

SISTEMA COLOMBIANO DE INFORMACIÓN DE TORMENTAS ELÉCTRICAS

SOPORTADO EN RENATA

Edisson Olarte¹, Israel Santoyo¹, Daniel Aranguren¹, Ernesto Pérez², Javier Herrera³,
Horacio Torres¹

¹Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, correo: hdarangurenf@unal.edu.co

²Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, correo: eperezg@unal.edu.co

³Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, correo: jgherreram@unal.edu.co

RESUMEN

El presente artículo describe el desarrollo de un sistema piloto de monitoreo de tormentas eléctricas en las ciudades de Bogotá, Medellín y Manizales que usa como medio de comunicaciones la red RENATA. Las tormentas eléctricas son registradas con redes de sensores de campo eléctrico ubicados en las tres ciudades. Cada sensor ha sido desarrollado para conectarse directamente a puntos de las redes Rumbo, Ruana y Radar Café. Los datos suministrados por todos los sensores son centralizados en un servidor ubicado en la Sede Bogotá de la Universidad Nacional conectado a la red Rumbo. Con el desarrollo de la red de monitoreo se obtendrá un sistema de seguimiento de tormentas con medidas en tiempo real y con información útil para propósitos académicos y para la emisión de alertas para la protección de personas y prevención de daños producidos por descargas eléctricas atmosféricas.

Palabras clave: Tormenta eléctrica, Sistema de información, Tiempo real, Renata.

ABSTRACT

This paper describes a thunderstorms measurement experimental system implemented in Bogotá, Manizales and Medellín that uses RENATA as a communication and synchronization system. Thunderstorms are measured by means of electric field sensor networks located at the three cities. Each sensor has been developed to be directly connected to the Rumbo, Ruana or Radar Café networks. The data provided by all sensors are centralized in a server connected to Rumbo. After the real time measurement system development, a monitoring system capable to provide useful information for academic objectives and lightning warning methodologies will be obtained.

Keywords: Thunderstorm, Information system, Real time data, Renata.

1. INTRODUCCIÓN

Debido a su ubicación geográfica Colombia es uno de los países con mayor actividad de tormentas eléctricas en el mundo. Mediciones realizadas con diferentes sistemas de detección y localización de rayos en Colombia han permitido estudiar las variaciones espaciales y temporales del fenómeno y comprobar que en general la actividad de tormentas eléctricas tiende a ser mayor en la región tropical que en otros lugares. (Torres, Ruales, Barreto y Herrera, 1996; Torres, 2002; Younes, 2002; Vargas, Torres, Younes, 2003). Anualmente la actividad de rayos en Colombia está involucrada con la pérdida de alrededor de 100 vidas humanas y con costos elevados asociados con las fallas y daños de sistemas de transporte de energía eléctrica y comunicaciones.

Con base en el desarrollo de equipos de detección de tormentas eléctricas y en la disponibilidad de la Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada RENATA, se plantea el desarrollo del Sistema Colombiano de Información de Tormentas SCITE, orientado a proporcionar información aplicable principalmente a metodologías de prevención para la protección de personas mediante la emisión de alarmas y para propósitos académicos. Adicionalmente SCITE puede ser a futuro una importante fuente de información para el estudio de fallas y daños de elementos y sistemas vulnerables como las redes de transporte de energía eléctrica, estaciones de comunicaciones, edificaciones, sistemas de control de plantas industriales y sistemas de control de tráfico aéreo, entre muchas otras.

2. SISTEMAS DE DETECCIÓN DE TORMENTAS

Los sistemas de detección que conformarán SCITE son de dos tipos: “molinos de campo eléctrico” diseñados para hacer la detección temprana de nubes de tormenta en un rango cercano a 20 km y “Antenas de plato” construidas para detectar rayos en un rango de alrededor de 200 km. En un primer sistema piloto se cuenta con tres redes de molinos de campo ubicadas en Bogotá, Manizales y Medellín para monitorear el inicio de tormentas en la zona urbana y cercanías de estas ciudades y posteriormente antenas de plato para detectar tormentas activas 200 km alrededor de cada ciudad.

Todos los sensores que componen SCITE se conectan directamente con los puntos de red de Renata mediante las redes Rumbo, Ruana y Radar Café disponibles en Bogotá, Medellín y Manizales. Bogotá cuenta con ocho molinos de campo, mientras Manizales y Medellín por su extensión sólo cuentan con cinco sensores.

Con base en la medición simultánea de las variaciones de campo eléctrico hecha por los diferentes sensores de cada red, se estima la localización de las descargas eléctricas mediante un algoritmo de optimización (Aranguren, 2006; Aranguren et al, 2006). La Figura 1 muestra la disposición de molinos de campo en la ciudad de Bogotá instalados en universidades pertenecientes a la red Rumbo y la eficiencia en la detección de descargas eléctricas.

El sistema completo de medida, transmisión, procesamiento y publicación de información se describe en la Figura 2. Cada uno de los sensores registra en forma simultánea el campo eléctrico ambiental. Posteriormente, las señales medidas son acondicionadas, preprocesadas y digitalizadas en cada estación de medida. Cada sensor está diseñado para conectarse a través de un puerto Ethernet directamente a Renata que es el medio de transmisión de datos. Todos los datos son centralizados en un servidor donde son almacenados y a continuación procesados para obtener la información requerida sobre la actividad de tormentas y finalmente publicados en una aplicación Web.

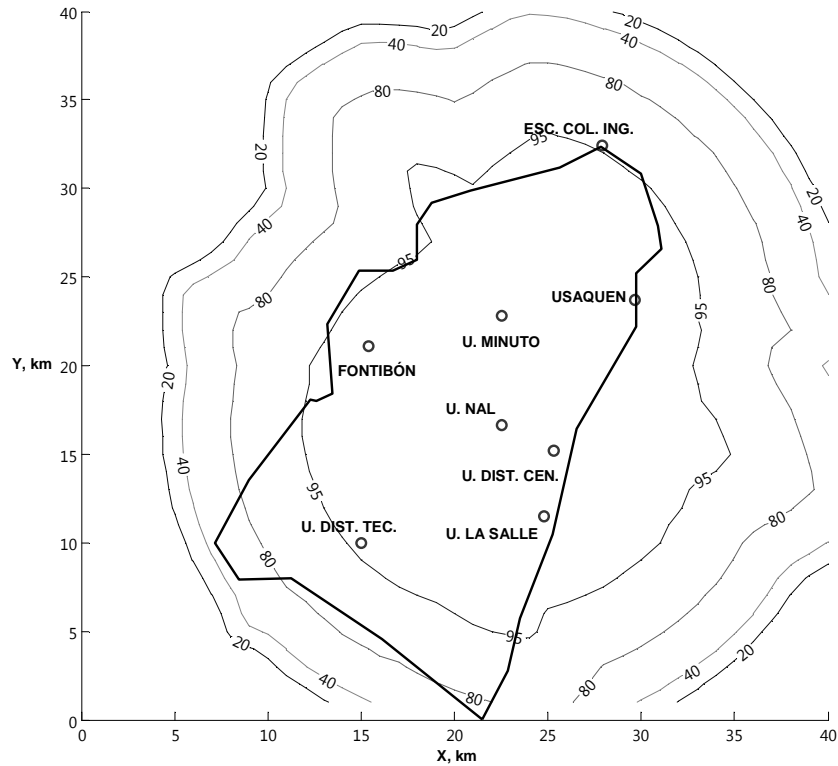


Figura 1. Red de monitoreo de tormentas de Bogotá y eficiencia en la detección de tormentas eléctricas en porcentaje

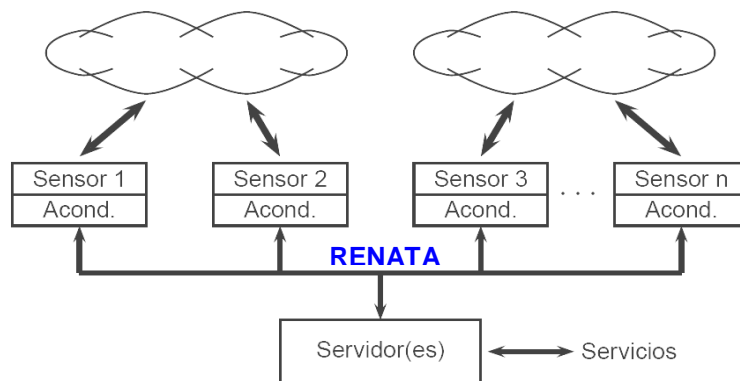


Figura 2. Elementos del sistema SCITE

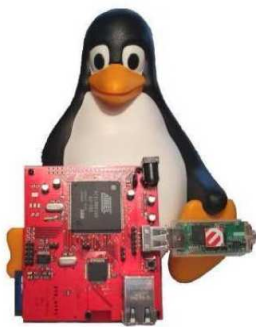
3. ADQUISICIÓN Y COMUNICACIÓN DE DATOS

Una vez tenida la señal de campo eléctrico, correspondiente al comportamiento de la carga eléctrica de la nubes, es necesario llevar a cabo la comunicación de la información, pero antes de comunicarla es pertinente digitalizar la señal y hacerle un procesamiento para transmitir la información, esto lo hacemos mediante una tarjeta, la cual contiene un conjunto de amplificadores operacionales, que son usados para hacer la adaptación de la señal al circuito digitalizador, los amplificadores operacionales también los usamos para darle los niveles de ganancia necesarios para calibrar el sensor, para filtrar los componentes de alta frecuencia de la señal, de esta manera dejamos la señal limpia, con sus componentes fundamentales, los cuales poseen la información importante en el comportamiento de las tormentas eléctricas, y por ultimo tenemos una etapa de un sumador de nivel DC, con el fin

de que la señal que se va a digitalizar quede en el rango de operación del Microcontrolador ATMEGA16L, es decir 0-5Vdc.

Teniendo la señal digitalizada realizamos una comunicación inicial con una nueva tarjeta, que nos brinda diversas posibilidades, tanto de procesamiento como de comunicación. Dicha tarjeta ha sido desarrollada en Colombia. Las características principales que se le resaltan a este diseño, es la posibilidad de correr un sistema operativo, de forma embebida, actualmente la tenemos operando con GNU/LINUX Debian. Lo cual presenta las ventajas que ofrece el software libre, dentro de sus herramientas de diseño, y el manejo de licencias GPL (Licencia Publica General).

Las características adicionales en cuanto a los usos de comunicaciones de este Hardware, son las posibilidades de realizar comunicaciones, las cuales son mostradas dentro de las principales características del hardware enumeradas en la siguiente imagen. pero en este caso, y la aplicación Principal que le vamos a dar, es la comunicación Ethernet, dada la importancia que tiene en la actualidad en todos los sectores, el uso de las redes IP, con aspectos de la convergencia, ha hecho que tanto los servicios como las aplicaciones de hardware migren hacia un mundo IP. Hoy en día gracias a la creación de la red de redes, tenemos un mundo interconectado, el cual nos brinda una infraestructura de red basados en la infraestructura de Internet, de ahí el gran interés de poder realizar mediciones y control de dispositivos de una manera remota.



Características

- 180 MHz ARM9 processor (Atmel AT91RM9200)
- 2 MBytes of serial flash
- Up to 64MBytes of SDRAM (Supports 8M/16M/32M/64M)
- 1 SD/MMC slot
- USB 2.0 host
- I2C port
- 1 10/100 Ethernet interface
- 1 high speed USB 2.0 interface
- 4 SPI interfaces
- 2 serial (RS232) interfaces
- JTAG support

Figura 3. Tarjeta ECB_AT91

La ECB_AT91 () es el hardware que nos permite esta gran característica, y es el bloque principal de interconexión de todos los terminales de red (Sensores), con la red Renata, y de esta manera tenemos en un mismo dispositivo, la medición de una señal, y la comunicación de la misma haciendo usos de una infraestructura de red que se encuentra disponible, como es el caso de las redes Rumbo, Ruana y Radar Café.

Los datos que se comunicaran con estos equipos deben estar sincronizados para garantizar la concordancia de información en el servidor central, a la hora de realizar análisis con los datos totales, de los diferentes puntos de medida. La sincronización será realizada mediante un servidor NTP de nivel 1, el cual tendrá como referencia un GPS en nivel 0. Teniendo este servicio de sincronización en red, cada uno de los terminales de red podrá adquirir el tiempo adecuado para su respectiva configuración y etiquetar los datos.

4. SERVIDORES DE ALMACENAMIENTO, PROCESAMIENTO Y PUBLICACIÓN

Continuando con el desarrollo del esquema de red mostrado en la Figura 2, ahora hacemos uso de la infraestructura de red que nos proporcionan las redes académicas, para llevar todas las señales proporcionadas por las terminales de red a un solo punto que concentre toda la información, para hacer el análisis simultaneo de los puntos, y hacer la respectiva

publicación de información correspondiente a las medidas tomadas, y analizadas dependiendo de los criterios que se tengan en el análisis de los datos.

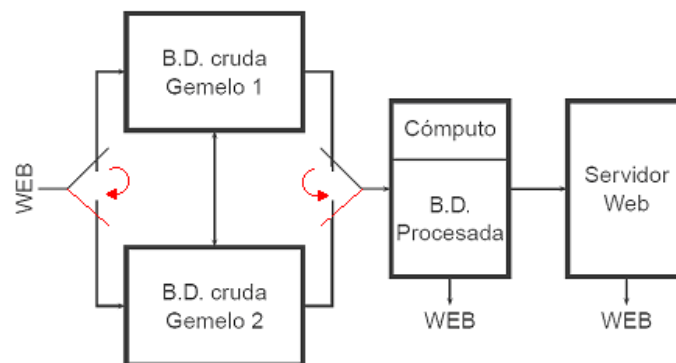


Figura 4. Arquitectura de Servidores

Este esquema de servidores trata de dar a conocer una forma eficiente de garantizar la eficiencia del sistema, y la manera de cuidar la integración de la información antes de ser procesada. Por lo tanto se hace uso de un conjunto de servidores agrupados, de tal manera que se hagan tareas por separado y no todo en un único servidor, con el fin de evitar problemas en el caso que alguno de los procesos falle. La arquitectura planteada nos muestra bases de datos redundantes las cuales son cargadas con los datos que viene de los sensores, los sensores alimentan simultáneamente a dos bases de datos crudas, con los datos originales de los molinos, las dos bases de datos gemelas tienen una comunicación entre ellas para verificar el funcionamiento, dado el caso en que una de estas no lo haga adecuadamente, el procesamiento de los datos se realizara con la información que se encuentra en la otra base de datos gemela, de esta manera se ve claramente que el servidor de procesamiento toma los datos del servidor de almacenamiento que se encuentre activo para brindar la información en el momento que le sea solicitada, y así garantizar la integridad de la información. El servidor de cómputo, lee los datos almacenados previamente y los procesa, realizando análisis, y corriendo algoritmos diseñados para la localización de las nubes de tormenta, esta información es almacenada con ciertas características, un poco más útiles para un usuario final.

Teniendo la información analizada después del procesamiento, y almacenada se puede dar a conocer mediante un servidor Web, el cual será la cara de presentación, y la interfaz con el usuario, del sistema de información de tormentas eléctricas, ya que es ahí donde un cliente puede acceder al servidor para ver el estado de la actividad eléctrica en tiempo real en las ciudades de Bogotá, Medellín y Manizales, donde se está realizando el sistema piloto de medición.

Para llegar a cumplir con el funcionamiento de esta arquitectura de hardware propuesta, es necesario hacer uso de varias herramientas de software de alta importancia para el desarrollo del sistema de información.

Es de resaltar por su gran importancia, aquellas herramientas de software y sistemas operativos, de fácil y libre acceso, con las cuales se ha venido trabajando y haciendo desarrollos propios, y se seguirá avanzando en el desarrollo de más aplicaciones, por tanto, el sistema operativo que se maneja es el GNU/Linux, además que nos brinda muchas opciones de comunicaciones, como los son netcat, sftp, ssh con el cual podemos hacer acceso remoto a nuestros dispositivos, conociendo la dirección IP que tenga asignada, de esta manera poder configurarlo y realizar modificaciones de software, que se requiera.

Pasando un poco a la parte de los servidores, elegimos uno de los manejadores más conocidos en bases de datos, el MySQL, además de ser software libre, es una herramienta fácilmente

integrable y bastante documentada, es muy robusta y de alto potencial. Una vez aplicado el manejador de la base de datos necesitamos administrarla, y para esto hacemos uso de PHP, el cual tienen una interfaz Web y permite administrar la base de datos haciendo uso de desarrollo propio de aplicaciones, también es una herramienta de software libre.

Se hará uso de un sistema de información geográfica, con el cual se podrá mostrar de una manera gráfica la información suministrada por los sensores, y la información arrojada por el procesamiento, para realizar esto recurrimos a herramientas para el procesamiento de información geográfica como lo es GRASS (Geographic Resources Analysis Support System) y del MapServer para la presentación Web. Para la presentación Web usaremos el conocido servidor apache, y la interfaz en PHP.

5. CONCLUSIONES

Con base en las redes universitarias Rumbo, Ruana y Radar Café integradas a la red Renata y en desarrollos propios de sistemas de medida, se presenta el sistema SCITE encaminado a suministrar información continua sobre la actividad de tormentas eléctricas, inicialmente en tres ciudades Colombianas. Dentro de los principales servicios que aporta este sistema se destaca la emisión de alarmas tempranas para la protección de personas y el aporte de información muy útil para propósitos de investigación en ingeniería, física y meteorología.

Es de destacar el bajo costo que tienen los desarrollos realizados y la viabilidad para ser aplicados a una gran diversidad de problemáticas. A lo largo de la construcción de SCITE se han hecho aportes interesantes en el desarrollo de software y hardware en instrumentación los cuales pueden, en forma similar a lo que se realiza con la medida de tormentas eléctricas, ser aplicados para diferentes problemáticas y diversos propósitos que involucren la toma de datos, media en tiempo real, su transmisión y procesamiento, entre otros; todo lo anterior soportado sobre las redes universitarias.

6. REFERENCIAS

- Torres, H., Ruales, L., Barreto, L., Herrera, F. (1996). Experience and first results of Colombian Lightning Location Network, Proceedings 23rd. International Conference on Lightning Protection - ICLP, pp. 186-190, Florence Italy, Sept.
- Torres, H. (2002). El Rayo. Mitos, leyendas, ciencia y tecnología. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería.
- Younes, C. (2002). Evaluación de Parámetros del Rayo con Mediciones Terrestres y Satelitales para Colombia. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2002.
- Vargas, M., Torres, H., Younes, C. (2003). Ground flash density: Definition of the appropriate grid size and a proposal of relationship N_g vs T_d for tropical regions. CIGRE Working Group C4 01 Lightning Task Force: Lightning in Tropical Regions. Dallas, USA.
- Aranguren, D. (2006). Estudio de Fenómeno Eléctrico Atmosférico a través del Campo Eléctrico Ambiental. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Eléctrica.
- Aranguren, D., Delgadillo, A., Vargas, M., Pérez, E., Torres, H. (2006). Estimation of lightning electrostatic parameters based on atmospheric electric field measurements and genetic algorithms. 19th International Lightning Detection Conference and 1st International Lightning Meteorology Conference - 2006 ILDC/ILMC, Tucson, Arizona, USA.
- Santoyo, I., Olarte, E. (2006) Elección y Adaptación de Hardware para la Adquisición y Procesamiento de Señales proporcionadas por Molinos de Campo Eléctrico. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería
- Camargo, C. (2006). Debian GNU/Linux on the ECB AT91 Single Board Computer. www.emqbit.com.