
1. INTRODUCCIÓN

El proyecto a nivel operativo consiste en la medición de agua que se extrae de los pozos, la que circula por la red y la que realmente llega a los usuarios, enviando vía remota sus lecturas a una computadora central, lo que permite conocer la cantidad de agua perdida y la zona en que se pierde.

Para poder realizar estas mediciones es necesaria la colocación de macro medidores en los pozos y de micro medidores en la toma domiciliaria, por lo que se llevara a cabo la instalación en cada uno de los domicilios de la zona piloto.

Para la correcta operación del sistema es necesario que se cuente permanentemente con agua potable en la red de distribución, por lo que el nivel de servicio y la presión en la red se deben mejorar paulatinamente.

A nivel administrativo consiste en el seguimiento a las quejas de los usuarios y la adecuada separación de los recursos aplicados en la operación y mantenimiento del sistema; lo que redundará en un beneficio para el SOAPAP (Sistema Operador de los servicios de Agua Potable y Alcantarillado del municipio de Puebla) y los habitantes de la zona piloto.

2. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto surge como respuesta a la necesidad de contar con información confiable y oportuna de la forma en que funcionan los organismos operadores del sector hidráulico en todo el país.

Es impulsado por la Comisión Nacional del Agua y se ha elegido a la ciudad de Puebla como una de las dos primeras en que se iniciara su operación a nivel piloto.

3. OBJETIVOS

Lograr una comunicación constante y en tiempo real de los parámetros de una bomba de pozo de agua y válvulas sectorizadas, a través de un MODEM hacia una computadora de monitoreo central.

Esto es posible gracias a la versatilidad, costo y rapidez de la comunicación GPRS para dispositivos inalámbricos. Es por esto que la parte central del proyecto consta de un MODEM de la marca WAVECOM que es el que permitirá la comunicación GPRS entre la computadora que recopilara los datos y la que los recibe en forma remota.

A través de una computadora que se conectará al MODEM WAVECOM se tendrá comunicación con otra de forma remota, que, en cierto intervalo de tiempo, estará enviando datos sobre el estado de los parámetros, tales como: flujo, presión, nivel de agua en el pozo, temperatura, estado en el que se encuentran las bombas en los pozos de agua así como el servicio o control que se requiere en cada válvula, entre otros. Todo esto con el afán de tener un control más eficaz en las válvulas sectorizadas del servicio público.

4. CARACTERISTICAS DEL ÁREA EN QUE SE PARTICIPO

4.1 Introducción

C&A Systems es una empresa mexicana integrada por profesionales en consultoría, enfocados a dar soluciones con la experiencia necesaria para integrar y hacer eficientes los procesos de su organización.

<http://www.casystem.com.mx/>

5 PROBLEMAS A RESOLVER

Uno de los principales problemas que aqueja a los organismos del sector hidráulico es la falta de información rápida y confiable sobre el nivel de operación de los pozos de agua.

Con la implementación de la comunicación GPRS y la automatización de las válvulas sector se busca conseguir lo siguiente:

- Lograr una comunicación GPRS constante y rápida con la computadora remota, consiguiendo de esta forma saber el estado de operación de los pozos de agua.
- Mediciones de presión y flujo
- Predicción de la demanda y despacho.
- Tener control sobre el accionamiento de las válvulas sin necesidad de recursos humanos.
- Disminuir el desperdicio de agua, ya que se controlará el flujo del líquido y proporcionara solo lo necesario.
- Tener información disponible las 24 horas del día.

6. ALCANCES Y LIMITACIONES

Desarrollo del protocolo de comunicación entre el modem GPRS WAVECOM y la aplicación con el servidor TCP/IP para el monitoreo de variables críticas tales como: presión, flujo, alarmas (intruso y nivel) y comandos para el control de una válvula reguladora de presión. El alcance de esta aplicación se verá reflejado, por lo pronto, en quince válvulas sector de un proyecto piloto con opción a un crecimiento de otras 100 válvulas del sector que cubrirían en su totalidad la ciudad de Puebla.

7. FUNDAMENTO TEÓRICO

7.1 COMUNICACIÓN GPRS.

La comunicación GPRS (General Package Radio System) es una forma sencilla para la transmisión de paquetes de datos de forma remota, empleando la red GSM. El costo por la transferencia de datos se cobra por volumen de información transmitida (Kilobytes o Megabytes), en cambio la comunicación de forma conmutada se cobra por tiempo de conexión.

Esta nueva tecnología permite la transmisión de voz y datos en diferentes canales que transmiten de forma paralela, permitiendo mantener conversaciones sin cortar la transmisión de datos. Cuando se trata de datos que establecen una comunicación permanente debe estar la terminal conectada, lo que permite la transmisión continua de la información a mayor velocidad. La información viaja por paquetes en lugar de circuitos conmutados como sucede en GSM, donde la voz se envía por un canal siempre abierto. En GPRS se puede elegir entre varios canales, de forma similar a como se realiza en Internet. El aumento de la velocidad se produce porque los datos se comprimen y se envían a intervalos regulares (llamado conmutación por paquetes), lo que aprovecha mejor la banda de frecuencia.

La mayor ventaja de GPRS no es la tecnología en si misma sino los servicios que facilita.

7.2 CARACTERISTICAS Y FUNCIONAMIENTO DE UN MODEM.

7.2.1 ¿QUÉ ES UN MODEM?

El módem es un dispositivo que permite conectar dos computadoras de manera remota, utilizando la línea telefónica de forma que puedan intercambiar información entre sí. El módem es uno de los métodos más usados para la interconexión de computadoras por su sencillez y bajo costo.

La gran cobertura de la red telefónica convencional posibilita la casi inmediata conexión de dos computadoras si se utilizan módems. El módem es por todas estas razones el método más popular de acceso a la Internet por parte de los usuarios privados y también de muchas empresas.

La información que maneja la computadora es digital, es decir, está compuesta por un conjunto discreto de dos valores, el 1 y el 0. Sin embargo, por las limitaciones físicas de las líneas de transmisión no es posible enviar información digital a través de un circuito telefónico.

Para poder utilizar las líneas de teléfono (y en general cualquier línea de transmisión) para el envío de información entre computadoras digitales, es necesario un proceso de transformación de la información. Durante este proceso la información se adecúa para ser transportada por el canal de comunicación. Este proceso se conoce como modulación-demodulación y es el que se realiza en el módem.

7.2.2 FUNCIONAMIENTO DE UN MODEM.

La computadora consiste en un dispositivo digital que funciona al encender y apagar interruptores electrónicos. Las líneas telefónicas, de lo contrario, son dispositivos

analógicos que envían señales como una corriente continua. El módem tiene que unir el espacio entre estos dos tipos de dispositivos. Debe enviar los datos digitales de la computadora a través de líneas telefónicas analógicas. Logra esto modulando los datos digitales para convertirlos en una señal analógica; es decir, el módem varía la frecuencia de la señal digital para formar una señal analógica continua. Y cuando el módem recibe señales analógicas a través de la línea telefónica, hace el opuesto; demodula, o quita las frecuencias variadas de la onda analógica para convertirlas en impulsos digitales. De estas dos funciones, modulación y demodulación, surgió el nombre de modem.

Otros mecanismos como la modulación de fase o los métodos combinados permiten transportar más información por el mismo canal.

7.2.3 VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN

Las computadoras y sus diversos dispositivos periféricos, incluyendo los modems, usan el mismo alfabeto. Este alfabeto está formado por solo dos dígitos, cero y uno; es por ello que se conoce como sistema de dígito binario. A cada cero o uno se le llama bit, termino derivado de binary digit (dígito binario).

Cuando se comienza a establecer una comunicación por Módem, estos hacen una negociación entre ellos. Un módem empieza enviando información tan rápido como puede. Si el receptor no puede mantener la rapidez, interrumpe al módem que envía y ambos deben negociar una velocidad más baja antes de empezar nuevamente.

La velocidad a la cual los dos módems se comunican por lo general se llama Velocidad en Baudios, aunque técnicamente es más adecuado decir bits por segundo o bps.

7.2.3.1 ¿QUÉ ES UN BAUDIO?

Número de veces de cambio en el voltaje de la señal por segundo en la línea de transmisión. Los módem envían datos como una serie de tonos a través de la línea telefónica. Los modem modernos pueden enviar 4 o más bits por baudio.

7.2.4 CODIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

La información de la computadora se codifica siempre en unos y ceros, que como sabemos, son los valores elementales que la computadora es capaz de reconocer. Los caracteres se representan utilizando una tabla de conversión. La más común de estas tablas es el código ASCII que utilizan las computadoras personales, sin embargo, existen otras. Por ejemplo, IBM utiliza el código EBCDIC.

La información codificada en binario se transmite entre las computadoras. En las conexiones por módem los bits se transmiten de uno en uno siguiendo el proceso de modulación de la información. Pero además de los códigos originales de la información, los equipos de comunicación de datos añaden bits de control que permiten detectar si ha habido algún error en la transmisión. Los errores se deben principalmente a ruido en el canal de transmisión que provoca que algunos bits se mal interpreten. La forma más común de evitar estos errores es añadir a cada palabra (conjunto de bits) un bit que indica si el número de 1 en la palabra es par o impar. Según sea lo primero o lo segundo se dice que el control de paridad es par o impar. Este simple mecanismo permite detectar la mayor parte de errores que aparecen durante la transmisión de la información.

La información sobre longitud de la palabra y tipo de paridad es básica en la configuración de los programas de comunicaciones. Otro de los parámetros necesarios

son los bits de paro. Los bits de paro indican al equipo que recibe, que la transmisión se ha completado.

7.2.5 TIPO DE CONEXIÓN

Los módems GPRS conectan uno o varios puertos de comunicación con formato USB, serial RS232 , RS485, ó Ethernet a la red de celular, es decir, es una especie de teléfono celular pero en vez, o además, de tener audífono y micrófono tienen puerta de comunicación. Establecido el contrato con la compañía de telefonía, hay que insertarle la tarjeta SIM al equipo. También en general estos dispositivos no sólo permiten la comunicación en GPRS, pero por el alcance del presente artículo nos centraremos en GPRS.

El módem GPRS abre la comunicación hacia una dirección IP configurada en él, de modo que después de ello queda establecida la comunicación. Se requiere entonces que la IP del receptor sea fija, ya que de lo contrario tendríamos que reconfigurar el módem en cada conexión, lo que es imposible.

Si queremos que no sea el módem quien inicie la comunicación la alternativa es crear una VPN (Virtual Private Network), de modo que el equipo conectado al módem pasa a ser parte de la red como cualquier otro dispositivo, es decir se comporta como una red LAN (Local Area Network). Es decir usa Internet como extensión de la red local en forma segura con datos encriptados.

7.2.6 CONTROL DE FLUJO

El control de flujo es un mecanismo por el cual el módem y la computadora gestionan los intercambios de información. Estos mecanismos permiten detener el flujo cuando uno de los elementos no puede procesar más información y reanudar el proceso, este no vuelve a estar disponible. Los métodos más comunes de control de flujo son:

Control de flujo hardware

RTS y CTS permiten al PC y al módem parar el flujo de datos que se establece entre ellos de forma temporal. Este sistema es el más seguro y el que soporta una operación adecuada a altas velocidades.

Control de flujo software: XON/XOFF

Aquí se utilizan para el control dos caracteres especiales XON y XOFF (en vez de las líneas hardware RTS y CTS) que controlan el flujo. Cuando la computadora requiere que el módem para su envío de datos, envía XOFF. Cuando la computadora quiere que el módem le envíe más datos, envía XON. Los mismos caracteres utiliza el módem para controlar los envíos de la computadora. Este sistema no es adecuado para altas velocidades.

7.3 COMANDOS AT

Los comandos AT son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un modem.

En un principio, el juego de comandos AT fue desarrollado en 1977 por Dennis Hayes como un interfaz de comunicación con un modem para así poder configurarlo y proporcionarle instrucciones, tales como marcar un número de teléfono. Más adelante, con el avance del baudio, fueron las compañías Microcomm y US Robotics las que siguieron desarrollando y expandiendo el juego de comandos hasta universalizarlo. Los comandos AT se denominan así por la abreviatura de *attention*.

Aunque la finalidad principal de los comandos AT es la comunicación con módems, la telefonía móvil GSM también ha adoptado como estándar este lenguaje para poder comunicarse con sus terminales. De esta forma, todos los teléfonos móviles GSM poseen un juego de comandos AT específico que sirve de interfaz para configurar y proporcionar instrucciones a los terminales. Este juego de instrucciones puede encontrarse en la documentación técnica de las terminales GSM y permite acciones tales como realizar llamadas de datos o de voz, leer y escribir en la agenda de contactos y enviar mensajes SMS, además de muchas otras opciones de configuración de la terminal.

Queda claro que la implementación de los comandos AT corre a cuenta del dispositivo GSM y no depende del canal de comunicación a través del cual estos comandos sean enviados, ya sea cable de serie, canal Infrarrojos, Bluetooth, etc.

8. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

CURSO DE CAPACITACIÓN SOBRE EL MODEM WAVECOM

La primera actividad consistió en un curso de capacitación sobre las características y funcionalidades del modem WAVECOM FASTRACK SUPREME 2.0. El curso fue interno e impartido por el Ing. Gerardo Moreno Loera, gerente de producción de la empresa.



Descripción general:

Probado para un rendimiento fiable y estable en todo el mundo de las redes inalámbricas. La última generación de Wavecom de FasTrack Supremo continúa ofreciendo un tiempo rápido de transferencia de datos, siendo de los más competitivos en el mercado. Tiene un tamaño comparable con la generación M1306B anterior y ya se ha actualizado con nuevas características. El modem FasTrack Supremo ofrece una expansión interna de Socket (IES) de interfaz accesible para uso del cliente. El modem implementa una ampliación de las características de aplicación haciéndolas de modo más fácil. Totalmente certificado, implementa la cuádruple banda 850/900/1800/1900 MHz refiriéndose a la capacidad, además FasTrack Supremo 20 ofrece GPRS / EGPRS clase 10 . Ambas son compatibles con una poderosa plataforma de software abierto (Open AT ®). AT ® que son las instrucciones o el tipo de programación que conllevan los módems. Esto permite a las aplicaciones incrustadas estándar ANSI C ser ejecutadas de forma nativa directamente en el Wireless CPU ®.

El Supremo FasTrack es ahora compatible con la Directiva RoHS 2002/95/CE, que establece los límites para el uso de determinadas sustancias peligrosas restringidas. Esta Directiva establece que "desde el 1 de julio de 2006, nuevos materiales eléctricos y equipos electrónicos puestos en el mercado no contengan plomo, mercurio, cadmio, cromo hexavalente.

RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE EL MODEM WAVECOM FASTRACK SUPREME 2.0

Dicha actividad consistió en la recolección de información y lectura de manuales, guía de usuario y todo documento relacionado sobre la comunicación GPRS, comandos AT y el modem WAVECOM FASTRACK SUPREME 2.0

PRUEBAS PRELIMINARES ENTRE EL MODEM WAVECOM Y LA PC.

El objetivo primordial de esta actividad era el probar que los puertos de comunicación RS-232 tanto de la computadora como del modem, estuvieran en óptimas condiciones para poder establecer una comunicación. Esta prueba se logro conectando un cable de datos con un conector DB 9 hembra de lado de la computadora y un conector DB 25 macho por parte del modem WAVECOM.

CONFIGURACIÓN DEL MODEM WAVECOM PARA LOGRAR UNA COMUNICACIÓN CON UNA APLICACIÓN SERVIDOR TCP/IP.

Para lograr establecer una comunicación con un servidor TCP/IP se siguieron una serie de pasos necesarios para que fuera posible la comunicación entre dos computadoras por medio del modem Wavecom, en la figura 2 se muestra un ejemplo de la secuencia que sigue la comunicación GPRS.

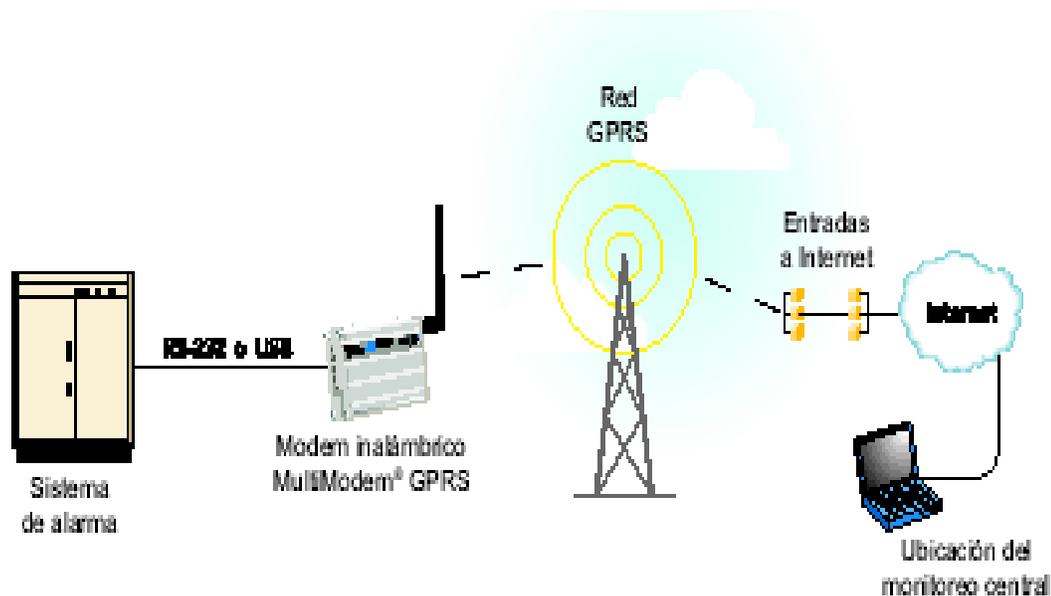


Figura 2. Secuencia de la comunicación GPRS.

INSTALACIÓN DE GABINETE DE CONTROL E INSTALACIÓN DE SENSORES.

Para lograr la automatización de las válvulas sector y para lograr la comunicación GPRS fue necesario un gabinete de control, el cual se muestra en la figura 3 y cuenta con los siguientes elementos:

- 1 fuente de 24 VCD.
- 1 PLC ALLEN BRADLEY MicroLogix 1100
- 1 Modem WAVECOM FASTRACK SUPREME 2.0
- 1 Interruptor termo magnético de 0.5 Amp.
- 2 Reles de 2 contactos a 24 VCD.
- 1 Fuente de 90 VCD
- 37 Clemas

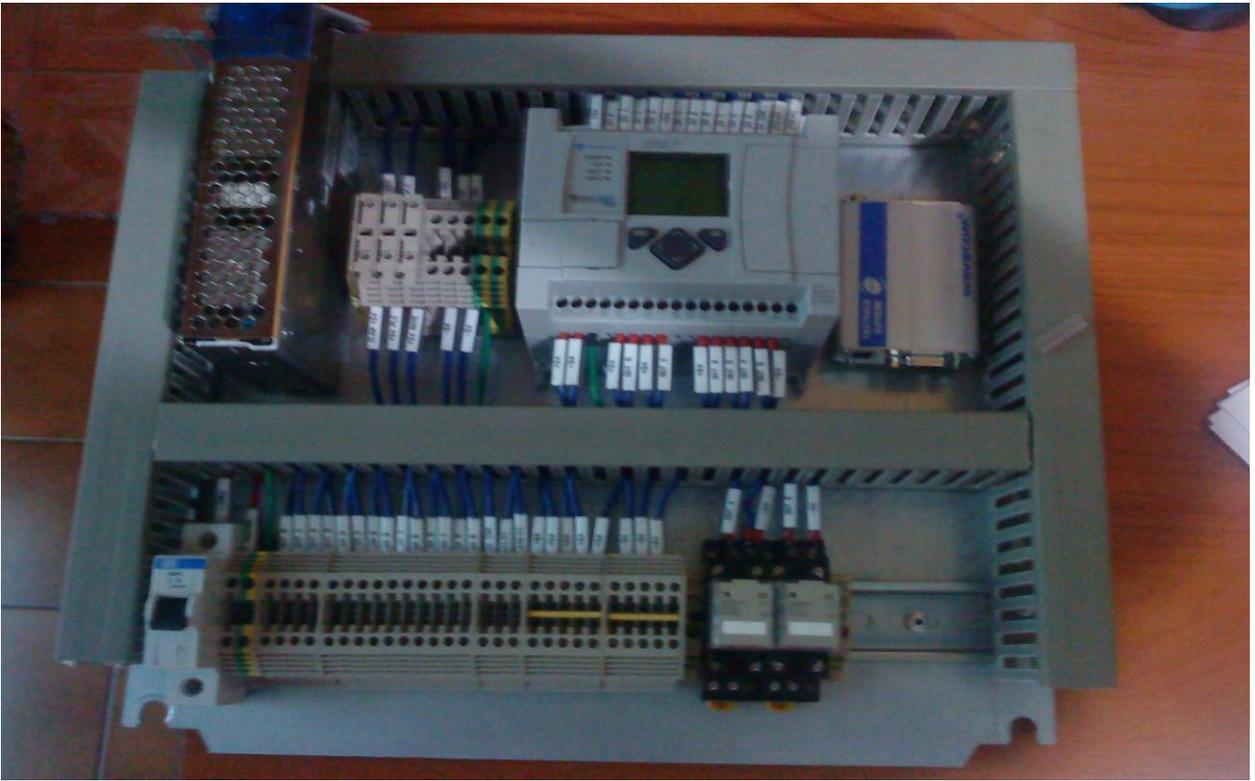


Figura 3. Platina de control

El gabinete de control se instaló en un poste de una altura de 4 metros (figura 4) para poder tirar el cable que a su vez llega a una caja de parcheo (figura 5) dentro del registro donde se encuentra el tren de válvulas.



Figura 4. Instalación del gabinete.

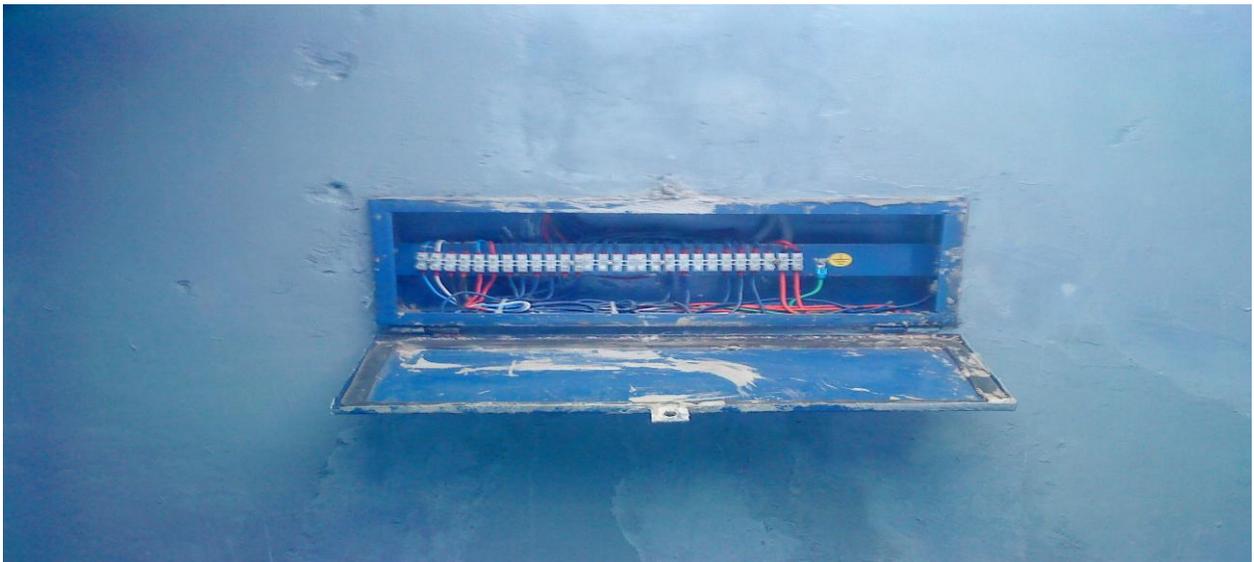


Figura 5. Caja de parcheo

Consecuentemente de la caja de parcheo se procede al cableado de los sensores de flujo y presión además del motor, tales dispositivos se encuentran montados en el tren de válvulas como se puede apreciar en la siguiente imagen (figura 6).



Figura 6. Instalación de sensores y motor en el tren de válvulas.

El objetivo de instalar sensores en el tren de válvulas es para obtener los parámetros reales de presión y flujo que llegan al sector donde se encuentra la válvula y a su vez los sensores envían la señal al PLC para que este procese las señales provenientes de los sensores y los envíe al modem WAVECOM para que haga la transferencia de la información vía GPRS al concentrador remoto. Al llegar la señal al concentrador remoto, este regresara una cadena de caracteres la cual indicara si el motor cierra o abre la válvula de control.

9. RESULTADOS OBTENIDOS

Durante los 5 meses que tiene de inicializado el proyecto y durante tres meses de mi participación del mismo en la ciudad de Puebla, los avances y resultados que se han obtenido son los siguientes:

- Principalmente el lograr establecer una comunicación GPRS entre un MODEM WAVECOM FASTRACK SUPREME 2.0 y una aplicación servidor TCP/IP.
- Se ha logrado una restructuración total en los trenes de válvulas de 15 registros.
- Se han automatizado quince válvulas sector, esto con el objetivo de controlar la presión y el flujo de forma remota, a través del motor. Esto tiene múltiples ventajas ya que la apertura o el cierre de la válvula se dará unos segundos después de que se envíe la solicitud al concentrador remoto y ya no se tendrá que esperar a que recursos humanos acudan al llamado, lo cual resulta mas tardado.

En general se ve un gran avance y cambio en la infraestructura de los registros de la zona piloto donde se aplica este proyecto, todo para lograr un mejor servicio y una mejora en la distribución de este vital liquido.

A continuación se puede observar un antes (figura 7) y después (figura 8) de un tren de válvulas de una válvula sector, se puede notar que la diferencia de infraestructura y de tecnología es muy notoria.

ANTES



Figura 7. Antigua instalación del tren de válvulas.

DESPUES



Figura 8. Nueva instalación del tren de válvulas

9.1 CONCLUSIONES

Al estar dentro de un proyecto de esta magnitud, uno se da cuenta del deterioro y mal estado de las líneas de distribución del agua potable en México, caso concreto en la ciudad de Puebla.

La falta de información de manera rápida y eficaz han ocasionado un descuido en las líneas de distribución, ya que al no tener idea de cuanta presión y flujo llega a una válvula sector, no se sabe con precisión la cantidad de suministro que necesita tal sector, es por eso que las líneas llegan a reventarse por que se le suministra más presión de la necesaria.

El adaptar esta tecnología al sector hidráulico es beneficiado ya que se puede controlar el nivel de agua que se extrae de los pozos y en donde se distribuye, ya que muchas veces el liquido se desperdicia en fugas o simplemente se lo roban, y en cambio con este tipo de adaptaciones en las líneas de distribución, se tiene la clara idea de donde se queda el agua que se extrae.

Si alguna desventaja se le podría encontrar a este proyecto es que el equipo instalado queda muy a la vista de la gente, por lo tanto los registros o gabinetes de control pueden ser víctima de robo o algún daño solo por descuido.

Se espera que con la adaptación de la comunicación GPRS se pueda tener la información concisa del nivel de operación de las 15 válvulas sector que conforman la zona piloto del proyecto SUSI ON LINE.

9.2 REFERENCIAS

Manuales:

AT Command Interface Guide Open AT Firmware R7.2

AT Commands User Guide for Wavecom IP v3.21

AT Commands User Guide for Wavecom IP v5.01

Fastrack Supreme Manual 27/07/07 IESM PTS Rev1

Fastrack Supreme User Guide

**SECUENCIA DE COMANDOS PARA ENVIO DE DATOS GPRS WAVECOM
FASTRACK SUPREME 2.0**

AT+WDWL (Solo la primera vez para cargar la librería)

Ate0 (comando para deshabilitar el eco del MODEM)

AT + CFUN=1

OK

AT+WOPEN=1

OK

AT+ CGATT=1

OK

AT+CMEE=1

OK

AT+WIPBR=1,6

OK

AT+WIPBR=2, 6, 11,"INTERNET.ITELCEL.COM"

OK

AT+WIPBR=2, 6, 0,"WEBGPRS"

OK

AT+WIPBR=4, 6, 0

OK

AT+WIPBR=3, 6, 15

+WIPBR:6,15"10.204.45.189"

OK

AT+WIPCREATE=2,1,"189.175.124.51",7171 (es la configuración que indica la IP y el numero de Puerto al que se quiere comunicar)

OK

+ WIPREADY:2,1

AT+WIPDATA=2,1,1

CONNECT

(Después de esto se escribe lo que se enviara al servidor)

(Teclear +++ para volver al modo AT)

AT+WIPCLOSE=2,1(para cerrar la conexión)

OK

NOTA:

Lo escrito con letras "negritas" son las instrucciones que le mandan al MODEM WAVECOM FASTRACK SUPREME 2.0., el OK y CONNECT son respuestas.