

Centro de monitoreo de parámetros meteorológicos basado en dispositivos móviles.

Monitoring center of meteorological parameters based on mobile devices.

Walter Torres Robledo (1)
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez
waltertorres@elgrupo.mx

Héctor Guerra Crespo (2), Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, hgcespo@hotmail.com

Gloria de J. Escobar Guillén (3), Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, gloriaescobar88@hotmail.com

Geovanni Emmanuel Escobar Trinidad (4), I. T. de Tuxtla Gutiérrez, geovanni-escobar@hotmail.com

Diana Beatriz Vázquez Cruz (5), Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, betty-vazquez10@hotmail.com

Yadira Kristell Vázquez Vázquez (6), I. T. de Tuxtla Gutiérrez, yadira_vazquez_vazquez@hotmail.com

Artículo recibido en agosto 03, 2011; aceptado en diciembre 01, 2011.

Resumen.

En el presente documento se describe el diseño y aplicación de un protocolo de comunicaciones entre dispositivos móviles (teléfonos celulares) y una computadora central, con el objetivo de monitorear a distancia los diferentes parámetros meteorológicos como temperatura, humedad, cantidad de precipitación, velocidad y dirección del viento. El presente trabajo es resultado del proyecto registrado en el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez (CLAVE SII-2010-33) que lleva el mismo nombre de esta publicación, en convenio con el Grupo de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico A.C.

Palabras clave: Dispositivos móviles, Trama PDU, Comandos AT, Protocolos de comunicación.

Abstract.

The present paper describes the design and implementation of a communication protocol between mobile devices (cell phones) and a central computer. The main purpose of this protocol is to establish a new method for the remote monitoring of several meteorological parameters such as temperature, humidity, precipitation amount, speed and wind direction. This work was developed with the collaborative efforts between the Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez (CLAVE SII-2010-33) and the Grupo de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico A.C.

Keywords: Mobile devices, PDU frame, AT Commands, Communication protocol.

I. Introducción.

El cambio climático puede parecer un fenómeno lejano y poco relacionado con las personas. Sin embargo, no lo es. Debido a que el clima conforma y determina el ambiente, cualquier variación de temperatura, de humedad, o de velocidad de vientos tiene repercusiones directas sobre las actividades humanas. Por lo que es necesario mantener un constante monitoreo de estos parámetros ya que pueden cambiar por razones naturales o artificiales.

El monitoreo de parámetros meteorológicos es llevado a cabo por diferentes instituciones tanto gubernamentales como privadas encargadas del desarrollo y protección social. El estado de Chiapas cuenta con el programa: Sistema de Alertamiento ante Fenómenos Naturales aplicado por el Instituto de Protección Civil que consiste en la implementación de una Red de Estaciones Meteorológicas Automatizadas (Fig.1), la cual comprende 13 estaciones distribuidas estratégicamente en la entidad. Los parámetros recolectados son transmitidos a una estación central [4].

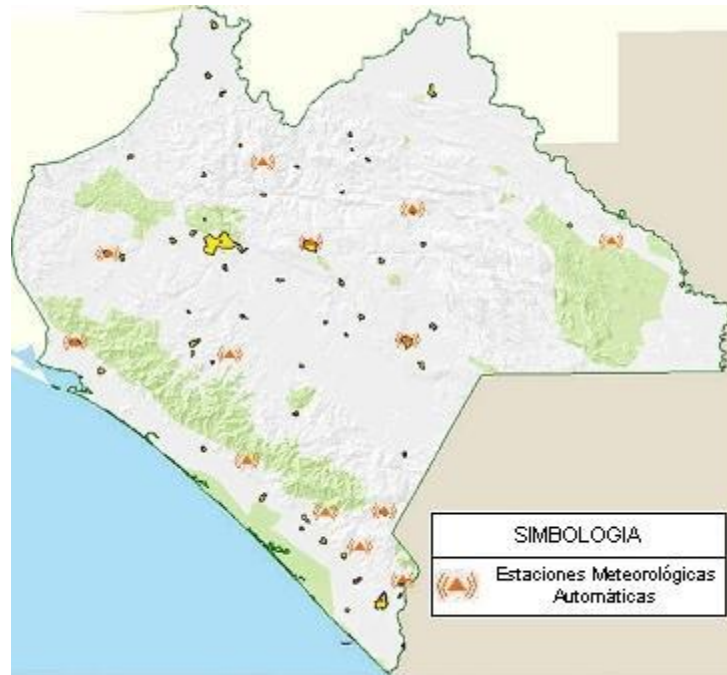


Fig. 1. Estaciones Meteorológicas Automatizadas del Gobierno del Estado de Chiapas

Los monitoreos se realizan a través de estudios periódicos, sin embargo debido al intervalo de tiempo entre los mismos, es difícil llevar a cabo un control actualizado de estos datos.

Con el fin de obtener datos de una manera eficiente, oportuna y fiable de una estación meteorológica, se está aplicando la tecnología *GSM* (*Global System for Mobile Communications*). Un ejemplo de esto es el proyecto “*Diseño de una Estación Meteorológica Autónoma Gestionada mediante mensajes SMS*” realizado en la Universidad Politécnica de Catalunya, en Barcelona, España; consta de un desarrollo de hardware (sensores, la comunicación con el sistema GSM, la alimentación, entre otros) y un desarrollo de software que permite la gestión de usuarios, sensores y las comunicaciones [8].

Otro ejemplo de sistemas de monitoreo de parámetros a distancia es el proyecto “*Monitoreo de parámetros físico-químicos con redes distribuidas de fibra óptica simulando un cuerpo superficial de agua*” desarrollado en el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez tiene como objetivo identificar los principales tipos de contaminantes presentes en el agua. El Sistema de monitoreo consiste en tener una estación central o un servidor Web, al menos cinco estaciones remotas y aplicaciones de medios de comunicación telefónica móvil. Cada estación está conformada por sensores, una interfaz electrónica, un sistema proveedor de energía (panel y batería), un dispositivo móvil y una estructura de protección, mientras que la central: un dispositivo móvil, una interfaz electrónica, una computadora personal, un software, o en su caso, un servidor Web. Los sensores utilizados son cuatro: pH, continuidad (L), temperatura (T) y oxígeno disuelto (OD). Los datos son transmitidos desde un dispositivo móvil (celular), usando un protocolo de comunicación basado en comandos AT, aplicando SMS dirigidos a un servidor Web que se encarga de ponerlos en internet a la disposición del usuario, cuando éste así lo requiera.

El proyecto “Centro de Monitoreo de Parámetros Meteorológicos basado en dispositivos móviles”, pretende crear un sistema de monitoreo que funcione a través de dispositivos móviles conectados en red. Se basa en el diseño y desarrollo de una interfaz electrónica y un protocolo de comunicaciones que permita el envío de parámetros meteorológicos a través de la tecnología GSM y así contribuir en el análisis de los diferentes parámetros meteorológicos para una mejor toma de decisiones. Aunado a esto, la utilización de un sistema de monitoreo facilita la centralización de información y elimina los errores de personal mal capacitado para las observaciones de las mismas. La lectura de los parámetros meteorológicos es constante ya que se cuenta con la capacidad para muestrear en intervalos de tiempo muy cortos, la transmisión de estos parámetros es haciendo uso de comandos AT los cuales permiten enviar mensajes *SMS (Short Message Service)* mediante los teléfonos celulares.

La información que se recopila de este monitoreo es gestionada a través de un software y una base de datos, para posteriormente poder visualizarlos e interpretarlos mediante graficas estadísticas, generar reportes de los datos recabados, y estos están disponibles en la web lo que permite que la tarea del especialista sea eficiente. Con la problemática que existe con los fenómenos climatológicos adversos, los datos obtenidos serán de gran ayuda para mejorar el modelo de prevención de desastres climatológicos para la región.

II. Métodos.

En este apartado se hace una descripción de las herramientas y técnicas empleadas para el desarrollo del sistema de monitoreo, cada una de ellas representa una parte muy importante para llevar a cabo el proyecto.

2.1 Herramientas.

Las herramientas mencionadas a continuación corresponden a las etapas de análisis, diseño y desarrollo del hardware y software.

- Microsoft Visual Studio 2010 [9]. Herramienta de desarrollo para la generación del software de adquisición y concentración de los valores de los parámetros obtenidos y la aplicación web para la visualización y publicación de los mismos en internet.
- MySQL [10]. Servidor de base de datos utilizado para almacenamiento de los valores de los parámetros meteorológicos recabados por la estación.
- CCS CCompiler[3]. Herramienta para generar el código fuente en C para el microcontrolador PIC16F877 encargado de recabar los datos de cada uno de los sensores de la estación meteorológica.
- Proteus ISIS [7]. Herramienta que permite la simulación del diseño del circuito basado en sensores, microcontrolador y comunicación serial, antes de construir un prototipo físico.

2.2 Técnicas.

Los puntos a analizar en este apartado son la forma en que se monitorean los parámetros meteorológicos de manera periódica, el uso de la tecnología móvil, aprovechamiento de la red de telefonía celular y el bajo costo de los mensajes de texto.

2.2.1 Sistema Global para Comunicaciones Móviles

La comunicación en todas partes, con todo el mundo, y en cualquier momento, hoy en día casi se ha alcanzado. La digitalización de los sistemas de comunicación, un enorme progreso en la microelectrónica, la informática y la tecnología de software, la invención de algoritmos eficientes y los procedimientos para la compresión, la seguridad y el procesamiento de todo tipo de señales, así como el desarrollo de protocolos de comunicación flexibles han sido requisitos importantes para este progreso. En la actualidad, se dispone de tecnologías que permiten la realización de los sistemas de comunicación de alto rendimiento y rentables para muchas áreas de aplicación.

Los sistemas de comunicaciones móviles son, en términos generales, aquellos capaces de proporcionar servicios de telecomunicación sobre zonas geográficas extensas y con capacidad para mantener la continuidad de las comunicaciones mientras el usuario se va desplazando. En los sistemas de comunicaciones móviles el principal medio de transmisión son las ondas electromagnéticas [6].

El sistema de comunicación inalámbrica más popular es GSM, proporciona la libertad para deambular dentro de una red, y entre diferentes redes. Los componentes fundamentales en una red GSM se muestra en la Fig. 2.

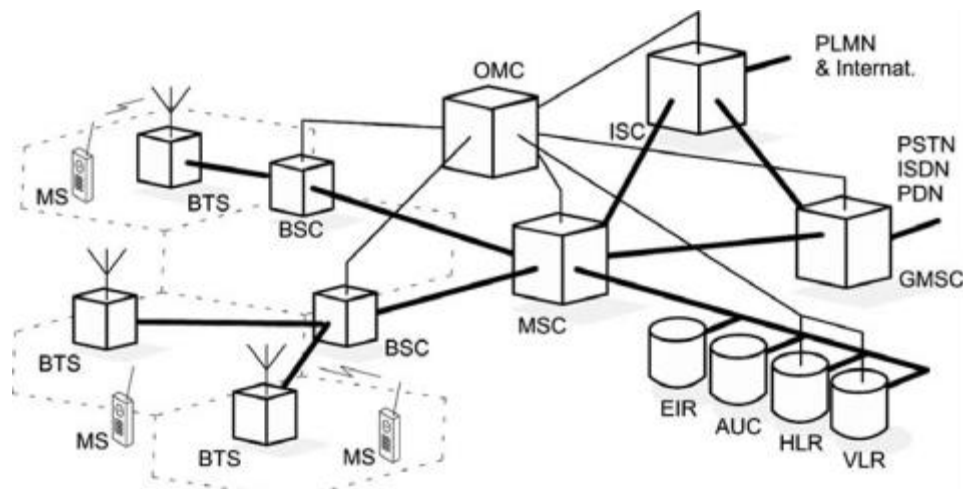


Fig. 2. Arquitectura del sistema GSM

Mobile Station (MS), puede comunicarse de forma inalámbrica con una estación base, llamada *Base Transceiver Station* (BTS) en las redes GSM. BTS contiene el transmisor y el equipo receptor, como antenas y amplificadores, así como algunos componentes de la señal y el procesamiento de protocolos.

A fin de mantener las estaciones base pequeñas, el control y la inteligencia esencial del protocolo reside en el llamado *Base Station Controller* (BSC). En la práctica, BTS y BSC están conectados por líneas fijas o de punto a punto de enlaces de radio. BTS y BSC en conjunto forman la red de acceso radio.

El tráfico combinado de los usuarios se canaliza a través de un interruptor, llamado *Mobile Switching Center* (MSC). Realiza todas las funciones de conmutación, de un nodo de conmutación en una red de telefonía fija, por ejemplo, una Red Digital de Servicios Integrados (RDSI).

Las llamadas con origen o terminación en la red fija son manejadas por un dedicado *Gateway Mobile Switching Center* (GMSC). La interconexión de una red celular y una red fija se realiza mediante *Interworking Function* (IWF), necesaria para asignar los protocolos de la red celular en las de la red

fija correspondiente. Las conexiones a otras redes móviles o internacionales suelen ser conducidas a través del *International Switching Center* (ISC) de los respectivos países.

Una red GSM también contiene varios tipos de bases de datos: *Home Location Register* (HLR) y *Visited Location Register* (VLR), esto es necesario ya que la red debe conocer la celda actual de un usuario para establecer una llamada a la estación base correcta. Además, estos registros se guardan los perfiles de los usuarios, que son necesarios para el cobro y facturación y otras cuestiones administrativas.

Otras bases de datos relacionadas con funciones de seguridad son: *Authentication Center* (AUC) que almacena claves utilizadas para la autenticación del usuario y *Equipment Identity Register* (EIR) que registra datos de los equipos en lugar de datos de suscriptor.

La gestión de la red se organiza desde un lugar central, *Operation and Maintenance Center* (OMC). Sus funciones incluyen la administración de suscriptores, terminales de carga de datos, configuración de red, operación, monitoreo y mantenimiento de la red [6].

Los servicios básicos en una red GSM son:

- Servicios portadores. Proporcionan la capacidad de transferencia entre terminales conectados a la red GSM local.
- Teleservicios. Son la telefonía (voz), llamadas de emergencia, servicio de mensajes cortos (SMS).

Comandos AT.

La tecnología GSM contiene las funciones esenciales para el apoyo a la movilidad personal, especialmente en lo que respecta a la identificación y autenticación de usuarios, y para la localización y administración de usuarios de telefonía móvil.

Cada terminal GSM implementa su juego de comandos AT; los comandos AT, son un “lenguaje” que permite realizar comunicaciones con el módem [1].

Después de ejecutar un comando, el módem regresa un código de resultado de confirmación. A continuación se describen los comandos AT utilizados en el proyecto, los comandos deben ir precedidos por AT, Tabla 1.

Tabla 1. Descripción de Comandos AT.

Comandos	Función
+CFUN	Apaga/Enciende la terminal. 0=Apagar 1=Encender
+CGMI	Devuelve información del fabricante del móvil.
+CBC	Estado de la batería y nivel de carga.
+CMGF	Formato de los SMS. 0= Modo PDU 1= Modo texto.
+CMGS	Enviar mensajes SMS, indicar longitud PDU, finalizar con CTRL+Z
+CMGR	Leer mensaje. 0= Sin leer 1= Leídos 2= Sin enviar 3= Enviados 4= Todos

Trama PDU.

Hay dos formas de tratar los mensajes SMS:

- Modo texto.
- Modo PDU.

El modo *PDU* (Unidades de Datos de Protocolo). La estructura dentro de la cual viaja un SMS se le denomina *PDU* la cual además de llevar la información propia del mensaje de texto, lleva otra serie de caracteres con los que se pueden hacer algunas funciones de control en la presentación del mensaje. Una de las principales ventajas que este modo presenta, es que el mensaje antes de ser enviado a la red debe pasar por un algoritmo, el cual hace una codificación a nivel de bits con lo que si el mensaje se intenta leer no podrá ser interpretado a primera vista [2]. A continuación se muestra el formato *PDU*, Tabla 2.

Tabla 2. Contenido de la Trama *PDU*.

	DCS	TIPO PDU	DD	PID	NR	COD	PV	LD	DATOS
Bytes	1-12	1	2-12	1	1	1	1-7	1	0-140

Donde:

DCS: Dirección del Centro de Servicio.

TIPO PDU: Describe detalles del entramado.

DD: Dirección destino.

PID: Protocolo de Identificación.

NR: Número de referencia.

COD: Codificación de la trama de datos (7, 8 ó 16 bits).

PV: Periodo de vigencia del SMS.

LD: Longitud de la cadena de datos.

DATOS: El mensaje a enviar codificado.

III. Desarrollo.

El desarrollo del proyecto está basado en el modelo V [11], que hace referencia al ciclo de vida de sistemas embebidos. El modelo en V define las siguientes etapas de desarrollo:

- *Definición de especificaciones (Fase 1)*: Se deben definir y documentar los diferentes requisitos del sistema a desarrollar, identificando los valores numéricos más concretos posibles. Entre ellos debe estar la especificación del nivel de integridad, o SIL, en caso de ser requerido.
- *Diseño global (Fase 2)*: También llamado diseño de alto nivel. Su objetivo es obtener un diseño y visión general del sistema.
- *Diseño en detalle (Fase 3)*: Consiste en detallar cada bloque de la fase anterior.
- *Implementación (Fase 4)*: Es la fase en la que se materializa el diseño en detalle.
- *Test unitario (Fase 5)*: En esta fase se verifica cada módulo Hardware y Software de forma unitaria, comprobando su funcionamiento adecuado.
- *Integración (Fase 6)*: En esta fase se integran los distintos módulos que forman el sistema. Como en el caso anterior, ha de generarse un documento de pruebas. Por una parte, se debe comprobar en todo el sistema el funcionamiento correcto, y por otra, en caso de tratarse con un sistema tolerante a fallos, debe verificarse que ante la presencia de un fallo persiste el funcionamiento correcto. Se comprueba el cumplimiento de los requisitos establecidos.
- *Test operacional del sistema (Fase 7)*: Se realizan las últimas pruebas pero sobre un escenario real, en su ubicación final, anotando una vez más las pruebas realizadas y los resultados obtenidos

En los apartados siguientes se muestran cada uno de los diagramas utilizados para este modelo.

3.1 Diagramas a bloques.

La estación meteorológica es un equipo de adquisición, transmisión remota y concentración de datos meteorológicos que permite el almacenamiento y transmisión de los mismos a un centro de proceso de datos (centro meteorológico), Fig. 3.

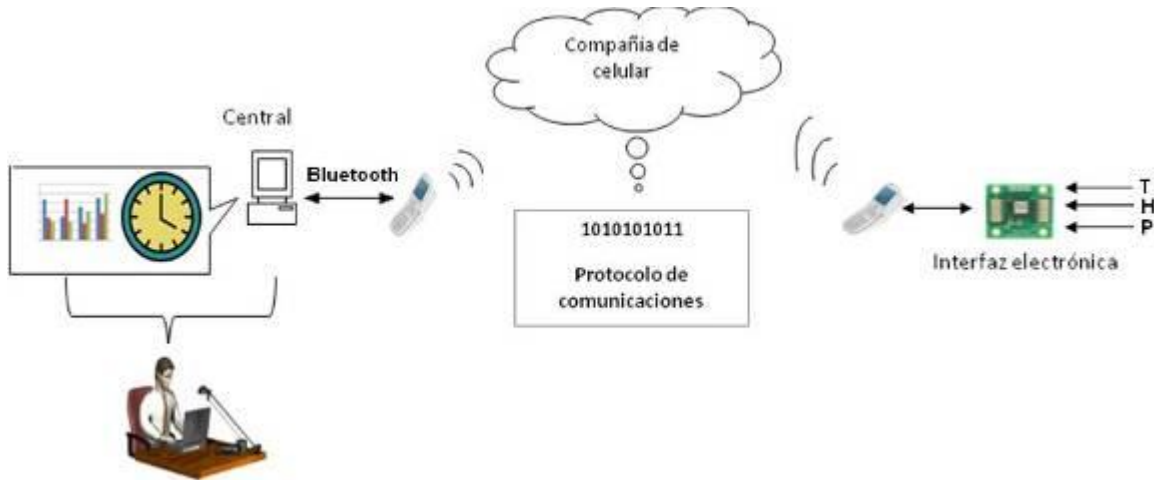


Fig. 3. Diagrama a bloques del sistema de monitoreo de parámetros meteorológicos.

El centro meteorológico consta de una PC en la cual se lleva a cabo el tratamiento de los datos obtenidos. La comunicación realizada entre la estación meteorológica y el centro meteorológico es remota por medio de teléfonos celulares, GSM.

La estación meteorológica obtiene datos meteorológicos como velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad, precipitación. Estos datos son enviados por teléfonos celulares a través de SMS.

Su operación y control, así como la visualización de datos, se hacen de modo remoto desde un centro de observación, dándole así al usuario mayores prestaciones y ventajas sobre los equipos convencionales al utilizar la comunicación con tecnología GSM.

3.2 Diagrama de flujo.

El programa del microcontrolador es simple (Fig.4). A continuación se describen los procesos:

- 1.- Al iniciar la ejecución del programa lo primero que se hace es configurar el microcontrolador (entradas del convertidor analógico-digital, interrupciones, etc.).
- 2.- Leer el ADC del microcontrolador, el cual contiene los datos obtenidos de cada uno de los sensores y se hace la conversión a 10 bits.
- 3.- Convertir los nuevos datos a la trama PDU.
- 4.- Construir el formato completo de la trama PDU.
- 5.- El microcontrolador se encarga de enviar trama completa, utilizando comandos AT.
- 6.- Esperar un tiempo y recibe un "OK", como respuesta.

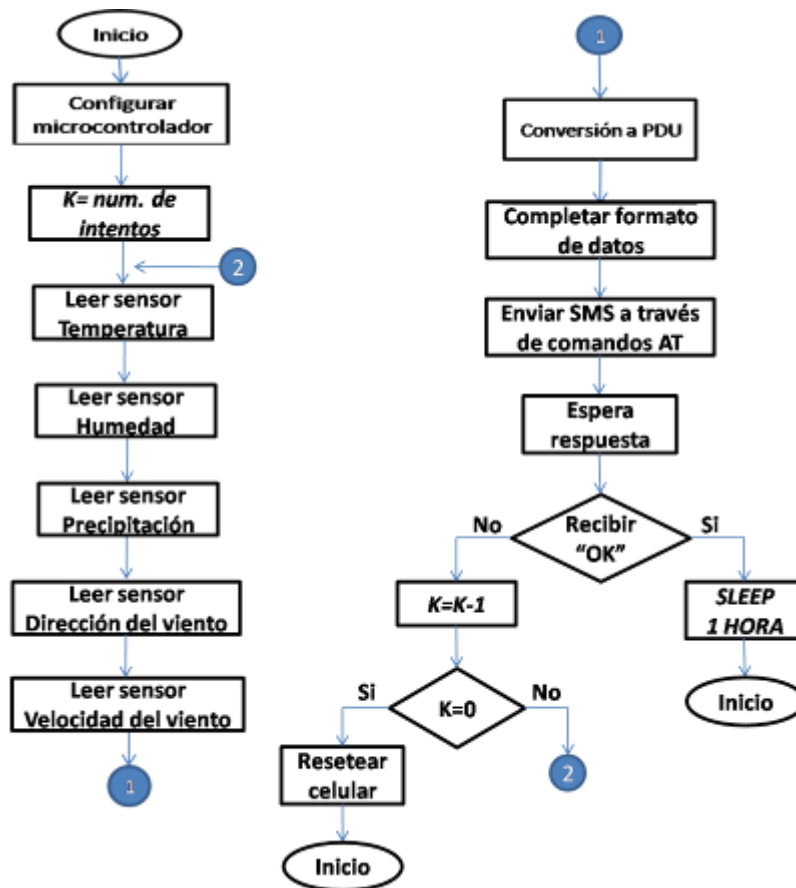


Fig.4. Diagrama de Procesos realizados por la estación meteorológica.

3.3 Diagramas Esquemático.

A continuación se presenta el diagrama esquemático, básico, de la interfaz electrónica para la comunicación entre el microcontrolador y el teléfono celular (Fig. 5). En la interfaz electrónica los sensores están conectados al microcontrolador, el cual obtiene los valores de cada uno de los sensores los codifica en tramas PDU y las envía haciendo uso de comandos AT en forma de SMS, mediante el teléfono celular [13].

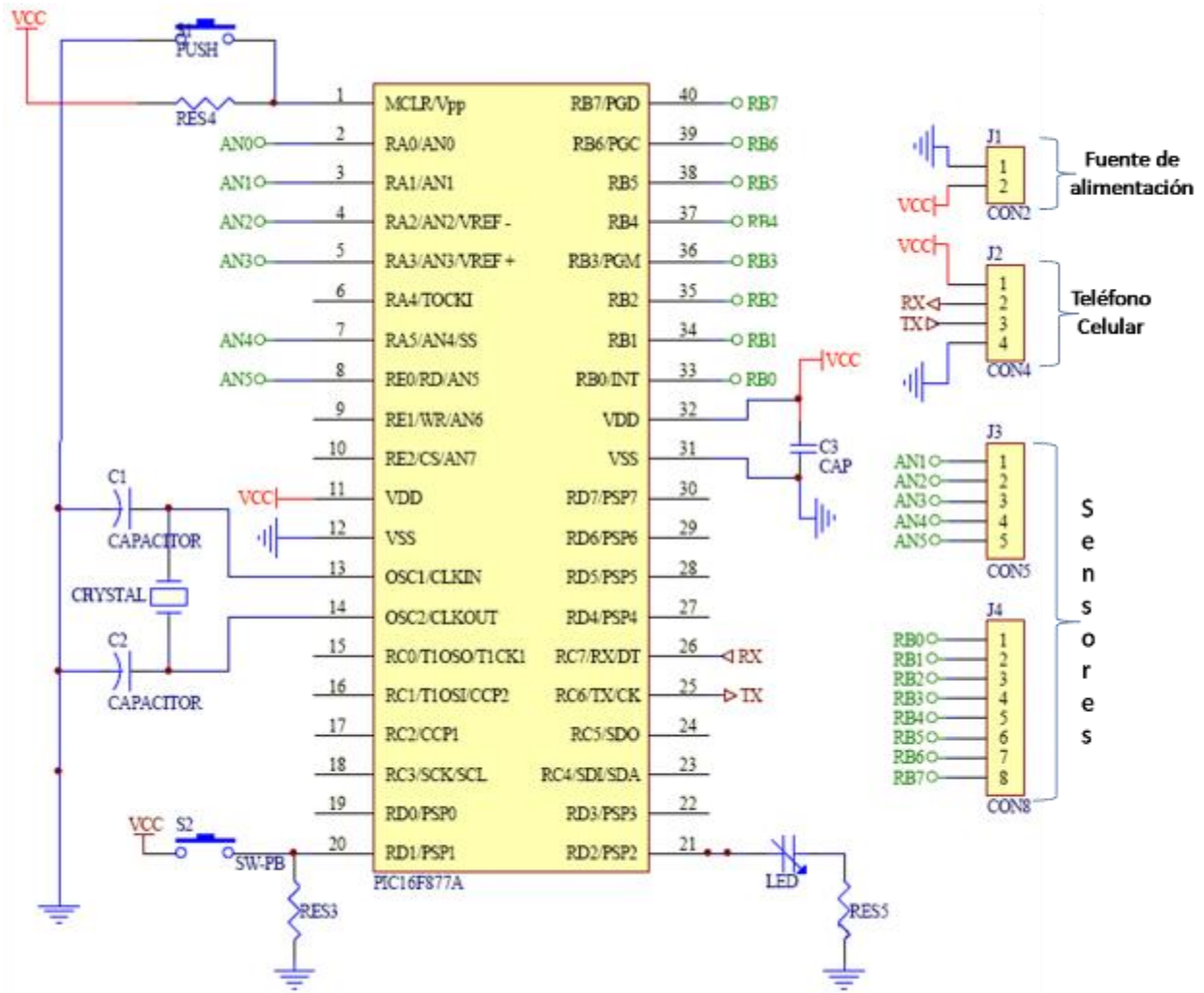


Fig. 5 Diagrama esquemático, básico, de la interfaz electrónica.

3. 4 Diseño del sistema.

El sistema de monitoreo remoto está formado por 3 módulos:

1. Interfaz electrónica.
2. Protocolo de comunicaciones.
3. Software de adquisición de datos.

3.4.1 Interfaz electrónica.

A continuación se describen las actividades para la interfaz electrónica, Fig. 6.

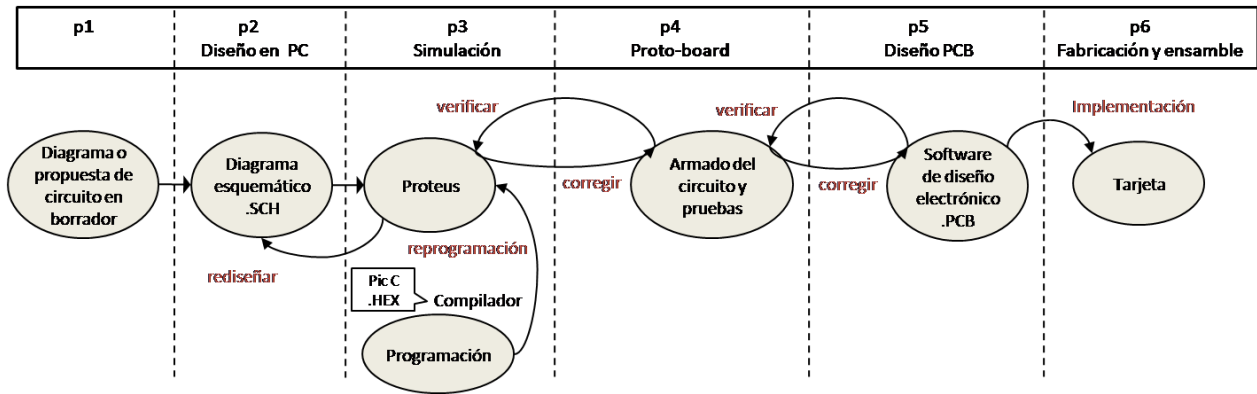


Fig.6. Diagrama de Procesos.

Descripción de procesos:

p1: Hacer la propuesta del circuito a realizar en borrador, tomando en cuenta todas las consideraciones.

p2: Elaborar un diagrama esquemático a partir del borrador realizado, en el programa Proteus ISIS.

p3: Realizar la simulación en el programa Proteus ISIS, en caso que falle se hace el rediseño del esquemático.

Hacer la programación del microcontrolador en PIC C; en caso de que falle habrá que reprogramar:

- Comunicación Microcontrolador - Teléfono celular. Consistió en lograr manipulara través de comandos AT un dispositivo móvil, en este caso el celular Sony Ericsson K300 cumplió los requisitos que se necesitaban, ya que cuenta con líneas de transmisión(TX) y recepción (RX)de datos y acepta comandos AT. Para el envío de mensajes de texto maneja el formato de PDU.
- Diseñar y programar la trama PDU. El entramado de datos en PDU para su transmisión vía SMS por medio del celular llevó un poco más de tiempo del considerado debido a la dificultad de comprender bien el formato PDU.

p4: Una vez que los pasos anteriores funcionen correctamente se arma el circuito en un proto-board para hacer las pruebas de manera física, verificando y corrigiendo con la simulación realizada anteriormente.

p5: Diseñar el PCB en el software de diseño electrónico.

p6: Finalmente se implementa haciendo el proceso de fabricación y ensamblaje de la tarjeta, Fig.7.



Fig.7. Interfaz Electrónica (prototipo)

El programa del microcontrolador, de la interfaz electrónica, es muy simple y contiene las funciones para enviar los datos obtenidos de los sensores a través de SMS en formato PDU. A continuación se describen las partes que la componen, Fig.8.

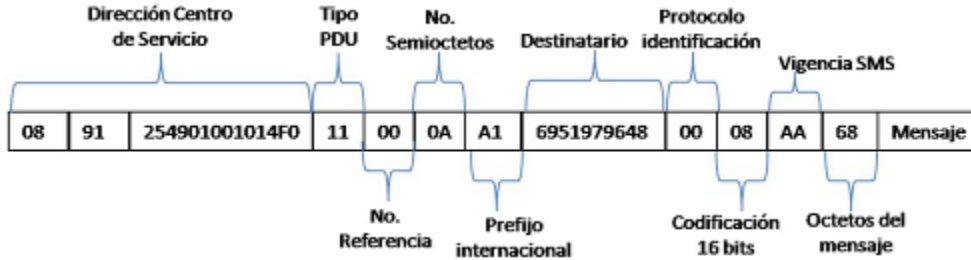


Fig.8. Descripción de la trama PDU

La estructura del mensaje que se envía es la que se muestra en la Fig.9.

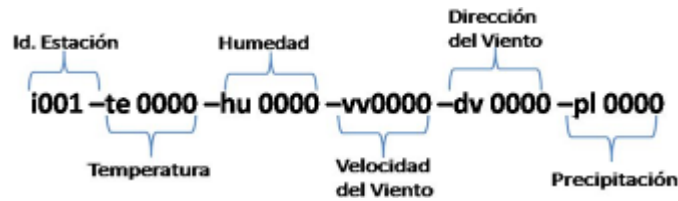


Fig.9. Contenido del mensaje enviado

3.4.2 Protocolo de comunicación.

Un protocolo de comunicación está formado por un conjunto de reglas y formatos de mensajes establecidas a priori para que la comunicación entre el emisor y un receptor sea posible.

Tres elementos clave:

- Sintaxis: formato de los mensajes (datos + comandos).
- Semántica: significado de los comandos.
- Secuencia y temporización: adecuado de las acciones que se toman respecto de los comandos.

Existen diversos protocolos que permiten el control de errores en la comunicación entre emisor y receptor. Uno de ellos es el protocolo de Parada y Espera, en este método el emisor espera una respuesta después de cada trama que se envía. Sólo se podrá enviar la siguiente trama cuando se recibe la respuesta [5].

Las reglas del Protocolo de Comunicación entre el microcontrolador y el teléfono celular (Fig. 10) son las siguientes:

1. El microcontrolador envía trama al dispositivo móvil central (DMC) y espera un tiempo "T" para recibir un "OK" como respuesta.
2. El DMC recibe trama, haciendo uso de comandos AT, y responde con un "OK" al microcontrolador.
3. Si el microcontrolador no recibe respuesta después de un tiempo "T", entonces ir al paso 1 "K" veces.
4. Si el número de repeticiones K es cero, reiniciar el celular.

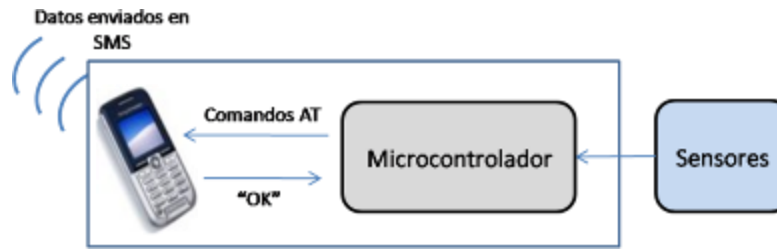


Fig. 10. Descripción del Protocolo de comunicación entre el microcontrolador y el teléfono celular.

3.4.3 Software de adquisición de datos.

El mensaje de texto con los datos obtenidos de los sensores son enviados al Centro Meteorológico, el cual cuenta con un sistema que incluye un teléfono celular y un software, para la adquisición e interpretación de los valores del mensaje enviado[12].

El software de adquisición consta de varios apartados, a continuación se describen los más destacados.

- Configuración. Permite configurar la conexión con el dispositivo móvil, vía bluetooth y la conexión a la base de datos, Fig. 11.

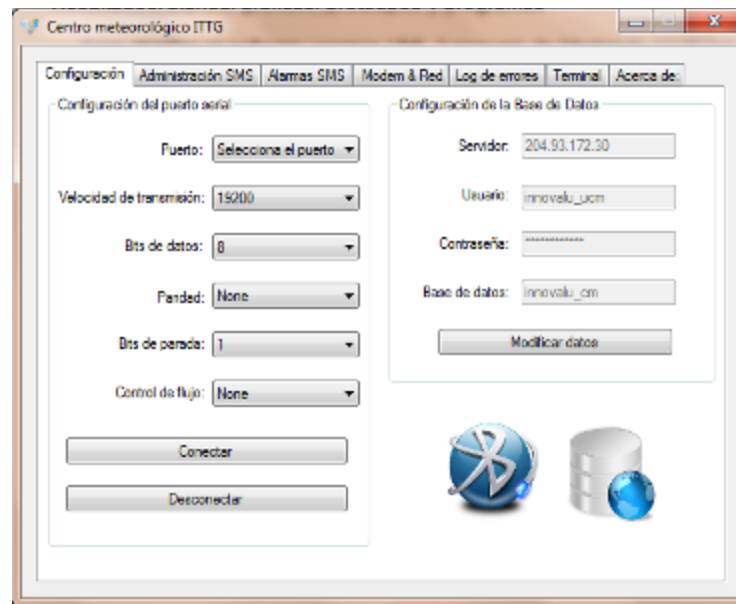


Fig. 11. Configuración del software de adquisición de datos.

- Administración SMS. Permite administrar los mensajes que existen en la bandeja de entrada del celular, Fig. 12. Posteriormente estos datos almacenados presentados a través de graficas en el sitio web (Fig.13).

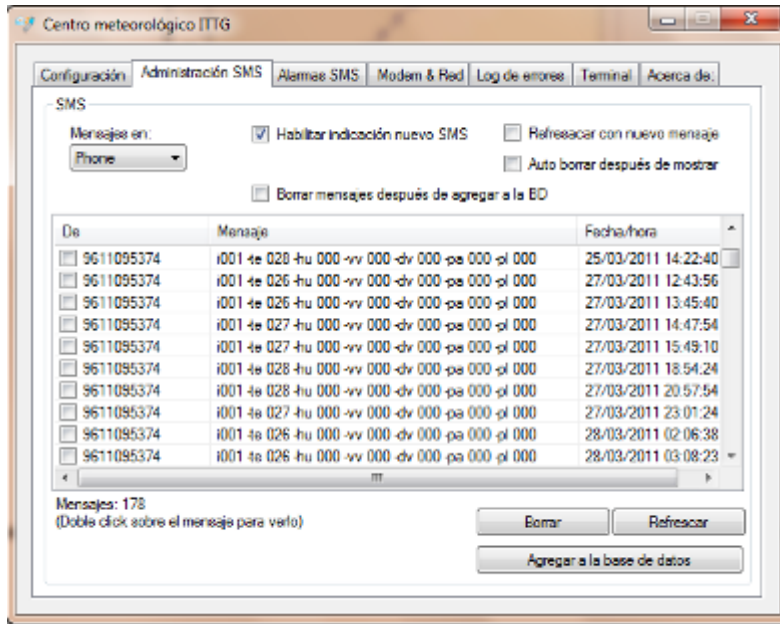


Fig. 12. Administración de SMS.

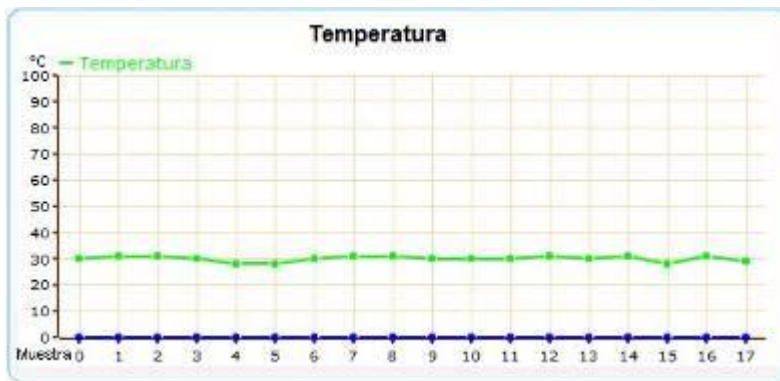


Fig. 13. Gráfica correspondiente al parámetro de temperatura presentada en el sitio web.

3. 5 Relación de herramientas utilizadas.

Tabla 3. Relación de herramientas utilizadas.

	Procesos generales	Procesos particulares	Herramienta
1	Interfaz electrónica	Diseño y simulación	Proteus ISIS
2		Programación del microcontrolador	CCS C Compiler
3	Software de adquisición de datos	Interfaz de usuario	Microsoft Visual Studio 2010 (Visual C#), MySQL
4		Administración de SMS	

Conclusiones.

En el presente trabajo se logra la adquisición y transmisión remota de datos a través de la comunicación entre el microcontrolador y el teléfono celular por medio de comandos *AT*, lo que permite el monitoreo de parámetros meteorológicos.

La tecnología celular lleva muchos años en el mercado y evoluciona día a día, por lo que el sistema no se verá obsoleto muy pronto. La integración de un conjunto de tecnologías de vanguardia como ésta, le da a este proyecto un grado de innovación, que al menos en Chiapas su implementación es muy poco conocida.

El desarrollo de este proyecto y el monitoreo realizado permite el análisis y la toma de decisiones a través de los datos obtenidos, considerando que se puedan conformar redes de estaciones meteorológicas automáticas como herramientas de monitoreo a distancia con aplicaciones en diversos campos. Con lo anterior se logra un mayor beneficio para la sociedad cuando se cuenta con la disponibilidad de compartir y difundir la información recopilada.

A futuro se considera realizar mejoras en las interfaces del Hardware, utilizando Módems GSM/GPS como sistemas abiertos, para evitar la dependencia de marcas y modelos de dispositivos móviles; además de implementar nuevos métodos de ahorro de energía, con el objetivo de optimizar los tiempos de comunicación y a la vez reducir tamaños de los dispositivos generadores de energía.

Referencias Bibliográficas.

- [1] **Bansal, N., Srivastava, P., Mukherjee, A., Panjiyar, P., Mourya, P.** (2008). *Transport security using mobile technology*, acceso 25/05/2011, http://www.ieee.org/publications_standards/index.html
- [2] **Benítez Olivo, Edgar Eduardo y Moya Osorio Diana Pamela** (2008). *Prototipo de una Tarjeta para el Control y Localización Vehicular utilizando mensajes SMS*, acceso 20/09/2011, <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/173/1/T-ESPE-020222.pdf>
- [3] **CCS.** (2011). *Compilador C*, acceso: 20/06/2011, <http://www.ccsinfo.com/content.php?page=compilers>.
- [4] **Instituto de Protección Civil.** (Año no indicado). *Red de estaciones Meteorológicas Automáticas*, acceso: 10/07/2011, <http://www.proteccioncivil.chiapas.gob.mx/nSite/monitoreos.php?action=22>.
- [5] **Jamrich Parsons, June.** (2008). *Conceptos de Computación: nuevas perspectivas*, décima edición, CengageLearning, pp.244, ISBN-10:970-686-834-8, México.
- [6] **JörgEberspächer, Hans-JörgVögel, Christian Bettstetter, Christian Hartmann** (2009). *GSM - Architecture, Protocols and Service*, tercera edición, WILEY, pp.43-44, ISBN 978-0-470-03070-7, Inglaterra.
- [7] **LabcenterElectronics.** (año no indicado). *Proteus VSM*, acceso: 20/06/2011, http://www.labcenter.com/products/vsm_overview.cfm.
- [8] **Lujan de Francisco, Jorge.** (2008). *Diseño de una Estación Meteorológica Autónoma gestionada mediante mensajes SMS*, acceso 25/09/2010, <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/6137/1/memoria.pdf>.
- [9] **Microsoft.**(2011). *Introducción a Visual Studio*, acceso: 20/06/2011, <http://msdn.microsoft.com/es-MX/library/fx6bk1f4.aspx>.
- [10] **MySQL.**(2011). *MySQL 5.0 Manual de Referencia*, acceso: 20/06/2011, <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.0/es/what-is.html>.

[11] **Pérez, A., Berreteaga, O., Ruiz de Olano, A., Urkidi, A., Pérez, J.** (año no indicado). *Una metodología para el desarrollo de hardware y software embebidos en sistemas críticos de seguridad*, acceso 22/09/2011, [http://www.iiisci.org/journal/CV\\$/ris-ci/pdfs/C863GM.pdf](http://www.iiisci.org/journal/CV$/ris-ci/pdfs/C863GM.pdf)

[12] **QianZhicong, LuoDelin, Wu Shunxiang.** (2009). *Analysis and Design of A Mobile Forensic Software System Based on AT Commands*, 20/05/2010, http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=4810559.

[13] **Sommerville, Ian.** (2005). *Ingeniería de Software*, séptima edición, Prentice Hall, pp. 130-142, ISBN: 84-7829-074-5, Madrid.

Información de los autores



Walter Torres Robledo, Maestro en Ciencias en Ingeniería en Electrónica graduado en el Instituto Tecnológico de Toluca, actualmente es catedrático del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, ha sido director varios proyectos de investigación registrados con apoyos de CONACyT, premio estatal de innovación 2005 y 2006, premio nacional de ahorro de energía 2010.



Héctor Guerra Crespo es Doctor en Sistemas Computacionales por la Universidad del Sur, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, en 2011. Es profesor en el área de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez y en el área de Licenciatura en Sistemas Computacionales de la Universidad Autónoma de Chiapas, en ambas desde 1995, líder del cuerpo académico “tecnologías de información para el desarrollo regional” donde impulsa el área de trabajo “aplicaciones sobre mapas”.



Gloria de Jesús Escobar Guillén es Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, en 2011. Pertenece al Grupo de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico A.C. (GICDT AC), desde Diciembre del año 2009, se especializa en lenguajes de programación y herramientas web como: visual C#, PHP, ASP, CSS, entre otros, cuenta con conocimientos en Sistemas Manejadores de Datos como: MySQL y SQL Server.



Geovanni Emmanuel Escobar Trinidad es Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, se especializa en lenguajes de programación y herramientas web como PHP, ASP, AJAX, C#, Wordpress, manejadores de base de datos como MySQL y SQL Server, también cuenta con formación relacionada con marketing en línea, arquitectura de información, y SEO.



Yadira Kristell Vázquez Vázquez es ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, en 2011. Es integrante del Grupo de Investigación Científica y de Desarrollo Tecnológico A.C., con el cual ha sido acreedora del premio Nacional de Ahorro de Energía Eléctrica 2010, se especializa en lenguajes de programación y herramientas web como: C, C#, ASP.Net, PHP, SQL Server 2008, MySQL, desarrollo e implementación de Interfaces Electrónicas.



Diana Beatriz Vázquez Cruz es Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, en 2011. Pertenece al Grupo de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico A.C., con el cual ha sido acreedora de diversos premios entre los que destaca el Premio Nacional de Ahorro de Energía en el 2010. Ha colaborado en proyectos de investigación relacionados con dispositivos móviles, microcontroladores y comandos AT. Se especializa en lenguajes de programación: C, Visual C# (sharp) y JAVA, manejadores de bases de datos: MySQL y SQL Server y en herramientas web como PHP y ASP.NET.