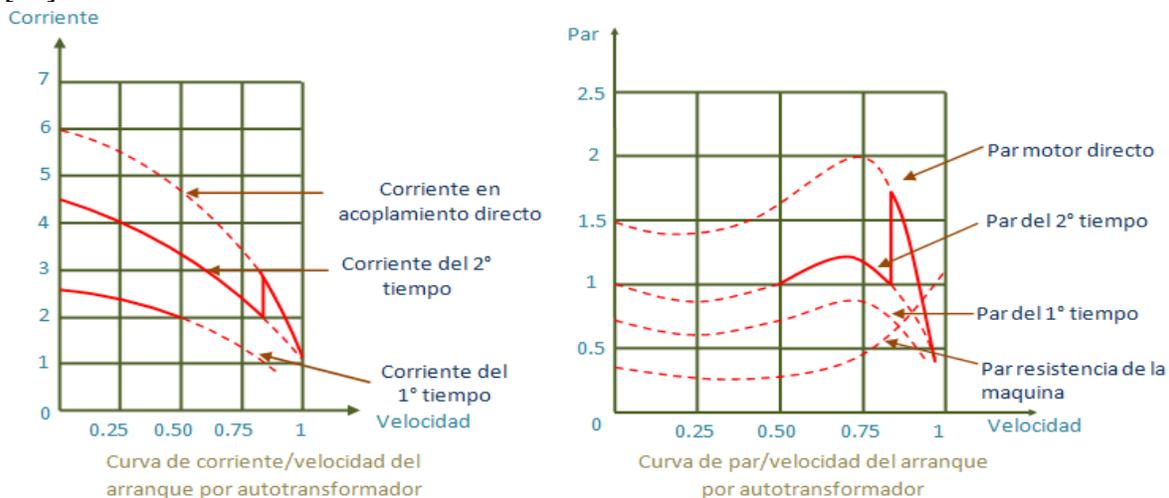


Fig. 2.15 Curvas de corriente en par de arranques por autotransformador.

2.5 PLC CLW-02/20HR-A

El Clic Weg es un Micro Controlador Programable de fácil programación y con excelente costo-beneficio, pudiendo ser utilizado para control y automatismo de pequeño porte. Dependiendo del modelo, pueden ser alimentados con $24V_{CC}$ o $110/220V_{CA}$ (Fig. 2.16). El equipo no posee protección interna contra sobrecargas por lo tanto, se recomienda que la protección sea hecha a través de fusibles externos [8].

Aplicaciones.- Control de Sistemas de Iluminación, Comando de Puertas o Cortinas, Sistemas de Energía, Sistemas de Refrigeración y Aire-Acondicionado, Sistemas de Ventilación, Sistemas de Transporte, Control de Escaleras Mecánicas y Elevadores, Comando de Bombas y Compresores, Sistemas de Alarma Comando de Semáforos, Sistema de Irrigación, Control de Tableros Eléctricos.

Beneficios.- Economía de Espacio, Fácil Programación; Unidades con 10 o 20 Puntos de Entradas y Salidas (I/O); 2 Entradas Analógicas $0 - 10V_{CC}$ / 8 Bits; Display LCD (4 Líneas x 12 Caracteres); Reloj de tiempo Real (Opcional), Salidas Digitales a Relé (10 A); Alteración y ajuste de bloques on-line; Visualización de mensajes; Alimentación en $24V_{CC}$ o $110/220V_{CA}$; Potencia Consumida de 2W/3VA; Condiciones Ambientales de 5 a 90% sin condensación; Grado de protección IP20.

SALIDAS.- Para protección, se recomienda la utilización de fusible de seguridad limitando la carga máxima de corriente en 10 A (carga resistiva) por salida. Como las salidas del Weg son a relé, se pueden utilizar tensiones diferentes por cada salida. La conexión de las cargas en las salidas puede ser hecha de la manera que sigue. La programación del Weg también puede ser hecha a través de una PC [8].

MODULO DE MEMORIA.- En la misma cavidad donde es conectado el cable de programación, también puede ser insertada el módulo de memoria. Se trata de una memoria EEPROM donde el usuario puede hacer una copia de seguridad de su programa realizado, o bien, transferir el software almacenado dentro de la memoria hacia el Weg. La programación puede ser realizada utilizando el software Clic Edit.

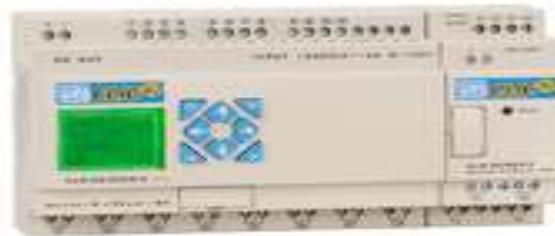


Fig. 2.16 Estructura del *PLC CLW-02/20HR-A*

2.6 Control en Maquinas Eléctricas

El control de motores eléctricos es un tema que ha adquirido gran importancia a partir de la automatización de los procesos industriales y de la incorporación cada vez más notoria de la electrónica de potencia en el control de máquinas eléctricas, así como la aparición de productos para el mantenimiento del control de calidad, para aumentar la seguridad de las personas, incrementar la productividad y proporcionar información de tipo gerencial [21] [22].

Hoy en día en un ambiente típicamente industrial se pueden tener tecnologías convencionales tales como los motores eléctricos combinados con tecnología de expansión como los controladores lógicos programables y nuevas tecnología como las fibras ópticas operando todas en un sistema de manufactura, en donde se requiere versatilidad como factores de los sistemas de producción y que requieren de un conocimiento del equipo de control a nivel conceptual y diseño [16].

Los circuitos de potencia son aquellos que suministran energía directamente a los terminales de los motores de c.c y de c.a. Las líneas de alimentación de un circuito de potencia se designan por L1, L2, L3. Se dibujan con trazo grueso las líneas de control de potencial de las máquinas que sean elegidas. Los circuitos de control son aquellos circuitos que controlan el flujo de potencia de la fuente a la carga. Se dibujan con líneas finas en los esquemas utilizados [23].

El funcionamiento del circuito de control se inicia pulsando el botón momentáneo de PUESTA EN MARCHA O ARRANQUE; éste cierra los contactores grandes principales normalmente abiertos y los contactos auxiliares más pequeños que ponen en derivación el botón de ARRANQUE. La función del contacto auxiliar es la de mantener el circuito de control en estado excitado cuando se suelta el botón de arranque. El motor arranca a plena tensión o algún otro método de arranque y pararse mediante el pulsador de PARO [24] [25].

3. Desarrollo

3.1 Levantamiento del Sistema de Achique 2da Etapa

Consideraciones Técnicas del Sistema de Achique de la 2° Etapa

Base de Cálculos

El objetivo del sistema de achique es evacuar totalmente el volumen de agua contenido en la tubería de presión, carcasa espiral y tubo de aspiración de una de las tres unidades nuevas (Unidad 6, Unidad 7 o Unidad 8). Para el cálculo del tiempo de achique, las condiciones siguientes están consideradas; El volumen de la galería de drenaje es el volumen total (de la 1^{ra} y 2^{da} etapa);

El achique de una de las unidades 6, 7 o 8 es asegurado por las bombas de la segunda etapa de la central. En la tabla 3.1 nos indica el volumen de agua que hay que desalojar en la galería de oscilación que corresponde al agua de la tubería de presión, carcasa espiral y tubo de aspiración de una unidad.

Temperatura de agua.- La temperatura considerada para el agua es de 23°C;
Cárcamo de bombeo.- El pozo de achique de la 2^{da} Etapa está ubicado en la Casa de Maquinas entre las Unidades Generadoras 7 y 8.

NIVELES	
Fundo del pozo de bombeo (para la bomba de lodo)	182,00 msnm
Fondo del cárcamo de bombeo (para las bombas de drenaje)	183.00 msnm
Galería de drenaje	184.25 msnm
Salida en la galería de oscilación:	230,00 msnm

Tabla 3.1 Niveles de bombeo para el sistema de desagüe y achique.

Descripción del sistema de achique.- El vaciado del agua de un grupo 6, 7 o 8 se hace en dos fases. En una primera Fase, se cierra la compuerta de obra de Toma. El agua de la tubería a presión se vacía en la Galería de Oscilación por gravedad, hacia el equilibrado con el nivel de agua en la Galería de Oscilación. En una segunda Fase, la compuerta del túnel de aspiración en la galería de oscilación se cierra y se abren las válvulas de achique ubicadas sobre la tubería de vaciado.

Volumen a vaciar en achique.- El nivel de agua en la tubería de presión después del equilibrado con el nivel de agua en la galería de oscilación con 7 unidades en operación es de 205,80 msnm. En la tabla 3.2 nos indica los cálculos de los diferentes volúmenes que se hace tomando en cuenta los planos del tubo de aspiración, carcasa espiral y codo. El volumen de agua que queda a vaciar en la 2^{da} Fase, para una unidad, es de 6120 m³ aproximadamente.

Designación	Volumen (m ³)	
Tubería de presión superior	5790	1 ^{ra} Fase
Tubería de presión inferior	720	2 ^{da} Fase
Carcasa espiral y rodete	499	
Trompeta	117	
Codo	634	
Tubo de aspiración	4150	

Tabla 3.2 Volumen calculado para cada elemento a vaciar.

Cálculo del Caudal en caso de Achique.- El tiempo para vaciar parcialmente la tubería a presión en la 1^{ra} Fase desde el nivel de agua en la tubería a presión llena, hasta el nivel de agua en la galería de oscilación con 7 unidades operando es de 205,80 msnm en un tiempo de 20 minutos. El caudal de las bombas es definida al valor de 320 m³/h.

Fugas del foso turbina.- Sello de ejes de las tres unidades.

$$\text{Caudal: } 320 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \quad (3,1)$$

Tiempo de vaciado de la galería de drenaje.- De acuerdo al dato de la formula (3,1) se toma ese valor debido al caudal y considerando el valor del volumen a vaciar de la segunda fase que corresponde a la asignación V. El tiempo de vaciado se determina.

$$T = \frac{V}{n \cdot Q} \quad (3,2)$$

$$\text{Entonces, } T = \frac{6120 \text{ m}^3}{3 \cdot 320 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} \therefore 6.37 \text{ horas}$$

Dimensiones de la red de tubería.- Ya obtenido datos importantes como el caudal y el tiempo que nos llevara vaciar todo el volumen de agua para evitar incidentes en la central, se considerara el diámetro de la tubería para tener en cuenta la presión que el agua estará llevando y así mismo no produzca fugas o rupturas en válvulas por presión. El diámetro interno de la tubería se determina.

$$D = \sqrt{\frac{n \cdot Q}{\pi \cdot 3600 \cdot v}} \quad \therefore D = \sqrt{\frac{3 \cdot 320 \text{ m}}{\pi \cdot 3600 \cdot 6120 \text{ m}^3}} \quad \therefore D = 0.001186 \text{ m} \quad (3,3)$$

Para la eficiencia prolongada que se tendrá en el sistema de bombeo se debe considerar uno de los factores más importantes que son las características principales que deben tener tanto como la bomba y el motor que están asignados. La bomba debe ser de un gasto considerable por la altura que será su bombeo que lleve del cárcamo a túnel de desfogue. A continuación las Tablas 3.3 y 3.4 nos presentan las características tanto del motor como de la bomba.

Datos del Motor	
Modelo	1503206-100
US MOTORS	22219999-004
Nº de Serie	W1115703206-0001M0003
CP	200 000
KW	149.2
Eficiencia Normal	95.8%
Eficiencia Mínima	95%

Armazón	H4457P ENCL WP1
% KVAR Máxima	39.8
Fases	3
F.S	1.15%
Clase	H
F.P	88.2
Frecuencia	60 Hz
Diseño	B
Clave	6
Tipo Pus Min ⁻¹	1780
Temperatura Máxima	40 °C a 1000 MSNM
Ambiente	30 °C a 2280 MSNM
Voltaje	460
Corriente	225 Amperes
Rodamiento Lado Carga	6215-J
Rodamiento Lado Opuesto	7322 BCM
Lubricación Lado Carga	Grasa
Lubricación Lado Opuesto	5.2 L
Peso	726.4 Kg
Vibración	Mm/Seg p

Tabla 3.3 Características del Motor para las Bombas de Achique de la Segunda Etapa.

Datos de la Bomba	
Tipo de Bomba	Verticales BNJ
Modelo	14EC 13E
N° Serie	15 112 311
Gasto	178.8 L/S
Potencia	156 Hp
Voltaje	460 V
Velocidad	1770 RPM
Eficiencia	80%
Φ Flecha	43 mm
Rotación	Derecha →

Tabla 3.4 Características de las Bombas de Achique de la Segunda Etapa.

3.2 Implementación del Sensor Ultrasónico VU31 OPTOSOUND

Obtenido los cálculos se abrirá una apertura a lo que es montaje de todo el sensor. Para poder tener un rendimiento eficiente este sistema debe estar protegido por cualquier medio a que sea expuesto por lo que se considera un pequeño gabinete metálico de control aislado a tierra física por cualquier falla de cortocircuito, aislado para evitar entrada de humedad o cualquier líquido que dañe tanto al sensor de nivel, cables y algunos elementos de control (Anexo A.1)

Sistema de Censado.- En la determinación de montaje de la etapa de señalización, cabe señalar que se debe tener muy en cuenta que el sensor Ultrasónico arroja valores digitales de 4 mA a 20 mA. Esto nos permite saber de acuerdo a la programación (Tabla 3.6) que relevadores podrán ser accionados de acuerdo al nivel que se encuentre el cárcamo y al mismo tiempo nos arroje una señal analógica y pueda ser acoplado al PLC.

Ya determinado el circuito de control y su montaje en el gabinete se presenta un siguiente paso fundamental la cual consiste en retirar los cuatro flotadores mecánicos (Fig. 3.1) De acuerdo al análisis realizado se optó por tener en cuenta los mismos niveles ya configurados, debido a que se tiene misma altura de nivel y nos ayudara a colocar esos valores en la programación del sensor.

La problemática principal de los flotadores de nivel son los mantenimientos y la falta de control central de estos. Este diseño es de uso rudo sin un punto de control presentable, dado que por su ubicación presentan censados erróneos y provocan en varias ocasiones la entrada de las bombas en momentos inadecuados lo cual llegaba a presentar en cualquier momento algún daño colateral de estos motores y bombas.



Fig. 3.1 Sensor de nivel del cárcamo por medio de cuatro Flotadores Mecánicos.

De acuerdo a la Tabla 3.5 y retomando la Tabla 2.1, a continuación se muestra la programación del Sensor Ultrasónico considerando datos obtenidos en los cálculos y planos que emergen al volumen del cárcamo. Cabe señalar que algunas funciones no se toman en

cuenta debido a que no es necesario y por ende no afecta por nada a la programación y su funcionamiento que se le otorgue.

Los relevadores auxiliares o Relays serán programados de acuerdo a que distancia se determine su activación o cambio de estado de normalmente abierto a un selle de contacto. Se destaca la función de cada uno de los elementos debido a que sin los datos que a continuación tenemos podríamos tener censados erróneos y presentar algún problema en su puesta en servicio.

Canal #1

Función #	Descripción	Selección de Variable	Nota
1.00.00	Canal #1		
1.01.01	Activar	Si	
1.02.00	Tipo de		
1.02.01	Tipo de Aplicación	Nivel	
1.03.00	Nivel		
1.03.01	Unidades	CM	
1.03.02	Altura del Tanque	700 Cm	
1.03.03	Offset	0	
3.00.00	Relay #1		
3.01.01	Activar	Si	
3.01.02	Tipo de Relay	Control	Activación de la muestra se cierra contacto por 70 ms
3.01.03	Canal de	Canal #1	
3.01.04	Asignación	Distancia	
3.01.05	Punto de Ajuste	250 Cm	
3.01.06	Banda Muerta	2.54 Cm	
3.01.07	Valor de Muestra	10.00	
3.01.08	Tiempo de Retardo	0	0 – 99 sec.
3.01.09	Modo de Tiempo de Retardo	Hacia Adelante	
3.01.10	Prueba de Fallos	LLFS	
3.00.00	Relay #2		
3.02.01	Activar	Si	

3.02.02	Tipo de Relay	Control	Activación de la muestra se cierra contacto por 70 ms
3.02.03	Canal de	Canal #1	
3.02.04	Asignación	Distancia	
3.02.05	Punto de Ajuste	300 Cm	
3.02.06	Banda Muerta	2.54 Cm	
3.02.07	Valor de Muestra	10.00	
3.02.08	Tiempo de Retardo	0	0 – 99 sec.
3.02.09	Modo de Tiempo	Hacia Adelante	
3.02.10	Prueba de Fallos	LLFS	
3.00.00	Relay #3		
3.03.01	Activar	Si	
3.03.02	Tipo de Relay	Control	Activación de la muestra se cierra contacto por 70 ms
3.03.03	Canal de	Canal #1	
3.03.04	Asignación	Distancia	
3.03.05	Punto de Ajuste	350 Cm	
3.03.06	Banda Muerta	2.54 Cm	
3.03.07	Valor de Muestra	10.00	
3.03.08	Tiempo de Retardo	0	0 – 99 sec.
3.02.09	Modo de Tiempo	Hacia Adelante	
3.02.10	Prueba de Fallos	LLFS	
3.00.00	Relay #4		
3.04.01	Activar	Si	
3.04.02	Tipo de Relay	Control	Activación de la muestra se cierra contacto por 70 ms
3.04.03	Canal de	Canal #1	
3.04.04	Asignación	Distancia	
3.04.05	Punto de Ajuste	400 Cm	
3.04.06	Banda Muerta	2.54 Cm	
3.04.07	Valor de Muestra	10.00	
3.04.08	Tiempo de Retardo	0	0 – 99 sec.
3.04.09	Modo de Tiempo	Hacia Adelante	
3.04.10	Prueba de Fallos	LLFS	

3.00.00	Relay #5		
3.05.01	Activar	Si	
3.05.02	Tipo de Relay	Control	Activación de la muestra se cierra contacto por 70 ms
3.05.03	Canal de	Canal #1	
3.05.04	Asignación	Distancia	
3.05.05	Punto de Ajuste	400 Cm	
3.05.06	Banda Muerta	2.54 Cm	
3.05.07	Valor de Muestra	10.00	
3.05.08	Tiempo de Retardo	0	0 – 99 sec.
3.05.09	Modo de Tiempo	Hacia Adelante	
3.05.10	Prueba de Fallos	LLFS	
3.00.00	Relay #6		
3.06.01	Activar	Si	
3.06.02	Tipo de Relay	Control	Activación de la muestra se cierra contacto por 70 ms
3.06.03	Canal de	Canal #1	
3.06.04	Asignación	Distancia	
3.06.05	Punto de Ajuste	560 Cm	
3.06.06	Banda Muerta	2.54 Cm	
3.06.07	Valor de Muestra	10.00	
3.06.08	Tiempo de Retardo	0	0 – 99 sec.
3.06.09	Modo de Tiempo	Hacia Adelante	
3.06.10	Prueba de Fallos	LLFS	
4.01.00	Salida Analógica #1		
4.01.01	Asignación de	Canal #1	
4.01.02	Asignación	Distancia	
4.01.03	Cero	0%	0% default
4.01.04	Span	100%	100% default
4.01.05	Amortiguación	10	0-99 seconds
4.01.06	Bloqueo mA	-	
4.01.07	Trim 4mA		
4.01.08	Trim 20 mA		
6.02.00	Canal #1		
6.02.01	Rango	Ocultar	

6.02.02	Nivel	Mostrar	
6.02.03	Distancia	Mostrar	
6.02.04	Volumen	Ocultar	
6.02.05	Flujo	Ocultar	
6.02.06	Totalizador	Ocultar	
6.02.07	Totalizador Reseteable	Ocultar	
6.02.08	Temperatura	Ocultar	

Tabla 3.5. Datos de la configuración de la programación del sensor ultrasónico.

Ya teniendo realizado la configuración del sensor y su montaje en el gabinete en el piso de Inspección se presenta la siguiente fase. Los elementos de control de máquina para arrancar motores y bombas han modernizado los centros de control de motores. Uno de los más conocidos es por medio de autotransformador, lo cual la empresa ha hecho uso de estos.

En la Fig. 3.2 se presenta el control de las bombas por medio de arrancadores por autotransformadores con sus respectivos elementos de fuerza, control y un panel de señalización; El control va debidamente otorgado por el PLC. En cada gabinete se encuentra un interruptor de desconexión, su pulsadores de Arranque/Paro y al mismo tiempo nos arroja un selector con tres funciones; AUTOMÁTICO, MANUAL Y FUERA DE SERVICIO (Anexo A.3). En el diagrama 3.2 de Anexos se da a conocer el circuito de fuerza y control de las bombas.



Fig. 3.2 Arrancador de las bombas por Autotransformador.

Una de las partes del PLC lo cual es su programación no es presentado debido a que la empresa WEG tiene derechos confidenciales. Dado a esto se realizó observaciones para poder determinar las entradas secuenciales de las bombas. Estos nos ayudan a tener un desgaste parcial y al mismo tiempo no presentar daños como son sobrecargas en los elementos aislados en cables, elementos de control, y del autotransformador que implican gastos altamente considerables. En la tabla 3.6 se presentan los arranques de las bombas de acuerdo a la programación del PLC.

Arranques de bombas		
<i>Orden</i>	<i>Bomba</i>	<i>Nivel del Cárcamo</i>
1	1	Nivel Bajo 183 msnm a 184.50 msnm
2	2	
3	3	
4	1 y 2	Nivel Medio 185 msnm
5	1 y 3	
6	2 y 3	
7	1, 2 y 3	Nivel Alto Mayor a 185 msnm

Tabla 3.6. Orden de Arranques de las bombas de acuerdo al PLC.

En la Tabla 3.6 nos explica como el PLC arroja orden de arranques en las bombas, estos brindará un sistema de protección más que nada en tensiones de sobrecarga en los motores. De acuerdo al nivel que presente el censado será el cual mandará a funcionar cualquiera de las bombas. En el nivel bajo ira por orden del 1 al 3 y si el nivel llega a subir será ahora considerado del orden del 4 a 6. Si el nivel es alto inmediatamente mandará a activar la orden 7 que son el funcionamiento de las tres bombas hasta abatir el nivel y dejarlo en nivel inferior al nivel bajo.

Como podemos observar la parte central de toda la operación tanto como en el sistema de control del sensor como la de los arranques de las bombas es por medio del PLC. En el Anexo A.9 nos determinan las conexiones que lleva de acuerdo a sus entradas y sus salidas de control.

Una vez realizado el montaje de todo los elementos de control y la configuración en secciones importantes como la programación del sensor solo nos consta poder considerar indicaciones importantes que nos llevara a tener un equipo de eficiencia alta, debido que esta sustitución de control en el nivel del cárcamo nos arrojará interfaz usuario-equipo. En el siguiente tema se da a conocer recomendaciones importantes y algunas pruebas realizadas dadas al montaje y puestas en servicio.

3.3 Pruebas Operativas

Para la verificación de los motores se consideró realizar pruebas de resistencia de aislamiento a cualquiera de los 3 motores. Se tomó el motor 2 para esta prueba dada que meses anteriores presentó problemas de falla a tierra. De acuerdo a la norma 43-200 del *IEEE* el rango debe ser mayor a 100 ohms para que se considere un aislamiento adecuado. En la Tabla 3.7 Se puede lograr apreciar la prueba realizado de acuerdo al tiempo y factor de incremento a su resistencia.

<i>Prueba de Aislamiento del motor 2 de las bombas de achique de la 2ª Etapa</i>		
Voltaje de prueba: 500 volts Vcd		
Tiempo	Medición	Rango
15 Seg.	16.2	Mohms
30 Seg.	23.5	Mohms
45 Seg.	24.4	Mohms
1 Min.	26.1	Mohms
2 Min.	41.7	Mohms
3 Min.	33.3	Mohms

Equipo: Megguer	Modelo: MEG10701	Serie:	05110522
------------------------	-------------------------	---------------	----------

Tabla 3.7 Prueba de Resistencia de Aislamiento a la bomba número 2.

Para después de haber determinado dicha prueba de aislamiento en el motor dos, de acuerdo a la tabla 3.7 y observar que todo estaba en su total normalidad se empezó la prueba de corriente y voltaje a las tres bombas. Estos datos nos darán a conocer que no se presenten problemas y poder considerar en servicio todo el sistema. En las tablas 3.8, 3.9 y 3.10 se pueden lograr apreciar los datos de cada una de las bombas y valores estables. Se determina desde estos momentos que las bombas están puesta en servicio.

<i>Prueba de Corriente y Voltaje de las bombas de achique de la 2ª Etapa</i>						
Puesta en Prueba				Operativas		
BOMBA 1						
Rango de medición	FASE			ENTRE FASES		
	A	B	C	AB	BC	AC
CORRIENTE	229 Amp.	235 Amp.	225 Amp.			
VOLTAJE				419 V.	421 V.	417 V.

Tabla 3.8 Pruebas de Corriente y Voltaje a la bomba 1 de achique de la Segunda Etapa.

<i>Prueba de Corriente y Voltaje de las bombas de achique de la 2ª Etapa</i>						
Puesta en Prueba				Operativas		
BOMBA 2						
Rango de medición	FASE			ENTRE FASES		
	A	B	C	AB	BC	AC
CORRIENTE	202 Amp.	211 Amp.	199 Amp.			
VOLTAJE				419 V.	421 V.	417 V.

Tabla 3.9 Pruebas de Corriente y Voltaje a la bomba 2 de achique de la Segunda Etapa.

Prueba de Corriente y Voltaje de las bombas de achique de la 2ª Etapa						
Puesta en Prueba				Operativas		
BOMBA 3						
Rango de medición	FASE			ENTRE FASES		
	A	B	C	AB	BC	AC
CORRIENTE	237 Amp.	243 Amp.	234 Amp.			
VOLTAJE				419 V.	421 V.	417 V.

Tabla 3.10 Pruebas de Corriente y Voltaje a la bomba 3 de achique de la Segunda Etapa.

Nota: El voltaje de las bombas es a 440 Vca por lo que el rango de entre fases en estable y en cuestión a la de la corriente por fase se considera pruebas con carga. Todo esto porque se puede lograr dañar cualquier equipo si se trabaja en vacío.

3.4 Pruebas Finales y Puesta en Servicio

Pruebas Finales

Conexión de Cables

Circuitos de fuerza.- La llegada principal se realizara mediante cable o conductor de barras por la parte inferior o superior de la columna de entrada. En las columnas de salida, la conexión se realizará por medio de cables sobre las bornas fijas.

Circuitos Auxiliares.- Así mismo, se realiza la conexión sobre las bornas situadas en cada cubículo. **Entrada y salida de cables.-** El paso de cables se efectúa por la parte inferior o superior de las columnas, a través de los huecos para paso de cables previstos al efecto.

Puesta en Servicio

Comprobaciones Iniciales.- Una vez que se haya terminado el montaje se recomienda proceder a las siguientes comprobaciones antes de la puesta en servicio. Verificar la ausencia de cuerpos extraños como son herramientas olvidadas, restos de cables, así como los equipos esté perfectamente limpios. No siempre se consigue una buena limpieza con aire a presión, por lo que es recomendable además utilizar trapos secos y limpios.

Realizar una prueba de asilamiento en los cables. Ajustar los relés indirectos de protección de fallas a tierra, sobrecorrientes de los valores específicos. Desmontar los bloqueos temporales para el transporte que se hayan podido incorporar en interruptores, relés. Verificar que los secundarios de los transformadores de intensidad están cerrados por los aparatos asociados; en caso contrario, puentearlos temporalmente hasta su conexión.

Operar manualmente los seccionadores, interruptores, y comprobar que trabajan libremente. Comprobar eléctricamente sin carga que todo los componentes operan de forma correcta, ayudándonos si es preciso de una fuente auxiliar; Comprobar el ajuste y operación de los relés temporizados; Ajustar los relés térmicos a las cargas de los motores que aparecen en su placa de características.

Comprobar el correcto funcionamiento desde los puestos remotos, así como una inspección visual de los cables externos que están conexiónados. Comprobar que las conexiones de fuerza y tierra estén correctamente realizadas. Incluyendo la unión de embarrados entre las secciones de transporte. Los máximos pares de apriete para los tornillos de conexión son importantes debido a que ayuda al personal brindar seguridad y mantener un equipo bien resguardado. En la tabla 3.11 se aprecia de acuerdo a la norma *ANSI/ASME B18.16M* el torque que se debe dar de acuerdo a la tornillería.

M8	26 Nm
M10	50 Nm
M12	80 Nm
M16	160 Nm

Tabla 3.11 Par de Aprietes de los tornillos en conexiones eléctricas.

Comprobar que los ajustes de los relés correspondan con los específicos. Colocar todas las tapas y cerrar las puertas de forma segura. Una vez realizadas las comprobaciones anteriores se puede energizar el cuadro y conectar paulatinamente todo los servicios. El cumplimiento en los propios Tableros de Control y maniobra de las comprobaciones iniciales ya reflejadas en el apartado anterior.

Circuitos de Control y Maniobra.- El desarrollo de las secuencia de la puesta en servicio de los Tableros de Control y maniobra, dependerá, desde un punto de vista cronológico, de dos factores fundamentales. La propia secuencia de acabado de los trabajos electromecánicos que van proporcionando la disponibilidad de los sistemas y subsistemas eléctricos y mecánicos, conforme finalizarán las pruebas de puesta en servicio locales.

En la Fig.3.3 se muestra la puesta en servicio del sensor ultrasónico; en él se puede observar que los relevadores auxiliares están ya configurados y nos determinan el nivel que se encuentra el cárcamo y al mismo tiempo de acuerdo a la programación nos muestra en forma digital el monitoreo que tiene. En el Anexo B.3 nos presenta el funcionamiento del PLC y la bomba que está dentro de acuerdo al nivel presentado.



Fig. 3.3 Puesta en servicio y tomas de nivel del Cárcamo.

3.5 Consideraciones Técnicas para su Mantenimiento

Al menos una vez al año se recomienda realizar las siguientes operaciones de mantenimiento. Observar el envejecimiento de la junta de goma de cierre de la puerta; observar el buen cierre de las cerraduras; limpieza del cubículo eliminando las posibles deposiciones de polvo con trapos limpios y secos; verificar el buen apriete de las conexiones, verificar el estado de contacto de los contactores y relés; observar el envejecimiento del cable y si se ha producido algún cambio de color en el aislamiento producido por un aumento de la temperatura.

Verificar un ciclo completo de funcionamiento de mando local y remoto, temporizadores, señalizaciones y seguir las recomendaciones particulares dadas por el fabricante de los interruptores automáticos, si es aplicable.

4. Resultados y Conclusiones

Resultados

El sensor ultrasónico nos permite obtener destacados resultados debido a las diversidades de aplicaciones que se les puede brindar, además de que con ello podemos obtener una gama de control de equipo eléctricos en especial bombas de pozo profundo o bien solo estar en constante monitoreo de flujo o volumen. El sistema nos arroja factores importantes debido a que puede ser configurado y poder tener una solución importante.

Cabe señalar y destacar que no solo la implementación, así mismo la programación fue importante debido a que la comunicación constante con el PLC era de una manera remota,

local o bien automatizada para que conllevara a tener un gabinete de control realizado por personas capacitadas en el área de control de máquinas; como su montaje de la plataforma que lo protege.



Fig. 4.1 Monitoreo de niveles.

Un sensor de nivel para la C.H.M.M.T tendrá una garantía de la que será aprovechada a su mayor capacidad (Fig. 4.1), debido a su importancia de mantener en estados correctos las unidades y sobretodo proteger la integridad física de los trabajadores como las máquinas que se encuentran en casa de máquinas. Todo ello lleva a un mismo punto tener automatizado la central Hidroeléctrica para poder obtener resultados rápidos, eficientes y el producto sea de manera más factible en cualquier aplicación que se pueda brindar en la misma central.



Fig. 4.2 Bomba en control Automático.

De acuerdo con los datos obtenidos y la puesta en marcha del sensor se da uno a identificar que la problemática de tener el sistema manual y pasarlo automático (Fig. 4.2) ha ayudado de gran manera que proporciona una forma práctica de llevar el control de nivel bastante estable y así mismo estar pendiente de cada uno de ellos. Sin antes que concluir el sistema debe estar en mantenimiento debido a los arrancadores por ende el censado no se dañe o produzca arranques en falso que llegue a quemar o dañar alguna bomba.

Conclusiones

Dado los resultados obtenidos en el monitoreo del cárcamo, me di la tarea de poder considerar como un proyecto de impacto importante en la central Hidroeléctrica. Usar un sistema de monitoreo con equipos de rango de mayor exactitud ha beneficiado a todo este sistema para poder considerar un importante uso en su aplicación otorgada.

El sensor ultrasónico cuenta con una variedad amplia en su configuración, cabe señalar que tiene un diverso tipo de aplicación ya sea volumen, densidad, nivel, flujo y temperatura. Es por ello que la recomendación de usar este sensor y de dicha marca por la forma rápida y sobre todo porque ni permite realizar modificaciones en cualquiera de los tiempos.

Uno de los beneficios que se otorgó en este proyecto fue la gama de su mantenimiento como sabemos en él no es necesario colocarlo de forma directa a cualquier zona de censado por lo que jamás estará en contacto directo con cualquier líquido que se tenga. Una forma rápida es su instalación debido a que el lenguaje es entendible para su programación.

La central está cambiando a la vanguardia de toda las formas posibles por ello realizar la automatización de equipos eléctricos y mecánicos como son las bombas de desagüe nos ayuda a un ahorro de energía debido a que descuidos del personal puede ayudar a que siempre este en forma automatizada y ahorrar esa energía que también puede ayudar al medio ambiente por la quema de carbones o usos fósiles.

De acuerdo a las características que se comentaron y los resultados del censado, se concluye que las bombas y el sistema de control son adecuados para su aplicación. Además que se recomienda realizar este sistema para cualquier otra de las aplicaciones obtenidas ya sea en flujo, volumen o nivel de toda la empresa.

El uso de este equipo ayudo bastante debido a la reacción de rapidez que tiene y además por las filtraciones que se pueden tener en temporadas de lluvias puede llegar a ocasionar filtraciones de preocupación y daños en equipos por corto circuito. Para ellos se puso bastante tiempo a prueba y puesta en servicio durante dos semanas para considerar un equipo estable y eficiente a comparación de los flotadores que tenían anteriormente. Una sugerencia seria cambiar a arranques por variadores debido a que ayuda a que un motor tenga más estabilidad y arranques más suaves al momento de ser accionados cuando se tenga los niveles establecidos en los apartados anteriormente.

Referencias

- [1]Artículo: Bomba hidráulica. Disponible en: "sitioniche.nichese.com". Consultado: 21 de agosto de 2016.
- [2]Arcadio Ríos. Máquinas agrícolas, tracción animal e implementos manuales. Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola. La Habana, 2011.
- [3].motores-us. Manual de la empresa US MOTORS. PDF
- [4]Libby, C. C.: Motro Selection and Application (New York: McGraw-Hill Book Company, 1960) Pag.36-39.
- [5]Potenciaelectromecanica.2013/04/50-WEG-ARRANCADOR-A-TENSION-REDUCIDA-DATOS-TECNICOS.pdf
- [6]Pepperl+Fuchs. Manual de la empresa certificada.2016.pdf
- [7]Manual de instalación ULTRASOUND OPTOSUND VU31
- [8] Manual de programación del plc-clic-02-weg CLC-1
- [8]Kosow, I.L.: Máquinas eléctrica y Transformadores, EDITORIAL REVERTE, SA., Barcelona. Pag. 70.
- [10]Raskhodoff, N. M.: Electronic Drafting and Design, 2° Ed. (Englowood Prentice-Hall, Inc. 1972). Pág.108.
- [11]Normas Oficiales ANSI de pruebas y mantenimientos en equipos eléctricos.2015, PDF.
- [12]Normas Oficiales de IEEE. Pdf consultado en el 2016. Norma 43-200 IEEE. Pruebas en equipos rotatorios.
- [13]Fraile Mora, J. "MAQUINAS ELÉCTRICAS". Editorial McGrawHill. 2003.
- [14] Sanjurjo Navarro, R. "MAQUINAS ELECTRICAS". Editorial Mc-Graw-Hill. Madrid. 1989.
- [15] Ras Oliva, E. "TRANSFORMADORES DE POTENCIA, DE MEDIDA Y DE PROTECCION". Editorial Marcombo. Barcelona. 1978.
- [16]Departamento de Ingeniería Eléctrica. "VirMA Lec. Guía didáctica en CD sobre Máquinas Eléctricas". Versión 2004/2005.
- [17]Chapman, S. J. "MAQUINAS ELECTRICAS". Editorial McGraw-Hill. Colombia. 1987.
- [18]Nasar, S. A. "TEORÍA Y PROBLEMAS DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS Y ELECTROMECAÑICAS". Editorial MacGraw Hill. 1990.

- [19]Ortega Gómez, Guillermo et al. “PROBLEMAS RESUELTOS DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS”. Editorial Thomson. 2002.
- [20]Roldán Viloría, J. “MOTORES ELECTRICOS. ACCIONAMIENTO DE MAQUINAS. 30 TIPOS DE MOTORES”. Editorial Paraninfo. Madrid. 1992.
- [21]Roldán Viloría, J. “MOTORES ELECTRICOS. APLICACION INDUSTRIAL”. Editorial Paraninfo. Madrid. 1992.
- [22]Roldán Viloría, J. “MOTORES ELECTRICOS. VARIACION DE VELOCIDAD”. Editorial Paraninfo. Madrid. 1993.
- [23]Sanz Feito, Javier. “MAQUINAS ELECTRICAS”. Editorial Prentice may. 2002. 1982.
- [24]Say, M. G. “ALTERNATING CURRENT MACHINES”. Editorial Pitman. Inglaterra. 1983.
- [25]Say, M. G. and Openshaw Taylor, E. “DIRECT CURRENT MACHINES”. Editorial Pitman. Inglaterra. 1980.
- [26]Staff, E.E. “CIRCUITOS MAGNETICOS Y TRANSFORMADORES”. Editorial Reverté. Argentina. 1980.

Anexos

Anexo A

Diagramas de Control

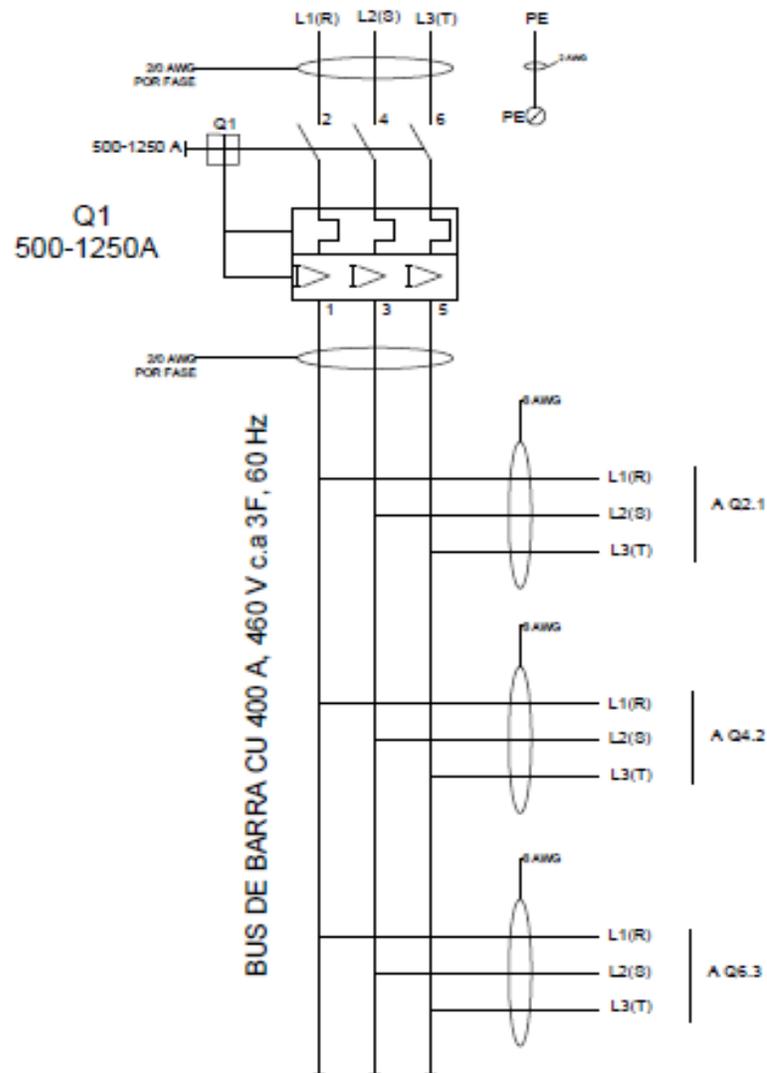
Diagramas de control realizados en AutoCAD 2016 donde se identifican arrancadores de las bombas y su etapa de control.

En las figuras del anexo de este apartado A.1 nos da a conocer que todo esquema debe tener considerado un suministro y alimentador principal, considerando el adecuado equipo de protección con respecto al interruptor general. El Q1 es el interruptor que cerrará o hará apertura toda la energía que llegue a las bombas individualmente y al sistema de control. Se logra apreciar que se toman derivaciones en ramales de 4 hilos que son las tres fases y la línea de tierra física para cada motor.

ALIMENTACIÓN PRINCIPAL

480 V c.a 3F, 60 Hz

SUMINISTRO POR EL CLIENTE



ANEXO A.1 Diagrama de alimentación de las bombas de Achique de 440 v.

Como se menciona en el desarrollo del montaje del sensor, la estructura que tiene todo lo que es el montaje del equipo nos permite tener una consideración de beneficio que es su selector de tres funciones. Esto nos permitirá lograr tener tanto como el personal autorizado para su maniobras o el mismo operador poder puesta en servicio la bomba que se encuentra en marcha Anexo A.2.

En los Anexos A.4, A.6, A.8 nos muestra la etapa de control de las bombas de achique de la segunda etapa. Vamos a tener en cuenta que trabaja mediante un autotransformador mencionado anteriormente. Al darle arranque con un pulsador NA se energizará la bobina que le corresponde, al tener esta bobina cerrará los contactores auxiliares. Una vez realizado esto tiene un arranque por un timer de 7 seg. Como los arrancadores de equipos mayores o iguales a 200 Hp conllevan corrientes altas este tipo de arranque logrará que una vez alcanzado su corriente máxima en su 7 segundos entrará en marcha el arranque del motor.

Esto hará un cambio de contactores por medio de bloqueos eléctricos de contactores. Para que nos permite este bloqueo por funcionalidad de que el motor no entre en sobrecargas y sobretensiones al mismo tiempo. Cuenta también con un par de disipador de reactivos de 25 Kvar y 20 Kvar. Estos tienen la funcionalidad de quitar perturbaciones que tenga el equipo en el momento de su trabajo mecánico.

Posteriormente también se cuenta con botón NC que es un pulsador de paro, solo logra la función de desenergizar las bobinas de los contactores y parar las bombas en su momento ya sea de manera manual o automática. Todo se verá reflejado en las lámpara indicadores si el equipo está activado o desactivado.

En las figuras de los anexos A.3, A.5, A.7 está presente lo que es el equipo de fuerza o potencia como se tenga presente en la teoría. Cuenta con interruptores de sobrecarga y permite protección al motor y segundo interruptor de fuerza para la apertura o cierre de los disipadores de reactivos. El motor debe estar por norma aterrizado físicamente por cualquier corriente que se mande a tierra y el equipo este en perfectas condiciones.

En la fig. A.9 nos da a conocer las entradas analógicas que se ingresan al PLC, como se reestructuraron las entradas del I3 al I5 se tiene los niveles del Cárcamo en que se encuentran ahí se ingresa las señales que manden los relevadores del gabinete de control del sensor. Las salidas irán directos a las bombas para que se puedan entrar en funciones.

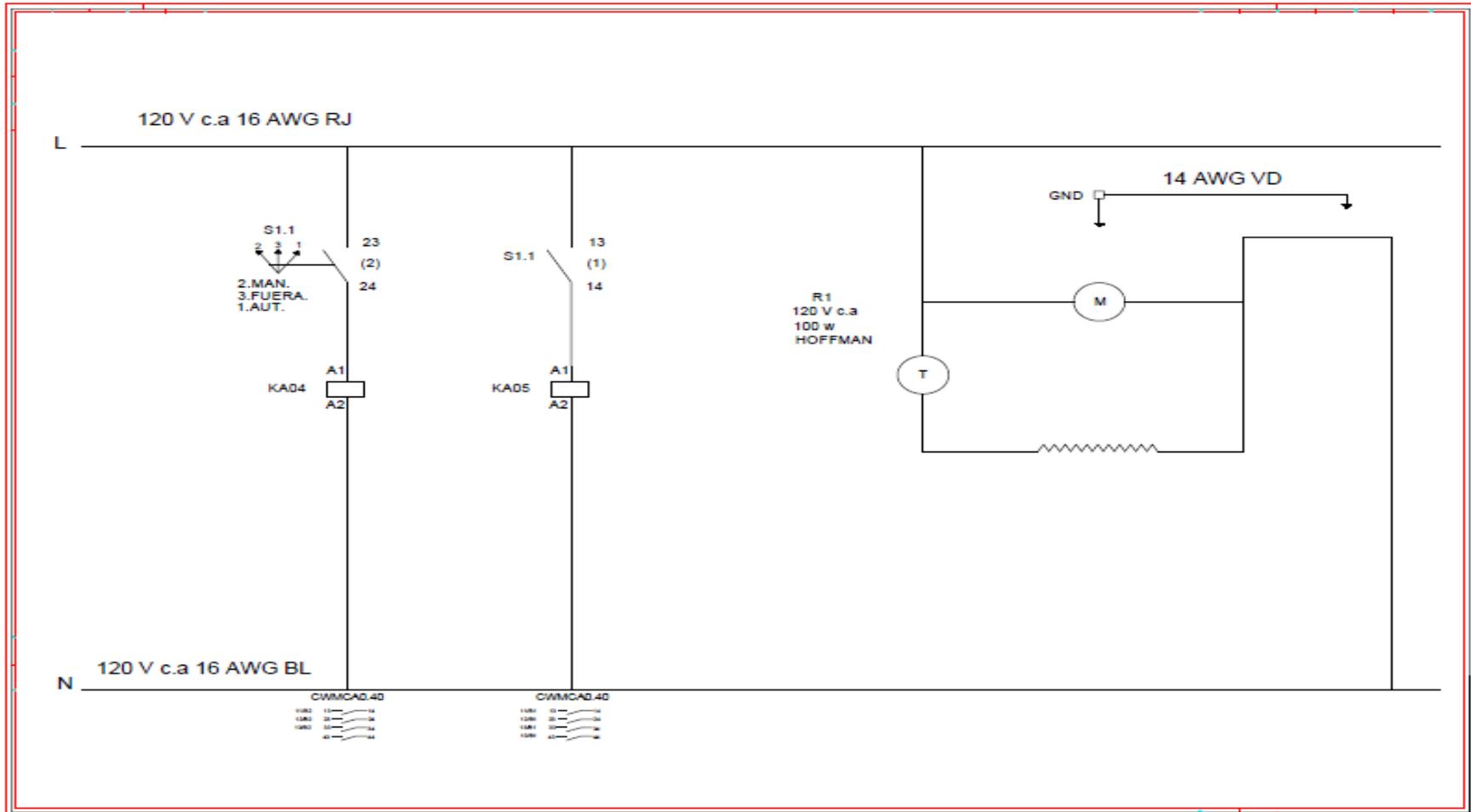


Fig. A.2 Diagrama de Selector de Posición para las bombas de Achique.

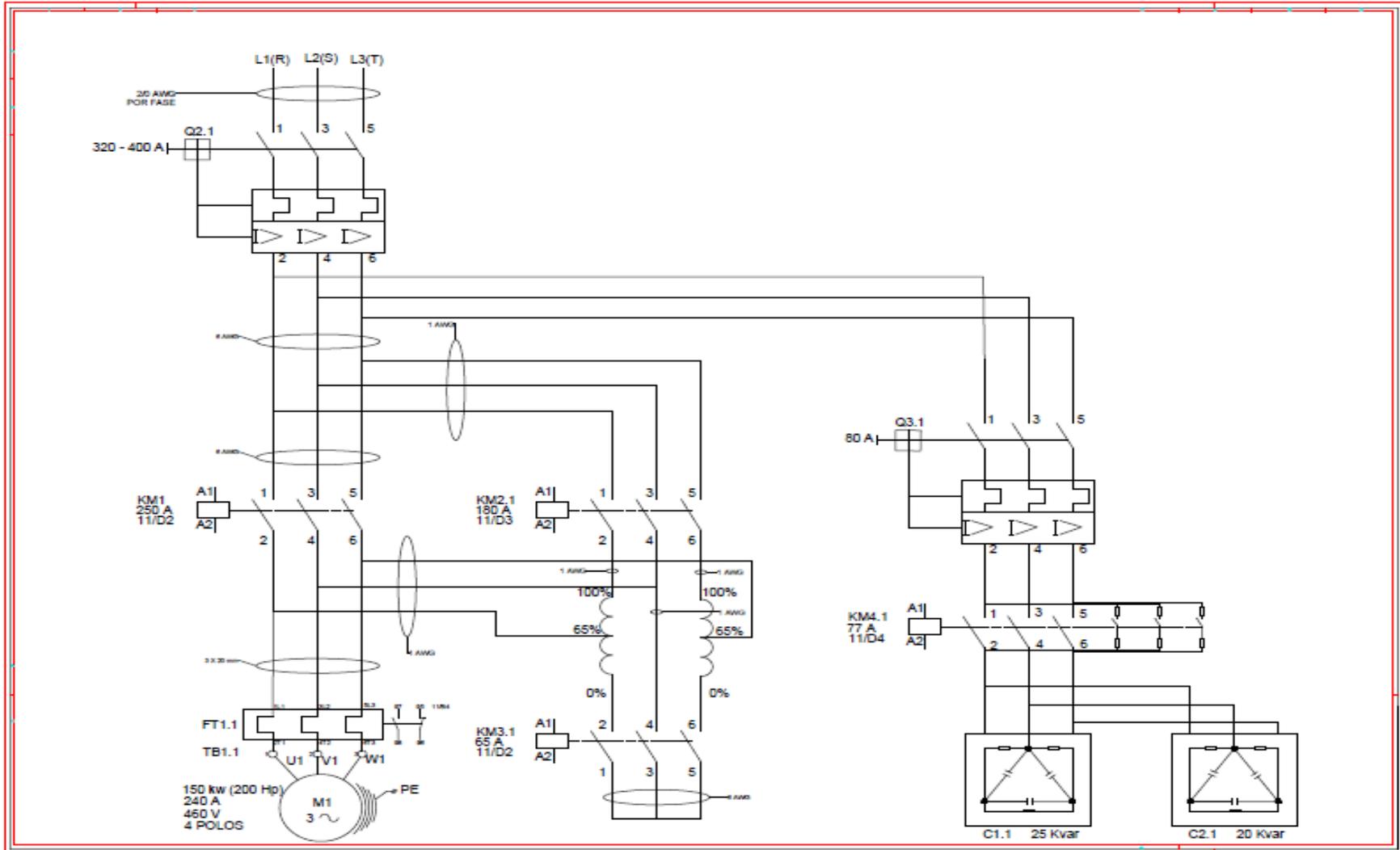


Fig. A.3 Diagrama de potencia de la bomba 1 de Achique.

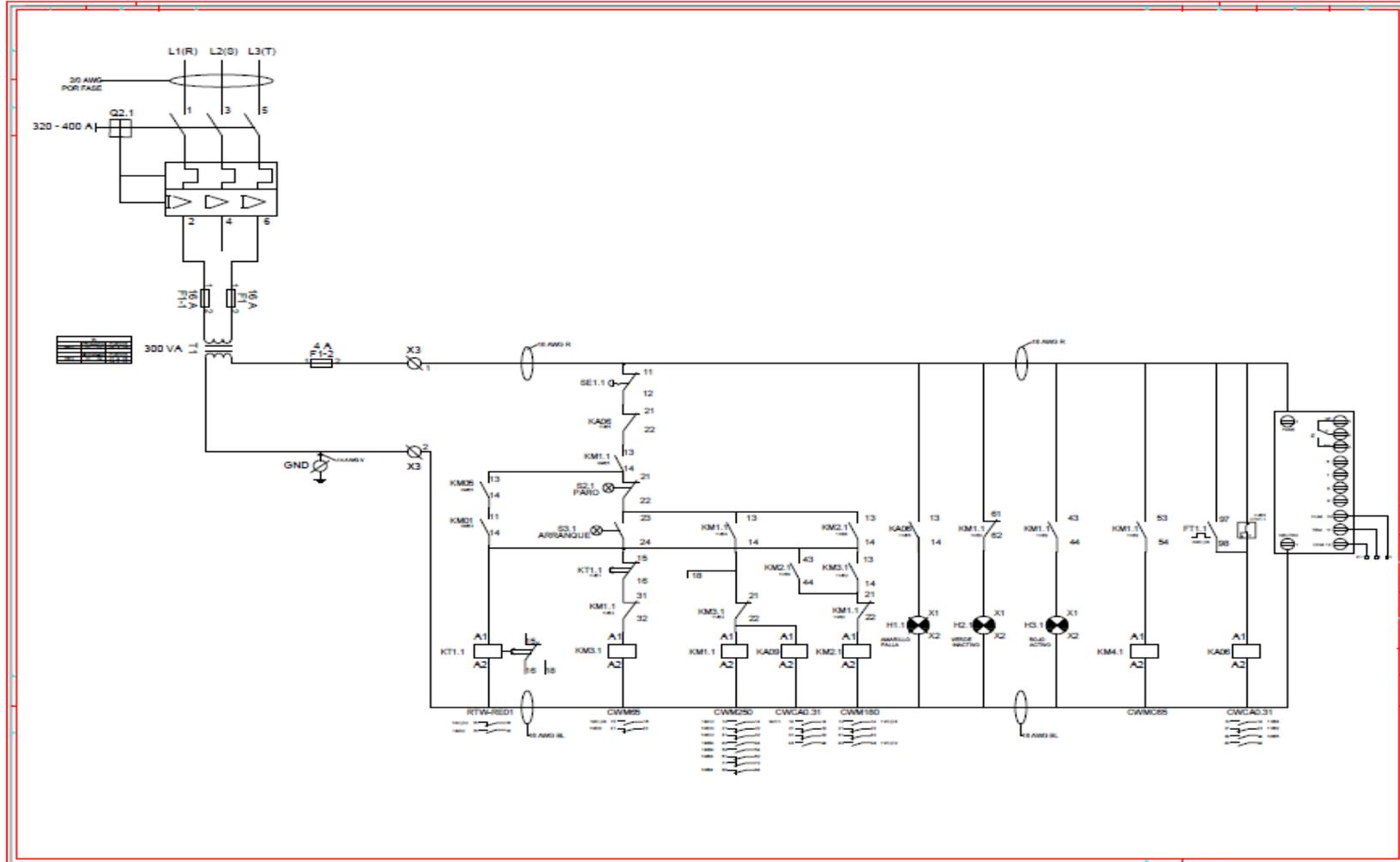


Fig. A.4 Diagrama de control de la bomba 1 de Achique.

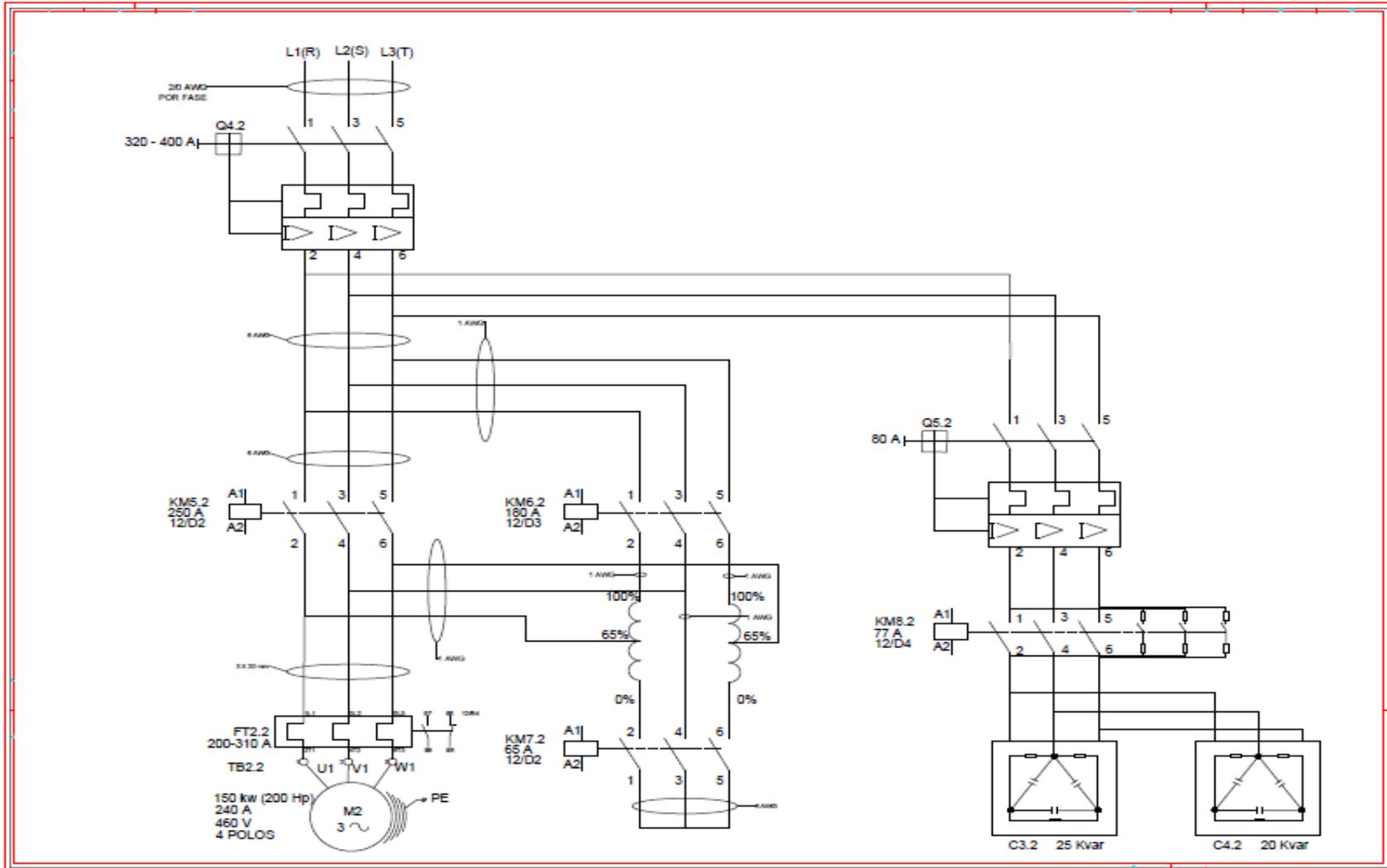


Fig. A.5 Diagrama de Fuerza de la bomba 2 de Achique

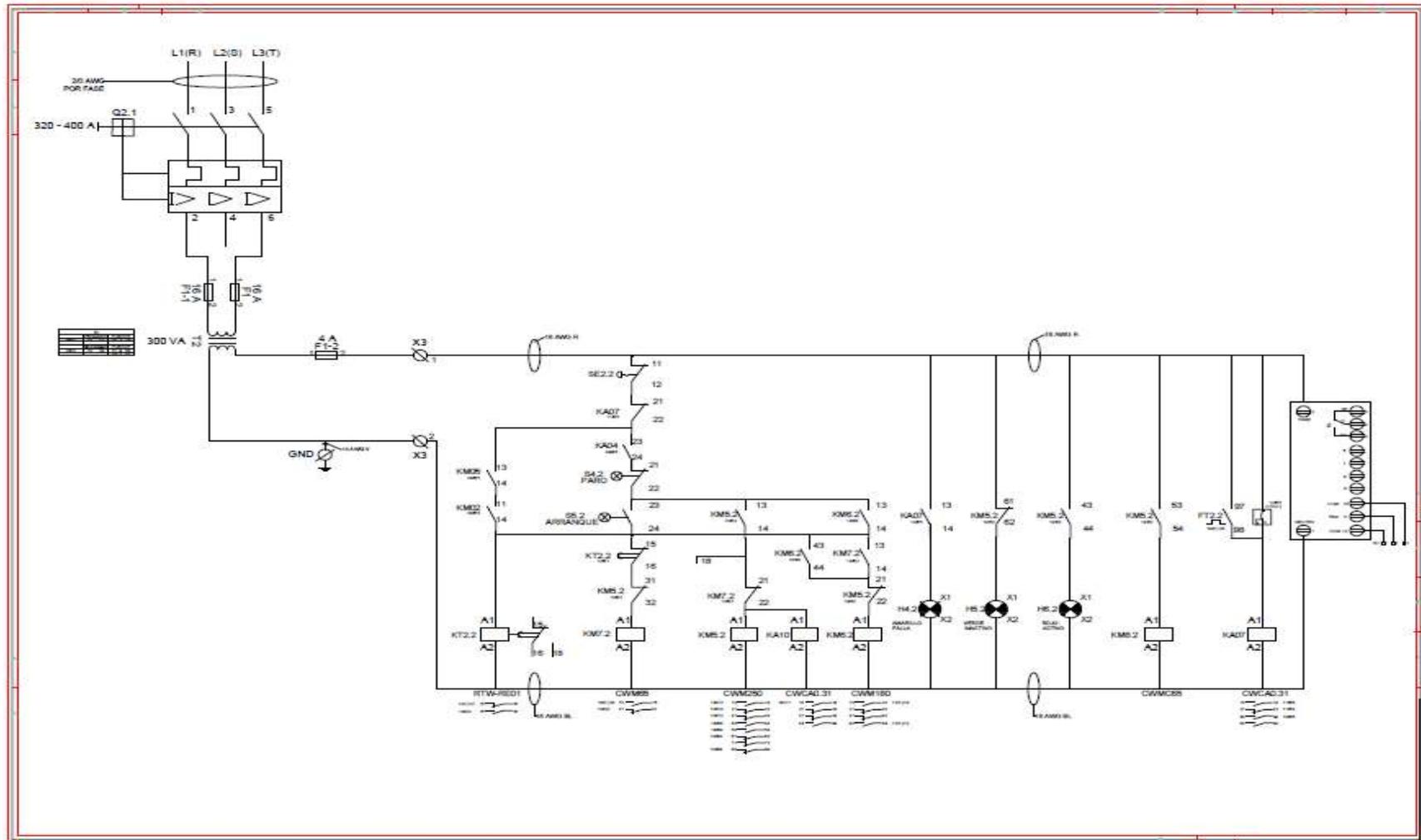


Fig. A.6 Diagrama de Control de la bomba 2 de Achique.

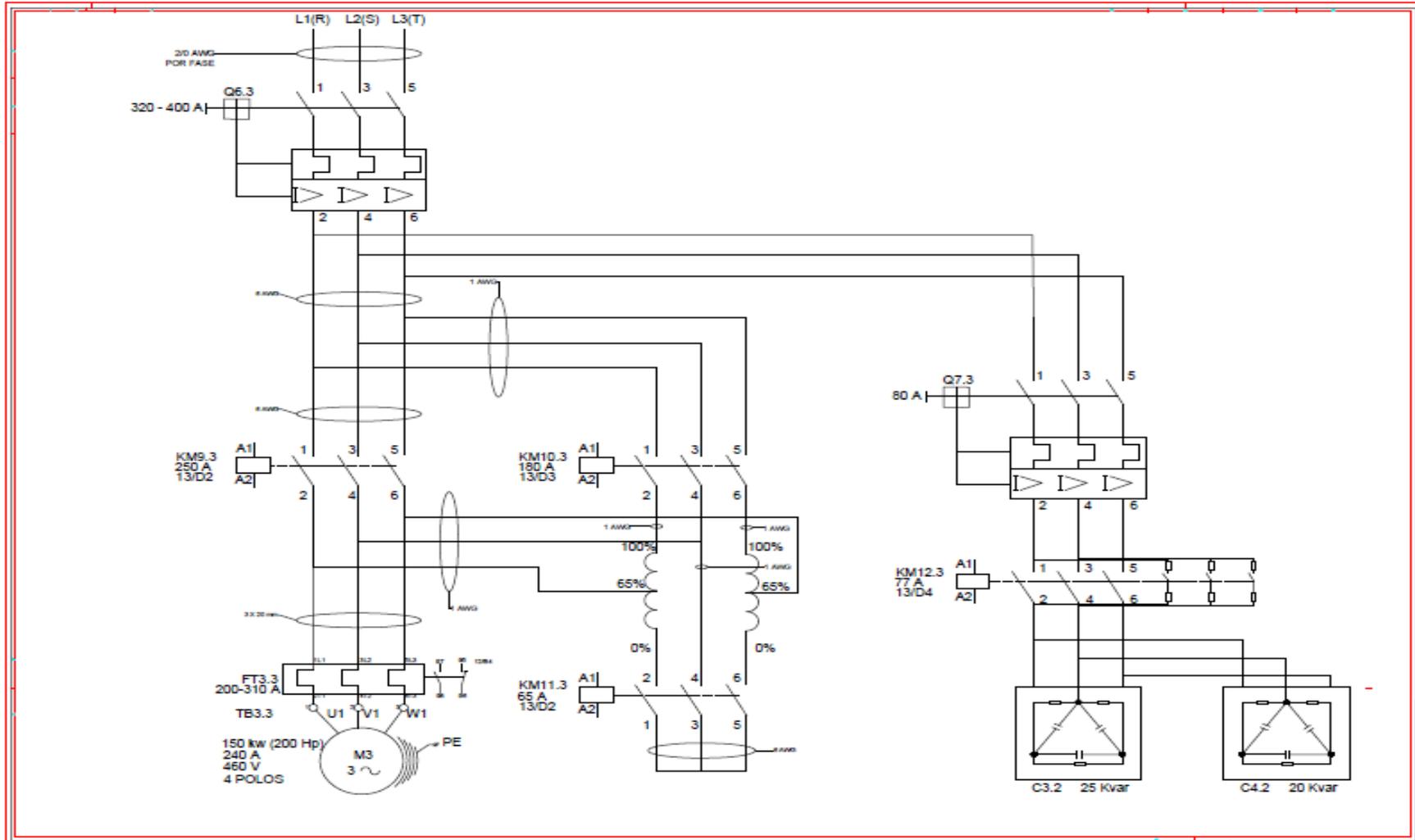


Fig. A.7 Diagrama de Fuerza de la bomba 3 de Achique.

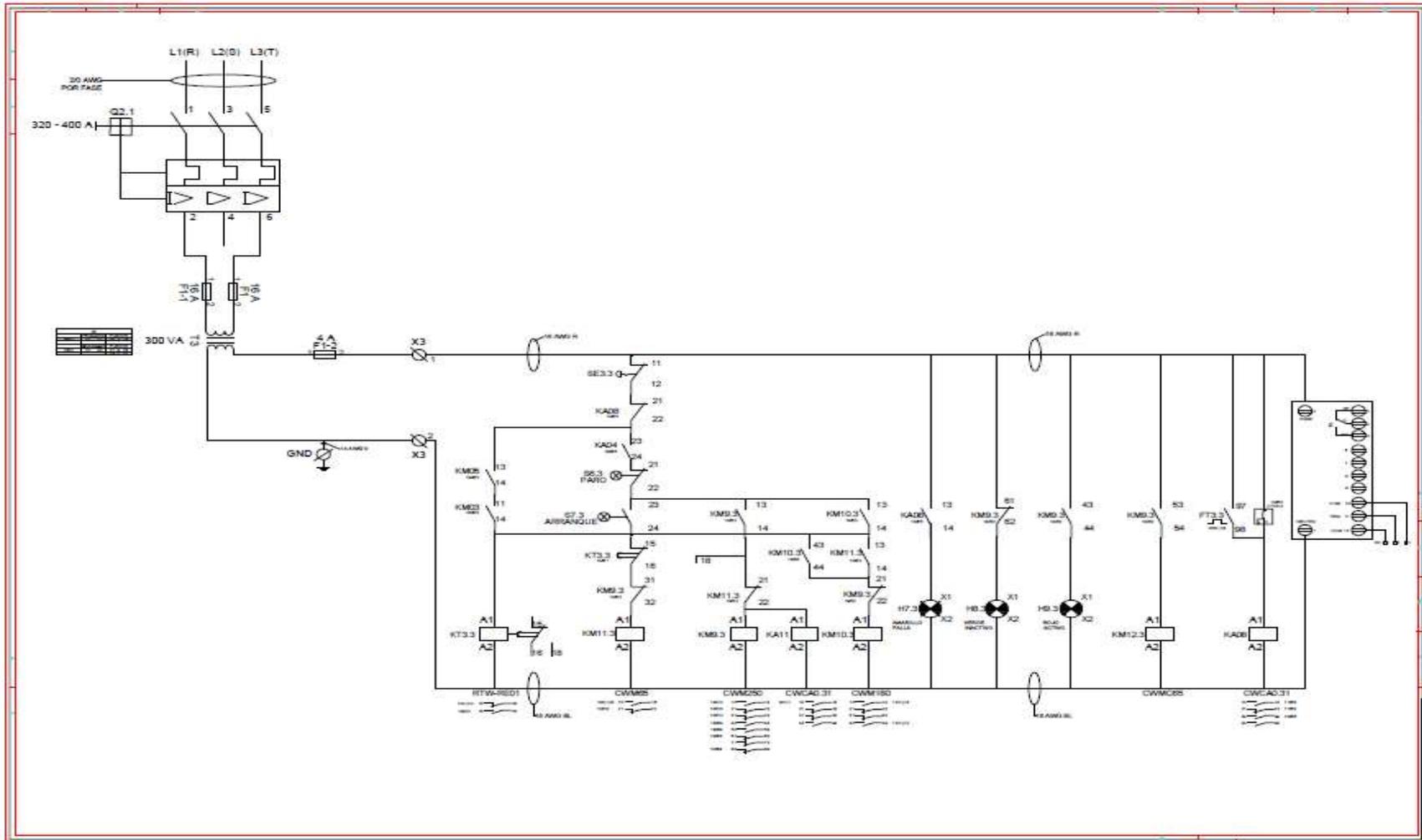


Fig. A.8 Diagrama de Control de la bomba 3 de Achique.

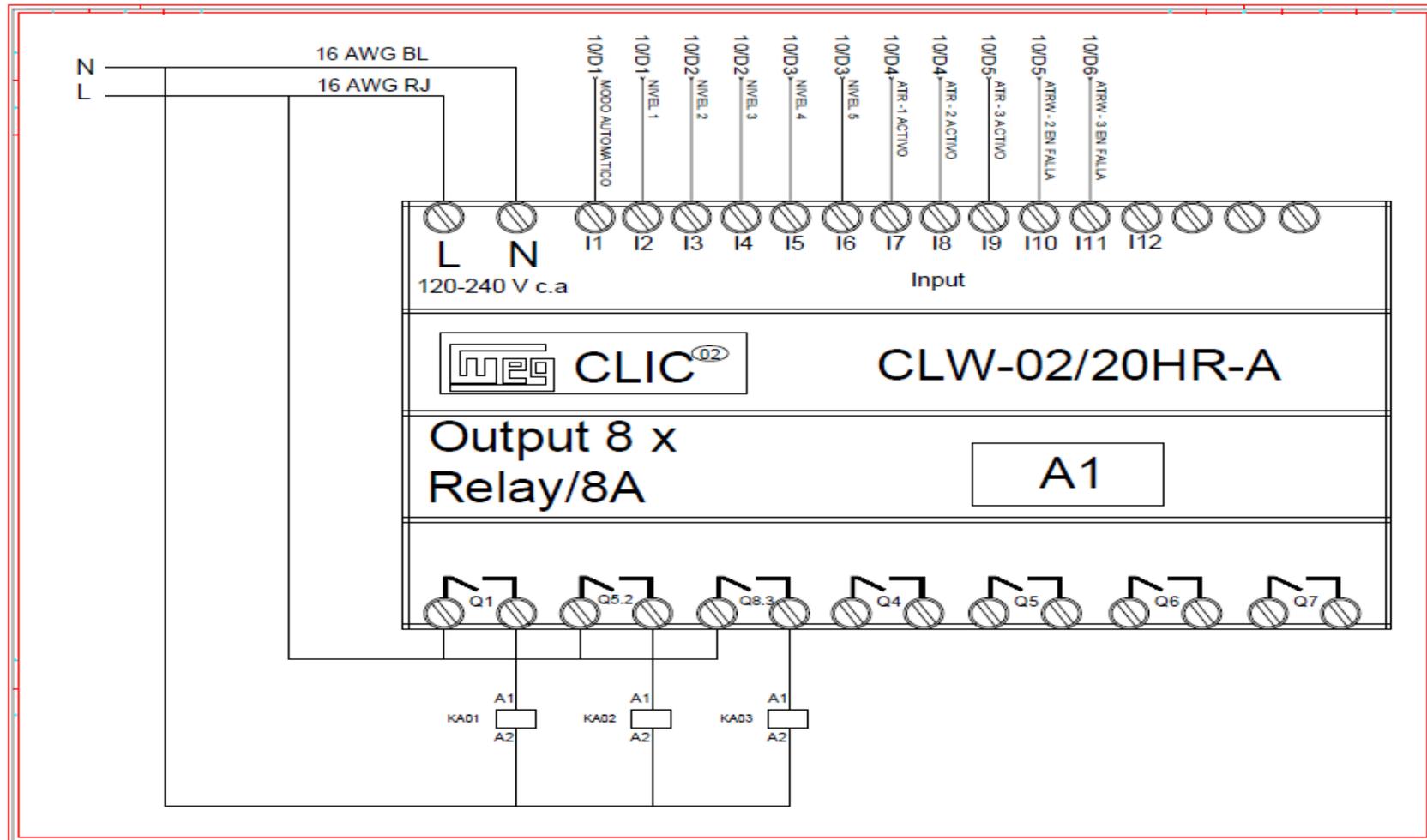


Fig. A.9 Diagrama de Entradas y Salidas del PLC para las bombas de Achique.

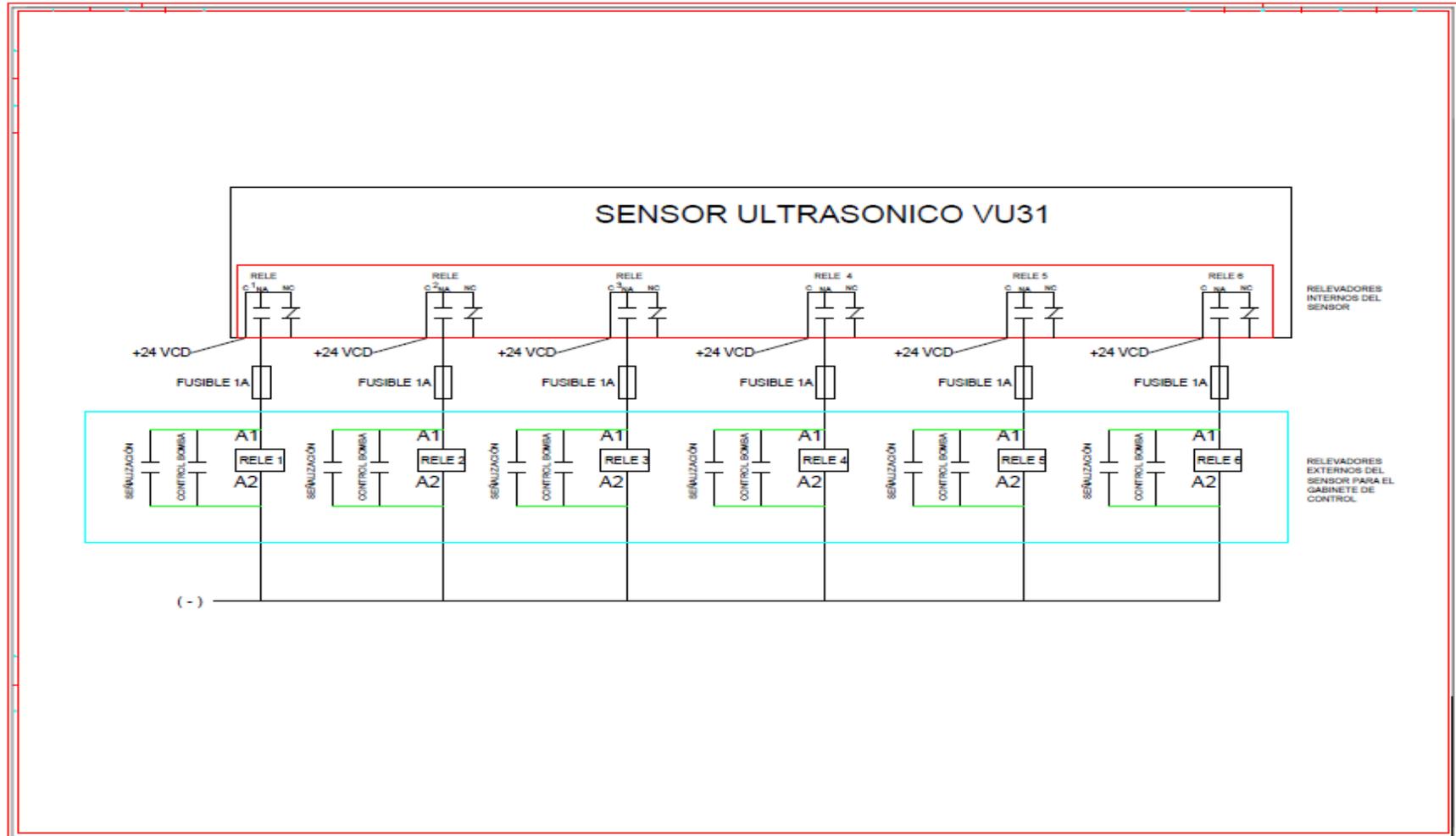


Fig. A.10 Diagrama de los relevadores Internos y Externos para las bombas de Achique.

De acuerdo a la Fig. A.10 nos indica cómo se comporta la etapa de los relevadores internos que nos aporta el sensor ultrasónico. Como vemos consta de 3 salidas de un relevador la entrada común (C) ahí se dará la entrada al voltaje para su funcionamiento que es de +24 VCD. Las dos entradas restantes son los contactores auxiliares en estados NA Y NC, se tomará el de NA ya que en esta parte la señal de activación dará al cierre de este contacto y podrá apertura los demás elementos que lo conllevan.

Ahora bien una vez activado cualquier de los relevadores 1,2,3,4,5,6 de los internos del sensor mandará a una señal que antes habrá de pasar por un fusible esto solo nos permite proteger a los elementos de las bobinas. Una vez mandado energizará la bobina ya se 1, 2, 3, 4, 5,6 y optará por cerrar sus contactores auxiliares NA.

Estos relevadores son externos que fueron realizados en el gabinete del control. Cabe señalar que tendrán dos salidas una de ellas ira a la etapa de señalización y la otra será utilizada para el control de la bomba que lo corresponda de acuerdo al nivel que se encuentre el cárcamo.

Todo estos elementos son lo conforma lo que conocemos como el gabinete de control del sensor. Posteriormente pasará a la etapa del PLC y así mismo a la etapa de fuerza que es donde se encienden en forma secuencial las bombas de achique para su desagüe instantánea del cárcamo.

Anexo B

Montaje del Sensor Ultrasónico.

Para considerar todo este montaje se anexaron imágenes tomadas en su implementación de todo el transcurso del sensor y así mismo momentos en que estaba puesta en servicio como lo indica la Fig. B.1.



Fig. B.1 Gabinete de protección para montaje del Sistema de control de medición.



Fig. B.2 Tablero de vista Frontal para su Arranque/Paro y selector de Posición.



Fig. B.3 Vista del PLC de las bombas en funcionamiento.

NOTA: En el disco se anexan los diagramas realizados en AutoCAD 2016 y así mismo en formato PDF para que se puedan lograr un aprecio más claro de lo realizado en la residencia aporte en control de máquinas.

1. Alimentador de las bombas.
2. Diagrama del selector de tres posiciones.
3. Diagrama de control de fuerza de la bomba 1.
4. Diagrama de circuito de Control de la bomba 1.
5. Diagrama de control de fuerza de la bomba 2.
6. Diagrama de circuito de Control de la bomba 2.
7. Diagrama de control de fuerza de la bomba 3.
8. Diagrama de circuito de Control de la bomba 3.
9. Diagrama de entradas y salidas del PLC.
10. Diagramas de los relevadores Internos y Externos de los relevadores del gabinete del sensor.