

EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE UN PROTOTIPO DE SENSORES INALÁMBRICOS PARA LA MONITORIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS CRÍTICAS DE PUENTES

Martínez Chicango Héctor Stalin

Departamento de Eléctrica y Electrónica, ESPE

Av. General Rumiñahui s/n Sangolquí – Ecuador

shadow_stalin07@hotmail.com

Resumen

El presente proyecto contempla efectuar una evaluación y análisis de un prototipo de sensores inalámbricos para la monitorización de infraestructuras críticas de puentes.

La investigación está dividida en dos partes fundamentales, la primera se enfoca en el estudio de las Redes de sensores inalámbricas, dando a conocer varios enfoques técnicos con respecto a su arquitectura, forma de comunicación, y topologías disponibles, el diseño de la red de transporte se lo realiza en base a Radio Mobile, la calidad y el comportamiento de la red de sensores inalámbricos se efectúa mediante NS2, utilizando el modelo de propagación TwoRay y una inyección de tráfico CBR y ftp, el aporte es crear un prototipo que trabaje de forma eficiente y ayuden a las evaluaciones estructurales. La segunda etapa consiste en el despliegue de una red de siete motas sensores en base a lo investigado.

Antecedentes

El presente proyecto surge de la necesidad del monitoreo de infraestructuras de puentes desde sitios remotos, facilitando el control y análisis de las vibraciones en la

estructura, que por diversos motivos no se los puede realizar constantemente en el lugar. Particularmente existe un gran potencial para esta aplicación en el Ecuador y el resto de los países de América fundamentalmente por el costo de operación a largo plazo y el envejecimiento de estructuras.

Las redes de sensores inalámbricos, son sistemas que permiten monitorear y controlar las vibraciones en los puentes, y en función de ello, tomar acciones de corrección en el momento oportuno, evitando desastres y logrando un seguimiento de la salud de la estructura del puente en condiciones óptimas.

1. Introducción

La evolución en las redes de sensores ha permitido, entre varias cosas, dotarlos de una cierta inteligencia propia, constituyendo verdaderos sistemas autónomos capaces de auto-configurarse y auto-organizarse entre sí mismos. Capaces de percibir, en todo momento el estado de un determinado espacio geográfico, lo cual trae múltiples beneficios al desplegar pequeños nodos (NS- Network Sensor) con el fin de recopilar datos de forma distribuida y así formar una red de información, sin infraestructura física.

Una de las aplicaciones que actualmente se está empleando, utilizando redes de sensores, es en la seguridad en infraestructuras, donde se analizan o identifican las posibles amenazas, con el fin de conocer los daños para prevenirlos, corregirlos y conocer el tiempo de vida útil que posee la estructura, por lo que se ha desarrollado un área de investigación conocida como Monitorización de Salud Estructural (Structural Health Monitoring o SHM), que busca evaluar las condiciones dinámicas de las estructuras con el fin de determinar, localizar y cuantificar que daños existen en la misma, además de dar una estimación de la vida útil de la estructura.

Desde el punto de vista de la ingeniería, los sistemas de monitorización deben ser operados remotamente y deben poseer un procesamiento de datos, así como una forma sencilla y simple tanto como para la instalación como para su mantenimiento. También deben poseer las técnicas de detección de daños incorporadas, lo mismo que un sistema de alerta en caso de una falla de energía y una base de datos que permita revisar los antecedentes de cualquier falla.

Monitorización de la salud de una infraestructura civil “puentes”

El monitoreo de salud estructural SHM, (Structural Health Monitoring) es una nueva tecnología la cual combina la captura de datos de la estructura con el análisis de la misma. Estos datos son obtenidos desde equipos instalados en la estructura del puente, gracias al avance tecnológico en la actualidad se utiliza una red sensorial no destructiva, desde la cual se obtienen indicadores que permiten

detectar anomalías (daños o degradación) en la estructura del puente.

Esta información puede ser periódica o en tiempo real y continua, y está ligada a las diferentes variaciones que se pueden presentar como: deterioro, corrosión, fatiga, reacciones químicas, humedad, y cambios en las variables del ambiente, así como las propiedades físicas de la estructura, que son necesarios para obtener una evaluación del estado de la estructura (Anna, 2010).

2. Redes de sensores Inalámbricos.

En las últimas décadas, habido un gran desarrollo de las redes de información, básicamente las que han tenido un gran desarrollo son las comunicaciones inalámbricas, gracias a los continuos avances tecnológicos. Lo que ha llevado a la aparición de nuevos circuitos electrónicos embebidos. Todo esto permite obtener nuevos dispositivos que permiten la medida y detección de cualquier magnitud física de forma sencilla y con gran precisión, con la ventaja que estos dispositivos poseen un tamaño pequeño y bajo costo (Fernández, 2010) (Sosa, 2011).

Esto ha hecho que se convierta en un área de interés para la investigación de las Redes Inalámbricas de Sensores, conocidas en inglés como Wireless Sensor Networks (WSN), este tipo de tecnología promete ser un gran avance según diversos analistas tecnológicos y revistas especializadas. Las WSN tienen un gran éxito en aplicaciones industriales, sistemas de automoción, entornos inteligentes, identificación de productos, domótica-seguridad, control de consumo energético, estudio de invernaderos, monitorización de

estructuras, y un sin fin de nuevas aplicaciones (Fernández, 2010).

Las WSN cubren un área relativamente pequeña. De esta forma se consigue economizar de forma significativa el consumo de potencia, por otro lado, se tiene que implementar mecanismos de enrutamiento con múltiples saltos, esto va a permitir que exista comunicación con nodos más alejados. Otra ventaja es la reutilización de frecuencias, ya que dos nodos con áreas de cobertura disjuntas podrán emplear la misma banda de transmisión. Poseen técnicas de tolerancia a fallos por lo que existen rutas redundantes, también poseen gestión global de energía, con esta técnica sirve para balancear el consumo entre nodos (M.Senthamilselvi and Dr.N.Devarajan, 2008) (Hernandez, 2010).

Tolerancia a fallos

La tolerancia a fallas se la puede definir como la capacidad de garantizar un óptimo funcionamiento de la red, es decir que no existan intervalos vagos, a pesar de que exista un mal funcionamiento de algunos nodos (Hoblos, G, Staroswiecki, My Aitouche, A., 2000).

Escalabilidad

Las redes de sensores inalámbricos poseen técnicas capaces de trabajar con un alto número de nodos y una alta densidad

Topologías de WSN

La WSN busca la mejor ubicación entre nodos para el envío y recepción de información. Estas agrupaciones se denominan topología de la red. Cada una de estas agrupaciones posee un nodo coordinador y un número de nodos

miembros, dando lugar a topologías jerárquicas.

En este tipo de redes para la transmisión de datos se utiliza topología lógica Token, en la que el nodo coordinador es el que administra la red. Por otra parte la topología física está ligada principalmente a los módulos de comunicación que se utilicen para el desarrollo del proyecto, debido a ciertas limitaciones lo más aconsejable es utilizar una topología física en estrella extendida (José, 2009).

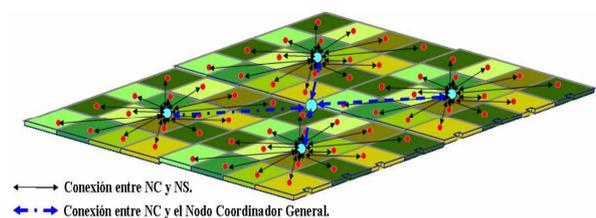


Figura.1. Distribución de los elementos de la WSN con topología en estrella extendida (mayor cobertura).

Métodos de Sincronización

El protocolo Timing-Sync que trabaja en redes de sensores funciona en dos fases: En el primer nivel es el encargado del descubrimiento en toda la red y la segunda es la sincronización.

Protocolo Routing.

Se encarga de generar las vías para comunicar los dispositivos que se encuentran distribuidos en la red.

De esta manera conocerán cuántos son, qué cantidad están al alcance de cada uno y cómo podrá enrutarse con ellos o servir de comunicador entre nodos.

Los protocolos se dividen en; Routing plano, jerárquico o adaptativo (Martell, 2011).

Estándar IEEE 802.15.4/ZigBee

La Figura.2, nos muestra el modelo del estándar del protocolo inalámbrico ZigBee.



Figura.2. Capa modelo del protocolo inalámbrico ZigBee.

ZigBee es un estándar basado el modelo OSI (Open System Interconnect). Con la diferencia, que las aplicaciones en las capas inferiores son independientes de la capa de aplicación. Las capas PHY y MAC de este estándar fueron desarrolladas por IEEE 802.15.4-2003. El estándar ZigBee solamente define las capas de red, aplicación y seguridad. El estándar IEEE 802.15.4, se lo desarrollo a la par que ZigBee (Espinosa, 2008).

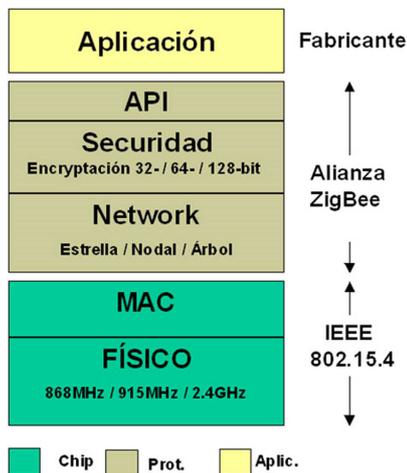


Figura. 3. Protocolo de red IEEE802.15.4, que no contiene el estándar ZigBee.

En la Figura.3, se observa que las capas PHY y MAC del estándar IEEE802.15.4 – 2003, no están dentro al estándar ZigBee. Las demás capas que están arriba de la capa MAC, corresponde a definiciones de

usuarios, como es el caso de la alianza ZigBee. La gran ventaja que se tiene al tener dispositivos que trabajen con ZigBee, es la interoperabilidad (Espinosa, 2008).

3. Planificación de la red

La planificación empieza por analizar el entorno de despliegue de la red que estará implementada en el puente “SAN PEDRO”.

Entorno de despliegue

Para el escenario que se desplegara la red de monitoreo, se eligió el puente del ingreso al Valle de los Chillos por la avenida General Rumiñahui, en la provincia de Pichincha, como indica la siguiente figura.

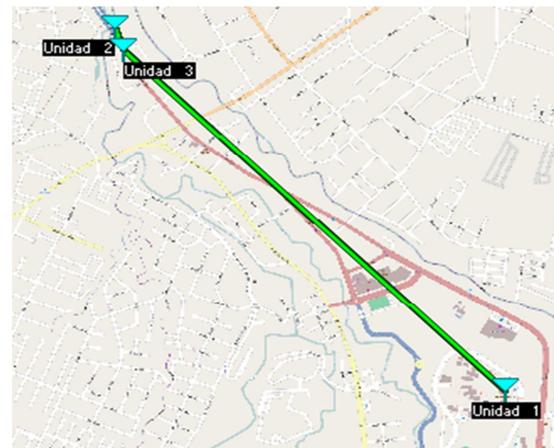


Figura. 4. Entorno de despliegue de la red de monitoreo.



Figura. 5. Punto de monitoreo, puente Santa Pedro, Quito.

La Figura.4, muestra los puntos escogidos para la estación de monitoreo, repetidor y el nodo principal de la red de telecomunicaciones.

ESTACION DE MONITOREO: MONITOREO. U2. Este sitio de monitoreo está conformado por un grupo de sensores que son los encargados de recopilar información de las vibraciones que se producen en el puente.

REPETIDORAS: U3. existe una estación repetidora.

RECOLECCIÓN CENTRAL: El gateway de toda la información recolectada es U1 correspondiente a la Escuela Politécnica del Ejército donde se procederá a realizar el procesamiento de la información recolectada.

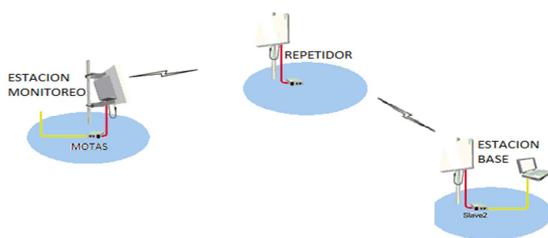


Figura. 6. Despliegue general de la red de monitoreo.

Se debe considerar que la estructura del puente donde se quiere instalar los sensores tienen forma irregular, lo que quiere decir que las señales de propagación se verán afectadas, al no tener línea de vista, ya que existen obstáculos que forman la estructura.

Red de transporte

Está compuesta por un 3 sistemas de transmisión y recepción de datos que operan en la frecuencia de 2.4 GHz. De estos sistemas, uno es el que corresponde a la estación de monitoreo de las vibraciones

en el puente, una estación repetidora, y una estación para la recopilación total de la información generada para su posterior tratamiento conformando una base de datos.

La Tabla.1, es un resumen de los cálculos simulados por Radio Mobile donde se toman algunos parámetros como distancia (Km), alturas de las antenas transmisora y receptora (m), despejamiento de la primera zona de Fresnel, campo eléctrico (dBuV/m), potencia relativa de recepción (dB) y el nivel de potencia de recepción (dBm). La ganancia de las antenas en todos los enlaces es de 15 dBi, la potencia de los equipos de transmisión es de 20 dBm lo permitido para transmisiones en 2.4GHz en el Ecuador, y una sensibilidad en -97 dBm.

Tabla. 1. Cuadro resumen de los cálculos de propagación de la Red.

Item	Enlace	hTx, hRx	Distancia Km	Peor Fresnel	CAMPO E dBuV/m	Prx Relativo dB	Nivel de Rx dBm
1	Monitoreo-Repetidor	15m,15m	0,15	7,4F1	86,36	39,90	-64,10
2	Repetidor-Estación	15m,15m	2,86	1,6F1	53,60	27,20	-76,80
GTx=GRx=15dBi							
PTx=20dBm							
Sensibilidad Receptor=-97 dBm							

Simulación de la WSN en NS2.

Se escogerá una topología regular de WSN como la que se indica en la Figura.8. Se utilizarán 8 nodos para la estación de monitoreo de los cuales el nodo 0 se utiliza como gateway. El resto de los nodos (1, 2, 3, 5, 6, 7) disponen de un acelerómetro para captar el movimiento de la estructura.

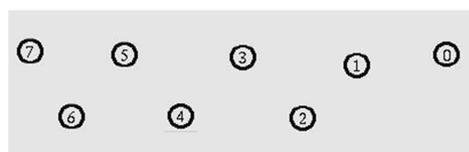


Figura. 7. Topología de WSN, que corresponde a la estación de monitoreo.

La Figura.8 son graficas del TraceGraph, que nos muestran la suma acumulada del

número de paquetes y de bytes para los diferentes eventos.

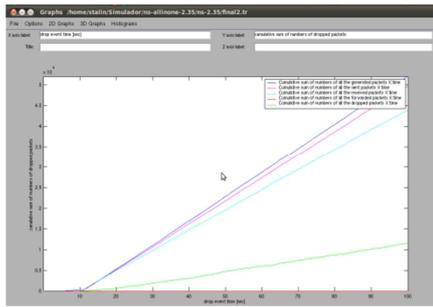


Figura. 8. Suma acumulada del Número de Paquetes y Bytes.

La Figura.8, muestra que la cantidad de paquetes generados, enviados y recibidos, aumenta en la medida que transcurre el tiempo de simulación.

Las Figuras.9 y 10, son la representación de los resultados y el análisis del Throughput de la red, obtenidos bajo la herramienta TraceGraph.

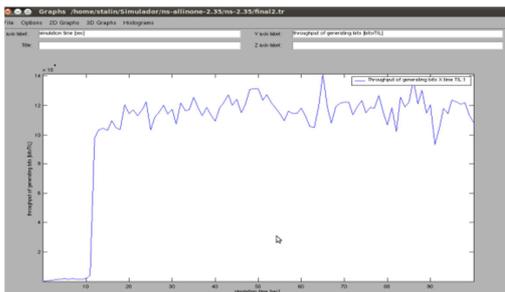


Figura.9. Throughput de bits generados.

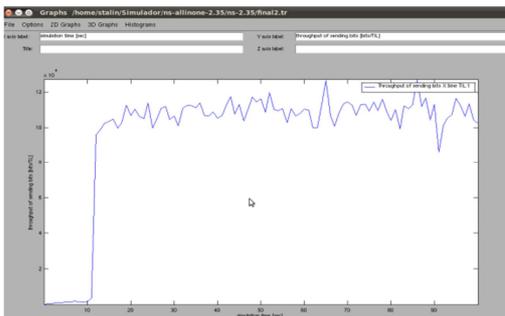


Figura. 10. Throughput de bits enviados.

Las Figuras 11, muestran el número de paquetes generados, enviados, recibidos, perdidos y caídos de la simulación.

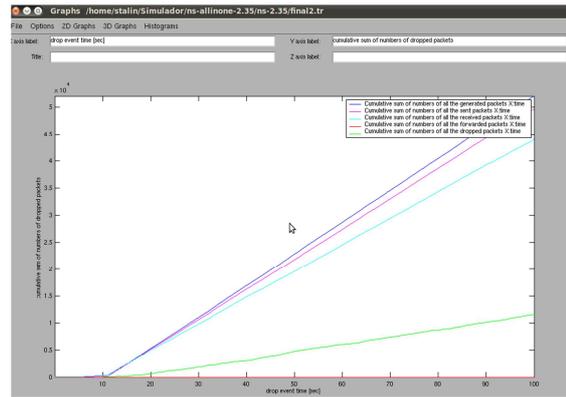


Figura. 11. Número de Paquetes.

El grafico anterior, nos muestra que en base al porcentaje de paquetes generados el porcentaje de paquetes enviados es el que corresponde al valor más alto y que los porcentajes de paquetes de caídos y perdidos son pequeños, por lo que el desempeño de nuestra red es favorable.

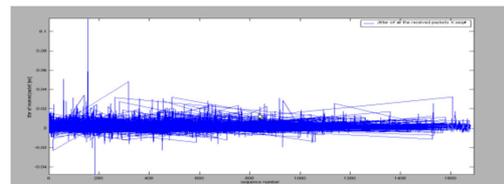


Figura. 12. Jitter de Paquetes Recibidos.

El Jitter de los paquetes recibidos que se producen entre los nodos oscila entre -20 y los 20 milisegundos manteniéndose hasta el final de la simulación.

4. IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO Y PRUEBAS

Para la implementación del prototipo de la red de sensores se escoge dos escenarios para su despliegue, el primero se lo realiza en el puente peatonal ubicado en la parte frontal del Campus Politécnico de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, y el segundo se establece en base a la simulación efectuada, que es el despliegue de la red de sensores en el puente "SAN PEDRO", el despliegue de los dispositivos se lo hace de forma mixta, una vez vista la auto-organización de los

sensores, se ubica de forma manual el Gateway en el lugar más adecuado para efectos de energía y rendimiento.



Figura. 13. Despliegue de la Red de Sensores.



Figura. 14. Puente Peatonal, exteriores de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.



Figura. 15. Nodos sensores desplegados.

La ventaja de tener una red que se auto-organiza, es que todos los nodos tienen el mismo rol, colaboran unos con otros para hacer la captación de eventos de forma conjunta.



Figura. 16. Despliegue de la Red de Monitoreo.



Figura. 17. Puente de San Pedro-Valle de los Chillos.



Figura. 18. Despliegue de los nodos.

Ambas redes de monitoreo desplegadas en los diferentes escenarios, buscan tener un control vía remota, sobre el acceso a la información de las variables adquiridas por la red de sensores inalámbricos,

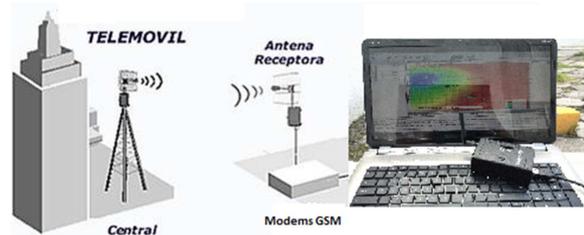


Figura. 19. Comunicación entre equipo remoto y equipo de monitoreo.

Prueba de la red de sensores inalámbricos

A continuación se presentan los resultados obtenidos luego de realizar pruebas del funcionamiento de la red de sensores inalámbricos en los dos escenarios que incluyen, topología de la red, costo por la mínima transmisión (MT), y la fiabilidad de la red en términos de enrutamientos de paquetes.

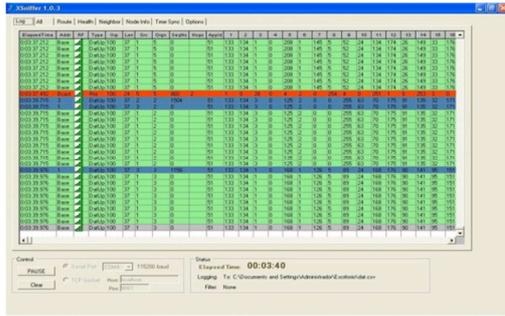


Figura. 20. Herramienta Xsniffer, empleada para escuchar el tráfico de la red de sensores.

La Figura.21, muestra los resultados obtenidos en los escenarios, con un número total de seis nodos.

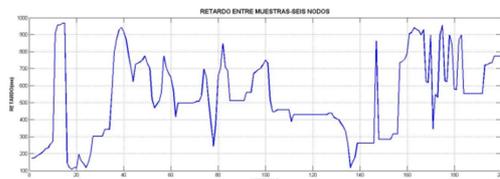


Figura. 21. Tiempo entre muestras adquiridas.

La Tabla.2, es un resumen de los resultados de la implementación de la red de sensores en el puente.

Tabla. 2. Características Generales de los Distintos Tipos de motes.

TIEMPO ENTRE MUESTRAS PROMEDIO	471.94
RETARDO PROMEDIO DE UN NODO EN LA RED	585.285
PROMEDIO DE PAQUETES PERDIDOS	36.78%
PROMEDIO DE PAQUETES RETRANSMITIDOS	25.19%

Se determinó que las pérdidas de paquetes que se producen en el segundo escenario son mayores que las que se obtienen en el primer escenario, ya que las características de propagación obtenidas al implementar en el puente peatonal son mejores, que las logradas en el puente de San Pedro.

La herramienta MoteView 2.0 (Crossbow_Techonologies), puede determinar la topología de la red, la cual toma la información que contiene cada sensor y expone el similar del nodo sensor midiendo la estimación realizada por el algoritmo EWMA. Tal estimación se refiere a la calidad del enlace, es altamente

variante y más, con respecto a la organización de los nodos. Las Figuras, 22, 23, muestran las topologías obtenidas en los dos escenarios.

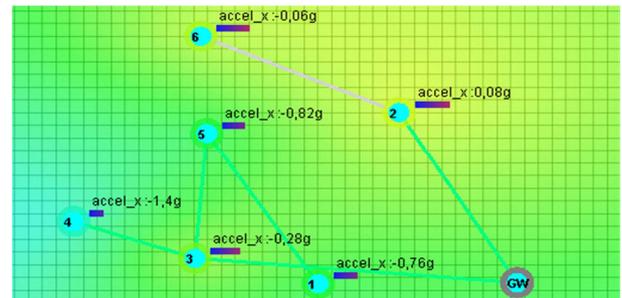


Figura. 22. Topología de la red-Puente peatonal.

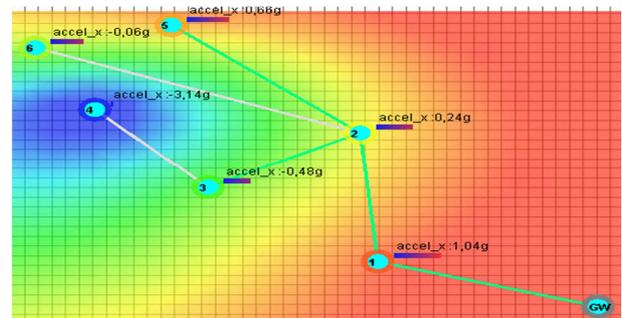


Figura. 23. Topología de la red-Puente San Pedro.

En cuanto a las topologías ilustradas, los nodos utilizan la métrica para establecer su organización y proporcionan la información de las vibraciones que se producen en los puentes.

Se concluye, que el escenario de despliegue de los dispositivos influye directamente en la pérdida de paquetes, esto es, si se logra tener buenas características de propagación, existirá una menor cantidad de paquetes perdidos, lo que lleva a una menor cantidad de paquetes retransmitidos, y así se tiene un uso más eficiente del espectro, las baterías y el procesamiento de las motas.

Conclusiones

- Se determinó que el diseño de la red de sensores inalámbricos para el

sistema de monitoreo de puentes, es factible, ya que los cálculos y el análisis utilizando las herramientas de simulación, NS2 y radio Mobile, para el análisis de la disponibilidad, la capacidad y la calidad del enlace presentan valores adecuados, que aseguran un óptimo funcionamiento de la red, a esto se le puede añadir la viabilidad técnica y económica.

- Las redes de sensores inalámbricos que su funcionamiento se basa en el estándar Zigbee, son la solución más efectiva para la implementación de sistemas de monitoreo de puentes que sea confiable y robusto, ya que presenta ventajas como, bajo consumo, un tamaño reducido de las motas, alta autonomía, escalabilidad de sensores, menor vulnerabilidad a fallos, bajo costo, facilidad de instalación, y adicionalmente gracias al protocolo de enrutamiento multi-salto la WSN cubre áreas extensas con tiempos bajos, permitiendo que exista una monitorización en tiempo real. Por lo que hace que estos dispositivos sean óptimos para el monitoreo de puentes.

- Se realizó la comparación entre ambas pruebas y se concluyó que a pesar que los dispositivos estén trabajando de manera adecuada, existen problemas propios de los dispositivos que hacen que su rendimiento se deteriore en una monitorización en tiempo real, también se observó que el comportamiento en ambos escenarios es similar, sin embargo el factor de corrección es demasiado alto, especialmente en el retardo, lo que significa que las características intrínsecas de los dispositivos (procesamiento de información, baja respuesta del software), influyen en el retardo y hacen que los

resultados de la simulación y la implementación sean diferentes.

- Se ha podido evaluar el comportamiento de una WSN en condiciones reales, habiendo demostrado ser lo suficientemente robusta y adecuada para poder alcanzar los objetivos planteados. A lo largo de todo el proyecto se han encontrado diversas situaciones y desafíos a los que se han establecido soluciones prácticas. La experiencia de este proyecto nos ha indicado que la administración remota de las WSN es un punto importante en el desarrollo e implementación de estas redes. Esta línea de trabajo se debería profundizar en investigaciones futuras.

Recomendaciones

- Casi siempre los resultados obtenidos en las simulaciones tienen gran diferencia que los obtenidos en la implementación, por lo que se recomienda utilizar una herramienta como el Matlab, que permite realizar las comparaciones de una manera más clara. Además nos ayuda al desarrollo de modelos matemáticos los cuales nos predicen el comportamiento de los equipos en entornos reales.

- En cuanto a la implementación y recolección de datos, se recomienda modificar el firmware de las motas, para aumentar la velocidad de muestreo, teniendo una mejor resolución en cuanto al contenido espectral y pueda disminuir el principio de incertidumbre

Trabajos a Futuro

- Para posteriores estudios se recomienda la utilización de equipos que trabajen con código abierto, las cuales

permiten el desarrollo de aplicaciones según las necesidades del proyecto.

- Desarrollar un protocolo que contemple la comunicación del estado de las baterías, y de esta forma usar los sensores que tengan mayor energía que los que poseen menos, y eliminar de la WSN los sensores que tengan su batería agotada, y así lograr un sistema de red más robusta.

- Como trabajos futuros sobre el tema, deberían ser considerados: La implementación de seguridad en las WSN, IPv6 en WSN, Simulación de consumo energético.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anna, S. (15 de abril de 2010). *Aplicación del método de la emisión acústica en la monitorización de las estructuras de hormigón*. Recuperado el 2012 de octubre de 26, de A Sidorova - 2010 - upcommons.upc.edu: <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/12327>
- Arano, C. G. (2009). *IMPACTO DE LA SEGURIDAD EN REDES INALÁMBRICAS DE SENSORES IEEE 802.15.4*. Recuperado el 20 de 12 de 2012, de http://eprints.ucm.es/11312/1/Memoria_Fin_de_Master_-_Carlos_Garc%C3%ADa_Arano.pdf
- Espinosa, I. P. (2008). *DISEÑO DE UNA RED DE SENSORES INALÁMBRICOS APLICADOS A LA DETECCIÓN DE PESTICIDAS EN AGUAS DE ZONAS BANANERAS*. Recuperado el 19 de 12 de 2013, de http://eciencia.urjc.es/bitstream/10115/5615/1/PFM_PatricioVizcaino.pdf
- Farinaz Koushanfar, Miodrag Potkonjak, Alberto Sangiovanni- Vicentelli. (2008). *Fault tolerance in wireless sensor network*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2012, de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.87.1422&rep=rep1&type=pdf>
- Fernández, J. N. (10 de septiembre de 2010). *Simulación de Redes de Sensores Wireless*. Recuperado el 17 de noviembre de 2012, de Simulación de Redes de Sensores Wireless: http://www.recercat.net/bitstream/handle/2072/116653/PFC_JavierNavarroFernandez.pdf?sequence=1
- HEREDIA, J. J. (23 de OCYUBRE de 2008). *Desarrollo y Estudio de Capacidades de Redes 802.15.4 Usando Dispositivos Micaz*. Recuperado el 18 de AGOSTO de 2013, de <http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/745/1/pfc2877.pdf>
- Hernandez, J. V. (01 de Abril de 2010). *Redes Inámbricas de sensores: Una nueva arquitectura eficiente y robusta basada en jerarquía dinámica de grupos*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2012, de <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/8417/tesisUPV3326.pdf?sequence=11>
- Hoblos, G, Staroswiecki, My Aitouche, A. (Septiembre de 2000). Optimal design of fault tolerant sensor networks. *IEEE International Conference on Control Applications*, 467-472.
- Inregrantes deñ grupo de investigacion EDMANS. (2009). *Redes Inalámbricas de Sensores: Teoría y Aplicación Práctica*. . Recuperado el 03 de Diciembre de 2012, de

<http://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/377564.pdf>

- Kazem Sohraby, Daniel Minoli. (2007). *Wireless Sensor Networks Technology, Protocols, and Applications*. ISBN 978-0-471-74300-2.
- Martell, C. V. (28 de Septiembre de 2011). *Redes de sensores inalámbricos para el análisis de vibraciones*. Recuperado el 30 de Noviembre de 2012, de <http://cursos.die.udec.cl/~jpezoa/memorias/20110930-cvergara>
- Monitoreo de Salud Estructural, Conceptos. Aplicación del sistema de salud estructural. (2010). *Monitoreo de salud estructural - Ingeniería.peru-v.com*. Recuperado el 8 de Octubre de 2012, de Monitoreo de salud estructural - Ingeniería.peru-v.com: http://www.ingenieria.peru-v.com/documentos/Monitoreo_de_salud_estructural.pdf
- CONTRIBUCIONES AL ESTABLECIMIENTO DE UNA RED GLOBAL DE SENSORES INALÁMBRICOS INTERCONECTADOS: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.87.1422&rep=rep1&type=pdf>.
- UC Berkeley LBL, USC/ISI, and Xerox PARC. (2010). *The VINT Project; The ns Manual*. Recuperado el 11 de 2012

Biografía

Héctor Stalin Martínez Chicango, nació el 07 de Mayo del 1986 en la ciudad de Quito, Ecuador. Empieza sus estudios primarios en la Unidad Educativa “Fuerza Aérea Ecuatoriana No 1” de Quito. Posteriormente realiza sus estudios secundarios en el Colegio “Fuerza Aérea Ecuatoriana No 1 en Quito, obteniendo el título de Bachiller en Físico Matemático. Ingresa a la Escuela Politécnica del Ejército a la carrera de Eléctrica y Electrónica obteniendo el título de Ingeniero Electrónico en Telecomunicaciones.

