



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO DE VARIABLES ABIÓTICAS EN LAS ESTACIONES DE YANOCOCHA, TANDAYAPA Y MASHPI PARA EL MUSEO ECUATORIANO DE CIENCIAS NATURALES.

Por: Miguel Francisco Loaiza Ontaneda

Introducción.-

En el contexto de la conservación medioambiental y de la preservación de la riqueza biológica, resulta necesario medir las variables abióticas de diferentes pisos geográficos representativos en el Distrito Metropolitano de Quito que nos permita realizar modelos matemáticos y prospectivas futuras y cuyos resultados desemboquen en recomendaciones de políticas ambientales de cuya aplicación permita garantizar la conservación cuasi plástica del medio ambiente procurando conseguir una mejor calidad de vida de los habitantes del Distrito Metropolitano de Quito.

Para alcanzar dichos fines resulta imperativo contar con estudios multidisciplinarios de profesionales en diferentes áreas del saber científico entre las que se encuentran la biología, geografía, geología, química, electrónica, matemáticas, ciencias sociales entre otras,

que posibiliten el estudio de los componentes multidimensionales que se desarrollan en un entorno natural con límites geográficos y habitado por sociedades que adaptan o se adaptan al medio ambiente.

Dentro de lo que puede aportar la tecnología y más precisamente la Ingeniería Electrónica tenemos la recolección, transmisión y almacenamiento de variables abióticas como la temperatura ambiental, humedad relativa, presión atmosférica, velocidad y dirección de viento, volumen de precipitación de lluvia, cantidad de hidrogeno en tierra y agua, fosforo en tierra y agua, nitrógeno en tierra y agua, entre otros. Para realizar la medición de estas variables podemos utilizar sensores electrónicos cuya información debe ser correctamente transportada desde sitios apartados ubicados en diferentes sitios del Distrito Metropolitano de Quito y almacenamos en una base de datos central y

que finalmente faciliten su posterior visualización y análisis científico.

Actualmente en el Distrito Metropolitano de Quito no se cuenta con la tecnología para realizar una medición integral de las variables abióticas, por ejemplo para realizar la medición del volumen de precipitación de lluvia en la mayoría de los casos está se la realiza manualmente con recipientes con marcas de volumen, otra variable abiótica como lo es la temperatura se la mide generalmente de manera manual tres o cuatro veces por día, la toma de medidas de manera manual involucra la participación de personal humano que en muchas ocasiones olvida llevar un registro pormenorizado de la información recolectada en campo; la dirección y velocidad de viento son variables que no se miden y por ende no se registran. Para solventar todos estos inconvenientes se propone utilizar sistemas de colección de información, transmisión de datos y almacenamiento todo ello de manera automática lo que vendría a solventar las deficiencias actuales de recolección de información.

Con la automatización de la colección de información, su transmisión y su almacenamiento permitirá finalmente identificar por parte de los científicos en biología y matemáticas plantearse modelos de dispersión sobre un posible cambio climático o micro climático en el Distrito Metropolitano de Quito, y en base a los resultados poder recomendar las políticas que concretarán las acciones más pertinentes para mantener el equilibrio biológico de esta área urbana.

Desarrollo.-

Una buena selección de variables abióticas a monitorear es una tarea muy

importante ya que definirá el alcance de uso en modelos matemáticos y análisis prospectivos que llevarán a cabo los científicos en biología. Establecen el límite de trabajo en el procesamiento de información.

[1] La *temperatura ambiental* es una variable muy sutil a escalas grandes, conforme aumenta el detalle, se pierde interés: el macroclima cambia poco en ámbitos espaciales pequeños.

Las variables de *temperatura ambiental* son obtenidas en muchos casos mediante interpolación de datos procedentes de estaciones meteorológicas. También se obtienen mediante teledetección o sensores remotos.

Conforme menor es la escala, más probable es encontrar variables detalladas: número de días de heladas, dinámica de vientos e isoyetas, radiación solar entre otras.

[2] Dependiendo de la ecología de las especies a estudiar, necesitaremos unas variables u otras, por ejemplo si deseamos estudiar insectos se vuelven claves los sucesos de extremos de temperatura como las heladas.

El Sol es el responsable de toda la energía que alcanza la superficie de la Tierra. El Sol emite radiación que se puede considerar de onda corta y que prácticamente traspasa la atmósfera casi sin problemas. Veremos aquí las interacciones que tiene con la atmósfera.

La Tierra intercepta una energía del Sol que en la parte superior de la atmósfera vale 1366 W/m^2 . Sin embargo sólo intercepta energía la sección de la Tierra que mira al Sol mientras que la emite toda la superficie terrestre, así que hay que dividir la constante solar entre 4 lo que nos lleva a 342 W/m^2 . De esa energía, 77 W/m^2 es reflejada por las nubes o difundida por el

aire hacia el espacio y 30 W/m^2 es reflejada hacia el espacio por la superficie terrestre. Así que 107 W/m^2 se pierden en el espacio por el albedo terrestre. El albedo es 0,313 así que se pierden en el espacio $0,313 \cdot 342 = 107 \text{ W/m}^2$. Por lo que quedan $342 - 107 = 235 \text{ W/m}^2$ que son los que penetran en la atmósfera.

[3] De los 342 W/m^2 el 51,7% es decir 177 W/m^2 son dispersados por la nubes o por los gases atmosféricos (22,5% = 77 W/m^2 en dirección al espacio y 29,2% = 100 W/m^2 en dirección a la Tierra). Sólo el 2% es decir 7 W/m^2 son absorbidos por las nubes.

El aire absorbe un 17,5% es decir 60 W/m^2 .

A la superficie de la Tierra llega directamente un 28,7% de la radiación solar inicial, es decir 198 W/m^2 , de la que un 19,9% es decir 168 W/m^2 son absorbidos por la Tierra y un 8,8% es decir 30 W/m^2 son irradiados directamente al espacio.

Descripción técnica del sensor Vaisala WXT-520



Gráfico 1. Fotografía del sensor Vaisala WXT-520

VIENTO

Velocidad	
Rango	0 ... 60 m/s
Tiempo de respuesta	250 ms
Precisión	0 ... 35 m/s $\pm 0,3$ m/s ó $\pm 3\%$,
	Continua ...
	35m/s ... 60 m/s $\pm 5\%$
Resoluciones de salida y unidades	0,1 m/s, 0,1km/h, 0,1mph, 0,1 nudos
Dirección	
Azimut	0 ... 360°
Tiempo de respuesta	250 ms
Precisión	$\pm 3\%$
Resolución de salida y unidad	1°

PRECIPITACIÓN LIQUIDA

Lluvia	Acumulado después del último reinicio automático o manual
Resoluciones y unidades de salida	0,01mm, 0,001 pulgadas
Precisión	5%
Duración de lluvia	Conteo de incremento cada diez segundos siempre que se detecta caída de agua
Resolución de salida y unidad	10s
Intensidad de lluvia	Promedio por minuto en etapas de 10s
Rango	0 ... 200mm/h
Resoluciones y unidades de salida	0,1 mm/h, 0,001pulgadas/h
Granizo	Cantidad acumulativa de impactos contra la superficie colectora
Resoluciones y unidades de salida	0,1 impactos/cm ² , 0,001 impactos/pulgada ² , 1 impacto
Duración de Granizo	Conteo de incremento cada diez segundos siempre que se detecta granizo.
Resolución de salida y unidad	10s
Intensidad de Granizo	Promedio por minuto en etapas de 10 segundos
Resoluciones y unidades de salida	0,1 impactos/cm ² h, 1 impactos/pulgada ² h, 1 impactos/hora

TEMPERATURA DEL AIRE

Rango	-52 ... +60 °C (-60 ... +140 °F)
Precisión del sensor a +20 °C	±0,3 °C (±0,5 °F)
Precisión por encima de rango de temperatura	

Resoluciones y unidades de salida 0,1 °C, 0,1 °F

PRESIÓN BAROMÉTRICA

Rango	600 1100 hPa
Precisión	±0,5 hPa a 0 ... +30 °C (+32 ... +86 °F) ±1 hPa a -52 ... +60 °C (-60 ... +140 °F)
Resoluciones y unidades de salida	0,1 hPa, 10 Pa, 0,0001 bar, 0,1 mmHg, 0,01 pulg.Hg

HUMEDAD RELATIVA

Rango	0 ... 100 %RH
Precisión	±3 %RH dentro de 0 ... 90 %RH ±5 %RH dentro de 90 ... 100 %RH
Resolución y unidad de salida	0,1 %RH

GENERAL

Temperatura de operación	-52 ... +60 °C (-60 ... +140 °F)
Temperatura de almacenamiento	-60 ... +70 °C (-76 ... +158 °F)
Voltaje de operación	5 ... 32 VCD
Consumo típico	3 mA a 12VCC (con ajustes de fábrica)
Voltaje de calefacción	5 ... 32 VCC (o CA, max. 30 VRMS)
Interfaz de datos seriales	SDI-12, RS-232, RS-485, RS-422, conexión USB
Peso	650g (1,43lb)
Gabinete	IP65
Cubierta con dispositivo de montaje	IP66

COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Cumple con el estándar EMC	EN61326-1; entorno industrial
Estándares medioambientales	IEC 60945/61000-4-2 61000-4-6

[4] [5] Posteriormente debemos buscar una vía de transmisión de la información colectada por los sensores y para ello uso de los canales de transmisión de datos inalámbricos GPRS es la manera más idónea de transportar la información desde las estaciones de monitoreo de variables abióticas en Yanacocha, Tandayapa y Mashpi hacia el Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales en el parque la Carolina del Distrito Metropolitano de Quito, por la cobertura existente en dichos sectores, el costo de transmisión, alta disponibilidad y bajo mantenimiento.

El módulo Intelligent GPRS/GPS AarLogic A05/3, permite la conectividad con las redes GSM/GPRS y adicionalmente reduce la cantidad de componentes necesarios para el control de las estaciones de monitoreo facilitando su implementación y acortando el tiempo de puesta en marcha ayudados en el motor de Script Python y Easy Script de Telit PY.

Conclusiones.-

- El sistema de monitoreo de variables abióticas implementado transmite información en tiempo real a una base de datos en el Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales con la cuál se elaboran los modelos matemáticos proactivos y prospectivos que permiten comprender de mejor manera la realidad de la presión generada por la ciudad y sus dinámicas hacia el medio ambiente circundante, lo que facilita la generación de política pública en materia de conservación y desarrollo sustentable.
- De entre todas las tecnologías para el monitoreo de variables abióticas cuyo estado del arte fue estudiado,

tanto los módulos AARlogic A05/3 y el sensor WXT-520 brindaron los resultados esperados y transmiten la información que posteriormente se utiliza en el modelo matemático medioambiental de las zonas de Yanacocha, Tandayapa y Mashpi.

- El módulo AARlogic A05/3 trabaja perfectamente para este tipo de proyectos ya que reduce considerablemente el tiempo de diseño, se encuentra completamente integrado y probado de tal manera que cuenta con todo lo necesario para tareas de transmisión de datos sobre redes de telefonía celular y adicionalmente presenta la ventaja de contar con el componente microcontrolador en el mismo modulo.
- Hay que tener siempre presente que la instalación en localizaciones remotas conlleva el inconveniente de no contar con acceso a redes eléctricas y dicho inconveniente presenta un factor crucial en la selección de componentes altamente eficientes en cuanto a consumo de energía, que sean altamente integrados y con la capacidad de almacenamiento local.
- Para los sitios seleccionados, la manera más rápida, eficiente y económica de transmitir la información fue el uso de redes de telefonía celular ya que por su cobertura y precios permiten un despliegue de equipamiento más rápido y más barato que la instalación de sistemas dedicados.
- En un periodo de seis meses se recibieron un total de cincuenta mil registros de diferentes variables abióticas, se realizaron treinta y cinco expediciones para la recolección de datos bióticos utilizando el principio de transectos, se llevó a cabo ocho

visitas para levantar y parametrizar los índices del componente social; y con toda esta información se elaboró un modelo matemático que permitió realizar una prospectiva que muestra los efectos esperados en el medio ambiente del Distrito Metropolitano de Quito por razón del cambio climático y la presión ejercida por la ciudad. En base a dicho estudio se expidió la Ordenanza Metropolitana 288 del 1 de Julio de 2009.

[1] C. Michael Hogan. (2010). *Abiotic factor. Encyclopedia of Earth*. Washington DC: Emily Monosson and C. Cleveland. National Council for Science and the Environment.

[2] Monje-Najera J. (1995). *Ecología una Introducción Práctica*. San José, Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica.

[3] De la Llata Loyola M.D. (2003). *Ecología y Medio Ambiente*. México. Editorial Progreso.

[4] Siegmund M. Redl, Matthias K. Weber, Malcolm W. Oliphant. (1998). *GSM and Personal Communications Handbook*. sl. Artech House.

[5] Alvarez Anton J.C., Campo Rodriguez J.C., Ferrero Martín F.J., Grillo Ortega G.J., Pérez García M.A. (2007). *Instrumentación Electrónica*. España. Paraninfo.