


Información general			
Facultad: De Ciencias Naturales e Ingeniería			
Programa académico: Ingeniería Electrónica		Grupo(s) de investigación: 1	
Nombre del semillero – Siglas HERTZ		Fecha creación: 2-2021	
		Campus: Bucaramanga	
Líneas de Investigación: Telecomunicaciones-IOT			
Áreas del saber			
	1. Agronomía veterinaria y afines		5. Ciencias sociales y humanas
	2. Bellas artes		6. Economía, administración, contaduría y afines
	3. Ciencias de la educación		7. Matemáticas y ciencias naturales
	4. Ciencias de la salud	x	8. Ingenierías, arquitectura, urbanismo y afines

Al diligenciar este documento, autorizo de manera previa, expresa e inequívoca a UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER a dar tratamiento de mis datos personales aquí consignados, para la finalidad de realizar seguimiento de las actividades del grupo de investigación de proyectos de las UTS, como docente líder y/o coordinador del grupo y conforme a las demás finalidades incorporadas en la Política de Tratamiento de Información publicada en www.uts.edu.co y en la Calle de los estudiantes 9-82 Ciudadela Real de Minas, que declaro conocer y estar informado que en ella se presentan los derechos que me asisten como titular y los canales de atención donde ejercerlos.

Información del director del proyecto

Nombre: JHON FREDY LINARES AMADOR		No. de identificación y lugar de expedición: 91491227, Bucaramanga	
Nivel de formación académica: Master Information & Technology		Asesor:	Líder de semillero: Jhon Linares
Celular: 3028647920		Correo electrónico: jlinares@correo.uts.edu.co	

Información de los autores

Nombre	No. Identificación y lugar de expedición	Celular	Correo electrónico
Abad Felipe Riaño Duarte	1098780580	3167532788	afriano@uts.edu.co
Ever Alberto Almeida Hernandez	1007414545	3187718390	ealmeida@uts.edu.co

Proyecto

1. Implementación de una Red de Sensores con Módulos Digi Xbee y Protocolo Zigbee 3.0 para el Monitoreo Autónomo de Salud Estructural en Puentes Segmentales mediante Recolección de Energía Ambiental	MODALIDAD DEL PROYECTO				
	PA	PI	TI	RE	Otra. ¿Cuál?
			X		
2. Planteamiento de la problemática <p>El monitoreo de salud estructural (SHM) es útil para evaluar el comportamiento a largo plazo de infraestructuras críticas como los puentes viga cajón segmentales. Estos puentes, por su diseño, son susceptibles a tensiones internas, cargas dinámicas y degradaciones que pueden afectar su integridad. Este proyecto tiene como objetivo establecer una red inalámbrica de sensores utilizando acelerómetros triaxiales para monitorear en tiempo real la respuesta estructural de estos puentes. Al implementar nodos de sensores con módulos Digi Xbee y transmisión basada en el protocolo Zigbee 3.0, se busca obtener datos precisos y continuos sobre las vibraciones y desplazamientos del puente. Además, la red estará alimentada por técnicas de recolección de energía del ambiente (Energy Harvesting), garantizando autonomía energética y reduciendo la necesidad de mantenimiento.</p>					
3. Antecedentes: El monitoreo de salud estructural (SHM) es una práctica clave para garantizar la seguridad y prolongar la vida útil de infraestructuras críticas, como puentes. En los últimos años, el uso de tecnologías basadas en sensores para evaluar el estado de las estructuras se ha convertido en una alternativa eficiente frente a las inspecciones manuales tradicionales. <p>Antecedente clave: En estudios recientes, se han implementado sistemas de monitoreo en tiempo real que emplean sensores distribuidos para detectar vibraciones, deformaciones y cambios ambientales que puedan comprometer la integridad estructural.</p> <p>Evidencia: Se destacan aplicaciones como las realizadas en puentes como el Puente Golden Gate (EE.UU.) y el Puente de Akashi Kaikyo (Japón), donde las redes de sensores han permitido monitorear vibraciones y desplazamientos críticos.</p>					
4. Justificación: El monitoreo de puentes viga cajón segmentales Es importante para llevar un control de las anomalías que suceden en este y prolongar o predecir su vida útil. Las cargas dinámicas, como el tráfico y las condiciones ambientales, generan tensiones que pueden debilitar la estructura con el tiempo. En la actualidad se sabe que muchos puentes dependen de inspecciones visuales periódicas, lo cual es ineficiente y a menudo insuficiente para detectar problemas en etapas tempranas. El uso de una red inalámbrica de sensores con acelerómetros triaxiales permitirá un monitoreo continuo de la estructura, obteniendo información en tiempo real sobre vibraciones, desplazamientos y tensiones internas. Este enfoque mejora la capacidad de detección temprana de fallos y a su vez también reduce costos de mantenimiento y mejora la seguridad. Además, al implementar técnicas de recolección de energía ambiental, se elimina la dependencia de baterías, lo que hace el sistema más sostenible además el usar este enfoque de medición con instrumentos como el módulo Digi Xbee conectado a un sensor y transmisión de datos se lograría un equipo de bajo costo.					

5. Marcos referenciales:

El monitoreo estructural viene evolucionando significativamente en los últimos años, particularmente con el desarrollo de sensores de alta precisión y tecnologías de transmisión de datos en tiempo real. Los acelerómetros triaxiales son ampliamente utilizados para monitorear vibraciones y desplazamientos, ya que capturan datos en tres ejes, proporcionando una visión integral de las tensiones a las que están sometidos los puentes segmentales. En estudios recientes, como el realizado por Zhihang Deng y colaboradores (2023), se revisan las tendencias actuales en monitoreo estructural de puentes, destacando el uso de sensores inalámbricos y técnicas de análisis de vibraciones para la detección de daños tempranos. Además, los métodos de recolección y procesamiento de datos, como la reducción de ruido y la reconstrucción de señales, han permitido mejorar la precisión de los sistemas de monitoreo esto indica la organización japonés (PUBLIC WORKS RESEARCH INSTITUTE) y artículos publicados por la editorial académica (MDPI). El monitoreo de grandes infraestructuras como el puente Yokohama Bay durante eventos sísmicos ha mostrado la utilidad de estas tecnologías

Objetivo General

Establecer una red inalámbrica de sensores a partir de nodos acoplados a acelerómetros triaxiales con transmisión de largo alcance y sistema de alimentación basada en técnicas de recolección de energía del ambiente (Energy Harvesting).

Específicos:

1. Diseñar e implementar nodo(s) sensores inalámbricos basados en acelerómetros triaxiales para medir datos de vibración en tiempo real, utilizando módulos Digi Xbee y el protocolo Zigbee 3.0.
2. Establecer la transmisión de datos en tiempo real entre los nodos sensores y una estación central mediante módulos Xbee, garantizando la correcta configuración y funcionamiento inicial de la red de sensores.
3. Implementar un sistema de recolección de energía ambiental (Energy Harvesting) que alimente de manera continua a los nodos sensores, mejorando la autonomía de la red inalámbrica.6. Enlazar una pantalla digital la cual nos permita interactuar con el usuario en tiempo real.

7. Metodología:

La metodología aplicada al desarrollo del sistema de monitoreo estructural, compuesto por una red de sensores inalámbricos basada en acelerómetros triaxiales configurados para detectar vibraciones y desplazamientos en tres ejes, se basó en varios pasos clave. En primer lugar, se diseñó el sistema y se estableció una red de sensores. Seguido se configuró la transmisión de datos utilizando el protocolo Zigbee 3.0, permitiendo el envío en tiempo real a un servidor central para su procesamiento. Para alimentar los sensores, se emplearon técnicas de energy harvesting, aprovechando fuentes de energía ambiental como la recolección de energía solar y finalmente, se validara el sistema analizando los datos recopilados para verificar su precisión y capacidad para identificar patrones de desgaste en la estructura del puente.

8. Avances realizados: Con un avance del 90%, el proyecto ha logrado un progreso significativo en la implementación del de la cerradura, el desarrollo de la guía detallada y la aplicación de clasificación por colores. Los próximos pasos incluirán la finalización de la documentación, la optimización del sistema de control y clasificación, de las imágenes capturadas por la cámara.

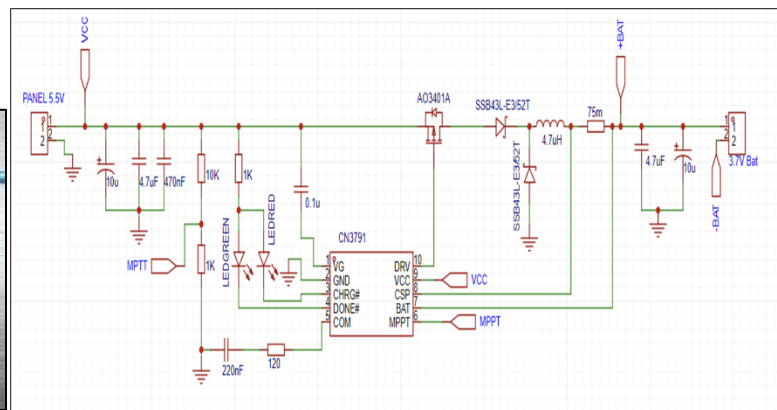
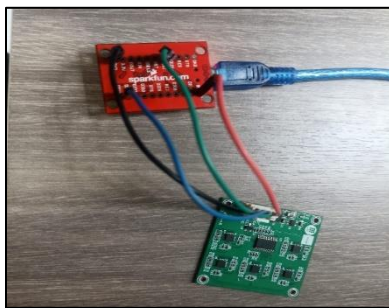
9. Resultados esperados:

Se ha logrado prescindir del uso de la Tarjeta Arduino DUE en la que en inicio se había planteado el Desarrollo de las mediciones y conexión a un modulo Xbee.

Se Implemento un primer Nodo de mediciones el cual recibe los valores de las mediciones de aceleración y transmite los datos a un nodo coordinador

Desarrollo de la programación migrada a micro Python para la toma de mediciones.

Acoplamiento de una tarjeta convertora de energía DC-DC que garantiza una alimentación eficaz y optima para la aplicación.



10. Cronograma:

Actividad (Semanal)	Fase 1				Fase 2				Fase 3					Fase 4				Fase 5				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Revisión bibliográfica																						
Identificar las																						
Buscar y seleccionar los componentes																						
Diseñar el dispositivo																						
Conseguir y comprar los materiales electrónicos necesarios																						

para la fabricación del dispositivo.																										
Fabricar, montar e Integrar el dispositivo en																										
Entrega del documento Final para evaluación																										
Sustentación del trabajo de grado																										
Entrega final																										

Referencias Bibliográficas

- **Baronti, P., Pillai, P., Chook, V. W., Chessa, S., Gotta, A., & Funabashi, M. (2007).** Wireless Sensor Networks: A Survey on the State of the Art and the 802.15.4 and ZigBee Standards. Computer Communications, 30(7), 1655-1695.
- **Chong, C. Y., & Kumar, S. P. (2003).** *Sensor Networks: Evolution, Opportunities, and Challenges*. Proceedings of the IEEE, 91(8), 1247-1256.
- **Paradiso, J. A., & Starner, T. (2005).** Energy Scavenging for Mobile and Wireless Electronics. IEEE Pervasive Computing, 4(1), 18-27. -nacional/

(1) PA: Plan de Aula, PI: Proyecto integrador, TI: Trabajo de Investigación, RE: Recursos Educativos Digitales Abiertos (REDA)