

Diseño e implementación de un datalogger para la transmisión de información de sensores remotos de lluvia por medio de una red GSM o GPRS

Veintimilla R. Jaime^{*1}, Capelo U. Patricio^{**3} y Cisneros E. Felipe^{***2}

¹Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Cuenca

²Programa para el manejo del agua y el suelo (PROMAS), Universidad de Cuenca

³Departamento de Aseguramiento de Ingresos de Telecomunicaciones de ETAPA EP.

Resumen

La transmisión en línea de la información de lluvia que se genera en determinadas zonas, es un problema que se encuentra latente en muchas de las organizaciones que se encargan de llevar a cabo monitoreos, esto, debido a que poseen muchos tipos de sensores o estaciones de diferentes marcas y la mayoría de estos dispone de una manera específica de almacenar la mencionada información o simplemente no permite el envío automático de ésta. Con el objetivo de crear una base de datos centralizada de información de lluvia, se creó este mecanismo electrónico (datalogger) que permite tomar los datos generados y enviarlos mediante la red celular, haciendo uso de los mensajes de texto corto (SMS por sus siglas en inglés) hacia un servidor central en una organización.

Con la creación de este mecanismo, se asegura que todos estos datos serán transmitidas en tiempo real sin importar la marca del sensor o el fabricante, y con esto poder alimentar muchos sistemas que trabajan con información en línea tales como: alertas tempranas o simplemente para prevenir desastres naturales.

* jaime.veintimilla@ucuenca.edu.ec

** pcapelo@etapa.net.ec

*** felipe.cisneros@ucuenca.edu.ec

1. Introducción

En la actualidad existen muchas organizaciones tanto privadas como públicas que se dedican al monitoreo de ciertas zonas y de varios parámetros climáticos como: lluvia, caudal, etc. Estas organizaciones han invertido una gran cantidad de dinero para la instalación de estaciones remotas que permiten obtener la mencionada información y utilizarla como entrada para muchos sistemas específicos.

En el mercado actual existen muchos proveedores de estos equipos. Es común que las organizaciones dispongan de equipos producidos por diferentes proveedores, es decir, cada uno de ellos tendrá una manera específica de leer y almacenar la información, haciendo con esto difícil la centralización automática de los datos que se producen por cada uno de los sensores remotos existentes dentro una red de monitoreo [2].

Como solución a este problema se planteó la creación de un sistema de almacenamiento de eventos (datalogger) que permita tomar la información de lluvia generada en un determinado instante y enviarla a un servidor central de manera inmediata por medio de mensajes SMS (Short Message Service)¹ generados en el sensor y enviados mediante la utilización de un modem a través de la red celular para ser recibidos también por un modem que se encuentra conectado a un servidor central, para procesar la información y proceder a almacenarla en la base de datos correspondiente.

El objetivo principal de este trabajo fue la creación de un mecanismo electrónico que permita almacenar los eventos de lluvia que se presenten y enviarlos por mensajes de texto corto por la red celular hacia un servidor centralizado y con esto obtener la entrada para diferentes sistemas de alerta temprana o prevención de desastres. Adicionalmente, se plantea que con la utilización de este dispositivo, ya no se dependería de cierta marca o proveedor en cuanto hace referencia al formato en que se obtendría la información.

2. Componentes

2.1. Sensor de lluvia

El sensor de lluvia analizado consta de dos partes principales:

- Un transductor formado por un balancín mecánico y un pulsante tipo SPST con basculante magnético activado por el balancín mecánico. El pulsante magnético tiene un funcionamiento discreto, con señalización de presencia / no presencia, por cada accionamiento del balancín (figura 1).

¹El servicio de mensajes cortos, servicio de mensajes simples o SMS (Short Message Service) es un servicio disponible en los teléfonos móviles que permite el envío de mensajes cortos (también conocidos como mensajes de texto, o más coloquialmente, textos) entre teléfonos móviles que inventó un finlandés, Matti Makkonen junto al GMS en 1985.



Figura 1: Sensor de lluvia

- Un sistema electrónico de almacenamiento de eventos (Event Data Logger), que registra las activaciones del sensor y la hora del evento (figura 2).



Figura 2: Data logger

Las características del que posee el data logger son las siguientes:

- Capacidad de almacenamiento: 8000 eventos
- Tipo de evento: Cierre / Apertura de contacto eléctrico

- Resolución de eventos: 0.5 segundos
- Duración mínima de eventos: 20 uS
- Legible y relanzable en campo
- Hora / fecha de lanzamiento programable
- Modos de memoria: Detenerse cuando esté lleno y/o sobrescribir. Memoria
- EEPROM no volátil para retención de datos de eventos cuando se presenten fallas en el sistema de baterías Led
- de confirmación de operaciones Alimentación:
- Pila de litio tipo CR-2032
- Rango de temperatura: -20C a +70C
- Tolerancia de tiempo: 1 minuto por semana a 20C

3. Parámetros de importancia para el desarrollo

El sensor de lluvia se comunica por medio del puerto serial con el computador y utilizando una aplicación fabricada por el proveedor. El protocolo de comunicación es propietario y requirió ser analizado para luego ser emulado por el microcontrolador que hará las veces del computador local. Este análisis es especialmente crítico, pues de los resultados del mismo depende la posibilidad de utilizar el sistema integro o requiere el diseño de un nuevo data logger de fácil lectura de datos a transmitir.

Luego de un análisis exhaustivo del protocolo se consiguió emular el computador local mediante un microcontrolador conectado directamente al sensor. Con un firmware desarrollado específicamente para la emulación de este protocolo, se consigue obtener los datos almacenados en el sistema que luego serán procesados y transmitidos desde la estación remota hacia la estación local.

3.1. GSM / GPRS

GSM, se puede dedicar tanto a voz como a datos. GSM emplea una modulación GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying) obtenida a partir de una modulación MSK que es un tipo especial de FSK. Para el acceso en el inter- faz radio o Abis se utiliza el sistema TDMA de banda estrecha (Time Division Multiple Access) entre la estación base y el teléfono celular utilizando 2 de canales de radio de frecuencia dúplex. Para minimizar las fuentes de interferencia y conseguir una mayor protección se utiliza el (frequency hopping) o salto en frecuencia entre canales, con una velocidad máxima de 217 saltos/S. y siempre bajo mandato de la red [3]. Una conexión de datos, permite que el usuario utilice el móvil como un módem de 9600 bps, ya sea en modos circuito o paquetes en régimen síncrono /asíncrono.

También admiten servicios de datos de una naturaleza no transparente con una velocidad neta de 12 kbits/s

De acuerdo con las cifras suministradas por la organización 3G Americas, en Colombia el 89 % de los celulares operan bajo el estándar GSM, mientras que en Argentina esta cifra llega al 87 %, en México al 80 %, en Brasil al 65 % y en Venezuela al 30 %, países como Cuba que comienza a extender su red solo lo hace en tecnología GSM [3].

Las operadoras en el Ecuador trabajan con las siguientes tecnologías:

OPERADORA	TECNOLOGÍA
Conecel - CLARO Celular	TDMA – GSM
Otecel – Movistar	TDMA – CDMA 2000 1X – GSM
CNT – Alegro	CDMA 2000 1X – PCS - GSM

Figura 3: Operadoras Telefónicas en Ecuador

En el caso específico de Ecuador, las dos mayores operadoras, CLARO y MOVISTAR, han migrado hacia la tecnología GSM, principalmente porque ésta es la que ha tenido un mayor desarrollo y en consecuencia es la más utilizada en el mundo entero.

Factores variables de operación del sistema: Todo sistema de telemetría requiere un estudio en campo de aplicación real luego del desarrollo de un prototipo, debido a las siguientes razones [4]:

- Inevitablemente existirá una variación de la radiación solar en función de la zona de instalación. Consecuentemente existirá una variación en la intensidad y tiempo de carga y de funcionamiento del banco de baterías a plena carga.
- Tiempo de continuo funcionamiento e intervalos de arranque del sistema.
- Arranque remoto del sistema.
- Transmisión de datos de interés y datos de información.

4. Funcionalidad

- Monitoreo y control de variables a distancia.
- Consulta de niveles de carga de baterías.
- Programación a distancia de parámetros. Envío de
- seales de alarma al sistema central.

5. Limitaciones del sistema

Existen dos parámetros que limitan la aplicación del sistema, y se refieren a la cobertura de las operadoras de telefonía móvil y a la continua necesidad de exposición a radiación solar.

El sistema debe estar localizado en un área en donde la operadora celular a ser utilizada tenga cobertura que incluya el envío de mensajes de texto. Cualquier área sin la cobertura necesaria no permitirá el envío de los datos desde la estación remota hacia la estación local.

El sistema debe además contar con la exposición suficiente a radiación solar, capaz de cargar las baterías para el funcionamiento de todos los componentes.

6. Diseño del prototipo

Como se muestra en la figura: 4, el sistema de telemetría implementado consta esencialmente de 3 etapas que son:

1. Fuente de alimentación
2. Interfaz de elementos y sistema de procesamiento
3. Interfaz de comunicación remota



Figura 4: Componentes del sistema de telemetría

6.1. Fuente de alimentación

La fuente de alimentación es el subsistema encargado de proveer de energía eléctrica a los diferentes componentes electrónicos que conforman el sistema de telemetría desarrollado.

Criterios de diseño: La autonomía del sistema obliga a que la fuente de alimentación sea capaz de auto-abastecerse de energía y permita una operación continua sin la necesidad de contar con una conexión física a la red doméstica de baja tensión, como lo hace cualquier sistema electrónico común.

Diseño de la fuente de alimentación: Como se puede ver en la figura 5, el sistema de telemetría cuenta con un banco de baterías conmutable, cuya carga proviene de un subsistema alimentado mediante paneles solares.

El banco de baterías opera mediante un sistema de conmutación FIFO (first in first out). El propósito es alimentar el sistema con la energía proveniente de una batería mientras la celda provee únicamente la energía necesaria para la carga de la siguiente batería. De esta manera se optimiza la aplicación de los paneles solares y se asegura la disponibilidad de la energía suficiente para que el sistema opere incluso ante una mínima existencia de radiación solar en períodos prolongados de tiempo.

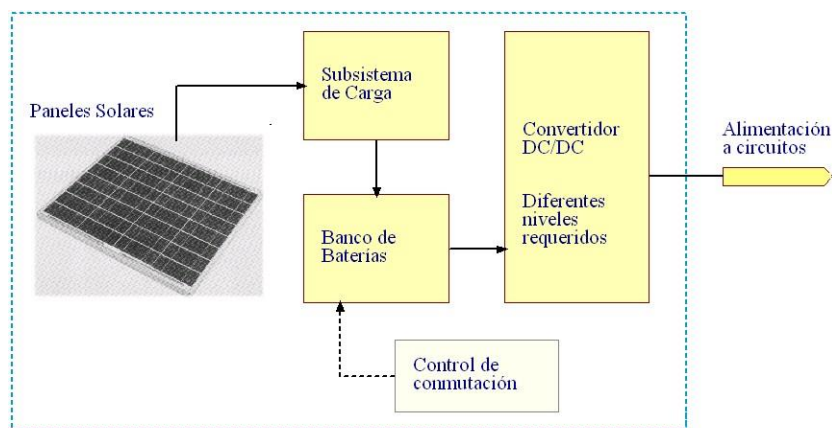


Figura 5: Diagrama de los componentes de la fuente de alimentación

Los paneles solares utilizados (figura 6) en el sistema están diseñados específicamente para aplicaciones outdoor permanentes [1]. Se trata de paneles de la serie WeatherPro, en donde, las celdas solares propiamente dichas están cubiertas por una superficie rugosa y estabilizada para la recepción de radiaciones UV, con sellos adicionales en los bordes que nos permiten garantizar un buen desempeño a lo largo del tiempo. únicamente sobresalen de los bordes los terminales de conexión, construidos de cobre y revestidos de metal estañado.

Se desarrolló un sistema microprocesador de control de carga y conmutación de baterías en el banco. Este subsistema decide cuando deberá entrar en operación un nuevo grupo de baterías para iniciar la carga del siguiente grupo. El sistema está basado en un microcontrolador PIC.

6.2. Sistema de interfaz y procesamiento

Como se puede ver en la figura 7, este componente es el “cerebro” del sistema y cumple las veces de una unidad central de procesamiento y está comprendida básicamente de 3 etapas que son:

1. Sistema central de procesamiento.



Figura 6: Paneles solares utilizados en la fuente de alimentación(PT15-300)

2. Circuito de interfáz RS-232 con el sensor.
3. Circuito de interfáz USB con el módem GSM

6.3. Criterios de diseño

El Sistema central de procesamiento es capaz de comunicarse tanto con el sensor como con el módem GSM. Para esto, debe constar de dos puertos independientes, el puerto USB emula una Terminal TTY que permite un control transparente del módem GSM mediante comandos AT, mientras que el puerto serial con protocolo RS-232 conecta las 2 terminales del jack de transmisión/recepción de datos del sensor a una velocidad de 1200bps.

6.3.1. Interfáz de comunicación remota

La interfáz de comunicación remota consiste en un paquete que contiene los siguientes componentes:

- Módulo electrónico que contiene a un módem GSM y
- Software de instalación del manejador del módem y decodificación de datos transmitidos.

El módulo que contiene al módem GSM se conectará directamente a la computadora ubicada en las instalaciones donde se encuentre el servidor mediante un puerto USB disponible.

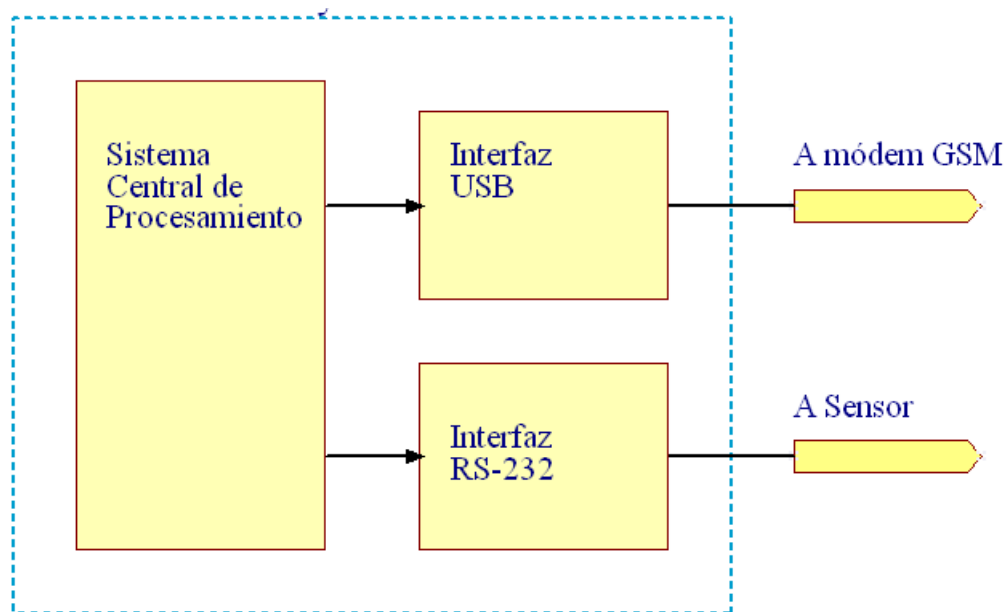


Figura 7: Sistema de Interfáz y procesamiento

7. Problemas de diseño

7.1. Fuente de Alimentación

El mayor problema que podría presentar el sistema obedece al régimen de trabajo de los paneles solares y consecuentemente al diseño de la fuente de alimentación. Los paneles solares tienen un funcionamiento variable que obedece a múltiples parámetros externos, la consideración de cada uno de esos parámetros es necesaria para garantizar el correcto desenvolvimiento del sistema en condiciones reales de operación.

Los paneles solares empleados son de alto rendimiento y de alta durabilidad, esto no significa que se encuentren exentos de responder de maneras diferentes ante diversas condiciones del ambiente. Los resultados del análisis del funcionamiento están resumidos en la figura 8.

De la figura 8 se deduce una evidente y drástica variación de los niveles de voltaje generados por cada uno de los paneles con respecto a la intensidad luminosa y a la incidencia de los rayos solares sobre la superficie de los mismos. Las condiciones de exposición al sol son relevantes para la instalación del sistema en el punto final de aplicación.

Del análisis de funcionamiento en las distintas condiciones de exposición a la radiación solar se deriva la decisión de utilizar el sistema de carga independiente y conmutado de las baterías que conforman el banco. Se pretende, en campo, conseguir que cada una de las baterías alcance su carga máxima en los tiempos

<i>Condición</i>	<i>Intensidad (% de exposición completa al sol)</i>
Exposición total del panel al sol	100%
Exposición total del panel a 45° con respecto al sol	71%
Cielo ligeramente cubierto	60-80%
Cielo cubierto	20-30%
Dentro de ventana, un solo cristal simple, la ventana y el módulo expuestos al sol	91%
Dentro de ventana, cristal doble, la ventana y el módulo expuestos al sol	84%
Dentro de ventana, un solo cristal, módulo y ventana a ángulo de 45 grados del sol	64%
Luz de interior – oficina – sobre el escritorio	0.4%
Luz de interior – Bodega	1.3%
Luz de interior – Casa	0.2%

Figura 8: Análisis del funcionamiento de los paneles solares

solares instaladas.

7.2. Protocolo propietario de Sensor

El siguiente problema en orden de importancia, encontrado en el desarrollo del sistema, radica en la complejidad que tuvo la decodificación del protocolo propietario utilizado en los sensores remotos.

El inconveniente principal fué la lectura de los datos en bajo nivel transmitidos desde el sensor hacia el computador y viceversa. Los datos tuvieron que ser interpretados para luego ser reconstruídos en el sistema de interfáz y procesamiento para posteriormente codificarlos, enviarlos hacia la estación remota y decodificarlos nuevamente.

8. Conclusiones

Del desarrollo íntegro del sistema, y desde un punto de vista estrictamente técnico, se desprenden las siguientes conclusiones:

1. Con la implementación del presente sistema se podrán monitorear los datos provenientes de un sensor de lluvia ubicado en una de las estaciones de una red de sensores, pero más allá de esto, se podrá monitorear los resultados de este sistema de telemetría, con la intención de complementarlo permitiendo la conectividad de diferentes sensores ubicados en las distintas áreas de interés.
2. Es posible diseñar e implementar una red local de estaciones meteorológicas y sensores en el área geográfica de interés. La implementación de esa red permitiría la transmisión de distintos datos provenientes de varios sensores mediante la utilización de una sola unidad de comunicación basada en un módem GSM, que bien pudiera estar basada en esta estación de telemetría.
3. Mediante el desarrollo de este mecanismo de transmisión de información, se ha establecido una base para el futuro envío/recepción de datos en tiempo real, con el objetivo de utilizar esta información como entrada para diferentes sistemas de alerta temprana o prevención de desastres.

9. Recomendaciones y futuros trabajos

Para el monitoreo de parámetros adicionales, o parámetros similares provenientes de sensores remotos adicionales existen dos posibilidades:

- La reproducción del sistema de telemetría en cada una de las estaciones meteorológicas, ó

- La concentración de datos en una sola estación de telemetría maestra que sea la única que requiera comunicación mediante un módem GSM o algún enlace de radio con las instalaciones.

La selección del sistema estará en función únicamente del área geográfica a cubrir y la disponibilidad de frecuencias de radio, ó cobertura GSM en el lugar, dependiendo de la opción a considerar.

Referencias

- [1] Componentes de una instalación solar fotovoltaica 1. 2012.
- [2] Ammar Mahjoubi, Ridha Fethi Mechlouch, and Ammar Ben Brahim. A Low Cost Wireless Data Acquisition System for a Remote Photovoltaic (PV) Water Pumping System. *Energies*, 4(12):68–89, January 2011.
- [3] Aruna D Mane, Sirkazi Mohd Arif, Shaikh Sehzad, and Shaikh Sohail. Solar Panel Tracking System for GSM Based Agriculture System. (5):56–59, 2013.
- [4] The Remote Monitor, The Solar, and Remote Monitor. Solar Remote Monitor and Controller Specifications. 5, 2010.
- [5] Prof Himanshu K Patel, Deep H Desai, and Tanvi G Badheka. GSM Based Flexible Calling System For Coal Mining Workers. 4(April):758–761, 2013.