

Artículo No. 05: Aldas, I. y Naranjo, F. (2015). Sistema de monitoreo de variables meteorológicas en el centro sur de la ciudad de Ambato para de la generación de energía eléctrica limpia. *Semilleros*, 2 (4), 53-58.

Sistema de monitoreo de variables meteorológicas en el centro sur de la ciudad de Ambato para de la generación de energía eléctrica limpia

Weather monitoring system variables in south central city of Ambato for the generation of clean electricity

Edisson Iván, Aldás Serrano¹
Naranjo Cobo, Francisco Roberto¹

Resumen. Las energías renovables surgen como una alternativa sustentable al modus vivendi actual, en nuestro país el desarrollo de estas alternativas no se ha desarrollado a la par de otros países de Latinoamérica, debido a la falta de estudios de los recursos meteorológicos necesarios para proyección de sistemas de generación de energía eléctrica limpia. La Universidad Tecnológica Indoamérica a través de la Facultad de Ingeniería Industrial ha implementado un sistema de monitoreo de las variables ambientales en pro de la generación de energía eléctrica limpia en el sector Centro Sur de la ciudad de Ambato, Provincia de Tungurahua. El presente sistema incluye la captación de las variables meteorológicas (velocidad y dirección de viento, radiación solar) y la transmisión inalámbrica de las mismas hacia un datalogger en el cual se almacenan y se procesan con el objetivo de presentar gráficamente los parámetros obtenidos en el tiempo y su prospección a futuro.

Palabras clave: *Energías renovables, Libelium, Variables meteorológicas, Waspote, XBee.*

Abstract. Renewable energies emerge as a sustainable alternative to the modus current Vivendi, in our country the development of these alternatives has not developed a par with other Latin American countries, due to the lack of studies of meteorological resources to systems design generating clean electricity. Indo Tech University through the Faculty of Industrial Engineering has implemented a system for monitoring environmental variables towards generating clean electricity in South Central area of the city of Ambato, Tungurahua Province. This system includes the collection of meteorological variables (wind speed and direction, solar radiation) and wireless transmission thereof to a datalogger in which are stored and processed in order to graphically display the parameters obtained in time and prospecting future.

Key Words: *Renewable energies, Libelium, meteorological variables, Waspote, XBee.*

¹Universidad Tecnológica Indoamérica, Ecuador. ivanaldas@uti.edu.ec.

INTRODUCCIÓN

La energía solar se manifiesta de diversas formas y su aplicación ha sido fundamental para el desarrollo de la humanidad. A estas formas se les conoce como energías renovables, ya que son formas de energía que se van renovando o rehaciendo con el tiempo o que son tan abundantes en la tierra, que perdurarán por cientos o miles de años, las usemos o no. En 2009, 187 estados ratificaron el protocolo de KIOTO, el cual establece una

serie de normativas con el objetivo de reducir los gases de efecto invernadero. Los gobiernos signatarios pactaron reducir al menos un 5% de las emisiones contaminantes.

En vista de lo anterior, el presente proyecto describe la implementación de un sistema de monitoreo de variables meteorológicas para de la generación de energía eléctrica limpia.

Descripción del sistema

Según se muestra en el diagrama de la Figura 1, el sistema de monitoreo cuenta con 4 bloques: medición, comunicación, almacenamiento y visualización.

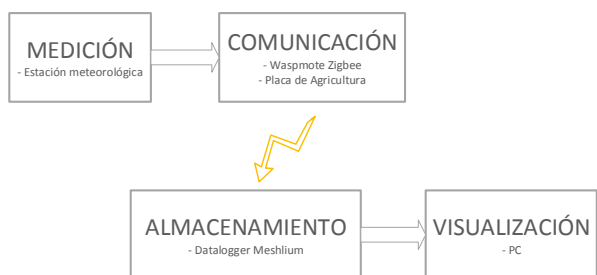


Figura 1. Diagrama de bloques del sistema.

El bloque de medición está compuesto por una estación meteorológica con sensores de dirección y velocidad de viento, sensor de radiación solar, sensor de temperatura y sensor de pluviosidad. En el bloque de comunicación se encuentra el concentrador de sensores y el módulo de transmisión inalámbrica. El dispositivo central en la etapa de almacenamiento es un datalogger con interface inalámbrica de comunicación. Y para la etapa de visualización se utiliza un computador personal.

Hardware

En la Figura 2, se muestra el hardware utilizado en la etapa de medición, el cual principalmente consiste en una estación

meteorológica WS 300 distribuida por la empresa española Libelium.



Figura 2. Estación meteorológica WS 300.

La WS 300 incorpora los sensores que se describen a continuación:

Un anemómetro formado por un switch de tipo Reed normalmente abierto que se activa un pequeño tiempo cada vez que las aspas del anemómetro completan un giro, de modo que se obtiene a la salida una señal digital de pulsos cuya frecuencia es proporcional a la velocidad del viento, con resolución de 2,4km/h por vuelta y con rango de velocidad de viento entre 0 y 240km/h.

Una veleta constituida por una base que gira libremente sobre una plataforma dotada de una red de ocho interruptores Reed conectados a ocho resistencias diferentes que permanecen normalmente abiertos, y que se cierran (uno o, como máximo, dos al mismo tiempo) cuando un imán colocado en la base actúa sobre ellos, lo que nos permite distinguir hasta 16 posiciones diferentes con resolución de 22,5° y con rango de resistencia entre 688Ω y 120k Ω.

Un pluviómetro formado por un cubilete con una capacidad de almacenamiento de 0,28 mm que cierra momentáneamente un interruptor cada vez que se llena vaciándose de manera automática, el resultado es una señal de pulsos digitales cuya frecuencia es proporcional a la intensidad de lluvia.



Figura 3. Sensor de radiación solar PAR (SQ-110).

En la Figura 3, se observa el sensor de radiación solar PAR (SQ-110) que también forma parte de la etapa de medición. El sensor SQ-110 presenta una salida en tensión proporcional a la intensidad de luz en el espectro visible, específicamente calibrado para detección de radiación solar. Presenta un valor máximo de 400mV de salida en condiciones de máxima radiación, con una sensibilidad de $5,00\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}/\text{mV}$.

En el bloque de comunicación se utiliza la placa electrónica denominada “Placa de Agricultura para Waspote”, que realiza la lectura de los sensores ubicados en la WS 300. La Placa de Agricultura para Waspote permite la monitorización de multitud de parámetros ambientales influyentes en un diverso abanico de aplicaciones, desde análisis del desarrollo de cultivos hasta observación del clima. Para ello, dispone de sensores para humedad y temperatura ambiente, humedad y temperatura de suelo, radiación solar visible, velocidad y dirección del viento, precipitaciones, presión atmosférica, humectación de hoja y diámetro de tronco o fruto (dendrómetro); pudiendo conectarse hasta 15 sensores simultáneamente. En la figura 4 se muestra dicha placa.

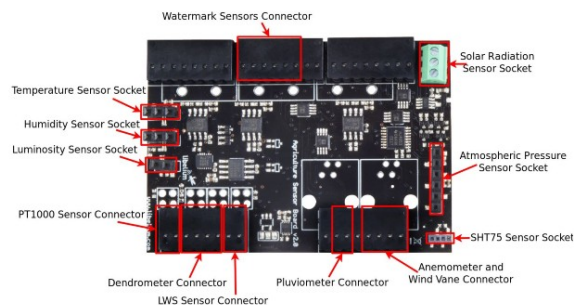


Figura 4. Placa de Agricultura para Waspote.

En esta etapa también se utiliza la tarjeta electrónica Waspote con radio Zigbee para transmitir las lecturas de los sensores de manera inalámbrica a la base de datos. El Waspote es un dispositivo sensorial orientado especialmente a desarrolladores e investigadores. La figura 5 muestra el diagrama de bloques del Waspote.

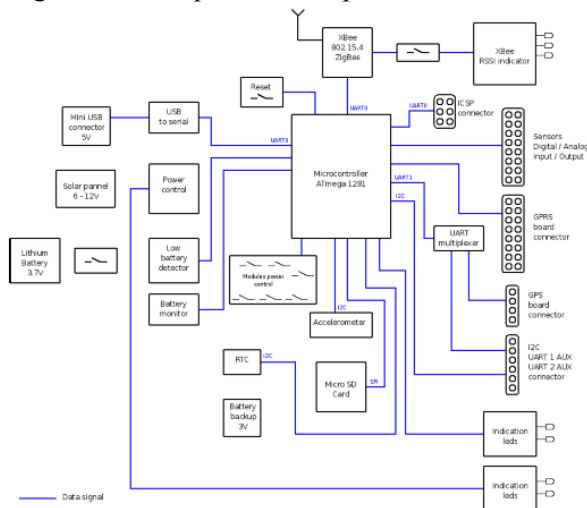


Figura 5. Diagrama de bloques del Waspote.

El corazón del Waspote es un microcontrolador ATmega 128L que se comunica con otros dispositivos externos mediante los diferentes puertos de entrada/salida que posee. En el bloque de almacenamiento se utiliza un Datalogger MeshLium, que es un router Linux que funciona como la puerta de enlace de las redes de sensores Waspote. Puede contener 5 interfaces de radio diferentes: WiFi de 2.4GHz, WiFi 5GHz, 3G/GPRS, Bluetooth y ZigBee. Además de esto también se puede

integrar un módulo GPS para aplicaciones móviles y vehiculares y ser alimentado por paneles solares o con baterías. Estas características, junto con un IP65 carcasa de aluminio permite a MeshLium ser colocado en cualquier lugar al aire libre. La figura 6 muestra el concepto de red con MeshLium.

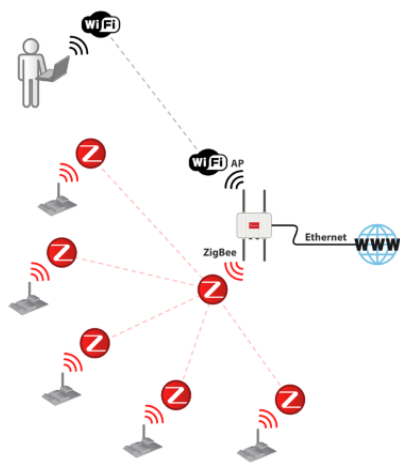


Figura 6. Red inalámbrica de sensores Waspote y MeshLium.

MeshLium toma los datos de los sensores que vienen de la red de sensores inalámbrica ZigBee implementada con dispositivos Waspote y los envía a la Internet a través de la interfaz Ethernet. Como administrador se puede realizar una conexión directa a MeshLium utilizando la interfaz WiFi para ejecutar operaciones de control o de acceso a los datos de los sensores. En la etapa de visualización se utiliza una pantalla de un computador personal para presentar los datos meteorológicos mediante la aplicación informática creada para el efecto.

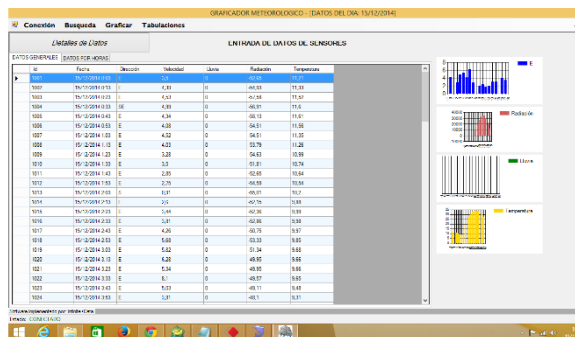


Figura 7. Gráficoador meteorológico

Software

La aplicación Waspote IDE es el entorno de desarrollo utilizado para programar los dispositivos Waspote a través de la interfaz USB o de manera remota con un Gateway ZigBee. MeshLium Manager System es la aplicación web que permite administrar el router de código abierto MeshLium. Permite también el acceso a la base de datos interna donde se encuentran almacenados los datos capturados por los sensores.

Metodología para mediciones

La ubicación del sistema de monitoreo de variables meteorológicas se encuentra implementado en el campus de Ingenierías de la Universidad Tecnológica Indoamérica. La estación meteorológica se ubica a 18m de altura en las coordenadas 1°16'08''S y 78°38'19''O.

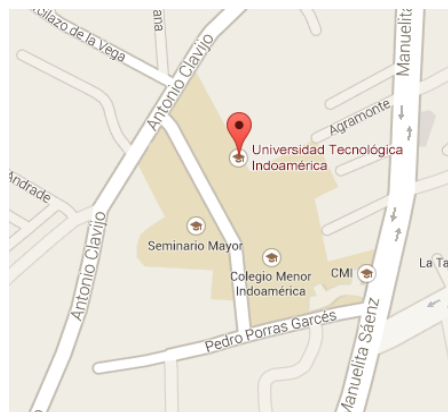


Figura 8. Ubicación – Estación meteorológica.

La adquisición de las variables meteorológicas a través de los sensores dispuestos en la estación, se realiza cada diez segundos. Esto se logra implementando el siguiente flujograma en un script del Waspote IDE.

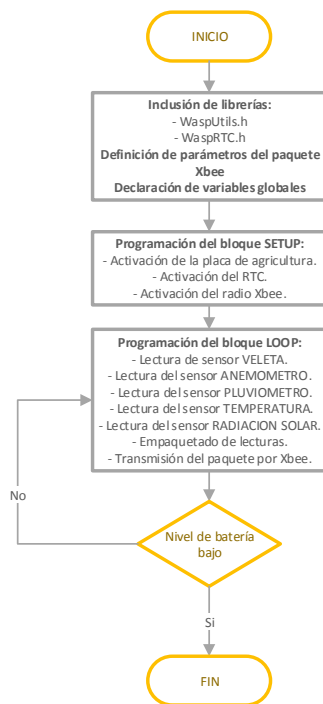


Figura 9. Flujograma de lectura y transmisión de datos.

La trama enviada tiene el formato siguiente:
R##ID#02#14#04#29#17#15#57#Dir#E#Vel
#0.83#Llu#0.00#Rad#149.69#Temp#18.38#
Bat#89.00.

La trama empieza con un identificador propio del empaquetamiento XBee, después el identificar del Wasmote transmisor, continua con la fecha, hora, valores de los sensores y

finalmente el porcentaje de batería. Este último valor es un indicador de la autonomía del sistema. Sin embargo para la presentación de resultados es necesario realizar un almacenamiento y depuración de la información, posteriormente se realiza un promedio de las mediciones cada 10 minutos. Este proceso se implementa en MySQL según el flujograma de la figura 10.

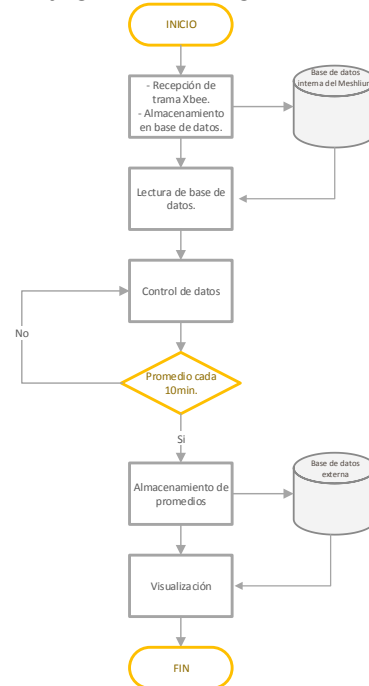


Figura 10. Flujograma de depuración y promediado de datos.

Resultados

Por medio de la aplicación informática se pudo obtener los resultados que se detallan en breve. La siguiente figura muestra datos de la velocidad del viento tomados durante todo un día de muestra.

Es preciso mencionar que los datos han sido recolectados durante todo el año 2014, es por esto que en las figuras 12 y 13 se muestran los valores máximos, promedios y mínimos de cada mes, en cuanto a velocidad de viento y radiación solar se refiere.

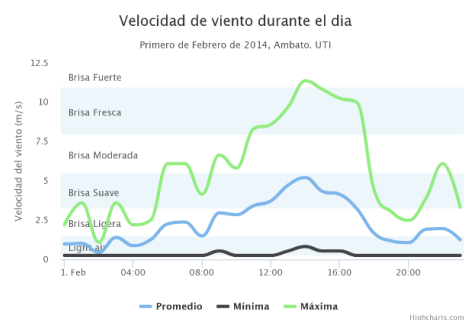


Figura 11. Velocidad del viento diaria.

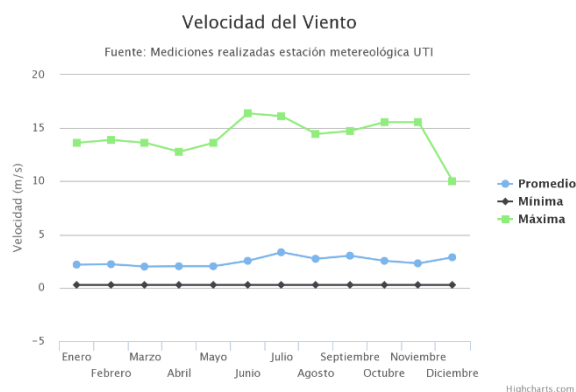


Figura 12. Velocidad del viento mensual.

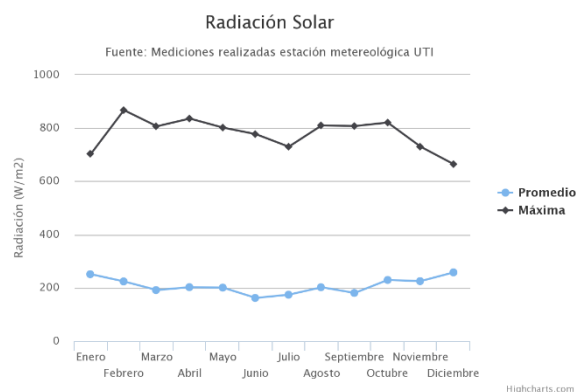


Figura 10. Radiación solar mensual.

CONCLUSIÓN

Si bien el promedio de la velocidad del viento es de 2 a 3 m/s durante todo el año, es posible la utilización de este recurso implementando un aerogenerador tipo Sabonius, el cual se puede poner en funcionamiento con una pequeña brisa. Sin embargo entre las 12h00 y 18h00 las velocidades registradas varían desde los 7,5 a 16m/s, que son ideales para que otro

tipo de aerogeneradores funciones sin problemas.

En cuanto a la radiación solar, se tienen valores que oscilan entre los 700 y 900 W/m², los cuales son propicios para el aprovechamiento de este recurso a través de paneles fotovoltaicos cuyo valor promedio de irradiancia necesaria es de 800 W/m².

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Libelium, «Libelium,» 20 10 2012. [En línea]. Available: <http://www.libelium.com/products/waspmote>.
Apogee, «SQ-110: Sun Calibration Quantum Sensor,» [En línea]. Available: <http://www.apogeeinstruments.com/sq-110-sun-calibration-quantum-sensor/>. [Último acceso: 20 2 2013]
M. F. Alvear Quezada, “Diseño de un generador eólico tipo Savonius de uso

doméstico de 200 w”, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, 2012.
Instituto de Energía Solar, “Norma Técnica Universal para Sistemas Fotovoltaicos Domésticos”, INSTITUTO DE ENERGÍA SOLAR, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, Madrid, 2001.