

UNIVERSIDAD AMERICANA DE ACAPULCO

EXCELENCIA PARA EL DESARROLLO

INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES
INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO
CLAVE: 8852-58

**SOLUCIÓN PROBLEMA DE COMUNICACIÓN
MARQUÉS – REBOMBEO MALA ESPINA
(CAPAMA)**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

PRESENTA:

JORGE LUIS BUSTOS PITA

DIRECTOR DE TESIS:

ING. ÁLVARO LÓPEZ MORALES



ACAPULCO, GRO.

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Con Amor para mi madre quien siempre sacrificó todo para que pudiera ser un profesionalista y en memoria de mi padre.

Agradezco a la Universidad Americana de Acapulco.

Agradezco a mis profesores por haberme enseñado en cada una de sus materias.

Agradezco a CAPAMA por la confianza brindada.

Agradezco a mis amigos que siempre estuvieron conmigo.

Agradezco a mi director de tesis por el tiempo y la ayuda dedicados.

ÍNDICE

Dedicatorias

Agradecimientos

Introducción..... 1

Capítulo 1

Objetivo general 5

Hipótesis..... 6

Capítulo 2

¿Cómo opera actualmente el sistema?..... 7

Estaciones que conforman el sistema de telemetría y control escénica 8

Estación Marqués..... 9

Estación Escénica2 12

Estación Escénica3 15

Estación Escénica4 18

Estación tanque Bandera 21

Estación central..... 22

El sistema de comunicaciones 23

La problemática a solucionar..... 24

Capítulo 3

Desarrollo 25

Operación del sistema Escénica 25

Selector local-remoto..... 27

Rotación de equipos de bombeo.....	29
Restricciones de operación	34
Parámetros configurables desde la central	35
Parámetros de nivel	36
Restricciones de operación	41
Parámetros eléctricos.....	41
Parámetros de operación	46
Alarmas del sistema	50
Fallas eléctricas.....	52
Falla de transmisores	54
La confiabilidad del sistema	58
El funcionamiento actual del sistema	60
Falla de comunicación entre sitios remotos.....	61
La propuesta de solución	62
La geografía de la zona.....	63
Las pruebas de comunicación.....	64

Capítulo 4

¿Porqué un repetidor?	65
Propuesta y estudio del lugar donde se debe colocar el repetidor	66
Características del repetidor.....	68
Propuestas de implementación	69
Costos de implementación	70
Establecimiento de la propuesta	71

Capítulo 5

Conclusiones.....	72
-------------------	----

Bibliografía.....	73
--------------------------	-----------

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del Sistema de estaciones Escénica	8
Figura 2. Fotos de la estación Marqués	9
Figura 3. Fotos de la estación Escénica2.....	12
Figura 4. Fotos de la estación Escénica3.....	15
Figura 5. Fotos de la estación Escénica4.....	18
Figura 6. Foto del servidor en la estación central	22
Figura 7. Foto de los botones de cambio en una estación de bombeo.	26
Figura 8. Selectores de las bombas en UTR.....	27
Figura 9. Esquemas de niveles tanque tipo.....	37
Figura 10. Foto del medidor de parámetros eléctricos PM130EH PLUS.....	42
Figura 11. Configuración del repetidor Tanque Amarillo	68
Figura 12. Ubicación de los repetidores del sistema propuesto	69
Figura 13. Diagrama del sistema de comunicaciones propuesto	70
Figura 14. Fotos del repetidor instalado en tanque Amarillo.....	71

Índice de tablas

Tabla I: Características de los motores instalados en Marqués	11
Tabla II: Características de los motores instalados en Escénica2.....	14
Tabla III: Características de los motores instalados en Escénica3.....	17
Tabla IV: Características de los motores instalados en Escénica4.....	20
Tabla V: Secuencia diaria de encendido de las bombas	30
Tabla VI: Secuencia de encendido de bombas usando el selector a local	31
Tabla VII: Nueva secuencia de encendido de bombas por tener 2 selectores en local.....	32
Tabla VIII: Secuencia de encendido de bombas si el mismo día es regresado el selector a remoto	32
Tabla IX: Resultados de eficiencia en comunicación de diferentes puntos	66

Capítulo 1

Introducción

Todos los seres humanos tenemos necesidades de comunicación desde entablar una simple plática, hasta poder dar aviso de algún accidente, incendio, desastre o por qué no, una invitación a cualquier evento, una titulación, por ejemplo. Debido al desarrollo tan extenso de la tecnología, se han implementado sistemas de control y telemetría, cuyo principal objetivo es comunicar máquinas, pero éstas deben ser supervisadas, monitoreadas y eventualmente controladas por un ser humano.

En el caso de la CAPAMA (Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Acapulco), que es la paraestatal que controla el agua potable y el drenaje de la ciudad de Acapulco, el problema es que se tienen dos captaciones principales de agua para todo el puerto y una de ellas llega a una estación ubicada en la glorieta de Puerto Marqués, de donde se bombea por estaciones que van literalmente subiendo el agua a tanques metálicos por toda la carretera Escénica hasta llegar al punto más alto, en la cima de la Escénica, a una estación llamada Bandera desde donde se envía por gravedad a la costera Miguel Alemán para surtir del vital líquido a toda la zona hotelera de Acapulco.

Antes se tenía un operador por estación comunicado por radio con el resto de las estaciones, pues no se podía tener un control de los niveles de agua de los

distintos tanques de otra forma, pero si un operador tenía alguna distracción o salía de su puesto se derramaba su tanque o el siguiente, en el mejor de los casos, porque era posible que se dañara algún equipo de bombeo por trabajar sin agua, esto durante el día y la noche los 365 días del año. Las estaciones llamadas Escénica2, Escénica3, Escénica4 y Bandera deben trabajar sincronizadas. El objetivo es por tanto mantener el nivel de agua en el tanque Bandera, siempre y cuando exista agua en el sistema, que la estación Marqués esté surtiendo agua al sistema para mantener siempre lleno el tanque Bandera. Aunque se ve simple es un sistema que depende de muchas variables y, por tanto, de muchas personas. En el historial de trabajo de la CAPAMA se puede ver la diversa cantidad de veces que uno o varios tanques sufrieron derrames, causando daños a residencias de las partes bajas de la carretera, zona Pichilingue, Diamante entre otras, así como bombas dañadas por trabajar sin agua.

Al presentarse estos daños importantes, que representaban gastos fuertes a CAPAMA ya sea de indemnizaciones por inundaciones, como la pérdida de agua o incluso reparación de bombas, cuyo costo es de alrededor de un millón de pesos por unidad. Por lo tanto se decide entrar a un proceso de automatización.

Se implementó un sistema automatizado para controlar el flujo de agua, la presión en la línea y el nivel de agua en los tres tanques, así como el nivel de agua en Bandera, donde no hay bombeo, pero si se mide el nivel de agua del tanque.

El automatizar un sistema de bombeo resulta en diversas tareas entre las que se encuentran desde factores de potencia de equipos, estado de tuberías y válvulas, presión del agua, niveles de agua, en la parte de la operación pero también deben considerarse los factores de comunicación pues en este caso en particular se trata de la carretera Escénica, donde las comunicaciones no son muy buenas y menos desde la cima del cerro hacia Marqués, aunque la comunicación entre las estaciones es buena, la comunicación de cada una de ellas con la estación de control, ubicada en el cárcamo de Mala Espina, atrás del periódico Novedades en el centro del puerto es mala o incluso nula.

Así el sistema propuesto involucra tanto sistemas de automatización de equipo, control y comunicación entre las estaciones de control a una estación central, para mando automático o controlado. Pero dicho sistema aunque de forma autónoma trabaja muy bien, tiene problemas de comunicación con la estación central Ubicado en el cárcamo de Mala Espina, por lo que se planteó la necesidad de mejorar el proceso de comunicación del sistema hacia el puesto de control.

En el momento que el sistema se instala se sabe que deberá trabajar mayormente autónomo, pues como ya se mencionó las comunicaciones hacia el centro de Acapulco no son buenas.

Se propuso un sistema de control donde todas las estaciones darían sus datos a la instalación inmediata superior, es decir, Marqués a Escénica2, Escénica2 a

Escénica3, Escénica3 a Escénica4 y de Escénica4 a Bandera, la cual si tiene comunicación con el centro de control. Los datos por tanto viajan por 4 repetidores virtuales (cada estación) antes de llegar a la central, si hay falla en Bandera, la central se queda sin comunicación. Cualquiera que falle ya sea Escénica2, Escénica3 ó Escénica4, por ejemplo, entonces se quedan sin información todos hacia central ya que nadie más puede entregar información a Bandera, que es la encargada de enviar los datos a central. Se detecta aquí que no todo el problema está resuelto cuando el sistema es implementado, se deja pendiente mejorar la comunicación entre cada estación y la central de monitoreo de Mala Espina.

Otro problema que se tiene es el desconocimiento del sistema y su manejo, lo que orilla a un funcionamiento no óptimo y a fallas en la operación del sistema.

Antes de explicar cómo es que funciona y cuál es la nueva propuesta de funcionamiento, es pertinente explicar las bases teóricas de los sistemas de comunicación instalados, así como su forma de operación.

Objetivo general

Proponer una solución al problema de comunicación del sistema de automatización del conjunto de tanques y bombeos de Escénica, perteneciente al sistema de agua potable de CAPAMA.

Hacer más eficiente la distribución de agua manteniendo siempre a nivel alto el tanque de Bandera, utilizando herramientas de automatización para apoyar de forma directa a los operadores del sistema de automatización y control de CAPAMA.

Hipótesis

Es posible mejorar el sistema de comunicación y por tanto la operación automatizada de los bombeos del sistema Escénica de agua potable de CAPAMA, instalando un repetidor de datos hacia la estación central.

Esto implica que es posible encontrar un punto de comunicación ideal para comunicar a cada estación al puesto central utilizando el repetidor de Veladero.

Capítulo 2

¿Cómo opera actualmente el sistema?

Aquí se hace referencia a la operación del sistema de telemetría y control Escénica, describiendo las condiciones en las que opera cada sitio que lo conforman.

Se describe el control y la forma de operación que hace cada UTR de acuerdo al manejo de la estación central ubicada en las oficinas de la CAPAMA.

Es importante señalar, que el manejo directo de los equipos internos de cada UTR se hace por personal especializado, pero se describe de forma general cada estación y su forma de operación.

Estaciones que conforman el sistema de telemetría y control

Escénica

Las estaciones que conforman el sistema de telemetría Escénica de la CAPAMA, son los siguientes (Ver fig.1):

1. Marqués
2. Escénica2
3. Escénica3
4. Escénica4
5. Tanque Bandera
6. Central



Fig. 1 Ubicación del sistema de estaciones Escénica.

Estación Marqués



Fig. 2 Fotos de la estación Marqués.

Es un cárcamo de concreto que capta el agua de un afluente. Se bombea en éste primer punto a un segundo llamado Escénica2; por medio de tubería metálica de 18 pulgadas.

Dimensiones cárcamo: 8.40 x 5.40 x 5.00 mts. con espesor de muros de 30 cm.

Capacidad: 185 m³.

Cuenta con:

Válvula expulsora de aire

Válvula de compuerta manual

Inserción de ½" con transmisor de presión

Salida hacia Escénica2 en tubería de Ø 16'

El sitio cuenta con Unidad Terminal Remota (UTR) habilitada para comunicación con estación central por medio de repetidores múltiples y Escénica2, lectura de valores de nivel, presión, flujo y parámetros eléctricos.

La UTR controla los equipos de bombeo instalados mediante la manipulación de sus respectivos arrancadores.

Cuenta con cuatro equipos completos de bombeo funcionando a 440 V AC, cada uno con su respectivo arrancador de tensión reducida, alimentados por un transformador independiente cada equipo. Ver tabla I.

De los cuatro equipos son utilizados únicamente dos equipos. Cada salida de cada equipo de bombeo es de Ø 8'. Se une a una flauta de Ø 16'. Las salidas de bombeo están implementadas por:

Válvula expulsora de aire

Válvula check

Válvula de compuerta manual

Inserción de ½" con manómetro de 35 Kg/cm²

Cuenta con línea de demasía de Ø 8', para evitar derrame, con salida al afluente. Ubicado en predio bardeado y cercado, con caseta que alberga los arrancadores, al operador y el radio base.

Tabla I: Características de los motores instalados en Marqués

Equipo 1	Equipo 2	Equipo 3	Equipo 4
Motor para bomba vertical			
Motor de 200Hp 30 a 60 Hz $\eta = 93.0 \%$	Motor de 200Hp 30 a 60 Hz $\eta = 94.1 \%$	Motor de 200Hp 30 a 60 Hz $\eta = 93.0 \%$	Motor de 200Hp 30 a 60 Hz $\eta = 94.1 \%$
2500 V AC 233 Amp	2500 V AC 258 Amp	2500 V AC 233 Amp	2500 V AC 258 Amp

Se describe el modelo de la bomba utilizada así como voltaje, potencia y corriente necesaria de cada bomba.

Estación Escénica2



Fig. 3 Fotos de la estación Escénica2.

Ésta estación es un bombeo que se alimenta de Marqués. Se bombea en este segundo punto a un tercero llamado Escénica3; por medio de una línea de tubería metálica de 8 pulgadas.

Dimensiones tanque: 8.00 x 5.60 x 5.00 mts. con espesor de muros de 30 cm.

Capacidad: 210 m³.

Línea de salida cuenta con:

Válvula expulsora de aire

Válvula de compuerta manual

Inserción de 1/2" con transmisor de presión

Tubería de Ø 8'

El sitio cuenta con Unidad Terminal Remota (UTR) habilitada para comunicación con estación central, Marqués y Escénica3, lectura de valores de nivel, presión, flujo y parámetros eléctricos.

La UTR controla los cuatro equipos de bombeo instalados mediante la manipulación de sus respectivos arrancadores. Ver tabla II.

Cada equipo de bombeo tiene una salida de Ø 8' y está habilitada con:

Medidor de flujo electro-magnético

Válvula expulsora de aire

Válvula check

Válvula de compuerta manual

Inserción de ½" con manómetro de 35 Kg/cm²

Cuenta con caseta de control, el sitio sólo está cercado con malla ciclón. Los arrancadores se encuentran dentro de la caseta y son de tensión reducida. Los motores y su equipo de bombeo están ubicados en la parte superior del tanque.

Equipos 1, 2, 3 y 4 son alimentados por un transformador independiente cada uno.

Tabla II: Características de los motores instalados en Escénica2

Equipo 1	Equipo 2	Equipo 3	Equipo 4
Motor para bomba vertical			
Motor de 200Hp 30 a 60 Hz			
440 V AC 230 Amp	440 V AC 250 Amp	440 V AC 270 Amp	440 V AC 250 Amp

Se describe el modelo de la bomba utilizada así como voltaje, potencia y corriente necesaria de cada bomba.

Estación Escénica3



Fig. 4 Fotos de la estación Escénica3.

Esta estación es un bombeo que se alimenta de Escénica2. Es un tanque de metal en forma circular, se encuentra frente a la estación de bombeo y arrancadores , se bombea en este punto a un cuarto llamado Escénica4; por medio de una línea de tubería metálica de 8 pulgadas.

Dimensiones tanque: 5 mts de radio x 5.50 m. de alto

Línea de salida cuenta con:

Válvula expulsora de aire

Válvula de compuerta manual

Inserción de 1/2" con transmisor de presión

Tubería de Ø 16'

El sitio cuenta con Unidad Terminal Remota (UTR) habilitada para comunicación con estación central, Escénica2 y Escénica4, lectura de valores de nivel, presión, flujo y parámetros eléctricos.

La UTR controla los cuatro equipos de bombeo instalados mediante la manipulación de sus respectivos arrancadores. Ver tabla III.

Cada equipo de bombeo tiene una salida de Ø 8' y está habilitada con:

Medidor de flujo electro-magnético

Válvula expulsora de aire

Válvula check

Válvula de compuerta manual

Inserción de 1/2" con manómetro de 35 Kg/cm²

Cuenta con caseta de control, el sitio no está cercado. Los arrancadores se encuentran dentro de la caseta y son de tensión reducida. Los motores y su equipo de bombeo están ubicados frente al tanque.

Equipos 1, 2, 3 y 4 son alimentados por un transformador independiente cada uno.

Tabla III: Características de los motores instalados en Escénica3

Equipo 1	Equipo 2	Equipo 3	Equipo 4
Motor para bomba vertical	Motor para bomba vertical	Motor para bomba vertical	Motor para bomba vertical
Motor de 200Hp 30 a 60 Hz	Motor de 200Hp 30 a 60 Hz	Motor de 200Hp 30 a 60 Hz	Motor de 200Hp 30 a 60 Hz
460 V AC 233 Amp F S 1.15 1775 RPM $\eta = 93.6 \%$	460 V AC 233 Amp F S 1.15 1780 RPM $\eta = 95.0\%$ PF 87.7 %	460 V AC 233 Amp F S 1.15 1775 RPM $\eta = 93.6 \%$	460 V AC 233 Amp F S 1.15 1780 RPM $\eta = 95.0\%$ PF 87.7 %

Se describe el modelo de la bomba utilizada así como voltaje, potencia y corriente necesaria de cada bomba.

Estación Escénica4



Fig. 5 Fotos de la estación Escénica4.

Esta estación es un bombeo que se alimenta de Escénica3. Es un tanque de acero redondo. Se bombea de este punto a un tanque llamado Bandera, o algunas veces llamado caja de cambio pues cambia la forma de bombeo a gravedad; por medio de tubería metálica de 8 pulgadas.

Dimensiones tanque: 5.00 de radio x 5.50 mts.

Línea de salida cuenta con:

Válvula expulsora de aire

Válvula de compuerta manual

Inserción de 1/2" con transmisor de presión

Tubería de Ø 16'

El sitio cuenta con Unidad Terminal Remota (UTR) habilitada para comunicación con estación central, Escénica3 y Bandera, lectura de valores de nivel, presión, flujo y parámetros eléctricos.

La UTR controla los cuatro equipos de bombeo instalados mediante la manipulación de sus respectivos arrancadores. Ver tabla IV.

Cada equipo de bombeo tiene una salida de Ø 8' y está habilitada con:

Medidor de flujo electro-magnético

Válvula expulsora de aire

Válvula check

Válvula de compuerta manual

Inserción de 1/2" con manómetro de 35 Kg/cm²

Equipos 1, 2, 3 y 4 son alimentados por un transformador independiente cada uno.

Tabla IV: Características de los motores instalados en Escénica4

Equipo 1	Equipo 2	Equipo 3	Equipo 4
Motor para bomba vertical			
Motor de 250Hp 30 a 60 Hz			
440 V AC 230 Amp	440 V AC 250 Amp	440 V AC 270 Amp	440 V AC 250 Amp

Se describe el modelo de la bomba utilizada así como voltaje, potencia y corriente necesaria de cada bomba.

Estación tanque Bandera

Este es el tanque final a donde llega el agua de Escénica4, de aquí cambia su régimen por gravedad y tiene su salida hacia la ciudad de Acapulco. No cuenta con ningún equipo de control ni de bombeo. Este tanque si tiene línea de vista con el puerto de Acapulco. Es un tanque de acero circular, ubicado en la parte más alta de la subida de la carretera Escénica.

Dimensiones tanque: 12 .00 mts de radio x 7.0 mts.

Línea de salida cuenta con:

Válvula de compuerta manual

Tubería de Ø 16'

Estación central



Fig. 6 Foto del servidor en la estación central.

La estación central es el sitio donde se controla el sistema de forma total. Cuenta con una UTR que enlaza a cada uno de los sitios remotos con los que cuenta el sistema. Comprende una computadora personal configurada para operar y monitorear de forma permanente los sitios automatizados y enlazados. Su manejo esta dado por operadores capacitados para tal fin, y que son los encargados de vigilar, controlar y cambiar el funcionamiento del sistema a las necesidades de operación que convenga al mismo.

Pero aún que existe en este punto personal capacitado, si las comunicaciones, en el caso de Escénica son de baja calidad se tienen puntos críticos como la comunicación con la estación Bandera, si se daña el radio de Bandera, el sistema se queda sin comunicación en su totalidad con la estación central aunque el resto de las estaciones sí estén en operación.

El sistema de comunicaciones

La comunicación es por un sistema de radio de 5 watts y antenas omnidireccionales con un protocolo Modbus propietario de Motorola el alcance en espacio libre de los radios a la frecuencia de CAPAMA que es de 467.8375 MHz es de 25 km. en línea de vista, las distancias hacia cada estación en línea de vista son de 1 a 2 km. y desde Bandera a la estación de control son 7.2 km. en línea de vista.

Por lo anterior se denota que se está trabajando dentro de los parámetros de operación de los diferentes sistemas.

Conforme se fueron automatizando los sistemas de bombeo, CAPAMA se vio en la necesidad de colocar un repetidor de datos en el cerro del Veladero que se encuentra en el cerro del mismo nombre, que tiene línea de vista a todo Acapulco, a Pie de la Cuesta, a la zona Diamante y la zona de la Sabana pero no a las estaciones de Escénica pues la cubre el cerro.

La problemática a solucionar

Como vemos la problemática principal es el sistema de comunicación que es crítico, ya que si una estación falla en su comunicación con el puesto central, fallan todas las anteriores a ella, y si falla Bandera, ninguna se comunica al puesto central, ya pasó también que se dañó el radio de Bandera y todo el sistema salió de comunicación y por tanto no se tuvieron datos en el puesto central, aunque el sistema siguió operando de forma autónoma pero sin vigilancia.

Capítulo 3

Desarrollo

El desarrollo consta de la explicación específica del funcionamiento del sistema actual, que demuestra la necesidad imperante de resolver el problema de comunicación con la estación central; la solución propuesta de cómo comunicar las diferentes estaciones que conforman el sistema de carretera Escénica hacia la estación central; las pruebas de comunicación realizadas, los mapas de las diferentes líneas de vista; así como el costo aproximado de dicha solución.

Operación del sistema Escénica

El principal objetivo del sistema Escénica es suministrar agua al tanque Bandera, desde el sitio Marqués, a través de los cuatro bombes que lo conforman. El sistema puede trabajar de dos maneras: en estado remoto manual y en estado remoto automático. Ver figura 7.

Cuando el sistema es remoto manual, es manipulado directamente por el operador del puesto central, es decir que aún que sucedan alarmas, el sistema no actuará en consecuencia, solo avisará a central quien tiene la responsabilidad de tomar las correctas decisiones, paro de una bomba, arranque de otra, etc. Esto es complicado para un operador, pues la operación depende de muchas variables,

del nivel de tanque aguas abajo, del nivel de aguas arriba, de la presión en la línea, el nivel de tanque Bandera, etc. Debido a esto no se recomienda este tipo de operación.

Remoto automático, es el estado en el que el sistema opera de forma autónoma para cada sitio, los parámetros de operación afectan directamente la operación de los equipos y es recomendable la supervisión del operador de la estación central, pero los equipos se controlan y protegen de forma independiente, siempre y cuando se den todas las condiciones de trabajo del sistema.



Fig. 7 Foto de los botones de cambio en una estación de bombeo.

La comunicación entre los sistemas y los valores entre los mismos solo trabajarán entre ellos cuando el equipo esté en forma remota, si el equipo está de ésta forma se podrá comunicar entre los demás y tomar decisiones propias, basadas en los parámetros de operación previamente definidos.

Selector local-remoto

Este elemento se encuentra en la puerta de frente de la UTR y es un interruptor de dos pasos, su función es que la UTR se pueda accionar de forma manual y poder hacer mantenimientos, si el equipo está en esta posición no existirán arranques ni paros por parte del equipo (ver fig. 8).

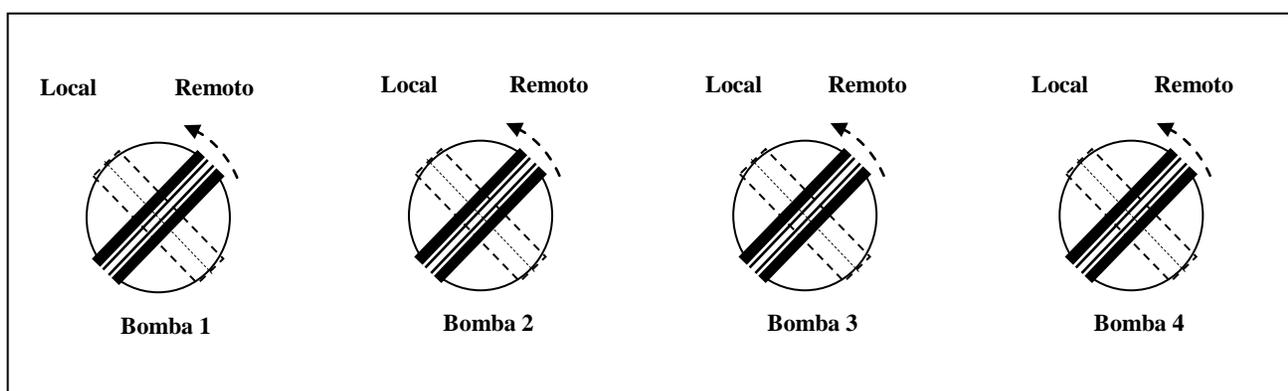


Fig. 8 Selectores de las bombas en Unidad Terminal Remota (UTR).

La posición local, implica que sólo se puede tener control del equipo de bombeo de forma manual por lo que el único que puede encender el equipo de ésta forma es personal que accione en sitio y de manera local la botonera correspondiente a la bomba.

Es necesario esperar un lapso de tiempo configurable, normalmente 2 minutos a que la UTR reconozca que está fuera de su control, antes de hacer un control manual en el equipo.

Todos los parámetros y mediciones que se realicen en las diferentes estaciones de todas formas se seguirán enviando a la central, incluso se generarán alarmas en caso de que el sistema salga de sus parámetros de operación.

Si se planea dar mantenimiento al equipo, el primer paso a seguir será colocar los selectores a manual, para que el sistema no intente arrancarlos ya sea de forma remota: operador de central, o por condiciones de operación propias del equipo, falta de agua, aguas arriba o exceso de agua en tanque, etc.

En ningún caso, se debe trabajar en el equipo cuando su selector respectivo se encuentre en remoto, es decir remoto es como dejar el equipo en control del sistema automatizado.

El no hacer caso a ésta importante indicación puede traer como consecuencia que el equipo sea operado al momento de estarlo operando mecánicamente o si por ejemplo se está desconectando y se enciende puede causar un choque eléctrico de consecuencias fatales, en Marqués por ejemplo se tienen voltajes de hasta 2500 volts y en el resto de equipos de 440 volts en el primer caso es mortal y en el segundo muy peligroso, por lo que se debe evitar a toda costa operar mantenimientos en el equipo bajo la condición de selector en remoto.

Al trabajar con equipos de éste tipo se deben considerar todas las recomendaciones de seguridad que se tengan y ésta es una de ellas, ya que se

pone en riesgo la vida humana, sin tomar en cuenta daños a equipos que por demás son muy costosos un aproximado de un millón de pesos que cuesta una bomba y se puede dañar si no se siguen las necesarias recomendaciones.

Una vez que se realice el mantenimiento es necesario, después de las pruebas de arranque y paro manual, colocar el selector respectivo en remoto y recomendable pedir a central un arranque y paro del mismo para probar el adecuado funcionamiento.

Rotación de equipos de bombeo

La rotación de operación de bombas, será de forma diaria, rotando de menor a mayor la secuencia. Esto con el fin de dar el suficiente descanso a los equipos de bombeo:

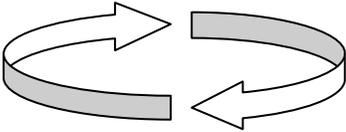
La tabla que se muestra es un estándar que se utiliza siempre que cualquier cliente requiere operar los equipos bajo la condición de descanso es decir opera el equipo que más horas de descanso tenga y descansa el que más tiempo haya operado.

Se muestra una tabla base de operación que tienen todos los equipos que trabajan bajo dicho régimen, para casos de trabajo por tandeo de bombas o por consumo eléctrico la tabla puede cambiar.

Esto es de la siguiente forma:

Tabla V: Secuencia diaria de encendido de las bombas

Día	Bomba 1/ Remoto	Bomba 2/ Remoto	Bomba 3/ Remoto	Bomba 4/ Remoto
Día 1	1	2	3	4
Día 2	4	1	2	3
Día 3	3	4	1	2
Día 4	2	3	4	1
Día 5	1	2	3	4
Día 6	4	1	2	3



SECUENCIA DE CAMBIO

Sólo se reiniciará una rotación nueva, cada vez que se haga un cambio de selector de un equipo o bien, se bloquee un equipo por exceso de arranques (intentos desde central ya sea fallidos o no).

Este es un ejemplo de un cambio a local:

Tabla VI: Secuencia de encendido de bombas usando el selector a local

Día	Bomba 1/ Remoto	Bomba 2/ Remoto	Bomba 3/ Remoto	Bomba 4/ Remoto
Día 1	1	2	3	4
Día 2	4	1	2	3
Día 3	3	4	1	2
Día 4	2	3	4	1
Día 5	3	4	1	2
Día 6	Bomba 1/ Remoto 1	Bomba 2/ Local 4	Bomba 3/ Remoto 2	Bomba 4/ Remoto 3
Día 7	1	4	2	3
Día 8	3	4	1	2

Si en un momento, entra otra bomba en estado local, el orden de secuencias se vuelve a reiniciar y considera en último orden los equipos en local de la siguiente manera:

Tabla VII: Nueva secuencia de encendido de bombas por tener 2 selectores en local

Día	Bomba 1/ Remoto	Bomba 2/ Remoto	Bomba 3/ Remoto	Bomba 4/ Remoto
Día 1	1	2	3	4
Día 2	4	1	2	3
Día 3	3	4	1	2
Día 4	Bomba 1/ Remoto 1	Bomba 2/ Local 3	Bomba 3/ Remoto 2	Bomba 4/ Remoto 3
Día 5	4	3	1	2
Día 6	2	3	4	1

Si en otro día, o en el mismo día se regresa un equipo a remoto, la secuencia reinicia en la bomba 1:

Tabla VIII: Secuencia de encendido de bombas si el mismo día es regresado el selector a remoto

Día	Bomba 1/ Remoto	Bomba 2/ Remoto	Bomba 3/ Remoto	Bomba 4/ Remoto
Día 1	1	2	3	4
Día 2	4	1	2	3

Día 3	3	4	1	2
Día 4	Bomba 1/ Remoto 1	Bomba 2/ Local 3	Bomba 3/ Remoto 2	Bomba 4/ Remoto 3
Día 5	4	3	1	2
Día 6	2	3	4	1

Estando el sistema en automático y cuando una bomba se encuentra operando y su orden de secuencia de la UTR la coloca en otra prioridad que no sea la primera, esta seguirá operando hasta que se pare por nivel o cualquier otro evento programado, posteriormente, de acuerdo a su secuencia, podrá operar nuevamente si esta con prioridad 1 ó 2, pero si tiene prioridad 3 ó 4, será pasada al final.

Es importante dejar operar el equipo siempre de forma automática, pues además de proteger la operación del mismo, también alarga la vida útil de las bombas al rotarlas adecuadamente y hacerlas descansar todo el tiempo que sea necesario. También por ésta razón se recomienda no mover los selectores de remoto a manual, a menos que sea necesario.

Restricciones de operación

En base a los requerimientos solicitados por el cliente se trabajarán solo dos bombas a la vez, las restantes quedan de respaldo por alguna falla en arranque de alguna de las anteriores, pero la operación inicia con una y con forme se va logrando el nivel en tanque Bandera se mantiene el sistema así, en caso de no lograr el nivel de Bandera y existir suficiente agua en Marqués, se va encendiendo el segundo equipo, todo esto para el caso de Escénica dos hasta Bandera.

Si existen equipos operando en forma remota, y son cambiados a local se tomará la bomba de respaldo, en caso de ser necesario, y se tomará su tiempo de descanso.

Para que el usuario verifique la correcta operación del sistema es recomendable estar pendiente de todos los parámetros involucrados en su operación.

Parámetros de operación configurables desde la estación central

Los parámetros de base están guardados en cada unidad terminal remota, lo cual asegura el funcionamiento a pesar de fallas en la estación central y a pesar de fallas de comunicación con la misma.

Lo anterior permite el funcionamiento autónomo del equipo y hace que sea posible su trabajo y configuración sin la señal de central que aún que si es muy importante, base del presente trabajo, se deben evitar en lo posible los posibles errores.

Cada que se arranca la unidad terminal remota y después de cargar su necesaria configuración, se inicia con el encendido de bombas dependiendo de los parámetros mencionados, incluso si está encendida alguna y es necesario, según parámetros se apagará.

Existen parámetros propios de la estación pero también de las demás ya sea aguas arriba por necesidad o exceso de agua o aguas abajo normalmente por exceso de agua.

Es recomendable guardar los parámetros de operación siempre como respaldo para casos de falla y volverlos a cargar a las unidades terminales remotas en dado caso que sea necesario.

Ya que los parámetros de operación aún que se guardan en la unidad terminal remota, se cargan por la estación central, por lo que se hace muy necesaria la comunicación entre central y estaciones, razón de la existencia del presente trabajo.

Parámetros de nivel

Los parámetros que se muestran a continuación son los necesarios para la operación correcta del sistema, son configurables y dependen de los equipos de medición y los valores cargados en el sistema.

Se consideran varios parámetros, los de uso normal y los generadores de alarmas ya sea de nivel muy bajo, posibilidad de quemar un equipo por bombeo sin agua, o alto alto por derrame del líquido, en dado caso es más peligroso el nivel bajo bajo que el alto alto.

En la figura 9, que se presenta a continuación se esquematizan los niveles de referencia en los que operan todos los sitios del sistema. Estos niveles referenciados y los parámetros de operación indicados trabajan en forma similar en cada sitio de bombeo.

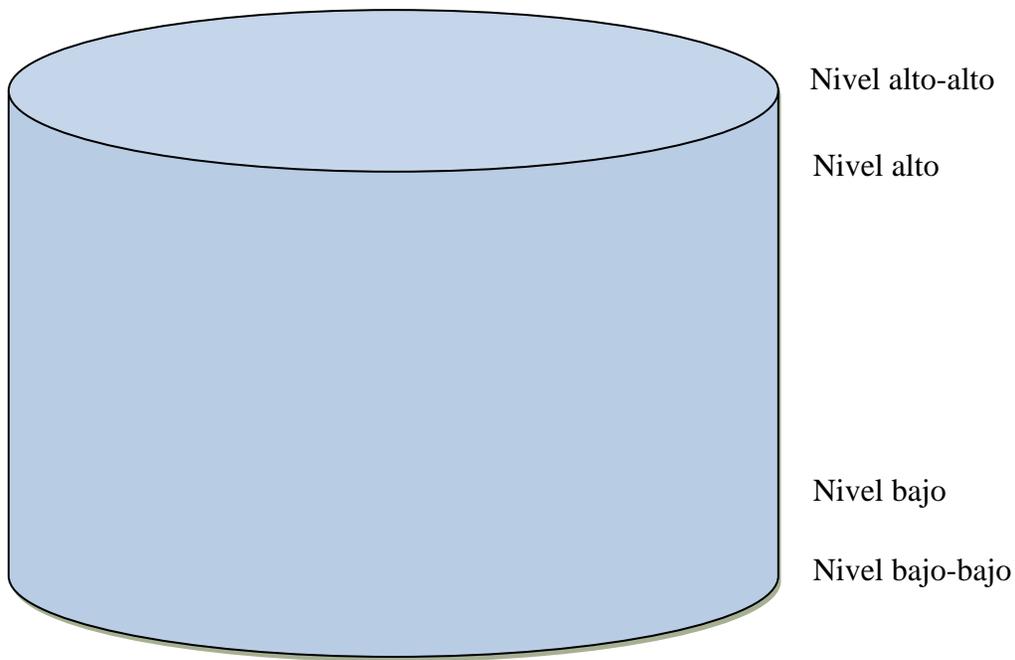


Fig. 9 Esquema de niveles tanque tipo.

Nivel alto-alto

Este parámetro indica que el nivel máximo del tanque se ha alcanzado y que se puede derramar. Cuando esto sucede se genera alarma en la central y . se encienden los dos equipos hacia arriba, si la condición continúa se apaga un equipo de la estación inmediata anterior

Si el equipo se encuentra en manual desde la central, se deben tomar las acciones correspondientes pues el sistema solo avisará, pero si el sistema está en remoto el equipo con o sin comunicación tomará las acciones para bajar el nivel

correspondiente, ya sea apagando bombas aguas abajo si es que ya tiene las dos bombas programadas en estado de operación.

Se deben tomar en el puesto central las medidas necesarias para la correcta operación del sistema, dando los parámetros de operación necesarios.

Si éste sitio no tiene solicitud de bombeo de un sitio aguas arriba, al tener el valor de nivel en este punto, estando en automático el sitio, arrancará un equipo de bombeo, posteriormente, después de 5 minutos, si continúa el nivel alto, se arrancará un segundo equipo de bombeo. Si en nivel no se abate, apagará un equipo aguas abajo.

Nivel alto

Este parámetro marca el nivel en el que el tanque está lleno a su capacidad de operación normal. Aquí se creará una alarma de nivel alto a central si éste permanece por más de 2 minutos

Si se continúa así se encenderá una bomba, si el nivel no se abate, se encenderá la segunda, después de 5 minutos.

No se recomienda tener el sistema en manual pues de ser así se tendrá que hacer toda esta operación en forma manual y se depende además del sistema de comunicación.

Nivel bajo

Éste parámetro también es configurable desde la estación central, es cuando aún se tienen condiciones de bombeo, pero ya con solo una bomba es recomendable tener vigilancia sobre éste parámetro ya que las bombas pueden operar sin agua, condición que podría quemarlas.

Es necesario vigilar que se mantenga nivel, bombeo aguas abajo en ésta condición.

Si al llegar a éste nivel están las dos bombas operando, se apagará una y se verificará el estado del nivel 3 minutos después y para continuar con el bombeo o si el nivel no sube, encender equipo aguas abajo o apagar equipo existente.

Las condiciones de operación se cargan desde central, por lo que no se recomienda mover dichos parámetros en plena operación de algún sistema en estado crítico o cercano al crítico, aun que la comunicación sea buena, que no lo es antes de la realización de la presente propuesta y aún en su caso.

Nivel bajo-bajo

Éste parámetro también configurable de central, para todos los equipos en estado remoto, evita que sigan trabajando las bombas y hace que se protejan, ya que los equipos deben tener agua, si operan sin líquido se dañan o queman y son muy costosas.

Se manda además una alarma a central de forma inmediata y se para el bombeo, hasta que el nivel es recuperado a nivel de arranque de bombas.

Dicho parámetro también es configurable desde central y guardado en las unidades remotas.

El parámetro de inicio de operación de la bomba enciende el equipo al que toca trabajar después de la recuperación del mismo.

Restricciones de operación

Para que exista comunicación de mandos entre las diferentes estaciones es necesario que el sitio se encuentre en estado automático.

En la estación central se encuentra habilitada una ventana, llamada “permisivos de operación”, en ella se incluye los permisivos de “bombeo aguas abajo” y “bombeo aguas arriba”. Ambos permisivos si se les da la opción “no”, restringen las solicitudes de arranque y paro entre los sitios remotos, aún en estado automático, esto puede causar que los equipos no arranquen o paren según sea requerido, no debe permitirse a los operadores mover dichos parámetros, solo el supervisor o personal autorizado que conozca perfectamente la operación del sistema.

Parámetros eléctricos

Los parámetros eléctricos permiten que los equipos de bombeo se protejan por alta, baja corriente, en general por condiciones eléctricas no adecuadas para los parámetros de operación.

También permitirá al usuario medir la potencia eléctrica del equipo y todos los parámetros eléctricos necesarios para su operación.

El equipo que se utiliza es un Satec PM 130 Plus que a continuación se detallan sus características: Ver figura 10.

PM 130 EH Plus

Medidor trifásico de potencia.



Fig. 10 Foto del medidor de parámetros eléctricos PM130EH PLUS

El medidor de potencia PM130EH PLUS es un medidor de bajo costo ideal para tableros de distribución. Con este equipo podrá controlar el consumo en sus líneas de producción y tener un control preciso con información muy valiosa.

El modelo PM130EH Plus está diseñado para medir hasta la armónica 63 por

medio de su software PAS, lo que resulta muy útil a la hora de realizar controles preventivos y de mantenimiento.

El panel frontal cuenta con un display de LED luminoso que es visible a la luz del día, también cuenta con una barra de leds gráfica que simula la aguja de un medidor analógico.

El medidor PM130EH PLUS mide hasta 80 parámetros eléctricos localmente y hasta 100 parámetros via RS485 con su potente software PAS.

Todos los modelos son de fácil instalación en montaje con bordes cuadrados o redondeados y un único alimentador con entradas de corriente y rápido cableado. El sistema de comunicación RS-485 permite conectar el equipo a través de protocolos MODBUS ASCII o DNP3.0 con sistemas SCADAS. Esta comunicación potencia aún más las virtudes del equipo y lo integra a una red de medidores, generalmente con el fin de realizar la medición de consumos parciales, ya sea una parte de su línea de producción como la de un equipo o sección de su empresa en particular.

Módulos opcionales:

- Salidas analógicas.
- Entradas/salidas digitales (relé).
- Comunicación Ethernet o Profibus.
- Software para monitoreo de múltiples medidores con módulo de facturación.

La instalación de éste medidor debe contemplar tanto transformadores de voltaje como de corriente, para dar a la UTR los parámetros tanto de corriente como de voltaje adecuados.

Valor para bajo voltaje (voltios ac)

Éste es el valor que determina el bajo voltaje para la operación del equipo. Cuando el valor de voltaje sea menor a este parámetro, será emitida una alarma de “bajo voltaje” o “pérdida de una fase” y posteriormente se detendrá la operación de la bomba para protección de la misma, si el sitio se encuentra en estado automático. Para lograr su protección.

Límite para alto voltaje (voltios ac)

Éste es el valor que determina el alto voltaje para la operación del equipo. Cuando el valor de voltaje sea mayor a este parámetro, será emitida una alarma de “alto voltaje” y posteriormente se detendrá la operación de la bomba para protección de la misma, si el sitio se encuentra en estado automático.

Límite para alta corriente (amperes)

Éste es el valor que determina la alta corriente para la operación del equipo. Cuando el valor de corriente sea mayor a este parámetro, será emitida una alarma de “alta corriente” y posteriormente se detendrá la operación del equipo para protección del mismo, si el sitio se encuentra en estado automático.

Límite para baja corriente (amperes)

Éste es el valor que determina la baja corriente para la operación del equipo. Cuando el valor de corriente sea menor a este parámetro, será emitida una alarma de “baja corriente” y posteriormente se detendrá la operación del equipo para protección del mismo, si el sitio se encuentra en estado automático.

Parámetros de operación

Son los parámetros que definen la operación del equipo desde arranques y paros y estabilizaciones de parámetros.

Son muy similares o los mismos en todos los equipos de este tipo por razones obvias:

Timer de espera para siguiente arranque (segundos)

Determina el tiempo que debe esperar el sistema para volver a arrancar un equipo, después de haberse detenido alguno.

Si el paro de la bomba se dio en condiciones normales de operación como nivel o presión. Una vez transcurrido el timer, se podrá arrancar la siguiente bomba siempre que no existan otras restricciones como fallas o bloqueos existentes en el sistema que impidan el arranque del equipo.

Timer de retro aviso de arranque (segundos)

Determina el tiempo que debe esperar el sistema para que arranque el equipo cuando es accionado un control de arranque por la UTR. Durante éste tiempo se mantendrá accionado el relevador de arranque de la UTR, hasta que se tenga la señal de que el equipo trabaja a plena carga; de no ser así, el sistema emitirá una alarma de “no arranca bomba” y cancelará la acción de arranque.

Cuando la alarma de “no arranca bomba” se acciona, no se podrán hacer controles de arranque en manual o automático hasta que no se corrija el problema eléctrico en el arrancador del equipo por parte del personal eléctrico y se quiten las fallas en el sistema de la central.

El parámetro aplica para las dos condiciones de operación remota (manual y automático).

Timer de retro aviso de paro (segundos)

Determina el tiempo que debe esperar el sistema para que pare el equipo en un control de paro por parte de la UTR. Durante éste tiempo se mantendrá accionado el relevador de paro de la UTR, hasta que se tenga la señal de que se detuvo el equipo; de no ser así, el sistema emitirá una alarma de “no para bomba” y cancelará la acción de paro.

Timer para estabilizar señal de presión y nivel (segundos)

El valor de éste temporizador se aplica para permitir que en el momento de un arranque de un equipo, donde los parámetros son inestables, las lecturas que se toman por los transmisores de presión y nivel, no afecten la operación y no provoquen algún evento de alarma o paro falsos

Una vez concluido el tiempo de estabilización de señal de transmisores, los valores que entregan los transmisores aplican directamente en la operación del equipo y en la consideración de mediciones al sistema.

Presión máxima para paro de bombas (kg/cm²)

Este es el valor de presión asignado que limita la presión de operación de la línea de bombeo. Si el valor de presión es rebasado el sistema emitirá una alarma de “paro normal por alta presión” y detendrá la operación de los equipos de bombeo.

Solo aplica en operación remota, si esto sucede puede haber problemas en la línea y el cliente deberá tomar acciones en consecuencia.

Rango de transmisor de presión (kg/cm²)

Aquí se captura el rango del transmisor instalado en la línea de bombeo. El valor debe conocerse por parte del fabricante, mediante su proveedor o bien en la etiqueta de datos técnicos del instrumento.

Rango de transmisor de nivel (metros)

Aquí se captura el rango del transmisor de nivel instalado. Si es sumergible, en caso ultrasónico ya están preestablecidos los parámetros y en todos los casos se entregan señales analógicas a la UTR de 4 a 20 mili amperes.

A continuación se detallan las alarmas del sistema que son las mismas para los sistemas de éste tipo.

Alarmas del sistema

Fallas operativas

1. Paro inesperado de bomba, esta alarma es emitida cuando el equipo se encuentra operando y es detenido por otro medio que no sea la UTR. Sólo si el sitio está en estado automático y la bomba está en selector remoto.
2. Arranque inesperado de la bomba, de manera similar, si el equipo se encuentra parado, y es accionado por otro medio que no sea a través de la UTR. El sistema debe estar en estado automático y el equipo con selector en remoto.
3. No arranca bomba, es una alarma emitida cuando la UTR ha accionado el arranque de un equipo y éste no responde después de su tiempo de retro-aviso de arranque asignado; esto es, si el equipo no arranca por causas ajenas a la UTR, la alarma será emitida por ésta. Funciona para ambos estados manual y automático y estando el equipo en selector remoto.

4. No para bomba, cuando un equipo se encuentra operando con selector remoto, y la UTR acciona un paro de forma remota manual o automática, y éste no se ejecuta después de transcurrido su tiempo de retro aviso de paro, será emitida la alarma.

5. Bomba bloqueada por exceso de arranques. En éste caso, si el equipo está remoto-automático, y el sistema intenta arrancarlo más de tres veces en menos de media hora, el mismo será bloqueado por la UTR y en caso de volver a pararse, será bloqueado para no volver arrancar.

Cuando esta falla sucede, debe de revisarse la causa de paros constantes en el historial de alarmas de la central, una vez determinada y resuelta la causa de los paros constantes, se debe esperar a que transcurra media hora a partir del último paro del equipo, y posteriormente ejecutar el comando de “quitar fallas”, desde la central para volver a tener habilitado el equipo.

Esta acción de incorporar el equipo restablecido al control de la UTR, sigue el mismo proceso que cuando se coloca el equipo de local a remoto, explicado en el punto rotación de equipos de bombeo.

Cuando se presente una de las fallas anteriores, se debe revisar en el sitio el equipo afectado para determinar la causa del problema y su reparación del mismo.

Una vez restablecido el arrancador, o bien, determinada la causa, se inhiben este tipo de alarmas con un control de quitar fallas desde la estación central.

El operador debe mantener un monitoreo del sitio cuando se le presente este tipo de alarmas, a fin de determinar las acciones correspondientes para evitar incidentes graves y/o daños a los equipos. Una razón más de la existencia del presente trabajo.

Fallas eléctricas

Los parámetros eléctricos de los equipos de bombeo son medidos mediante un Multimedidor SERIE PM 130 plus conocido con el nombre de SATEC.

El cual ya se describió anteriormente. Por lo que aquí solo se enlistan las posibles fallas eléctricas.

1. Bajo voltaje, si la UTR detecta que el valor del voltaje de alguna de las fases es inferior al parámetro de bajo voltaje, entonces parará la bomba y enviará la alarma a la estación central, si el voltaje se normaliza, entonces la UTR esperará el tiempo del timer de espera del siguiente arranque para volver a arrancar la bomba.

2. Alto voltaje, si la UTR detecta que el valor del voltaje de alguna de las fases es superior al parámetro de alto voltaje, entonces parará la bomba y enviará la alarma a la estación central, si el voltaje se normaliza, entonces la UTR esperará el tiempo del timer de espera del siguiente arranque para volver a arrancar la bomba.

3. Alta corriente, si la UTR detecta que el valor de corriente de alguna de las fases es superior al parámetro de alta corriente, entonces parará la bomba y enviará la alarma a la estación central.

4. Baja corriente, si la UTR detecta que el valor de corriente de alguna de las fases es inferior al parámetro de baja corriente y la bomba se encuentra operando, entonces parará la bomba y enviará la alarma a la estación central.

5. Falla de AC en UTR, cuando la UTR tiene una falla de suministro de energía eléctrica, es accionada esta alarma por la misma UTR, mientras tenga respaldo de batería.

Durante esta falla, no es posible hacer ningún tipo de arranque de equipos ya sea de forma Manual o Automática de modo remoto. Una vez restablecida la energía eléctrica, la UTR inhibirá la falla de AC y restablecerá el control de los equipos.

La batería de respaldo puede variar su duración de acuerdo a los equipos alimentados, y la constancia con la que se utilicen éstos, como el radio de comunicaciones, etc.

6. Bitácora no leída, nos indica que en la UTR existen mensajes de los procesos ejecutados y que es necesario revisar por personal especializado.

Después del paro, no se accionará ningún tipo de arranque remoto, ya sea manual o automático, para dar tiempo al equipo con falla a que se restablezca o bien, si no es así, a hacer un cambio de equipo por medio de la aplicación de la UTR, o por medio del operador. El tiempo a transcurrir es el tiempo de espera para el siguiente arranque asignado desde la estación central.

Falla de transmisores

Los equipos de todos los sitios operan básicamente por nivel. Este valor es entregado por transmisores especiales de diferente tipo, pero que entregan un valor en mili amperes equivalente al nivel del tanque. Dicho valor varía entre 4 mA para el valor de 0 y de 20 mA para el valor máximo.

Cuando el nivel alcanza uno de los parámetros de nivel que producen un paro (como el de bajo-bajo nivel), los equipos que estén operando se detendrán.

El sistema tiene protecciones contra fallas en estos transmisores, que se detallan a continuación.

Fallan también por alta o baja presión ya sea por alta presión en la línea, que podría incluso romper la tubería, o por baja presión que es un síntoma de fuga.

Falla de transmisor de nivel

El valor que entrega el transmisor de nivel es vital para todo el sistema, ya que de éste valor depende la operación la línea de llegada y de salida.

Un nivel muy bajo provoca entrada de aire en la línea hacia la bomba y por tanto puede dañar el equipo.

Lista de posibles fallas en el sensor de nivel:

1. Falla de alimentación del transmisor de nivel, del mismo modo, cuando se presenta una falla de alimentación del transmisor de nivel, y se pierde el valor real del nivel, se detienen los equipos locales del

sitio y se manda una solicitud de paro de los equipos aguas abajo, siempre que se esté operando en estado remoto-automático.

Si se presenta una falla de alimentación del transmisor de nivel del tanque local, el valor calculado se va a ceros.

Lista de posibles fallas en el sensor de presión:

1. Falla de transmisor de presión, el valor que entrega el transmisor de presión representa la presión de la línea de bombeo, su importancia está en cuidar la operación de la línea en caso de sobre presión o en caso de fugas. Cuando el transmisor llega a fallar será emitida por la UTR, una alarma de falla de transmisor de presión. Una vez reflejada en la estación central se debe verificar la causa de la falla y corregir el problema.

En caso de que sea necesario sustituir el transmisor de presión, se recomienda omitir la operación por presión, retirando el “permisivo de medición de presión” en la estación central.

2. En este caso puede deberse la causa de la falla a una falta de alimentación, ya sea por el fusible dañado, o porque la fuente de poder haya fallado. En el primer caso, solo se debe sustituir el fusible de la tableta correspondiente en la UTR por uno de

similares características. Se recomienda revisar la causa de falla, antes de volver a conectar el equipo de medición, una vez determinada y corregida, proceder a su conexión.

Con el permisivo de medición de presión, omitido, se puede evitar que la falla intervenga en la operación de la UTR, hasta la corrección de la misma.

Es importante indicar que si se va a hacer un mantenimiento a un transmisor, se coloque el sistema a local-manual como ya ha mencionado.

Es importante que el operador mantenga un monitoreo del sitio cuando se le presenten este tipo de alarmas, a fin de determinar las acciones correspondientes para evitar incidentes graves y/o daños a los equipos.

Como se verá en todos los casos se solicita que se tenga una estricta vigilancia sobre el sistema, el problema es que esto no se logra pues existen muchos problemas de comunicación no entre las diferentes unidades terminales remotas, si no más bien entre las remotas y la central, esto quiere decir que el sistema puede estar operando adecuadamente, pero si no hay comunicación a central, ni se pueden cargar los parámetros adecuadamente ni se puede tener la vigilancia solicitada para la operación.

La confiabilidad del sistema

Aunque el sistema es completamente autónomo, puede operar bajo existencia de agua en los tanques, se tiene un tipo de selector de automático a manual para los casos en que se requiera hacer algún tipo de mantenimiento, en caso de estar alguno de los equipos en manual, entonces ese equipo no encenderá hasta ser pasado a automático, en dado caso que el equipo se pase a manual, entonces no será tomado por el sistema, ya que cada bomba tiene su propio control independiente del sistema.

Adicionalmente se tiene un control por software por el cual desde el puesto central se puede colocar el sistema en manual o en automático, en este caso si está en manual, los equipos se podrán encender y apagar remotamente, pero no será autónomo el control lo toma el operador y el equipo no toma decisiones, solo envía alarmas de nivel alto, bajo, estado de las bombas, corrientes y voltajes, en caso de encontrar el equipo en automático por software y por selector (hardware) el equipo tendrá autonomía propia es decir el solo controlará las estaciones y se comunicará entre ellas según sea necesario, sabrá los niveles y las presiones el estado de las bombas y los flujos y en consecuencia de ellos actuará.

Es importante hacer notar que se necesita eventualmente que el operador tome el control debido a manejo fuera de la rutina de los sistemas de control y a fallas no previstas, por lo que el control manual es muy necesario, el gran problema aquí es que no hay línea de vista entre Escénica1, Escénica2 y Escénica3 con el puesto central, que está en Acapulco en Mala Espina (centro de la ciudad), por lo que cada estación en Escénica funciona a la vez como repetidor, es decir, Marqués manda su información a Escénica2, Escénica2 a Escénica3, Escénica3 a la Escénica4 y de Escénica4 a Bandera y por último Bandera retransmite a la estación central en Mala Espina.

Esto hace que la comunicación sea un punto crítico pues si falla alguno de los sistemas principalmente Bandera, falla toda la comunicación con la central.

En Agosto del 2004 sucedió un incidente, ya que en el puesto central se colocó en manual, para no encender equipos por unas operaciones, pero entonces se dejó el equipo así, y después de 2 horas se encendieron bombas manualmente, y al poco tiempo se detectó nivel alto en Escénica3, por lo que se procedió a tratar de apagar el equipo desde la estación central, pero las comunicaciones fallaron desde Bandera, y no se pudo tampoco colocar el sistema en automático ni a apagar el equipo de Escénica2 por lo que Escénica3 se derramó e inundó una casa habitación del tipo residencial que le costó a CAPAMA cerca de doscientos mil pesos en reparaciones. Se logró apagar el equipo cerca de una hora después

de que se derramó el tanque pues se restableció la comunicación con la estación central.

Es por tanto necesario buscar la solución al problema de la comunicación, entre todas las estaciones y la estación central, no solo desde la última, si hubiese existido comunicación eficiente con la estación central, esto no habría sucedido.

El funcionamiento actual del sistema

El sistema actualmente cuenta con una estación de control en cada instalación desde Marqués hasta Bandera, en este caso cada estación tiene un sensor de presión en la línea, para saber si no hay fugas, un sensor de gasto por cada tubería, es decir que tanta agua se está enviando desde un tanque al otro, un sensor de nivel en cada tanque, para saber la cantidad de agua, si no se derrama, o si hay suficiente agua para encender uno o más equipos, un sensor de niveles de voltaje para el encendido de bombas, un sensor de corriente, en caso de bomba operando para incluso saber la eficiencia del equipo y si está en los parámetros normales de operación o hasta cuanto consumo hay por bomba para los respectivos pagos a CFE.

Adicionalmente hay un radio de comunicación de datos para cada equipo remoto para que se pueda comunicar para saber el estado del siguiente y del anterior, así

una estación le puede pedir abastecer a otra, si esta no tiene agua, o puede pedir el apagado de bomba por agua suficiente o incluso falla de presión.

Todos estos datos son recopilados por la estación Bandera y enviados a la estación central de operación en Acapulco, en el centro de la ciudad en donde se visualiza toda la información de manera gráfica en una computadora.

Falla de comunicación entre sitios remotos

El sistema tiene un proceso de comunicación directa entre sitios. Entre ellos se envían solicitudes de paro y arranque de equipos de acuerdo al nivel de cada sitio, (explicados anteriormente).

Si la comunicación se ve interrumpida más tiempo del estimado por las UTR, se emitirá una alarma de falla de comunicaciones bombeo aguas abajo, que se reflejará en la central a los pocos minutos de emitida. La alarma está considerada para el sitio aguas abajo, esto es, para el sitio que está enviando agua, esto con la intención de informar que el bombeo de ése sitio no se puede detener por falla de comunicaciones. El bombeo local se protege por nivel, pero el agua que llega al sitio de aguas abajo puede provocar derrames en el tanque.

Una recomendación está en tomar control remoto manual del sitio aguas abajo y detener los equipos, reconocer y revisar la falla de comunicación, y una vez corregida, regresar el sitio a automático para que inicie el bombeo. Como se habrá de notar el sistema crítico y más vulnerable son las comunicaciones con la estación central.

La propuesta de solución

Se pensaron las siguientes propuestas:

1. Antenas más altas.
2. Cambiar el lugar la estación central.
3. Colocación de varios repetidores sobre la Escénica.
4. Colocar un repetidor en Cumbres de Llano Largo, colocar un repetidor en otra zona por definir.

El problema que también se debe contemplar es la escases de recursos por la que pasa CAPAMA, por lo que pensar en una solución cara sería poco práctica.

La geografía de la zona

Es sabido que la geografía de la Escénica es complicada, no tiene línea hacia Acapulco, incluso el celular no tiene cobertura en ciertas zonas de dicha carretera.

Habrà que recordar que el cerro sobre donde corre la carretera Escénica no permite ningún tipo de línea de vista con la zona de Acapulco, desde la zona Diamante y Marqués hasta la parte más alta, que es la cima del cerro de la Escénica.

Aunque en la zona más alta de Llano Largo en un lugar llamado Cumbres, hay línea de vista con Acapulco, no lo hay con las estaciones Escénica1, Escénica2 y Escénica3 que están justo en la falda del cerro y la comunicación con Marqués es muy mala, ya que se hicieron las pruebas de comunicación correspondiente.

Las pruebas de comunicación

Se visitaron varios lugares dentro del cerro de la Escénica y fuera, en Cumbres no se tuvo éxito, pero resulta que hay un repetidor del sistema ya instalado en Veladero, que está en la zona de la Cima, en la entrada de la carretera del Distrito Federal, y que tiene línea de vista a la zona centro de Acapulco y a la zona Diamante y a la zona de Pie de la Cuesta, con una eficiencia del 90 por ciento, es decir, de 100 paquetes 90 llegan bien.

Se detectó también que desde la zona de Colosio y particularmente en una estación llamada Colosio2 o tanque Amarillo había una excelente eficiencia hacia Veladero y por lo que solo quedaba verificar que tan buena era la comunicación entre las tres Escénicas y Marqués con el Colosio específicamente en tanque Amarillo. En el tanque Amarillo hay una excelente línea de vista hacia el Veladero y hacia las tres estaciones Escénica1, Escénica2, Escénica3 y Marqués.

De todas formas se procedió a hacer las respectivas pruebas de comunicación.

Capítulo 4

¿Porqué un repetidor?

Es la mejor alternativa de las planteadas para tener una mejor comunicación y que pueda separarse el sistema crítico, y que cada estación se pueda comunicar por una línea de vista diferente a la estación central donde se puede monitorear el sistema.

Propuesta y estudio del lugar donde se debe colocar el repetidor

Las pruebas de comunicación realizadas. Se procedió entonces a hacer una serie de pruebas que consistieron en colocar estaciones entre dos distintos puntos a probar comunicación y lanzar desde un punto al otro un conjunto de datos y esperar respuesta para probar la comunicación en ambos sentidos. Ver tabla IX.

Los resultados fueron los siguientes:

Tabla IX: Resultados de eficiencia en comunicación de diferentes puntos

Punto	Punto	Eficiencia
Marqués	Escénica2	80%
Escénica2 *	Escénica3	80%
Escénica3 *	Escénica4	90%
Escénica4 *	Bandera	90%
Bandera *	Mala espina	90%
Cumbres	Marqués	75%
Cumbres	Escénica2	30%
Cumbres	Escénica3	40%
Cumbres	Escénica4	40%
Cumbres	Bandera	80%
Cumbres	Mala Espina	90%
Planta Potabilizadora	Marqués	90%
Planta Potabilizadora	Escénica2	20%

Planta Potabilizadora	Escénica3	0%
Planta Potabilizadora	Escénica4	0%
Planta Potabilizadora	Bandera	0%
Planta Potabilizadora	Mala Espina	80%**
Tanque Amarillo	Marqués	95%
Tanque Amarillo	Escénica2	97%
Tanque Amarillo	Escénica3	99%
Tanque Amarillo	Escénica4	99%
Tanque Amarillo	Bandera	60%
Tanque Amarillo	Mala Espina	90%**

* Como está actualmente el sistema opera, pero todas son repetidor de todas y es un solo camino de comunicación, siendo este un sistema crítico, por lo que se sugiere una comunicación redundante.

** Vía repetidor del Veladero.

Notemos en la tabla anterior que el tanque Amarillo en Colosio es la mejor opción.

Características del repetidor

El repetidor será otra estación como la de los distintos rebombeos, pero sin entradas de medición de ningún tipo y sin control de arranque y paro de bombas, solo con un radio cuya función básica es recibir la señal y repetirla hacia la central usando otro repetidor conocido como Veladero.

De las mismas características del que se encuentra en Veladero, y con su sistema de protección de para rayos. Cuya configuración se describe en la fig. 10 como configuración de tanque Amarillo (también conocido como Colosio2).

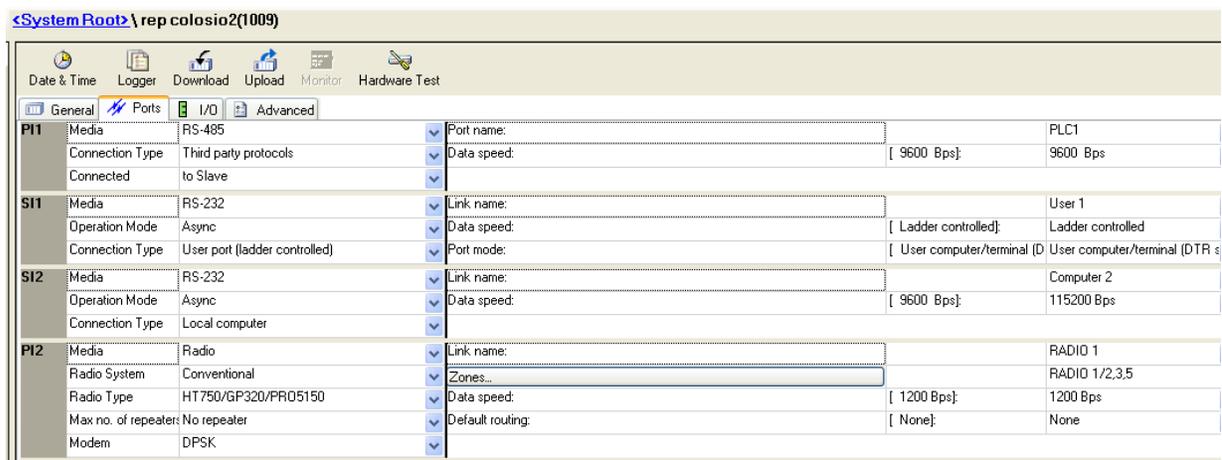


Fig. 11 Configuración del repetidor Tanque Amarillo.

Propuesta de implementación

Se trata de colocar el repetidor en tanque Amarillo (también conocido como Colosio2) el cual recibiría y mandaría las señales de cada estación de Escénica, hacia el repetidor en Veladero, en donde Veladero haría el enlace con la estación central, además de que el sistema seguirá mandando la información de forma normal, esto hace que existan dos rutas posibles de comunicarse con la estación central. Una es desde Bandera a cada uno de sus elementos Escénica2, Escénica3, Escénica4 y Marqués y de forma indistinta usando el repetidor que se instale en tanque Amarillo en forma redundante (Ver fig. 11 y 12).

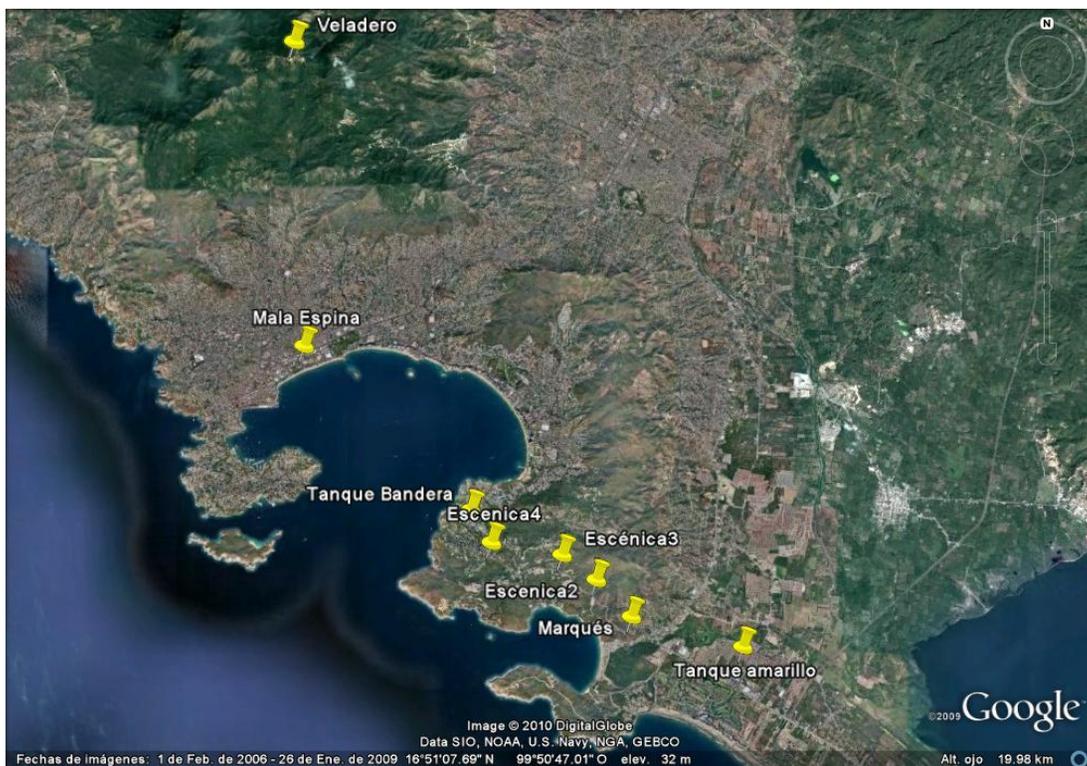


Fig. 12 Ubicación de los repetidores del sistema propuesto.

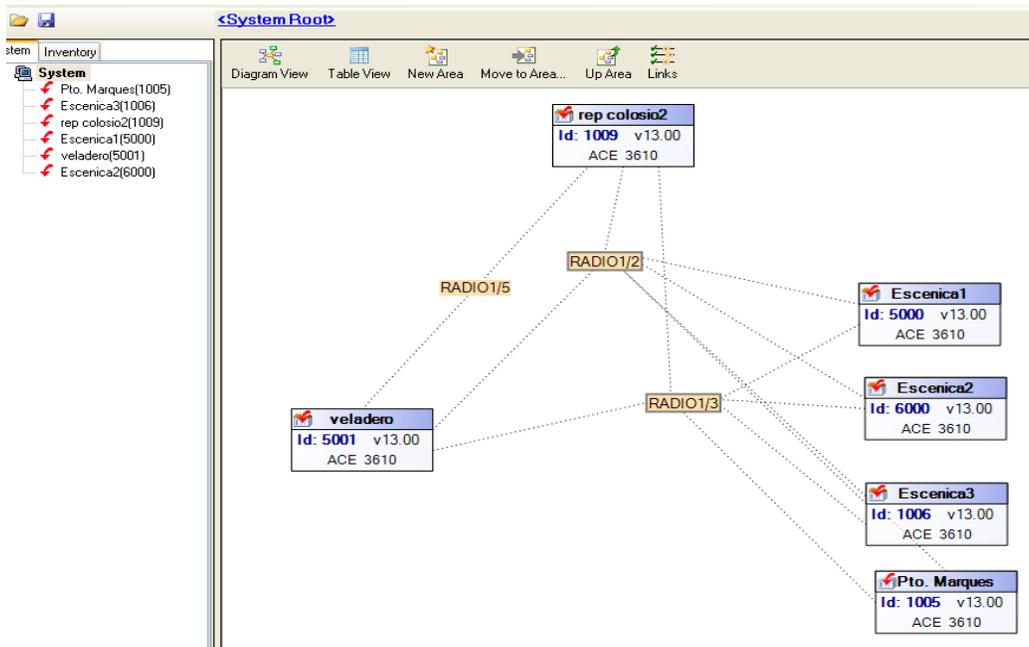


Fig. 13 Diagrama del sistema de comunicaciones propuesto.

Costos de implementación

Se contactó a la empresa encargada de la instalación y puesta punto de las estaciones ya mencionadas y se les cotizó el repetidor con antena, estación remota y sistema de para rayos con un costo de 50,000.00 (cincuenta mil pesos 00/100 M.N.).

Establecimiento de la propuesta

La propuesta se consideró y fue aceptada, por lo que a la fecha actual ya se implementó y aunque está en proceso de puesta en operación, ya se han notado las mejoras significativamente.

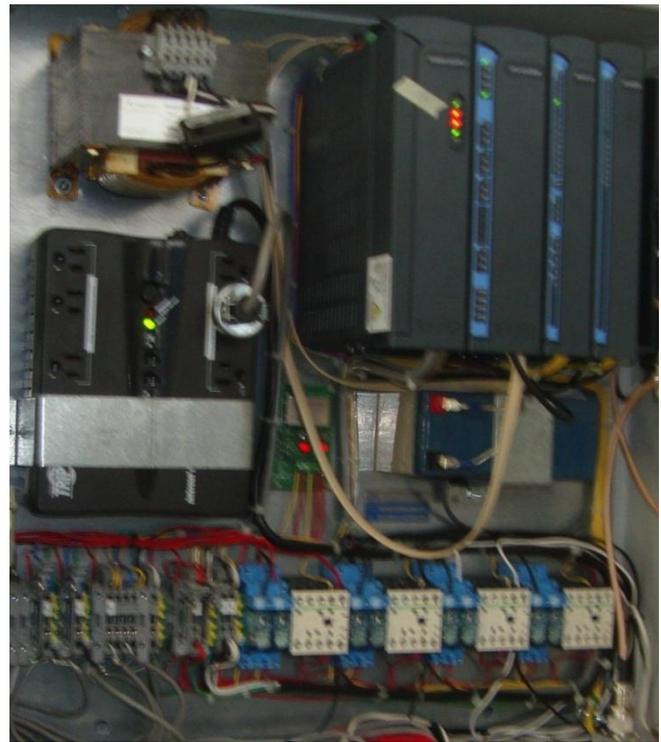


Fig.14 Fotos del repetidor instalado en tanque Amarillo.

Capítulo 5

Conclusiones

Los sistemas de comunicación críticos deben estar sustentados en varias posibles salidas para casos de falla. Los repetidores son una de las mejores opciones cuando la geografía es el enemigo a vencer.

En una comunicación cuando se pierde la línea de vista se pierde el enlace y se deben tener siempre opciones para resolver el problema y buscar formas alternas de comunicación.

No se debe invertir, ni tomar ninguna decisión en telecomunicaciones sin antes hacer las pruebas de comunicación necesarias.

Debido a los costos de los equipos de comunicación es obligación del ingeniero en telecomunicaciones ofrecer e instalar todos los sistemas de protección de equipo, más cuando se trabaja en sistemas expuestos a inclemencias de la naturaleza.

Por lo tanto, el repetidor colocado en tanque Amarillo (también conocido como Colosio2) da solución total al problema de comunicación del sistema Marqués-Escénica hacia central, logrando tener el control del sistema desde Mala Espina.

Bibliografía

G. STREMBLER, Ferrel. Sistemas de comunicación. 2a Edición, Alfa Omega, 1987.

G. STREMBLER, Ferrel. Introducción a los sistemas de comunicación. 3a. Edición, Pearson Eddison Wesley, 1993.

H. LEWIS, Paul. Sistemas de control en ingeniería. Madrid, Prentice Hall Iberia. 1999.

E. ZIMER, R. Principios de comunicaciones sistemas, modulación y ruido, Trillas. 1988.

Referencias

Página Syscom (Sistemas y Servicios de Telecomunicaciones S.A. de C.V.),
<http://www.syscom.mx/>.

Manuales de operación de UTR, SACAD, SATECS.