

CRITERIOS Y LINEAMIENTOS TÉCNICOS PARA FACTIBILIDADES.

Sistemas de Control y Monitoreo.

CAPÍTULO 12. SISTEMAS DE CONTROL Y MONITOREO AUTOMÁTICO.

12.1. JUSTIFICACIÓN.

Para operar con mayor eficacia la infraestructura hidráulica existente en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG), el Sistema Intermunicipal para los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA), cuya misión es asegurar los servicios de Agua Potable y Saneamiento a la población de la ZMG con costos mínimos, cantidad y calidad suficiente, está implementando sistemas de control automático y monitoreo para incrementar la eficiencia en la operación del sistema hidráulico.

Sin embargo, debido a la gran variedad de los Sistemas de Control y Monitoreo y a la complejidad de los mismos, se hace necesario homologar y normalizar los criterios y conceptos para establecer las normas técnicas generales a las que debe sujetarse su ejecución, de manera que permita reglamentar el trabajo ejecutado y establecer las bases bajo y lineamientos para la ingeniería básica en la implementación de dichos Sistemas.

Los esquemas de control y supervisión de la infraestructura disponibles actualmente, para la extracción, conducción, almacenamiento, distribución y bombeo del Agua Potable han permanecido inalterados durante los últimos años. Dichos esquemas, fueron satisfactorios en sus inicios hoy en día son obsoletos ante los avances tecnológicos que en los últimos años se han desarrollado, para operar con mayor eficacia la infraestructura hidráulica.

Por consiguiente, se requiere el automatizar las funciones de supervisión de la Infraestructura hidráulica, mediante medidores de flujo, presión, nivel, sensores detectores de movimientos, puerta abiertas, switch, válvulas de control, selenoides, operación de prendido apagado de equipos de bombeos, con lecturas a control remoto a través de un centro de comunicación, capaz y eficiente. Estas herramientas son cada vez más necesarias para la operación debido a que la expansión de la infraestructura hidráulica al incrementar su demanda e implica la operación de sistemas de operación más eficientes que eviten el desperdicio y el abuso del vital líquido.

Por ejemplo, en la actualidad no se cuenta con métodos que detecten derrames en los tanques de almacenamiento ocasionados por la falta de dispositivos de control automático del llenado, incrementando la problemática que actualmente se tiene y donde la única solución sería un cambio radical de los sistemas operativos.

12.2. DEFINICIONES.

La terminología empleada se ha unificado con el fin de que los fabricantes, ingenieros y usuarios empleen el mismo lenguaje. Las definiciones de los términos empleados se relacionan con las sugerencias hechas por la **SAMA (Scientific Apparatus Association) en su norma PCM 20**; las principales se presentan a continuación, tanto en español como en inglés:

- I. **CAMPO DE MEDIDA O RANGO (RANGE).** Es el espectro o conjunto de valores de la variable medida que están comprendidos dentro de los límites superior e inferior de la capacidad de medida o de transmisión del instrumento; viene expresado estableciendo los dos valores extremos en unidades de ingeniería.
- II. **ALCANCE (SPAN).** Es la diferencia algebraica entre los valores superior e inferior del campo de medida del instrumento.
- III. **ERROR.** Es la diferencia algebraica entre el valor leído o transmitido por el instrumento y el valor real de la variable medida.
- IV. **PRECISION (ACCURACY).** La precisión es la tolerancia de medida o transmisión del instrumento y define los límites de los errores cometidos cuando el instrumento se emplea en condiciones normales de servicio. Hay varias formas para expresar la precisión; tanto por ciento del alcance (0.25% escala completa o full scale), o en unidades de ingeniería ($\pm 1^\circ\text{C}$).

La precisión de un instrumento de medición varía en cada punto del campo de medida si bien, el fabricante la especifica en todo el margen del instrumento indicando a veces su valor en algunas zonas de la escala. Hay que señalar que los valores de precisión de un instrumento se consideran en general establecidos para el usuario, es decir, son los proporcionados por el fabricante de los instrumentos. Sin embargo éstos últimos suelen considerar también los valores de calibración en fábrica y de inspección.

- V. **ZONA MUERTA (DEAD ZONE O DEAD BAND).** Es el campo de valores de la variable que no hace variar la indicación o la señal de salida del instrumento, es decir, que no produce respuesta. Viene dada en tanto por ciento del alcance.
- VI. **SENSIBILIDAD (SENSITIVITY).** Es la relación entre el incremento de la lectura y el incremento de la variable que la ocasiona, después de haberse alcanzado el estado de reposo. Está dada en tanto por ciento del alcance. No debe confundirse la sensibilidad con el término de zona muerta; son definiciones básicamente distintas.
- VII. **REPETIBILIDAD (REPEATIBILITY).** La repetibilidad es la capacidad de reproducir valores idénticos repetidamente ante una misma entrada y en iguales condiciones de servicio. Se expresa en tanto por ciento (%) del alcance.
- VIII. **RESOLUCION (RESOLUTION).** Magnitud de los cambios en escalón de la señal de salida (Expresados en tanto por ciento de la salida de toda la escala) al ir variando continuamente la medida en todo el campo.
- IX. **LINEALIDAD (LINEARITY).** La aproximación de una curva de calibración a una línea recta especificada, es decir, es la capacidad del instrumento de proporcionar una respuesta lineal ante cambios lineales de la variable medida. Se expresa en porcentaje del alcance.
- X. **DERIVA.** Es una variación en la señal de salida que se presenta en un periodo de tiempo determinado mientras se mantiene constantes la variable medida y todas las condiciones de servicio del instrumento. La deriva está expresada en porcentaje de la señal de salida de la escala total a la temperatura ambiente, por unidad o por intervalo de variación de la temperatura ambiente.
- XI. **ESTABILIDAD (STABILITY).** Capacidad de un instrumento para mantener su comportamiento durante su vida útil.
- XII. **RUIDO (NOISE).** Cualquier perturbación eléctrica o señal accidental no deseada que modifica la medición.
- XIII. **HISTERESIS (HYSTERESIS).** La histéresis es la diferencia máxima que se observa en los valores indicados por el instrumento para el mismo valor cualquiera del campo de medida, cuando la variable recorre toda la escala en los dos sentidos ascendente y descendente. Se expresa en porcentaje del campo de medida.

12.3 ASPECTOS GENERALES.

12.3.1. Control Automático.

Con el propósito de optimizar los recursos empleados así como un adecuado uso del agua en los Sistemas de abastecimiento, se hace necesario medir y/o mantener constantes algunas magnitudes, tales como el nivel de una cisterna o la presión de la línea de abastecimiento. Los instrumentos actuales permiten la regulación de estas variables en condiciones más idóneas que las que el propio operador podría realizar.

No hace mucho tiempo los operarios llevaban a cabo un control manual de éstas variables utilizando instrumentos simples, manómetros, válvulas manuales etc., control que antes era suficiente. Sin embargo, la gradual escasez de agua, exige la automatización y monitoreo de ciertas variables sin la intervención humana para evitar el desperdicio y el abuso.

El sistema de control que permite la regulación automática de variables físicas, puede definirse como aquel que compara el valor de la variable o condición a controlar con un valor deseado y toma una acción de corrección de acuerdo con la desviación existente sin que el operario intervenga en absoluto.

El sistema de control que ésta comparación y la subsiguiente corrección sean posibles, que se incluya una unidad de medida, una unidad de control, un elemento final de control y el propio proceso. Este conjunto de unidades forman un lazo que recibe el nombre de **lazo de control**.

12.2.2. Monitoreo Local y Remoto.

Es importante definir algunos conceptos en torno a los sistemas de monitoreo local y remoto que serán utilizados en el presente documento. Existe cierta confusión en los términos empleados cuando se habla de sistemas de monitoreo y control o control supervisorio.

A. Definición de Sistema SCADA. SCADA es el acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Control Supervisorio y adquisición de datos).

El SCADA es un sistema basado en computadores que permite supervisar y controlar a distancia una instalación de cualquier tipo. A diferencia de los Sistemas de Control Distribuido, el lazo de control es GENERALMENTE cerrado por el operador. Los Sistemas de Control Distribuido se caracterizan por realizar las acciones de control en forma automática.

Hoy en día es fácil hallar un sistema SCADA realizando labores de control automático en cualquiera de sus niveles, aunque su labor principal sea de supervisión y control por parte del operador. En la Tabla No. 1 se muestra un cuadro comparativo de las principales características de los sistemas SCADA y los **Sistemas de Control Distribuido (DCS)**. Dichas características no son limitantes para uno u otro tipo de sistemas, porque son típicas.

TABLA 12.1. ALGUNAS DIFERENCIAS TÍPICAS ENTRE SISTEMAS SCADA Y DCS.

ASPECTO	SCADAs	DCS
TIPO DE ARQUITECTURA	CENTRALIZADA	DISTRIBUÍDA
TIPO DE CONTROL PREDOMINANTE	SUPERVISORIO: Lazos de control cerrados por el operador. Adicionalmente: control secuencial y regulatorio.	REGULATORIO: Lazos de control cerrados automáticamente por el sistema. Adicionalmente: control secuencial, batch, algoritmos avanzados, etc.
TIPOS DE VARIABLES	DESACOPLADAS	ACOPLADAS
ÁREA DE ACCIÓN	Áreas geográficamente distribuidas.	Área de la planta.
UNIDADES DE ADQUISICIÓN DE DATOS Y CONTROL	Remotas, PLCs.	Controladores de lazo, PLCs.
MEDIOS DE COMUNICACIÓN	Radio, satélite, líneas telefónicas, conexión directa, LAN, WAN.	Redes de área local, conexión directa.
BASE DE DATOS	CENTRALIZADA	DISTRIBUÍDA

En resumen, la diferencia principal entre los Sistemas SCADA y los Sistemas de Control Distribuido (DCS) estriba en la distribución geográfica en caso de los SCADA y local en el caso de las plantas industriales. En un Sistema supervisorio o SCADA el control automático de las diferentes variables del proceso, se ejecutan localmente a través de las UTR's.

El flujo de la información en los sistemas SCADA es como se describe a continuación: El FENÓMENO FÍSICO lo constituye la variable que deseamos medir. Dependiendo del proceso, la naturaleza del fenómeno es muy diversa: presión, temperatura, flujo, potencia, intensidad de corriente, voltaje, pH, densidad, etc. Este fenómeno debe traducirse a una variable que sea inteligible para el sistema SCADA, es decir, en una variable eléctrica.

Para ello, se utilizan los **SENSORES** o **TRANSDUCTORES**. Los **SENSORES** o **TRANSDUCTORES** convierten las variaciones del fenómeno físico en variaciones proporcionales de una variable eléctrica. Las variables eléctricas más utilizadas son: voltaje, corriente, carga, resistencia o capacitancia.

Sin embargo, esta variedad de tipos de señales eléctricas debe ser procesada para ser entendida por el computador digital. Para ello se utilizan **ACONDICIONADORES DE SEÑAL**, cuya función es la de referenciar estos cambios eléctricos a una misma escala de corriente o voltaje. Además, provee aislamiento eléctrico y filtraje de la señal con el objeto de proteger el sistema de transcientes y ruidos originados en el campo. Una vez acondicionada la señal, la misma se convierte en un valor digital equivalente en el bloque de **CONVERSIÓN DE DATOS**.

Generalmente, esta función es llevada a cabo por un circuito de conversión analógico/digital y el computador almacena esta información, la cual es utilizada para su **ANÁLISIS** y para la **TOMA DE DECISIONES**. Simultáneamente, se **MUESTRA LA INFORMACIÓN** al usuario del sistema, en tiempo real. Basado en la información, el operador puede **TOMAR LA DECISIÓN** de realizar una acción de control sobre el proceso. El operador comanda al computador a realizarla, y de nuevo debe convertirse la información digital a una señal eléctrica. Esta señal eléctrica es procesada por una **SALIDA DE CONTROL**, el cual funciona como un acondicionador de señal, la cual la escala para manejar un dispositivo dado: bobina de un relé, setpoint de un controlador, etc.

B. Necesidad y conveniencia de un sistema SCADA.

Para evaluar si un sistema SCADA es necesario para manejar una instalación dada, el proceso a controlar debe cumplir las siguientes características:

- I. El número de variables del proceso que se necesita monitorear es alto.
- II. El proceso está geográficamente distribuido. Esta condición no es limitativa, ya que puede instalarse un SCADA para la supervisión y control de un proceso concentrado en una localidad.
- III. La información del proceso se necesita en el momento en que los cambios se producen en el mismo, o en otras palabras, la información se requiere en tiempo real.
- IV. La necesidad de optimizar y facilitar las operaciones de la planta, así como la toma de decisiones, tanto gerenciales como operativas.
- V. Los beneficios obtenidos en el proceso justifican la inversión en un sistema SCADA. Estos beneficios pueden reflejarse como aumento de la efectividad de la producción, de los niveles de seguridad, etc.
- VI. La complejidad y velocidad del proceso permiten que la mayoría de las acciones de control sean iniciadas por un operador. En caso contrario, se requerirá de un Sistema de Control Automático, el cual lo puede constituir un Sistema de Control Distribuido, PLC's, Controladores a Lazo Cerrado o una combinación de ellos.

C. Funciones básicas del Sistema SCADA.

Dentro de las funciones básicas realizadas por un sistema SCADA están las siguientes:

- I. Recabar, almacenar y mostrar información, en forma continua y confiable, correspondiente a la señalización de campo: estados de dispositivos, mediciones, alarmas, etc.
- II. Ejecutar acciones de control iniciadas por el operador, tales como: abrir o cerrar válvulas, arrancar o parar bombas, etc.
- III. Alertar al operador de cambios detectados en la planta, tanto aquellos que no se consideren normales (alarmas) como cambios que se produzcan en la operación diaria de la planta (eventos). Estos cambios son almacenados en el sistema para su posterior análisis.

- IV. Aplicaciones en general, basadas en la información obtenida por el sistema, tales como: reportes, gráficos de tendencia, historia de variables, cálculos, predicciones, detección de fugas, etc.

Un Sistema de control supervisorio o SCADA, no necesariamente ejecuta acciones de control de manera automática, su función principal es proveer de información al personal operativo para supervisar el correcto funcionamiento de las diferentes instalaciones y en caso necesario tomar acciones correctivas., es como si el personal de supervisión estuviera en todas las instalaciones en el mismo momento.

D. Términos utilizados en SCADA.

A continuación se presentan algunas definiciones de términos empleados en los Sistemas de control Supervisorios o SCADA:

- I. **UTR (RTU). Acrónimo de Unidad Terminal Remota o en inglés “Remote Terminal Unit”, básicamente es un dispositivo inteligente con microprocesador que recoge, almacena y procesa la información que viene de la instrumentación de campo.**

- a) Entradas y Salidas (digitales y analógicas)
- b) Unidad Procesadora o CPU
- c) Puertos de comunicación

Se programan mediante computadoras personales o programadores manuales muy parecidos a los PLC's; la principal diferencia es que cuentan con funciones totalmente orientadas a los sistemas SCADA. Un PLC puede ser configurado para trabajar como UTR. **Las UTR's cuentan con funciones o modos de control automático como control On/Off, Proporcional o PID.**

- II. **PLC. Acrónimo de Controlador Lógico Programable o en inglés “Programmable Logic Controller”.** Los PLCs son microcomputadoras especialmente preparadas para cumplir la función de un control robusto para máquinas automáticas y sistemas de alta estabilidad durante su funcionamiento. Todas sus entradas y salidas están preparadas para operar directamente con switches y sensores de campo. Su conexionado se realiza a través de bornes que permiten conectar los cableados provenientes de los sensores y actuadores del sistema a la unidad de procesamiento.
- III. **TELEMETRIA (TELEMETRY).** Es la medición de variables físicas y control de eventos a distancia. Así, la comunicación entre las estaciones de bombeo y la central de monitoreo puede ser por Radio-Frecuencia, línea telefónica, telefonía celular, conexión directa con redes LAN o WAN o comunicación satelital. Al proceso de enviar información desde los diferentes sitios hasta la central de monitoreo sin importar de que tipo sea la comunicación se le llama **Telemetría**.
- IV. **SEÑAL ANALÓGICA (ANALOG SIGNAL).** Es una variable física que tiene un número infinito de valores entre los límites máximo y mínimo. Puede ser una señal de voltaje, resistencia eléctrica etc, y representa el valor de la medición de alguna variable de proceso.
- V. **SEÑAL DIGITAL (DIGITAL SIGNAL).** Es la representación de una señal analógica con solo dos estados perfectamente diferenciados, 0 y 1 (o hay o no hay). Es decir, una señal analógica de voltaje puede ser convertida a una señal eléctrica digital con un número finito de valores entre su límite máximo y mínimo. Las señales digitales tienen la ventaja que se pueden procesar, y almacenar con gran facilidad.
- VI. **INDICADOR O MEDIDOR.** Disponen de un índice o una escala graduada o bien una pantalla digital para mostrar el valor de alguna variable física, se instalan en el lugar donde se encuentra la variable a medir. Estos dispositivos se componen de un elemento primario y un transductor.
- VII. **ELEMENTO PRIMARIO (PRIMARY ELEMENT).** Es el principal componente de un sensor, están en contacto directo con la variable física y utilizan o absorben energía del medio controlado para dar al sistema de medición una indicación en respuesta a la variable controlada. El efecto producido por el elemento primario puede ser un cambio de presión,

medida eléctrica etc. Por ejemplo, el elemento primario de un medidor electrónico de presión, es una celda de carga que cambia su resistencia eléctrica en función de la presión.

- VIII. **TRANSDUCTOR (TRANSDUCER).** Es un instrumento que recibe una señal de entrada proveniente del elemento primario y modifica su naturaleza física para que pueda ser manipulada por un indicador o transmisor. Por ejemplo, en el caso del medidor electrónico de presión, la variación de resistencia puede ser convertida a una variación de voltaje. Los transductores normalmente están contenidos en los medidores y transmisores.
- IX. **TRANSMISOR (TRANSMITTER).** Es un instrumento que se instala en campo y captan la variable del elemento primario o transductor y la transmiten a distancia utilizando señales electrónicas, que pueden ser analógicas o digitales. El transmisor de señal analógica más comúnmente usado es el de 4-20 ma. Los transmisores de señal digital, utilizan transmisión serial con protocolos estandarizados como por ejemplo, RS232,RS422,RS485, etc.
- X. **CONTROLADOR (CONTROLLER).** Es el instrumento que compara el valor de la variable controlada (Retroalimentación) con el valor deseado denominado como **Punto de referencia o "Set-Point"**, para proporcionar una acción de corrección y lograr que la variable controlada sea igual al punto de referencia o Set-Point. Es común encontrar funciones de control en las UTR's.
- XI. **ELEMENTO FINAL DE CONTROL (CFE, en inglés).** Es el instrumento que recibe la señal del controlador y cambia el agente de control para modificar el valor de la variable controlada. Puede ser una válvula, una resistencia eléctrica etc.

12.3. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.

Todos aquellos sitios o lugares de la ZMG donde haya estaciones de bombeo para abastecer agua a fraccionamientos o localidades, estaciones de bombeo para o desde sistemas de almacenamiento, o bien extracción de agua en pozos, deberán ser sometidos a un análisis para determinar que variables deberán ser automatizadas y/o monitoreadas de acuerdo con los criterios y lineamientos que a continuación se establecen, y de común acuerdo con el personal del SIAPA encargado de éstas funciones:

- Variables de proceso a controlar.
- Variables de proceso para monitoreo.
- Medición de nivel de gasto y presión.
- Medición de parámetros eléctricos, etc.

A continuación se describe cada una de ellas.

12.4. VARIABLES DE PROCESO A CONTROLAR.

Las variables principales de proceso a controlar, son las siguientes:

NIVEL. Con el propósito de evitar derrames en los tanques de almacenamiento, así como tanques elevados y cárcamos de bombeo sumergibles, el Nivel de agua deberá ser controlado automáticamente utilizando dispositivos que se detallan y especifican en los Cap. 12.6 y 12.11.

PRESION. Para disminuir el riesgo de fugas de agua causadas por tuberías rotas debido a altas presiones en las líneas y para garantizar un suministro eficiente y adecuado de agua a los usuarios, la Presión de la línea de abastecimiento de agua a localidades o fraccionamientos y en general de las líneas de bombeo de agua ya sea para consumo directo, extracción o almacenamiento, debe ser controlada automáticamente utilizando conceptos y dispositivos que se detallan y especifican en los Cap. 12.10 y 12.12.

CLORACION. El control del contenido de cloro es fundamental en todo sistema de agua por su importancia para garantizar la calidad bacteriológica del agua que se suministra a la población, dado que tanto la carencia, las bajas concentraciones así como los excesos, perjudican a los usuarios y al sistema mismo. Por lo tanto, resulta conveniente controlar automáticamente la cantidad de cloro inyectada a la red de distribución tomando en cuenta el flujo instantáneo. Además, considerando la seguridad de las personas y en especial al personal de mantenimiento así como los costos de operación, se deberá tener detectores de fuga de cloro en los puntos de aplicación del cloro.

Los equipos y especificaciones correspondientes, se describen y establecen en el Cap. 12.13.

12.5. VARIABLES DE PROCESO PARA MONITOREO.

A continuación se describen brevemente las variables de proceso a considerar para el monitoreo.

12.5.1. En Estaciones de Bombeo para Suministro y Distribución.

En las estaciones de bombeo para abastecimiento y distribución de agua, se debe contar con instrumentos que midan e indiquen de manera local así como ser capaces de transmitir a la central de monitoreo del SIAPA las siguientes variables aun sin alimentación eléctrica:

A. MEDICION. Se define "medición" como la representación numérica en escalas estandarizadas de la magnitud de alguna variable física que puede tener valor infinitos entre los límites máximo y mínimo de medición. Por consiguiente, deberá existir indicación local de la medición de las variables listadas en cada una de las estaciones de bombeo ya sea en el interior de la caseta de control o directamente en campo.
NIVEL del agua de tanques elevados y todas las celdas o cisternas, aún cuando estuvieran conectadas entre sí.

FLUJO instantáneo de agua de la línea principal de distribución (Salida o efluentes) así como en todas y cada una de las líneas de abastecimiento (Entrada o influentes).

CONSUMO medido del agua de la línea principal de suministro así como en todas y cada una de las líneas de abastecimiento. Entiéndase como consumo, a la integración matemática del flujo instantáneo; el consumo es el volumen total de agua que ha pasado en un tiempo determinado.

PRESION estática de la línea principal de suministro así como en todas y cada una de las principales líneas de distribución.

PH (Potencial Hidrógeno) del agua almacenada en celdas o cisternas. Se requiere solamente una medición por estación de bombeo.

VOLTAJE de la alimentación de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), así como el voltaje de operación de cada una de las bombas de distribución.

FACTOR DE POTENCIA usada para determinar la eficiencia en el consumo de la energía eléctrica.

KILOWATT (KW) para monitorear la demanda de energía eléctrica de la instalación.

KILOWATT HORA determina el consumo de energía eléctrica mediante un consumo de tiempo.

CORRIENTE ELÉCTRICA de consumo de la estación de bombeo y el consumo de todas y cada una de las bombas de distribución.

FRECUENCIA del voltaje de salida del o los variadores de velocidad, en caso de que la presión de la línea de distribución sea controlada modificando la velocidad de las bombas.

B. DETECCION. Se refiere a una señal que solo puede tener dos valores diferenciados e indica la presencia o ausencia de alguna condición o situación indeseable. Las señales de detección deberán de ser centralizadas localmente en cada una de las estaciones de bombeo en un dispositivo que cuente con indicación luminosa del estado de cada una de las señales y una alarma audible que se active cualquier señal indeseable así mismo se deberá enviar estas señales a la central de telemetría y mostrar visualmente en pantalla dichos estados y de forma audible cuando se requiera.

NIVEL. Señal por cada tanque elevado o cisterna que indique un nivel máximo permitido antes de su rebosamiento.

BOMBAS. Señal por cada bomba para detectar si la o las bombas fueron energizadas.

FASE. Una señal por cada una de la tres fases de la CFE para detectar posibles caídas.

INTRUSOS. Una señal en la caseta de control para detectar presencia de posibles intrusos.

PUERTA. Señal que detecte si la puerta de la caseta de control está abierta o cerrada.

CLORO. Señal que detecte posibles fugas de gas cloro.

FALLA DE ENERGIA ELECTRICA una señal para detectar la caída total del voltaje y en caso de contar con planta de emergencia la señal para determinar que entro en funcionamiento.

12.5.2. En Estaciones de Bombeo para Extracción de Aguas Subterráneas (Pozos).

En todas y cada una de las estaciones de bombeo para extracción de agua en los pozos, se debe contar con instrumentos que midan e indiquen de manera local así como ser capaces de transmitir a la central de monitoreo del SIAPA las siguientes variables aun sin alimentación eléctrica:

A. MEDICION. Deberá existir indicación local de la medición de las variables listadas en cada una de las estaciones de bombeo para extracción de agua en pozos, ya sea en el interior de la caseta de control o directamente en campo.

NIVEL del agua subterránea del pozo, considerando como nivel estático y el nivel máximo será el nivel dinámico máximo, según el abatimiento considerado.

FLUJO instantáneo de agua en la línea de salida de la bomba, en litros por segundo (l/s).

CONSUMO diario del agua en la línea de salida de la bomba, acumulado en metros cúbicos (m³).

PRESION ESTÁTICA en la línea de salida de la bomba.

VOLTAJE de alimentación de la CFE, así como el voltaje de operación de la bomba de extracción.

FACTOR DE POTENCIA usada para determinar la eficiencia en el consumo de la energía eléctrica.

KILOWATT (KW) para monitorear la demanda de energía eléctrica de la instalación.

KILOWATT HORA determina el consumo de energía eléctrica mediante un consumo de tiempo.

CORRIENTE ELÉCTRICA total de consumo de la estación de extracción y corriente de consumo de la bomba.

B. DETECCION. Las señales de detección deberán de ser centralizadas localmente en cada una de las estaciones de bombeo en un dispositivo que cuente con indicación luminosa del estado de cada una de las señales y una alarma audible que se active cualquier señal indeseable así mismo se deberá enviar estas señales a la central de telemetría y mostrar visualmente en pantalla dichos estados y de forma audible cuando se requiera.

B.1. BOMBAS. Señal por cada bomba para detectar si la o las bombas fueron energizadas.

B.2. FASE. Una señal por cada una de la tres fases de la CFE para detectar posibles caídas.

B.3. INTRUSOS. Una señal en la caseta de control para detectar presencia de posibles intrusos.

B.4. PUERTA. Señal que detecte si la puerta de la caseta de control está abierta o cerrada.

B.5 FALLA DE ENERGIA ELECTRICA una señal para detectar la caída total del voltaje.

12.6. MEDICION DE NIVEL

12.6.1. Tanques Superficiales para Regulación o Almacenamiento.

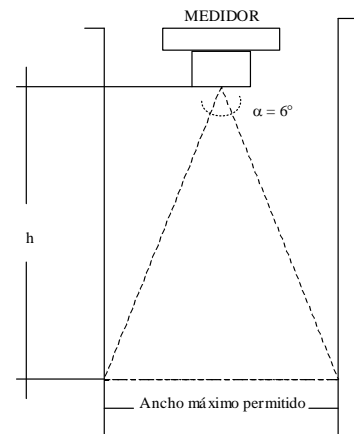
Se establece el uso de la tecnología de ultrasonido para la medición del Nivel de agua de los tanques de regulación o para almacenamiento (Cisternas, Celdas, Cárcamos), dado que se trata de instrumentos que no tienen contacto con el líquido por lo que son confiables, de bajo mantenimiento y garantizan su correcta operación a largo plazo.

El principio de operación se basa en la medición del tiempo que tarda un rayo de sonido de alta frecuencia en rebotar en la superficie del líquido y en llegar al receptor. Al respecto, se podrán instalar medidores de ultrasonido solo en aquellos tanques con las siguientes alturas: de (un) hasta 7 (siete) metros.

El ancho del tanque o el espacio libre para que los rayos de ultrasonido puedan viajar libremente, tiene que ser calculado considerando la tangente del ángulo de apertura del rayo.

ESPECIFICACIONES:

Span:	1 a 7 m.
Precisión:	$\leq \pm 0.2\%$ a escala completa
Linealidad:	$\leq 0.15\%$
Repetibilidad:	$\leq 0.2\%$
Banda muerta	≤ 3 cm.
Corrimiento:	$\leq \pm 0.07\%$ / 10°C (Efecto de la temperatura ambiente)
Tiempo de respuesta:	≤ 2 Seg.
Angulo del Rayo:	$\leq 6^\circ$ en total
Salida:	2 hilos 4-20 ma. aislada o Salida digital serial RS485 con protocolo MODBUS RTU
Voltaje de alimentación:	12-24 VDC
Potencia:	\leq de 4 watts. Para que sea capaz de alimentarse con celda solar
Temperatura y humedad de operación:	-10°C a 50°C 5% a 95% sin condensados
Gabinete:	El transmisor y receptor de ultrasonido deberán estar contenidos en el mismo gabinete que deberá ser NEMA 4X.
Indicación:	La medición local podrá ser con una pantalla de cristal líquido como parte del mismo medidor, con escala en unidades de ingeniería (Mt.) con una resolución de cm. o bien en unidades porcentuales con una resolución de décimas de %. Si el transmisor de nivel no tiene pantalla, se deberá proporcionar una e instalarla en el cuarto de control, tomando la señal digital RS485 o la señal analógica de 4-20 ma., con las mismas características de resolución y unidades indicadas
Calibración:	Remota tanto para salida 4-20 Ma. o salida digital.
Seguridad:	Intrínseca / Clasificación del área: CLASE I división II
Certificaciones:	UL / NOM / ISO 9001



12.6.2. Pozos de Agua.

La importancia de medir el nivel del pozo, se debe a la necesidad de conocer el comportamiento del nivel de abatimiento a través del tiempo además de proporcionar protección a la bomba. Para proteger la bomba bastaría solo un par de electrodos, sin embargo no sería posible conocer el comportamiento del nivel.

Para la medición de nivel en pozos profundos de agua, se establece el uso de transmisores de presión diferencial sumergibles.

El principio de operación se basa en la presión hidrostática que ejerce la columna de agua en el sensor, cuyo elemento primario es una celda de carga que proporciona una salida de voltaje directamente proporcional a la presión. La diferencia con los medidores especificados para el tanque elevado es que éstos son sumergibles. Debido a la naturaleza del elemento primario que da una salida directamente proporcional a la diferencia de presión entre la atmosférica y la hidrostática, estos dispositivos tienen dentro del cable un tubo capilar muy delgado para poder sentir la presión atmosférica.

ESPECIFICACIONES:

Span:	50 a 200 psig
Precisión:	≤ ± 0.6% a escala completa
Linealidad:	≤ 0.4 %
Repetibilidad:	≤ 0.4 %
Corrimiento:	≤ ± 0.07% / 10°C (Efecto de la temperatura ambiente)
Salida:	2 hilos 4-20 ma. aislada o Salida digital serial RS485 con protocolo MODBUS
Voltaje de alimentación:	12-24 VDC
Potencia:	≤ de 4 watts. Para que sea capaz de alimentarse con celda solar
Temperatura y humedad de operación:	-10°C a 50°C 5% al 95% sin condensados
Sensor:	Acero Inoxidable
Cable:	Poliuretano
Indicación:	Se deberá Instalar una pantalla de cristal líquido en el cuarto de control, tomando la señal digital RS485 o la señal analógica de 4-20 ma. La indicación podrá ser en unidades de ingeniería (Mt.) con resolución en mts. o bien en porcentaje con resolución e unidades.
Seguridad:	Intrínseca / Clasificación del área: CLASE I división II
Certificaciones:	UL / NOM / ISO 9001

12.7. MEDICIÓN DE FLUJO DE AGUA.

Medidores de Flujo Magnético.

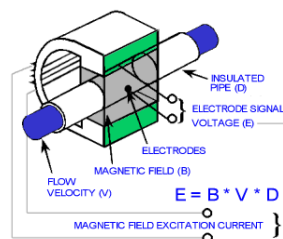
Con el propósito de eliminar el mantenimiento repetitivo y costoso de los medidores de flujo de desplazamiento positivo y de turbina (también conocidos como mecánicos), se recomienda que los medidores de flujo de agua para líneas de conducción, almacenamiento o distribución, sean con tecnología magnética.

El medidor o **sensor** de flujo magnético está compuesto por un conjunto de electroimanes que producen un campo magnético hacia el interior de la tubería. Este campo magnético cubre toda la superficie interna del tubo y al pasar el agua, corta estas líneas de campo magnético generando un voltaje inducido. Este voltaje inducido es recogido por los electrodos que tiene el tubo magnético en su interior. La señal generada es llevada hacia el transmisor del tubo magnético, el cual procesa estos voltajes y los convierte en gasto, este transmisor además tiene la función de totalizar el gasto y de transmitir la información generada en señales de salida como son 4-20 mA o pulsos.

ESPECIFICACIONES.

Transmisor:	Tubo magnético
Principio de medición:	+ / - 0.25 % del rango de 0.3 a 12 m/s
Exactitud:	+ / - 0.1 % del rango
Estabilidad:	+ / - 0.1 % de la lectura
Repetibilidad:	Máximo 0.2 segundos a cambios en la entrada
Tiempo de respuesta:	1 salida de 4-20 mA con protocolo HART, 1 salida de pulsos configurables de 0 a 10,000 Hz ya sea en unidades de volumen o de velocidad.
Señales de salida:	de tipo remoto al tubo sensor hasta 100 metros
Montaje de la Electrónica:	Pantalla de cristal líquido de 16 caracteres. deberá indicar el flujo instantáneo y el flujo totalizado en unidades de ingeniería seleccionables por el usuario.
Distancia máxima de colocación:	
Indicación local:	

Configuración del transmisor:	Mediante teclado tipo táctil integrado en el mismo o mediante interfase portátil.
Voltaje de Alimentación:	90 a 250 VCA o 10 a 30 VCD
Potencia consumida:	10 watts máximo
Límites de Temperatura ambiente:	-29 A 60 °C
Límites de humedad:	0 – 100 % de humedad relativa
Conexiones eléctricas:	3 conduits de ¾ - 14 NPT
Material de construcción de la carcasa:	Aluminio recubierto con pintura epóxica de poliuretano
Aprobaciones para la carcasa:	NEMA 4X, CSA tipo 4X
Calibración del equipo:	Por medio de simulador de frecuencia, sin necesidad de desmontar el tubo de la tubería
Tubo Sensor:	
Materiales de construcción del sensor:	Acero inoxidable 304 completamente soldado y recubierto con pintura epóxica.
Conexión a proceso:	Bridado clase ANSI 150 LBS,
Material de las bridas:	Acero al carbón
Material de los electrodos:	Acero inoxidable 316L
Material del recubrimiento interno del tubo sensor:	Poliuretano
Límites de temperatura de proceso:	-18 a 60 centígrados
Elemento sensor:	De tipo sumergible, hasta máximo 10 metros de acuerdo a norma IP68.
Certificaciones de seguridad:	No son necesarias pues no se instalarán en ambientes de tipo explosivos.
Conductividad del producto a medir:	A partir de 5 microsiemens / cm



12.8 MEDICION DE POTENCIAL HIDROGENO (pH).

El PH es una medida de la acidez o alcalinidad del agua, su expresión viene dada por el logaritmo de la inversa de la concentración del ion H expresada en moles por litro.

$$pH = \log 1/(H)$$

Existen varios métodos para medir el Potencial Hidrógeno de manera continua, el más exacto y versátil es el sistema de electrodo de vidrio. El sistema consiste de 4 partes; el elemento primario que es un electrodo, un amplificador y un electrodo de referencia. Cada uno de los componentes juega un rol crítico en el desempeño del medidor. El elemento primario es un electrodo de vidrio que proporciona un voltaje de acuerdo con la cantidad de hidrógeno libre, se comporta como si fuera una pila eléctrica. Para medir el voltaje desarrollado por el elemento primario, es necesario un segundo electrodo de referencia, éste aparte de cerrar el circuito, proporciona un voltaje constante que sirve como referencia. La diferencia del voltaje es amplificada y acondicionada para transmitirse a distancia.

Queda establecido el uso de medidores de Potencial Hidrógeno que utilicen el sistema de electrodo de vidrio. El sistema deberá de estar compuesto por el electrodo y el amplificador.

ESPECIFICACIONES DEL ELECTRODO.

Límite de presión:	Hasta 150 psig
Conexión a proceso:	1 pulgada MNPT
Material del cuerpo del sensor:	Polipropileno

Longitud máxima del cable de conexión:	7.6 m
Preamplificador:	Integrado dentro del cuerpo del sensor
Temperatura límite de operación:	Hasta 100 °C
Material del electrodo:	Vidrio plano

ESPECIFICACIONES DEL TRANSMISOR

Exactitud:	± 0.01 unidades pH.
Repetibilidad:	± 0.01 unidades pH.
Estabilidad:	± 0.01 unidades pH mensual / no acumulable
Rango de medición:	0 – 14 de pH
Señales de salida:	1 de 4-20 mA con protocolo de comunicación HART. 3 salidas de relevador para programarlos como alarmas
Voltaje de alimentación:	12 – 24 VCD
Consumo de potencia:	Menor a 4 watts para que sea capaz de recibir alimentación mediante una celda solar.
Límite de Temperatura ambiente:	0 a 50 °C
Límite de humedad ambiental:	10 a 90 % sin condensación
y calibración del instrumento.	
Certificaciones ambientales:	NEMA 4X, IP65
Lenguaje de configuración:	Español
Montaje:	En panel o en pared
Seguridad:	Password asignado por el usuario
Compensación por temperatura:	Automática o manual
Indicación local:	2 líneas de 16 caracteres, tipo back lit
Configuración:	Por medio de teclado de tipo membrana incluido en el transmisor
Certificaciones:	UL, ISO9001

12.9. MEDICIÓN DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS.

La medición de Voltaje de alimentación AC, y la Corriente de consumo se llevará a cabo utilizando una sola unidad para las tres fases.

No se admitirán medidores analógicos o de aguja, la unidad deberá utilizar tecnología digital basada en un microprocesador. La medición debe ser la integral matemática del área de la onda senoidal, a éste tipo de medición se le conoce como "True RMS" o verdadero valor eficaz.

Para llevar la señal de las 3 fases al medidor se utilizarán transformadores de corriente por cada una de ellas.

ESPECIFICACIONES:

Alimentación:	120 VAC
Precisión:	≤ ± 0.1% a escala completa
Tiempo de respuesta:	≤ 2 Seg.
Salida:	Digital con protocolo MODBUS RTU
Temperatura y humedad de operación:	-10°C a 50°C 5% a 95% sin condensados
Gabinete:	NEMA 4 Para montaje en tablero
Indicación:	Digital de las tres fases, con lecturas de voltaje y corriente en unidades de ingeniería con resolución en decimales.
Indicación:	La electrónica del medidor deberá contar con pantalla que indique voltajes y corrientes por fase, KW, KWH y factor de potencia.
Seguridad:	Intrínseca / Clasificación del área: CLASE I división II
Certificaciones:	UL / NOM / ISO 9001

12.10. MEDICIÓN DE PRESIÓN.

Para medir la presión manométrica de la línea de distribución o de extracción de agua, se utilizarán transmisores electrónicos cuyo elemento primario sea un sensor de tipo piezoeléctrico.

Un sensor de tipo piezoeléctrico está hecho de materiales semiconductores cristalinos que al deformarse físicamente por la acción de una presión, generan una señal eléctrica directamente proporcional a la magnitud de la presión generada por el proceso.

Rango de medición:	0 a 600 psig
Exactitud:	+ / - 0.25% del span calibrado
Capacidad para dividir su rango:	40 veces a 1
Tipo de sensor:	sensor tipo capacitivo con medición integrada de temperatura para una correcta compensación de sus efectos
Tiempo de respuesta:	500 milisegundos
Estabilidad:	Garantizada por 3 años, libre de recalibraciones en ese periodo.
Ajustes de zero y span:	Integrados en el cuerpo del sensor y ajustables de manera magnética.
Señal de salida:	4 – 20 mA con protocolo de comunicación HART para fácil configuración
Voltaje de alimentación:	11.25 a 42.4 VCD
Consumo de potencia:	menor a 4 watts para que sea capaz de alimentarse con celda solar.
Límite de temperatura ambiente:	-40 a 85 °C
Límite de temperatura de proceso:	-40 a 93 °C
Material de construcción del sensor:	Acero inoxidable 316L
Materiales de construcción del cuerpo:	Acero inoxidable 316L
Protector de transcientes en la línea:	Integrado en el cuerpo del transmisor y que cumpla con la norma IEEE C62.41, Categoría B.
Conexión a proceso:	½ -14 NPT tipo hembra
Conexión eléctrica:	½ -14 NPT tipo hembra con cables de conexión de 72" de longitud
Soporte a trabajar bajo el agua:	De acuerdo a la norma IP68, para trabajar sumergido a 10 metros de profundidad como máximo.
Indicación:	Se deberá instalar una pantalla de cristal líquido en el cuarto de control, tomando la señal analógica de 4-20mA. La indicación deberá ser en unidades de ingeniería seleccionables por el usuario con resolución de décimas.
Certificaciones de seguridad:	No son necesarias pues el equipo trabajará en ambientes que no son explosivos.
Certificaciones de calidad:	que cumpla con + / - 3 sigma

12.11. CONTROL DE NIVEL.

Las cisternas o celdas de almacenamiento deberán tener un transmisor de nivel del tipo ultrasónico el cual enviará la señal de nivel a una UTR o a un controlador de tipo digital para que estos a su vez ejerzan control sobre la válvula y manden parar la bomba que está alimentando a la celda de almacenamiento.

ESPECIFICACIONES DE LA VALVULA MARIPOSA DE ASIENTO TIPO RESILENTE

1. Alcance:

Esta especificación cubre el diseño, materiales y pruebas de válvulas de mariposa de asiento tipo resilente.

2. Estándares aplicables:

2.1 ANSI B 16.5	Tubería bridada y conexiones bridadas
2.2 ANSI B 16.34	Válvulas bridadas y soldadas a tope
2.3 API 609	Válvulas mariposa, tipo bridadas y entre bridas
2.4 API 598	Inspección de válvulas y pruebas
2.5 PED	Directrices de equipo de presión
2.6 MSS SP-67	Válvulas de mariposa de asiento resilente
2.7 ISO 5211	Dimensiones para el montaje de actuadores
2.8 AWWA	Pruebas de diseño

3. Requerimientos de Diseño

- 3.1 La válvula debe utilizar un asiento de tipo resilente con un respaldo fenólico, capaz de sellar en contra de cualquier presión diferencial y en cualquier dirección.
- 3.2 Las válvulas bridadas deben ser capaces de operar bidireccionalmente y de ser colocadas al final de las tuberías sin la necesidad de utilizar una brida ciega para que restrinja mecánicamente el asiento al cuerpo.
- 3.3 Las válvulas deben tener bujes de baja fricción en las partes superior e inferior, construidos de PTFE recubiertos con fibra de vidrio.
- 3.4 Las válvulas deben poseer tres superficies de sellado a lo largo de la flecha para prevenir fugas externas.
- 3.5 A través de la selección de los materiales de construcción, las válvulas deberán de ser capaces de operar eficientemente en temperaturas desde -34 grados centígrados hasta 204.4 grados centígrados.
- 3.6 Las válvulas deben ser capaces de aceptar montaje directo de actuadores de acuerdo a la norma ISO 5211.
- 3.7 Las válvulas deben cumplir de conformidad con PED (Directrices de Equipos de Presión) sección H

4. Materiales del cuerpo. Fierro Fundido según ASTM A 126

4.1 Disco. Acero Inoxidable según ASTM A351-CF8M

4.2 Flecha.

4.3 Acero Inoxidable según ASTM A276 tipo 316

4.4 Asiento.

4.4.1 EPDM. Para Agua Potable

5. Pruebas

- 5.1. Las válvulas deben ser hidrostáticamente probadas a una vez y media veces el rango de presión de la válvula y se deben observar cero fugas.
- 5.2. Las válvulas deben ser probadas en su asiento a un 110% de su rango de presión y se deben observar cero fugas.

ESPECIFICACIONES DEL ACTUADOR

Tipo:	Eléctrico
Señal de control:	117 VAC
Tiempo de apertura:	60 seg
Indicación:	Abierto / Cerrado
Botonera:	Abrir / Paro / Fuera
Retroalimentación:	Interruptores de límite para apertura y cierre.
Encapsulado:	NEMA 4X
Seguridad:	No necesaria pues el equipo trabajará en ambientes no explosivos
Certificaciones:	

12.12. CONTROL DE PRESION.

12.12.1. Tanques Elevados.

Cuando en las estaciones de bombeo, la presión de la línea de distribución de agua se controla con los llamados tanques elevados, la columna de agua en el tanque ejerce presión en la línea. Así, la presión se controla encendiendo las bombas en función del nivel del tanque.

El control del nivel debe realizarse utilizando un controlador especial o un PLC o a través de la UTR en caso de existir. Las características del controlador deben cumplir con lo siguiente:

Seguridad:	Intrínseca / Clasificación del área: CLASE I división II
Certificaciones:	UL / NOM / ISO 9001

12.12.2. Variadores de Velocidad.

Los variadores de velocidad de motores, también conocidos como “**inversores**”, constituyen otra técnica para controlar la presión de la línea de distribución. Los variadores de velocidad son dispositivos electrónicos que varían la frecuencia del motor para cambiar su velocidad.

Si la velocidad del motor de una bomba varía, provocará un cambio en la presión de la línea. Los variadores son utilizados como elemento final de control, el elemento de retroalimentación para cerrar el bucle lo constituye un sensor de presión estática instalado en la línea.

Operan de la siguiente manera el controlador arranca una de las bombas a tensión reducida, la velocidad se incrementa lentamente tratando de igualar la presión de la línea al punto de referencia (Set-Point) que se quiere lograr, si la velocidad ya es la máxima y la presión de la línea sigue baja, el controlador arranca la siguiente bomba a carga completa, si la presión ahora es alta, entonces disminuye la velocidad de la primera bomba hasta alcanzar el equilibrio.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SIAPA PARA CONVERTIDORES DE FRECUENCIA APLICADO PARA EL EQUIPO DE BOMBEO AUTOMATIZADO DE ALTA EFICIENCIA. INSTALACIÓN SUMINISTRO Y PUESTA EN MARCHA.

I.- General:

1. Los requisitos necesarios para proveer e instalar los Convertidores de frecuencia serán en cada instalación de la manera más adecuada según las áreas donde sustituirán a los arrancadores electromecánicos existentes.
2. Deberá contar y comprobar con experiencia en el ramo de bombeo de agua y con capacidad técnica tanto del proveedor y equipo para lograr ahorros de energía eléctrica con el funcionamiento del equipo a proporcionar.
3. El Convertidor de frecuencia deberá estar diseñado para aplicaciones de equipo de bombeo de agua.
4. El Convertidor de frecuencia deber ser del tipo control de vector de tensión con anchura de pulso modulada.
5. El Convertidor de frecuencia debe funcionar con cualquier motor de CA asíncrono con carga de par variable.
6. Todo lo antes descrito, así como las especificaciones aquí detalladas deberán ser soportadas con los justificantes correspondientes (manuales, guías de diseño, pruebas físicas al equipo contra motobombas, electrobombas sumergibles, bombas tipo turbina etc.) mismos que describirán formalmente, así como la demostración con trabajos realizados en instalaciones similares a nuestras necesidades requeridas.

II. Productos:

7. Proveer Convertidores de frecuencia completos como los aquí especificados para bombas de agua. Todas las características estándar y optativas deben incluirse en el alojamiento del Convertidor de frecuencia.
8. Todos los ajustes de la unidad y su programación personalizada deben poderse almacenar en una memoria no volátil (EEPROM).
9. La frecuencia de funcionamiento debe limitarse a 0-120 Hz. ó más según las bondades del equipo a adquirir.
10. El Convertidor de frecuencia debe cubrirse con un alojamiento metálico (Nema 3R) como mínimo, mismo que será del tipo auto soportado vertical a piso y/o con capacidad de instalarse en pared, el cual tendrá espacio suficiente para alojar las protecciones termo magnéticas, fusibles ultrarrápidos y supresor de picos mismos que el proveedor deberá suministrar y calcular para su correcta protección, además del cableado y canalizado necesario para la puesta en marcha del equipo en cuestión así como sensores y tarjetas electrónicas requeridas (presión, temperatura, niveles por presión de columna de agua etc.).
11. El display deberá ser instalado en el interior del gabinete y su protección contra polvo así como con un selector de dos posiciones (on/off) fijo en el gabinete con el fin de recordar al variador digitalmente el último estado de operación antes de cualquier falla de energía eléctrica así como estar en posibilidades de retirar el teclado sin interrumpir el funcionamiento del equipo de bombeo. El gabinete también deberá contar con

sistema de ventilación forzada tanto de flujo positivo como negativa para aumentar la velocidad de enfriamiento, estos aparte de los ventiladores internos de fabrica del variador

12. El Convertidor de frecuencia debe convertir la entrada de corriente y alterna trifásica de frecuencia fija en frecuencia y tensión variables para controlar la velocidad de motores trifásicos de CA. La intensidad del motor debe aproximarse mucho a una onda sinusoidal. La tensión del motor debe variar con la frecuencia para que la corriente de magnetización deseada en el motor siga siendo la adecuada para controlar los equipos de bombeo.
13. El Convertidor de frecuencia debe llevar una reactancia de CD integral para minimizar las armónicas de la red (no se aceptan filtros externos). Debe hacer reactancias en los polos positivo y negativo del circuito intermedio así como garantizar un factor de potencia mínimo del 90%.
14. El Convertidor de frecuencia debe traer incorporado de serie "AEO" la cual es una función que optimiza automáticamente la energía recibida, que permita ajustar en forma dinámica la intensidad suministrada a una carga de par variable en beneficio del factor de potencia y de la eficiencia del motor. Con esta característica se pretende reducir las tensiones cuando el motor no esté muy cargado y minimizará las pérdidas del motor.
15. El Convertidor de frecuencia debe incorporar de serie una característica de optimización automática de energía. Esta característica reducirá las tensiones cuando el motor no esté muy cargado y minimizará las pérdidas del motor.
16. El Convertidor de frecuencia debe incorporar de serie una característica de **adaptación automática del motor** el cual por medio de un algoritmo de prueba mida los parámetros eléctricos del motor cuando este esta parado, misma que resulta útil para la puesta en servicio de sistemas de bombeo con el fin de optimizar el ajuste del variador de frecuencia al motor aplicado.
17. El Convertidor de frecuencia debe incorporar de serie una característica ajuste manual de la frecuencia para calibraciones de proceso de bombeo. (Sin potenciómetro externo).
18. El Convertidor de frecuencia debe incorporar de serie una característica de alternancia automática entre dos motores gemelos.
19. Para lograr un mayor ahorro energético, el Convertidor de frecuencia debe poder apagarse por sí solo, cuando en funcionamiento no cumpla el propósito que determine la señal de control. Esta característica debe estar disponible en modo estándar (lazo abierto) y en modo PID (lazo cerrado) Para impedir que el Convertidor de frecuencia se encienda y apague constantemente, podrá seleccionarse una consigna de sobrealimentación cuando la unidad funcione en modo PID. El variador de velocidad deberá contar con una función de temporizador en modo "reposo" automático con función de "boost", la cual operará cuando la carga se encuentre por debajo de los ajustes mínimos. Esta señal permitirá que el variador de velocidad se encienda/apague mientras continuamente monitorea la referencia de control durante funcionamiento a baja carga. En modo de lazo abierto, esta función deberá automáticamente poner al variador de frecuencia en modo "standby" cuando la señal de referencia caiga por debajo del nivel programado.
20. El convertidor de frecuencia (F.C.), deberá convertir el voltaje local $v \pm 10\%$, 3 Fases, 50/60 Hz. de la alimentación de potencia a un voltaje de salida y frecuencia ajustable. El voltaje de salida fundamental RMS deberá ser igual al voltaje de entrada fundamental RMS $+1\%$, para proveer el par nominal sin incrementar amperaje por encima del nominal de placa o tener que utilizar el factor de servicio del motor.
21. Las armónicas de salida hacia el motor, deberán ser menores al 5% para eliminar calentamiento innecesario del motor, además de tener el equipo la capacidad reducir al mínimo la producción de armónicas al sistema de suministro de energía eléctrica de la instalación donde se instala el Convertidor de frecuencia.
22. La relación voltaje/frecuencia, deberá ser apropiada para el control de bombas centrífugas. No será aceptable el ajustar una relación voltaje/frecuencia constante o fija, para prevenir daño al equipo conectado y para optimizar el uso de energía eléctrica.
23. El sensor de presión a suministrar e instalar será de la misma marca que el convertidor de frecuencia y estar específicamente diseñado para trabajar en forma asociada con este para los efectos de automatización de presión constante a flujo variable. El sensor será del tipo análogo con señal de 4 – 20 mA. Y de un rango de 0 a 10 bar. Y voltaje de alimentación de 24 vcd. Con cuerpo de acero inoxidable lo anterior para lograr el control en lazo cerrado PID.

III. Características de protección:

24. Protección electrónica contra sobrecargas del motor para aplicaciones de un solo equipo, incluyendo las sobrecargas termo mecánicas.
25. Protección contra transitorios de entrada, pérdida de fase en la línea de CA, soportar cortocircuitos de cualquier índole sin que sufra daño alguno a nivel de entrada de alimentación o a lo largo en su trayecto de alimentación a la carga (motor), fallos a tierra en cualquiera de sus circuitos de entrada o salida al motor,

- sobre tensión, baja tensión, excesos de temperatura del Convertidor de frecuencia y del motor. El Convertidor de frecuencia debe indicar los fallos en el display con texto normal. Para lo cual, no se aceptaran códigos que sean de uso exclusivo de fábrica y no identificables al usuario. Los manuales de operación y/o mantenimiento que deberán entregar debidamente al usuario en cuestión.
26. Protección del Convertidor de frecuencia contra pérdidas prolongadas de potencia o fase. El Convertidor de frecuencia debe incorporar una función de mantenimiento para pérdida de potencia de control de 300 mseg. como máximo para eliminar desconexiones molestas.
 27. El Convertidor de frecuencia debe incorporar una característica de funcionamiento permitido que exporte una señal "de espera de funcionamiento permitido" a una salida digital cuando se emita una señal de arranque al Convertidor de frecuencia. El Convertidor de frecuencia no debe arrancar hasta que reciba la señal de "preparado" de un contacto externo.
 28. El Convertidor de frecuencia debe incorporar varias frecuencias de by-pass con ancho de banda ajustable para evitar que resonancias mecánicas destruyan el equipo a controlar.
 29. El variador de frecuencia deberá incluir **como estándar un reloj interno de tiempo real, el reloj interno puede ser usado para: Ejecutar acciones en un determinado tiempo, Medición de Energía, registrar tiempo de falla o alarma**, programar un mantenimiento preventivo u otros usos. Este deberá ser posible programarse para horario de verano, programar días, semanas, meses y años.
 30. Una función automática de **"Detección de No Flujo o Bajo flujo"** deberá estar disponible para detectar una situación de "No Flujo" o "Bajo Flujo" en sistemas de bombeo donde las válvulas pueden ser cerradas. La detección deberá estar basada en la potencia y velocidad de acuerdo a la curva de la bomba. El variador deberá estar habilitado de manera semiautomática para sintonizar la actual curva de la bomba. El variador deberá estar habilitado ya sea para apagarse y mandar una alarma o mandar a "sleep mode".
 31. Detección de **"Operación en Seco"** deberá estar habilitado de manera Standard en el variador para detectar si la bomba a arrancado en "seco", basado en potencia y velocidad (alta velocidad y baja potencia). Un temporizador deberá estar incluido para prevenir la operación innecesaria. La función deberá ser habilitada para dar una alarma o seguir dependiendo de la selección del usuario.
 32. Una función automática de Detección del **"Fin de la curva de la Bomba"** deberá estar habilitado de manera Standard en el equipo y deberá apagar el motor cuando la bomba este operando fuera de la curva programada de la bomba. Esto deberá habilitar al convertidor para detectar fugas en el sistema de la tubería. Si la retroalimentación es menor que el valor de consigna en un tiempo específico, el convertidor deberá habilitar la función de Fin de la curva de la bomba y será habilitado para mostrar una alarma o seguir. Esta función será seleccionable por el usuario.
 33. El Convertidor de frecuencia debe incorporar entrada de USB directa para transferencia de datos.
 34. Para evitar averías en el aislamiento del bobinado del motor, el Convertidor de frecuencia deberá incluir reactores a la salida, incluidos dentro del mismo gabinete del equipo.
 35. El Convertidor de frecuencia debe enganchar un motor en rotación hacia delante o atrás a máxima velocidad para evitar desconexiones molestas.
 36. El Convertidor de frecuencia debe disponer de una o varias entradas para termistores de línea
 37. El Convertidor de frecuencia debe incorporar un arranque de par constante para evitar desconexiones molestas.
 38. El Convertidor de frecuencia debe incorporar el ajuste automático del tiempo de rampa para evitar desconexiones.
 39. El Convertidor de frecuencia debe poder reducir automáticamente la intensidad máxima de la unidad para permitir su funcionamiento continuo a baja velocidad en caso de excesos de temperatura, pérdidas de fase o desequilibrio de la red sin dañarse. El Convertidor de frecuencia deberá ser capaz de reducir automáticamente la intensidad máxima de la unidad cuando la temperatura ambiente sea sostenida por encima de +45°C y deberá continuar operando hasta +55°C como mínimo o cuando exista pérdida de una fase de entrada.

IV. Control:

40. El teclado debe disponer de interruptores selectores Local/Remoto para arrancar y detener el Convertidor de frecuencia. Debe ser posible seleccionar una referencia local o remota independiente de Local/Remoto. La referencia de velocidad local debe ser ajustable desde el teclado.
41. Control de velocidad digital manual. No se aceptan potenciómetros.
42. Señal de salida de 24 V CC, 40 mA máxima, para indicar que el Convertidor de frecuencia se encuentra en modo automático.
43. El teclado del display, que tendrá iluminación de fondo, debe ser alfanumérico y disponer de bloqueo y debe poder montarse remotamente a una distancia de hasta 3 metros.
44. Deben poder leerse varios parámetros de funcionamiento a la vez en el display.

45. Deben poder leerse gráficos de curvas de comportamiento en el display del equipo.
46. Deben tener el equipo y leerse en el display un tutor o ayuda para su programación.
47. El texto del display debe estar disponible en varios idiomas, incluidos inglés y español.
48. Debe haber un menú de ajuste rápido con parámetros predefinidos para una fácil puesta en marcha preliminar.
49. Debe ser posible conectar un bloqueo de teclado externo al Convertidor de frecuencia para impedir programaciones no autorizadas.
50. El Convertidor de frecuencia debe estar provisto de un puerto de comunicación serie RS 485 y de software para presentar todas las señales de control, fallos, alarma y estado. El software permitirá realizar cambios en los ajustes de los parámetros del Convertidor de frecuencia y almacenar los parámetros de funcionamiento y ajuste de cada operador.
51. Deberá ser posible tener comunicación con los Convertidores de frecuencia bajo los protocolos Profibus, Modbus en cualquiera de sus versiones en el mercado de manera opcional para trabajar con el hardware existente del cliente SIAPA, Mismo que deberá surtir con la tarjeta y accesorios necesarios y ya instalados.
52. Desde el panel de control deben ser accesibles los siguientes textos en unidades reales: porcentaje de señal de referencia local y remota, frecuencia de salida, amperios de salida, potencia del motor, kW, kWh, tensión de salida, advertencia de falta de carga, tensión de bus de CD, temperatura del Convertidor de frecuencia (en °C) y velocidad del motor en unidades técnicas por aplicación (en velocidad porcentual, RPM), además de contar con la programación para realizar conversión de unidades de proceso (incluidas: Pa, Mpa, mbar, pulgadas peso, pies peso, m³/h, m³/seg. , GPM, H.P., °C, °F, F.P., etc.).
53. Debe ser posible programar una conversión de realimentación para que el Convertidor de frecuencia interprete presiones como flujos. Esto debe lograrse convirtiendo automáticamente la señal de presión cuadrática en una señal de flujo lineal.
54. Deberá contar con **4 controladores PID**, capaces de aceptar dos señales de realimentación y dos consignas. La respuesta ante las diferencias de consigna/realimentación debe ser programable. El diseño deberá incluir un controlador completo con consignas para proveer el control de proceso en lazo cerrado hasta con 2 transmisores de señal, cada uno con su propio punto de ajuste independiente, resultando esto en ahorros de energía. El controlador deberá permitir que el Convertidor de frecuencia controle la velocidad del motor basado en las siguientes selecciones programables: Máximo/Mínimo, promedio, suma y diferencia. Los variadores de velocidad sin controlador, deberán agregar esta capacidad a su paquete.
55. Debe suministrarse un filtro de paso bajo con el controlador PID para procesos de control de parámetros de cualquier índole para una segura y correcta operación del sistema de bombeo en cuestión.
56. Debe ser posible aumentar/disminuir la velocidad, en respuesta a señales digitales.
57. Debe proveerse un medidor de tiempo transcurrido y de potencia en kwh.
58. El Convertidor de frecuencia debe detectar pérdidas de carga y emitir advertencia o fallo de falta de carga/correa rota.
59. El Convertidor de frecuencia debe almacenar en memoria, los últimos 10 fallos y registrar todos los datos de funcionamiento.
60. Deben proveerse cuatro entradas digitales programables como mínimo para conectarse con el control del sistema y el circuito de bloqueo de seguridad.
61. Deben proveerse tres entradas analógicas programables y se aceptará una señal de conexión directa/inversa. Las entradas de referencia analógica incluirán 0-10 Vcc, 0-20 mA y 4-20 mA.
62. Deben proveerse dos salidas analógicas programables para indicar el estado del Convertidor de frecuencia. Estas salidas serán programables para velocidad de salida, tensión, frecuencia, corriente eléctrica y Kw.
63. El Convertidor incorporará una tarjeta de control en cascada con la capacidad adecuada que permitirá el control de varias bombas en la misma estación de bombeo manteniendo una presión, flujo, o nivel constante del sistema de bombeo. Esta tarjeta deberá ser 100% digital y programable desde el mismo panel de control de Convertidor de frecuencia. Permitirá la alternación automática de los equipos de bombeo de acuerdo a horas de operación, así como permitirá la operación de un Convertidor maestro y arrancadores suaves digitales como esclavos, o un Convertidor de frecuencia maestro y otros Convertidores como esclavos, No se aceptaran dispositivos externos o ajenos al convertidor como PLC. Mismo que el proveedor enlazara y suministrara lo necesario para la conexión y comunicación con los equipos de bombeo esclavos a controlar.

V. Ajustes:

64. El Convertidor de frecuencia debe poder ajustar automáticamente la frecuencia de conmutación más alta posible sin perder potencia para reducir el ruido acústico del motor.

65. Cuatro configuraciones completas de parámetros deberá de ser provisto el convertidor, los cuales podrán ser seleccionables de manera local, a través del teclado o vía entradas digitales el convertidor podrá ser programado para soportar 4 escenarios diferentes de control sin requerir de modificar parámetros.
66. La relación tensión/frecuencia debe ajustarse automáticamente para minimizar toda clase de pérdidas del motor de inducción.
67. Deben proveerse varias rampas de aceleración y desaceleración. La forma de estas curvas será ajustable según se requiera en campo durante la puesta en marcha del equipo de bombeo.
68. Deben proveerse cuatro ajustes de límite de intensidad como mínimo.
69. Si el Convertidor de frecuencia se desconecta en una de las siguientes condiciones, la unidad será programable para reset automático o manual: baja tensión, sobre tensión, límite de intensidad, sobrecarga del Convertidor y sobrecarga del motor.
70. El número de intentos de re arranque debe ser seleccionable entre 0 y 20, además de tener un intervalo entre varios intentos, el cual debe ser ajustable entre 0 y 600 segundos.

VI. Condiciones de mantenimiento:

71. Funcionamiento continuo a temperatura ambiente, -15 a 45°C sin reducción de potencia.
72. Humedad relativa del 0 al 95%, sin condensación.
73. Variación de tensión de la línea de CA, -10 a +10% tensión nominal, mientras se mantiene el par de motor nominal.
74. El Convertidor de frecuencia, debe tener capacidad de instalar el motor hasta una distancia de cableado entre el Convertidor de frecuencia y motor de 300 metros como mínimo, sin reducir la potencia del motor ni necesidad de motores especiales o con aislamiento especial y permitiendo además, la conmutación ilimitada a la salida (entre Convertidor y motor) sin la necesidad de usar interlocks mecánicos y sin causar daño alguno al motor de inducción o al propio Convertidor de frecuencia.
75. Para reducir el efecto de la corrosión por gases del medio ambiente y otras condiciones, el convertidor contara en sus tarjetas electrónicas y circuitos impresos un barniz clase 3C3 de acuerdo a la norma IEC721-3-3.

VII. Ejecución:

76. El fabricante debe brindar soporte técnico durante de la puesta en marcha del Convertidor de frecuencia y de sus circuitos opcionales mediante un técnico de servicio acreditado por fábrica que tenga experiencia en servicios de puesta en funcionamiento y reparación. El personal de puesta en marcha debe ser el mismo que se haga cargo del servicio y de las reparaciones por garantías. Los servicios de puesta en funcionamiento incluirán la comprobación de funcionamiento correcto de la unidad, supervisión e instalación del Convertidor de frecuencia por parte del proveedor. El arranque incluirá la capacitación tanto a operadores, como al personal de supervisión y mantenimiento de SIAPA en el momento de la puesta en marcha del equipo, en cada estación de bombeo.
77. El fabricante debe incluir la entrega de manuales de operación y mantenimiento, diagramas de control y diseño del equipo mencionado.

VIII. Instalación:

78. El proveedor propondrá y ejecutara la condición más adecuada para la instalación del Convertidor de frecuencia, misma que le dará el Visto Bueno el personal de SIAPA para su incorporación al sistema de potencia en cada instalación.
79. El proveedor suministrará los materiales y mano de obra necesarias para alimentarse de nuestro bus de energía eléctrica al Convertidor de frecuencia contemplando esto: tubería conduit pared gruesa, cableado adecuado a la potencia del equipo e instalación en el punto que más convenga a SIAPA para su operación y mantenimiento.

IX. Garantía:

80. El fabricante debe garantizar el Convertidor de frecuencia por un período de 12 meses a partir de la fecha de instalación y puesta en servicio.

12.13. CONTROL DE LA CLORACION.

ESPECIFICACIONES.

1. El sistema deberá permitir la determinación de cloro libre en agua, la cual deberá tener una conductividad mayor a 50 mS/cm a 25 °C y un pH entre 5.5 y 9.5 sin el uso de reactivos químicos.

2. El sistema consiste de un analizador, un sensor de cloro libre y un sensor de pH , celdas de flujo para cada sensor y un controlador de flujo. Los componentes deberán de estar montados en una tablilla. Los cables de los sensores deberán de estar precableados al transmisor. Los sensores deben tener conectores de tipo rápido estilo Variopol. Las celdas de flujo de los sensores deben de ser de plástico claro de modo que permitan inspeccionar fácilmente los sensores en caso de una falla. A la entrada del sistema deberá de existir una válvula check para asegurar que los sensores permanezcan húmedos en caso de una pérdida de presión de la línea.
3. El sistema no deberá utilizar dispositivos mecánicos como reguladores de presión, válvulas o rotámetros para controlar el flujo. En lugar de esto el flujo deberá de ser regulado mediante un controlador de flujo. El flujo mínimo de la muestra deberá ser de 11 litros por hora y el flujo máximo puede ser de hasta 303 litros por hora. El controlador de flujo deberá de ser capaz de manejar una entrada de presión de entre 3 y 65 psig y una temperatura de entre 0 y 50 °C.
4. El sensor de cloro libre deberá ser de tipo amperométrico, con dos electrodos recubiertos por una membrana. El sensor de cloro libre estará equipado con un RTD que permita una conducción continua de los cambios en la permeabilidad de la membrana debida a los efectos de temperatura. El rango lineal del sensor de cloro libre deberá de ser de al menos entre 0 y 6 ppm.
5. El sensor de pH debe de ser la combinación de un electrodo que tenga una membrana sensora de vidrio y un electrodo de referencia de tipo doble.
6. El sensor de pH será requerido si el pH de la muestra varía más de 0.2 unidades de pico a pico. Para variaciones de menos de 0.2 unidades de pico a pico el sensor de pH no será requerido.
7. El analizador deberá tener una entrada dual, una para el sensor de cloro libre y la otra para el sensor de pH. El analizador deberá de recibir la señal directa del sensor de cloro libre y automáticamente corregirla por los efectos de temperatura y pH. Los resultados deberán de ser mostrados en el display local como ppm de CL₂.
8. El analizador requerirá calibración solo en un punto si el nivel esperado de cloro está dentro del rango lineal del sensor. Para altas concentraciones donde la respuesta del sensor no es lineal una rampa doble de calibración estará disponible en el analizador. Una corrección para la corriente zero del sensor también estará disponible
9. El analizador deberá reconocer automáticamente el buffer aplicado para lograr la calibración del sensor de pH
10. El analizador deberá tener un display un display de dos líneas de tipo back lit. El display deberá mostrar ppm de cloro, el pH y la temperatura en una sola pantalla. El usuario podrá elegir otras pantallas para mostrar información adicional.
11. El analizador deberá de ser capaz de trabajar entre 0 y 50°C y entre 5 y 95 % de humedad relativa, sin condensados.
12. El analizador deberá tener doble salida de 4-20 mA y aisladas. Las salidas deberán de ser completamente escalables y asignables de manera independiente como cloro, pH o temperatura.
13. El analizador deberá tener tres alarmas de relevador completamente programables para nivel alto o bajo, banda muerta y set point. Una alarma podrá ser configurada como alarma de falla del equipo.
14. Toda la programación del analizador deberá de ser a través de un teclado de configuración en la parte frontal. El lenguaje de programación deberá de ser en español seleccionable mediante el teclado.
15. El analizador deberá tener capacidad de seguridad, para prevenir intervenciones no autorizadas en la calibración o configuración del equipo.

12.14. SISTEMAS DE MONITOREO.

12.14.1. Ventajas.

A continuación se dará una breve descripción de las ventajas que ha representado el uso del Sistema de Monitoreo Remoto:

- 1º **Reduce los daños** por vandalismo ya que al contar con sistemas de detección de personas ajenas a las instalaciones con sensores infrarrojos y detectores de puertas abiertas, es posible enviar personal del SIAPA al detectar algún evento anormal. Dicha información llega en el momento en que está ocurriendo y es visualizada en una computadora por personal que se dedica a la atención de dicho control las 24 horas los 365 días del año.
- 2º **Reduce los tiempos de restablecimiento** de equipos cuando se paran por fallas en la red suministradora de energía eléctrica. Se tienen instalados dispositivos electrónicos cuya función es monitorear la calidad de

la energía eléctrica que llega a los pozos y rebombes enviando alarmas y parando el equipo cuando detecta anomalías en la red mencionada. Al detectar que regresó la energía (en el caso de un “apagón”) se restablecen las bombas de inmediato sin dar oportunidad de que se vacíen las redes y que la presión disminuya.

3º **Reduce costos** por mantenimiento correctivo o por daños en las instalaciones; lo anterior es posible ya que al tener instalado el equipo el mismo genera tantas alarmas como las necesarias y ello permite que la persona que opera el sistema se de cuenta lo que está ocurriendo en cada estación. Por lo que es difícil que un equipo se dañe como sucedía antes y era detectada la falla hasta que los usuarios avisaban por teléfono que no tenían agua.

4º **Previene fugas** en las redes, ya que al tener los datos de presión en una pantalla en todo momento es posible, manipular el agua de tal forma que en las redes no se incremente la presión y se salga del control del personal del SIAPA, evitando con ello fugas.

5º **Da respuesta inmediata a fugas**, ya que al ser detectada la fuga es posible parar bombas o cerrar válvulas a control remoto pudiendo con ello evitar el desperdicio innecesario de agua como antes sucedía.

En resumen, de acuerdo a lo anterior es de vital importancia el uso de Sistemas de Monitoreo Remoto su cuidado y mantenimiento así como una apropiada planeación para su crecimiento.

12.14.2. Lineamientos generales.

En lo que respecta a los Sistemas de monitoreo y control remoto se establecen los siguientes lineamientos:

- 1º) El equipo instalado en las nuevas estaciones de bombeo ya sea para extracción o distribución tendrá que ser compatible con la infraestructura actual.
- 2º) El equipo instalado en las nuevas estaciones de bombeo ya sea para extracción o distribución tendrá que cumplir con todas las normas expuestas en éste documento.
- 3º) Tomando en cuenta la velocidad de crecimiento del Sistema y con el propósito de evitar tiempos largos de respuesta en los diferentes sitios, deberá considerarse el uso de varias frecuencias o canales a la vez.
- 4º) Con el propósito de evitar la dependencia tecnológica por parte de un solo fabricante o proveedor, es necesario establecer políticas y criterios técnicos para lograr la total compatibilidad de otros equipos con el Sistema actual.

12.14.3. Grado de compatibilidad.

Mediante la estandarización de los equipos y tecnologías existentes, es posible lograr compatibilidad con el Sistema actual de Monitoreo con una gran variedad de equipos y Sistemas. Dicha compatibilidad radica en 2 puntos:

- a) La Unidad Terminal Remota localizada en cada una de las estaciones de bombeo.
- b) El Software de comunicación localizado en la central de monitoreo.

La Unidad Terminal Remota puede y debe ser compatible con los actualmente existentes en cierto aspecto y con cierto grado de compatibilidad, que básicamente, es el protocolo de comunicación. Todas las UTR de los fabricantes más reconocidos mundialmente cuentan con protocolos estandarizados que coinciden en su estructura básica con los ya existentes.

El Software que actualmente se está utilizando, es de arquitectura abierta, se ha distribuido a nivel mundial, sus propietarios cuentan con una gran variedad de “Drivers” subprogramas de comunicación para PLC’s y UTR’s de las marcas más reconocidas.

La compatibilidad con otras marcas de UTR, puede lograrse adaptando los subprogramas al Software existente. No es absolutamente necesario que el protocolo de comunicación de la Unidad Terminal Remota sea exactamente igual a los existentes.

ESPECIFICACIONES DE LAS UTR:

Modo de comunicación:	Inalámbrica / radio frecuencia FM,UHF
Protocolos de comunicación:	MODBUS RTU, MODBUS ASCCI
Microprocesador:	32 bits a 50 MHz, con leds de diagnóstico
Puertos de comunicación:	puerto ethernet, RS232, LOI para comunicarse con PC de manera directa
Puertos adicionales:	RS 232, RS 485, RS 422 seleccionables
Programación:	Por medio de software dedicado
Memoria Flash:	4 MB
Memoria RAM:	SRAM de 1 MB para datos históricos y configuración. Y 8 MB para ejecución de firmware y de memoria.
Entradas analógicas:	4 canales de 4-20 mA con resolución de 12 bits /protección SWC precisión de +/- 0.1%
Salidas analógicas:	4 canales de 4-20 mA con resolución de 12 bits /protección SWC precisión de +/- 0.1% y tiempo de respuesta máximo de 100microsegundos
Entradas digitales:	8 canales de contacto seco, aisladas óptimamente con LED de diagnóstico protección por SWC
Salidas digitales:	5 canales de relevador de contacto seco con capacidad para 125 VAc o para 250 VAc, LED de diagnóstico, aislamiento óptico.
Control:	Capacidad de hacer PID y control tipo ON-OFF.
Data-Logger:	Para realizar bitácora de eventos, alarmas e historización de las variables de proceso hasta por 35 días.
Alimentación eléctrica:	11 a 16 VCD / incluye batería recargable para soportar un mínimo de 12 horas trabajando sin energía eléctrica.
Temperatura de operación:	-40 a 75 centígrados
Límite de humedad:	5 al 95% ,no condensados
Gabinete:	NEMA 4
Montaje:	Riel Din tamaño 35
Seguridad:	Clase 1 Div 2 Grupos A,B,C y D
Certificaciones:	CSA, UL, EN

12.15. PLANOS Y MEMORIAS.

Se deberán elaborar planos de instrumentación y automatización sujetándose a los siguientes lineamientos:

- 1.- Las dimensiones de los planos deben ser de 60x90 cm, conforme al formato del SIAPA (Ver Cap.1, Anexo 4).
- 2.- Deberá utilizarse la simbología de acuerdo con las normas de la ISA "Instrument Society Of America"
- 3.- Cada uno de los instrumentos en los diferentes sitios tendrá que estar identificado ("TAG") con una etiqueta en el plano, de acuerdo con las normas de la ISA.
- 4.- Deberá anexarse a los planos las memorias de calculo así como el principio de funcionamiento del sistema.
- 5.- La información técnica de los fabricantes de cada uno de los equipos deberá ser anexada.
- 6.- Deberán entregarse manuales de conexión eléctrica, en el cual se detalle a que entradas analógicas o digitales de la UTR está conectado cada sensor e identificar cual es su función, así como el rango o rangos de conexión y características técnicas de estos para poder llevar a cabo su remplazo en caso de falla.
- 7.- Deberá entregarse código fuente de la aplicación o software que controla el funcionamiento de la UTR (código en C, escalera, bloques, etc.).
- 8.- Deberá entregarse software de diagnostico, calibración y programación de la UTR.

12.16 SIMBOLOGÍA:

5.3

Table 2 — Typical Letter Combinations

First Letter	Initiating or Measured Variable	Controllers			Recorder/Devices		Switches and Alarm Devices*			Transmitters			Solenoids, Relays, Computing Devices	Primary Element	Tset Point	Well or Probe	Viewing Device, Glass	Safety Device	Final Element
		Recording	Indicating	Blind	Self-Actuated Control Valves	Recording	Indicating	High**	Low	Comb	Recording	Indicating							
A	Analysis	ARC	AC	AC	AR	AI	ASH	ASL	ASHL	ART	AT	AT	AY	AE	AP	AV			AV
B	Burner/Combustion	BRC	BIC	BC	BR	BI	BSH	BSL	BSHL	BRT	BT	BT	BY	BE		BW	BS		BZ
C	User's Choice																		
D	User's Choice																		
E	Voltage	ERC	EC	EC	ER	EI	ESH	ESL	ESHL	ERT	ET	ET	EY	EE					EZ
F	Flow Rate	FRC	FIC	FC	FR	FI	FSH	FSL	FSHL	FRT	FT	FT	FY	FE	FP		FG		FV
FQ	Flow Quantity	FQRC	FQIC		FQR	FQI	FQSH	FQSL			FQIT	FQT	FQY	FQE					FQV
FF	Flow Ratio	FFRC	FFIC	FFC	FFR	FFI	FFSH	FFSL						FE					FFV
G	User's Choice																		
H	Head		HIC	HC					HB										HV
I	Current	IRC	IC		IR	II	ISH	ISL	ISHL	IRT	IT	IT	IY	IE					IZ
J	Power	JRC	JIC		JR	JI	JSH	JSL	JSHL	JRT	JT	JT	JY	JE					JV
K	Time	KRC	KIC	KC	KR	KI	KSH	KSL	KSHL	KRT	KT	KT	KY	KE					KV
L	Level	LRC	LIC	LC	LR	LI	LSH	LSL	LSHL	LRT	LT	LT	LY	LE		LW	LG		LV
M	User's Choice																		
N	User's Choice																		
O	User's Choice																		
P	Pressure/Vacuum	PRC	PIC	PC	PR	PI	PSH	P&L	P&HL	PRT	PIT	PT	PY	PE	PP			P&V, P&E	PV
PD	Pressure, Differential	PDRC	PDIC	PDIC	PDR	PDI	PD&H	PD&L		PDRT	PDI&T	PDI&T	PDI&Y	PDI&E	PP				PDI&V
Q	Quantity	QRC	QIC		QR	QI	QSH	QSL	QSHL	QRT	QIT	QIT	QY	QE					QZ
R	Radiation	RRC	RIC	RC	RR	RI	RSH	RSL	RSHL	RRT	RT	RT	RY	RE		RW			RZ
S	Speed/Frequency	SRC	SIC	SC	SR	SI	SSH	S&L	SSH&L	SRT	ST	ST	SY	SE					SV
T	Temperature	TRC	TIC	TC	TR	TI	TSH	TSL	TSHL	TRT	TIT	TT	TY	TE	TP	TW		T&E	TV
TD	Temperature, Differential	TDRC	TDIC	TDC	TDR	TDI	TD&H	TD&L		TDRT	TDIT	TDT	TDY	TE	TP	TW			TDV
U	Multivariable				UR	UI							UY						UZ
V	Vibration/Machinery Analysis				VR	VI	VSH	VSL	VSHL	VRT	VT	VT	VY	VE					VZ
W	Vibration Force	WRC	WIC	WC	WR	WI	WSH	WSL	WSHL	WRT	WT	WT	WY	WE					WZ
WD	Vibration Force, Differential	WDRC	WDIC	WDC	WDR	WDI	WD&H	WD&L		WDRT	WDIT	WDT	WDY	WE					WDZ
X	Unclassified																		
Y	Event/Status/Presence		YIC	YC	YR	YI	YSH	YSL				YT	YY	YE					YZ
Z	Position/Dimension	ZRC	ZIC	ZC	ZR	ZI	ZSH	ZSL	ZSHL	ZRT	ZIT	ZIT	ZY	ZE					ZV
ZD	Gauging/Deviation	ZDRC	ZDIC	ZDC	ZDR	ZDI	ZD&H	ZD&L		ZDRT	ZDIT	ZDT	ZDY	ZDE					ZDV

NOTE: This table is not all-inclusive.

*A, alarm, the annunciating device, may be used in the same fashion as B, switch, the actuating device.

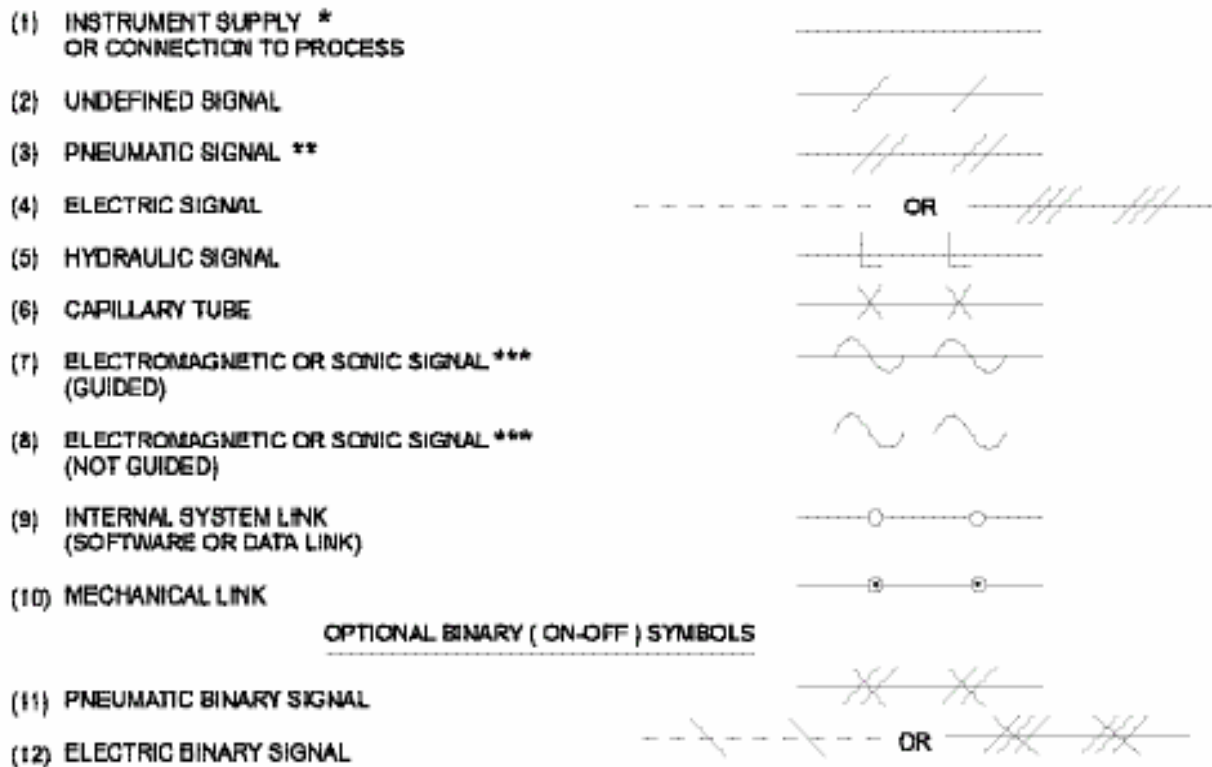
**The letters H and L may be omitted in the undefined case.

Other Possible Combinations

FD	(Retention Device)	PFR	(Ratio)
FRK, HIK	(Control Station)	RGI	(Running Time Indicator)
FX	(Accessories)	DGI	(Indicating Counts)
TJR	(Recording Recorder)	PKIC	(Ratio of Weight-Load Controller)
LLH	(Pilot Light)	HMS	(Hand Momentary Switch)

12.16.1. Símbolos de Línea de Instrumentación.

ALL LINES TO BE FINE IN RELATION TO PROCESS PIPING LINES.



NOTE: 'OR' means user's choice. Consistency is recommended.

* The following abbreviations are suggested to denote the types of power supply. These designations may also be applied to purge fluid supplies.













AS - Air Supply	} Options	HS - Hydraulic Supply
IA - Instrument Air		NS - Nitrogen Supply
PA - Plant Air		SS - Steam Supply
ES - Electric Supply		WS - Water Supply
GS - Gas Supply		

The supply level may be added to the instrument supply line, e.g., AS-100, a 100-psig air supply; ES-24DC, a 24-volt direct current power supply.

** The pneumatic signal symbol applies to a signal using any gas as the signal medium. If a gas other than air is used, the gas may be identified by a note on the signal symbol or otherwise.

*** Electromagnetic phenomena include heat, radio waves, nuclear radiation, and light.

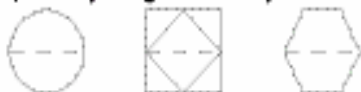
12.16.2. Símbolos Generales de Instrumentos o Funciones.

	PRIMARY LOCATION *** NORMALLY ACCESSIBLE TO OPERATOR	FIELD MOUNTED	AUXILIARY LOCATION *** NORMALLY ACCESSIBLE TO OPERATOR
DISCRETE INSTRUMENTS	1 *  IP1**	2 	3 
SHARED DISPLAY, SHARED CONTROL	4 	5 	6 
COMPUTER FUNCTION	7 	8 	9 
PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL	10 	11 	12 

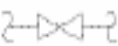




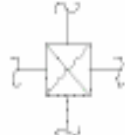


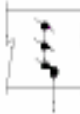


* Symbol size may vary according to the user's needs and the type of document. A suggested square and circle size for large diagrams is shown above. Consistency is recommended.

** Abbreviations of the user's choice such as IP1 (Instrument Panel #1), IC2 (Instrument Console #2), CC3 (Computer Console #3), etc., may be used when it is necessary to specify instrument or function location.









*** Normally inaccessible or behind-the-panel devices or functions may be depicted by using the same symbol but with dashed horizontal bars, i.e.



12.16.3. Símbolos de Válvula de Control.

1  GENERAL SYMBOL	2  ANGLE	3  BUTTERFLY	4  ROTARY VALVE
5  THREE-WAY	6  FOUR-WAY	7  GLOBE	8
9  DIAPHRAGM	10  DAMPER OR LOUVER	11  DAMPER OR LOUVER	12  DAMPER OR LOUVER

Further information may be added adjacent to the body symbol either by note or code number.

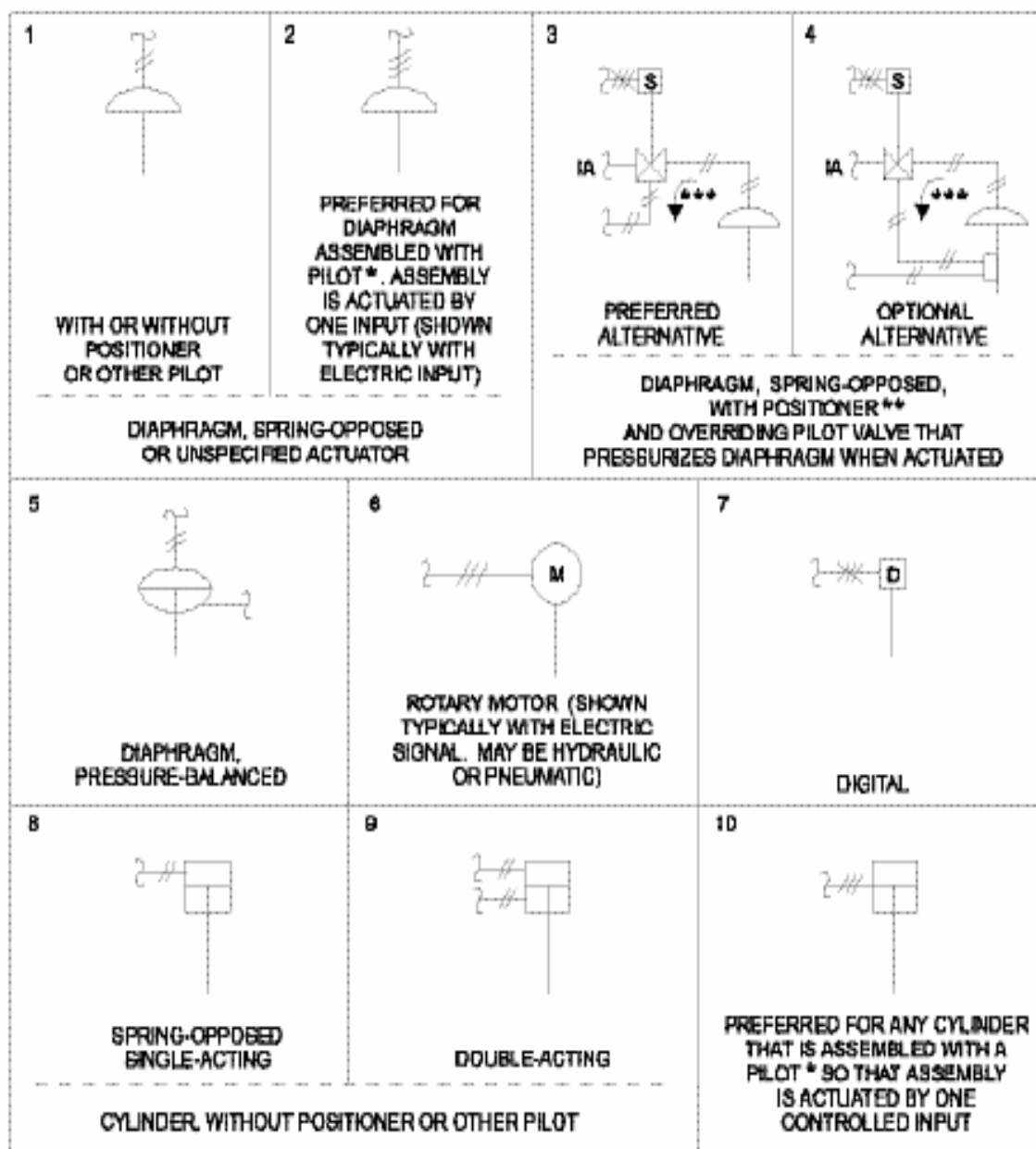
13	14  INSTRUMENT WITH LONG TAG NUMBER	15  INSTRUMENTS SHARING COMMON HOUSING *
16  PILOT LIGHT	17  PANEL MOUNTED PATCHBOARD POINT 12	18  ** PURGE OR FLUSHING DEVICE
19  ** REST FOR LATCH-TYPE ACTUATOR	20  DIAPHRAGM SEAL	21  *** UNDEFINED INTERLOCK LOGIC

* It is not mandatory to show a common housing.

** These diamonds are approximately half the size of the larger ones.

*** For specific logic symbols, see ANSI/ISA Standard S5.2.

12.16.4. Símbolos de los Actuadores.

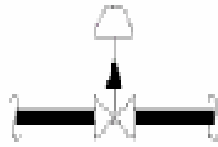
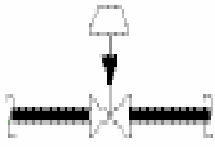
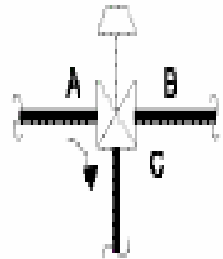
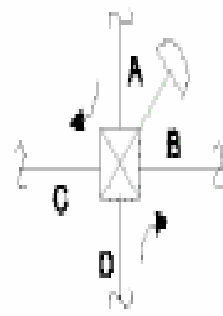
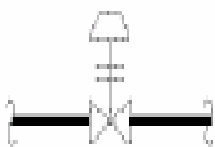
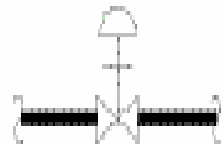


* Pilot may be positioner, solenoid valve, signal converter, etc.

** The positioner need not be shown unless an intermediate device is on its output. The positioner lagging, ZC, need not be used even if the positioner is shown. The positioner symbol, a box drawn on the actuator shaft, is the same for all types of actuators. When the symbol is used, the type of instrument signal, i.e., pneumatic, electric, etc., is drawn as appropriate. If the positioner symbol is used and there is no intermediate device on its output, then the positioner output signal need not be shown.

*** The arrow represents the path from a common to a full open port. It does not correspond necessarily to the direction of fluid flow.

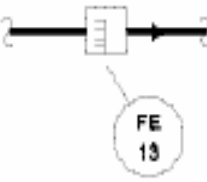
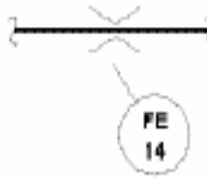
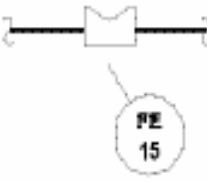
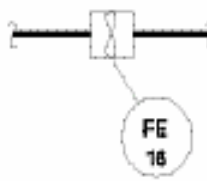
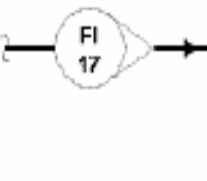
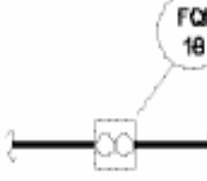
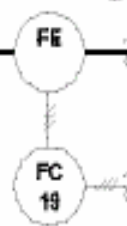
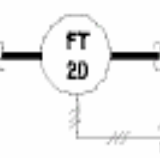

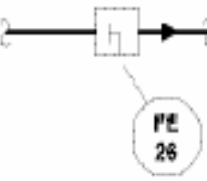

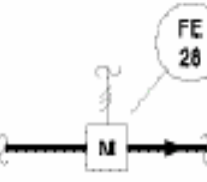
12.16.5. Símbolos para la Acción del Actuador Cuando Acontece una Falla.

<p>1</p>  <p>TWO-WAY VALVE, FAIL OPEN</p>	<p>2</p>  <p>TWO-WAY VALVE, FAIL CLOSED</p>	<p>3</p>  <p>THREE-WAY VALVE, FAIL OPEN TO PATH A-C</p>
<p>4</p>  <p>FOUR-WAY VALVE, FAIL OPEN TO PATHS A-C AND D-B</p>	<p>5</p>  <p>ANY VALVE, FAIL LOCKED (POSITION DOES NOT CHANGE)</p>	<p>6</p>  <p>ANY VALVE, FAIL INDETERMINATE</p>



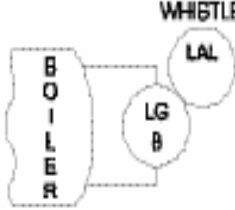
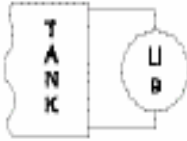
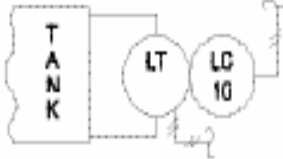
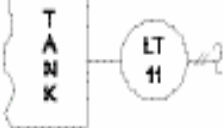
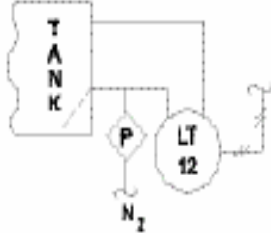
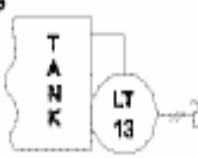
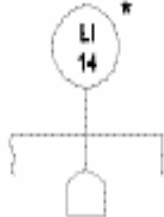
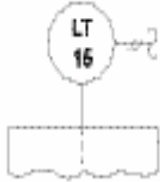
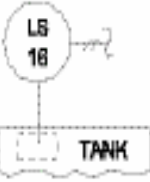
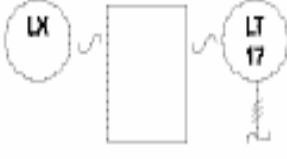
The failure modes indicated are those commonly defined by the term, "shut-position." As an alternative to the arrows and bars, the following abbreviations may be employed:

- FO - Fail Open
- FC - Fail Closed
- FL - Fail Locked (last position)
- FI - Fail Indeterminate

12.16.6. Símbolos de Elementos Primarios.

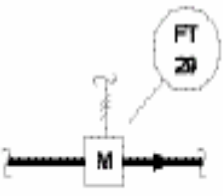
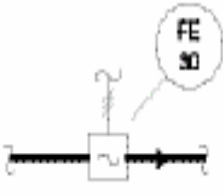
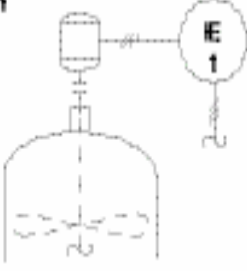
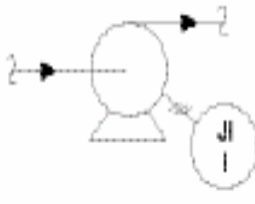

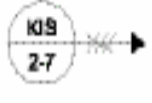
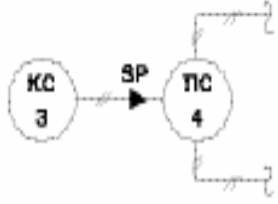
FLOW RATE (contid.)	10		11		12	
		AVERAGING PITOT TUBE		FLUME		WEIR
	13		14		15	
		TURBINE-OR PROPELLER- TYPE PRIMARY ELEMENT		VARIABLE AREA FLOW INDICATOR		POSITIVE-DISPLACEMENT- TYPE FLOW TOTALIZING INDICATOR
	16	LAMINAR FLOW, ETC.	17	MASS FLOW ETC.	18	
						
	FLOW ELEMENT WITH CONNECTION FOR CONTROLLER		FLOW ELEMENT INTEGRAL WITH TRANSMITTER		VORTEX SENSOR	
	19		20		21	
						
	TARGET TYPE SENSOR		FLOW NOZZLE		MAGNETIC FLOWMETER	

12.16.7. Símbolos para Elementos Primarios (cont).

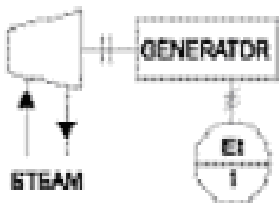
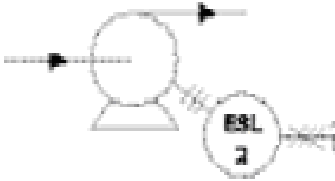

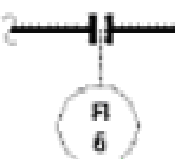
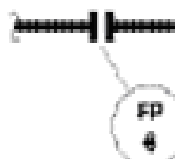
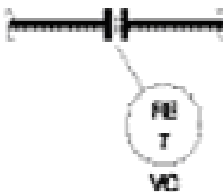
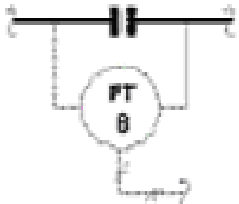
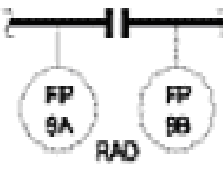
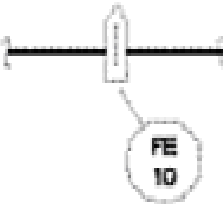
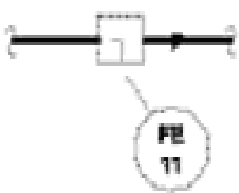
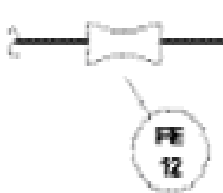
<p>1</p>  <p>GAGE GLASS, INTEGRALLY MOUNTED ON TANK</p>	<p>2</p>  <p>GAGE GLASS, EXTERNALLY CONNECTED</p>	<p>3</p>  <p>WATER COLUMN WITH INTEGRAL GAGE GLASS AND ALARM WHISTLE</p>
<p>4</p>  <p>LEVEL INDICATOR, WITH TWO CONNECTIONS</p>	<p>5</p>  <p>DUPLEX LEVEL TRANSMITTER-CONTROLLER, WITH TWO CONNECTIONS</p>	<p>6</p>  <p>LEVEL TRANSMITTER, WITH ONE CONNECTION</p>
<p>7</p>  <p>LEVEL TRANSMITTER, DIFFERENTIAL-PRESSURE TYPE, EXTERNALLY CONNECTED, WITH DIP TUBE</p>	<p>8</p>  <p>LEVEL TRANSMITTER, DIFFERENTIAL-PRESSURE TYPE, MOUNTED ON TANK</p>	<p>9</p>  <p>LEVEL INDICATOR, FLOAT TYPE</p>
<p>10</p>  <p>CAPACITANCE OR DIELECTRIC TYPE LEVEL ELEMENT CONNECTED TO LEVEL TRANSMITTER (TAG LEVEL ELEMENT LG-16)</p>	<p>11</p>  <p>LEVEL SWITCH, PADDLE WHEEL OR LEVER TYPE, TO MEASURE LEVEL OF SOLIDS</p>	<p>12</p>  <p>RADIOACTIVE- OR SONIC-TYPE LEVEL TRANSMITTER WITH INTEGRAL SENSOR</p>

* Notations such as "mounted at grade" may be added.

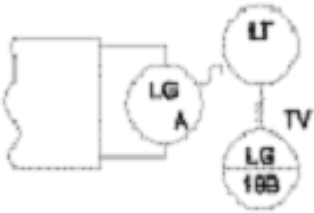
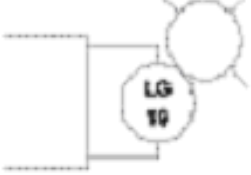
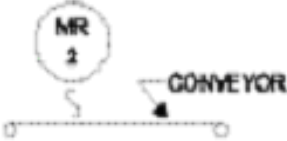

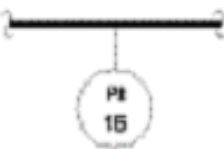
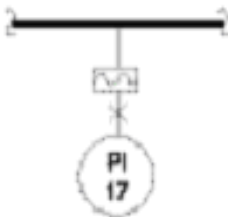
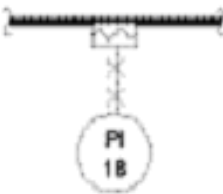
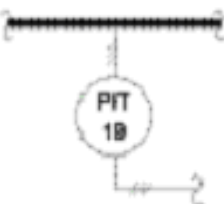
12.16.8. Símbolos para Elementos Primarios (cont).

FLOW RATE (CONTD.)	<p>22</p>  <p>MAGNETIC FLOWMETER WITH INTEGRAL TRANSMITTER</p>	<p>23</p>  <p>SONIC FLOWMETER "DOPPLER" OR "TRANSIT TIME" MAY BE ADDED</p>	24
CURRENT	<p>1</p>  <p>CURRENT TRANSFORMER MEASURING CURRENT OF ELECTRIC MOTOR</p>	2	3
POWER	<p>1</p>  <p>INDICATING WATTMETER CONNECTED TO PUMP MOTOR</p>	2	3
TIME OR TIME-SCHEDULE	<p>1</p>  <p>CLOCK</p>	<p>2</p>  <p>MULTIPOINT ON-OFF TIME SEQUENCING PROGRAMMER POINT 7</p>	<p>3</p>  <p>TIME-SCHEDULE CONTROLLER, ANALOG TYPE, OR SELF-CONTAINED FUNCTION GENERATOR</p>

12.16.9. Símbolos para Elementos Primarios (cont).

<p>VOLTAGE</p>	<p>4</p>  <p>INDICATING VOLTMETER CONNECTED TO TURBINE- GENERATOR</p>	<p>2</p>  <p>LOW-VOLTAGE SWITCH CONNECTED TO PUMP MOTOR</p>	<p>3</p>
	<p>1</p>  <p>GENERAL SYMBOL THE WORDS LAMINAR, ETC., MAY BE ADDED</p>	<p>2</p>  <p>ORIFICE PLATE WITH FLANGE OR CORNER TAPS CONNECTED TO DIFFERENTIAL-PRESSURE TYPE FLOW INDICATOR</p>	<p>3</p>  <p>FLANGE OR CORNER TAP TEST CONNECTIONS WITHOUT ORIFICE PLATE</p>
<p>FLOW RANGE</p>	<p>4</p>  <p>ORIFICE PLATE WITH VENA CONTRACTA TAPS</p>	<p>5</p>  <p>ORIFICE PLATE WITH VENA CONTRACTA, RADIUS, OR PIPE TAPS CONNECTED TO DIFFERENTIAL-PRESSURE- TYPE FLOW TRANSMITTER</p>	<p>6</p>  <p>RADIUS TAP TEST CONNECTIONS WITHOUT ORIFICE PLATE</p>
	<p>7</p>  <p>ORIFICE PLATE IN QUICK-CHANGE FITTING</p>	<p>8</p>  <p>SINGLE PORT PITOT TUBE OR PITOT- VENTURI TUBE</p>	<p>9</p>  <p>VENTURI TUBE</p>

12.16.10. Símbolos para Elementos Primarios (cont).

L LEVEL (CONTD.)	13	 <p>REMOTE VIEWING OF GAGE GLASS BY USE OF TELEVISION</p>	14	 <p>LEVEL GLASS WITH ILLUMINATOR</p>	15	
	M USER'S CHOICE	1	 <p>MOISTURE RECORDER (IF THERE IS A SEPARATE PRIMARY ELEMENT, IT SHOULD BE TAGGED ME-2)</p>	2	 <p>SELF-CONTAINED HUMIDITY CONTROLLER IN ROOM</p>	
USE OF LETTER M TO BE DEFINED IN USER'S LEGEND						
P PRESSURE OR VACUUM	1	 <p>PRESSURE INDICATOR, DIRECT-CONNECTED</p>	2	 <p>WITH PRESSURE LEAD LINE</p>	3	 <p>LINE-MOUNTED</p>
	4	 <p>PRESSURE ELEMENT, STRAIN-GAGE TYPE, CONNECTED TO PRESSURE INDICATING TRANSMITTER (TAG STRAIN GAGE PE-19)</p>	5		6	

APENDICE B. REFERENCIAS.

INSTRUMENT SOCIETY OF AMERICA

<http://www.isa.org>

METODOS EXPERIMENTALES PARA INGENIEROS

J.P. HOLMAN

INSTRUMENTACION INDUSTRIAL

ANTONIO CREUS

REMOTE MONITORING AND CONTROL OF SMALL DRINKING WATER FACILITIES

ALBERT J. POLLACK

ABRAHAM S.C. CHEN

UNDERSTANDING THE SCADA SYSTEMS

JHON BELL

DISTRIBUTED CONTROL SYSTEMS

F. BERGTOLD