

Consolidado INFORME DE GESTIÓN 2024-I y II

Semillero de Investigación **HERTZ**



**Docente Líder:**

**JHON F LINARES AMADOR**

*Programa de Ingeniería Electrónica*

**Dirigido a:**

**Humberto José Navarro Nigrinis**

*Coordinador de los Semilleros de Investigación*

**Javier Mauricio Mendoza Paredes**

*Director de Investigaciones y Extensión (DIE)*

**Lugar y fecha de emisión:**

*Bucaramanga, 12 de Diciembre 2024*

## INFORMACIÓN DEL SEMILLERO

El Semillero de Investigación HERTZ está articulado al Grupo de Investigación GICAV de los programas académicos en Tecnología en implementación de Sistemas Electrónicos y Ingeniería electrónica, pertenecientes a la Facultad Ciencias de Naturales e Ingeniería, este Semillero proporciona un espacio académico que fomenta el interés y las habilidades en investigación en los estudiantes. Busca a través de la práctica y el aprendizaje colaborativo, desarrollar proyectos de investigación que contribuyan a la generación de nuevo conocimiento y la solución de problemas específicos en diversas áreas del saber.

### Líneas de investigación del Semillero HERTZ

- Radiocomunicaciones
- IOT
- Redes Inalámbricas
- Conectividad

### Objetivos

#### Objetivo General

Formar profesionales altamente capacitados que sean reconocidos por su excelencia académica y su capacidad de liderazgo en el sector de las telecomunicaciones.

#### Objetivos Específicos

\* Impulsar proyectos de investigación que exploren nuevas fronteras en las telecomunicaciones, desde la teoría hasta la aplicación práctica.

\* Promover la creación y adopción de tecnologías avanzadas que mejoren las capacidades y la eficiencia de las redes de telecomunicaciones.

\* Ofrecer un entorno educativo que potencie las habilidades técnicas y blandas de los estudiantes, preparándolos para liderar y contribuir significativamente en sus futuras carreras profesionales.

\* Fomentar la colaboración entre diversas disciplinas para abordar de manera integral los desafíos y oportunidades en el ámbito de las telecomunicaciones.

\* Desarrollar soluciones que no solo beneficien a la industria, sino que también tengan un impacto positivo en la sociedad, mejorando la conectividad y la calidad de vida de las personas.

\* Mantener altos estándares de calidad en todas las actividades del semillero, desde la investigación hasta la educación y la divulgación de resultados.

## EVIDENCIAS

El Semillero de Investigación HERTZ ha consolidado su presencia en el ámbito académico y científico a través de una gama de actividades, lo que ha permitido la difusión de diferentes productos asociados a los procesos de fortalecimiento de la cultura investigativa, que articulan las líneas de investigación del Grupo de Investigación GICAV y contribuyen a la producción en sentido estricto. Así fomenta el intercambio de conocimientos y el trabajo colaborativo con pares, en el ámbito regional, nacional e internacional. A continuación, se presentan las evidencias del trabajo realizado para la vigencia.

**Tabla 1: Participación en encuentros y/o eventos.**

Nombre del Proyecto	Autores	Líder del Semillero	Tipo de Evento <sup>(1)</sup>	Nombre del Evento	Impacto/Logros	Evidencia
Dispositivo para Entrenamientos de Habilidades Psicomotoras mediante Estímulos Visuales y Auditivos para los Árbitros de Fútbol en el Área Metropolitana de Bucaramanga	PONENTE 1: Jhon Stiven Peñaranda Prada PONENTE 2: Jerson Arley Navarro Lobo	Jhon F Linares	Encuentro	Fundación RedColsi	1. Identificar las habilidades psicomotoras que requieren mayor entrenamiento en los árbitros de fútbol en el área metropolitana de Bucaramanga y seleccionar los estímulos visuales y auditivos apropiados para su entrenamiento. 2. Desarrollar un dispositivo de entrenamiento que integre los estímulos visuales y auditivos seleccionados usando una	Anexo 1: Certificado de participación  Anexo 2: F-IN-02 o F-IN-03.

					<p>estructura diseñada en 3D, y una PCB de alta calidad y que integre todo el sistema.</p> <p>3.Crear una aplicación móvil que permita monitorear los datos y se comunique vía inalámbrica con el microcontrolador además de enlazar datos para una pantalla matriz led con el fin de interactuar con el usuario en tiempo real.</p>	
<p>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</p>	<p>PONENTE 1: Abad Felipe Riaño Duarte PONENTE 2: Ever Alberto Almeida Hernandez DIRECTOR: Rafael Augusto</p>	<p>Jhon F Linares A</p>	<p>Encuentro tecnológico</p>	<p>Expo Semilla UTS</p>	<p>El sistema de monitoreo estructural que se desarrolla mediante una red de sensores inalámbricos ha demostrado ser una herramienta eficaz para detectar vibraciones y desplazamientos en infraestructuras</p>	<p>Anexo 1: Certificado de participación</p> <p>Anexo 2: F-IN-02 o F-IN-03.</p>

Recolección de Energía Ambiental.	Núñez Rodríguez				críticas, puentes.	como	
-----------------------------------	-----------------	--	--	--	--------------------	------	--

(1) Congreso, Encuentro, Seminario, Simposio, Conferencia, Cursos, Talleres, etc.

**Tabla 2: Productos Resultados de Actividades de Apropiación Social de Conocimiento.**

Producto <sup>(2)</sup>	Evidencia	Observaciones
Proyecto en Curso	Anexo 3: F-IN-02 – Dispositivo para Entrenamientos de Habilidades Psicomotoras	Proyecto presentado en el XXVI Encuentro Nacional de Semilleros de Investigación (RedCOLSI), Cartagena de Indias, octubre de 2023.
Proyecto Terminado	Anexo 4: F-IN-03 – Juego de Luces controladas para el desarrollo de la memoria y reflejos.	Proyecto Integrador desarrollado y socializado durante las reuniones del semestre con los estudiantes que pertenecen al Semillero de Investigación.
Proyecto Terminado	Anexo 4: F-IN-03 – 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.	
Proyecto Terminado	Anexo 4: F-IN-03 – Control de péndulo invertido.	Proyecto Integrador desarrollado y socializado durante evento promocional de proyectos de electrónica.

(2) Proyecto en curso, Proyecto Terminado, Reconocimiento, Publicación, etc.



**Foto Participación de Evento en la REDCOLSI**

los Semilla Expo 2024.pdf × \* Resultados RedCOLSI Nacional (2) × +

:/Datos/Desktop/Smiellros 2024 II/Resultados RedCOLSI Nacional (2).pdf ☆

— | + Tamaño automático ▾

17	Afectación y piroresistencia de la flora ante incendios forestales presentados en el entorno del municipio de Piedecuesta.	GAMAS	97
18	Biodiversidad urbana y efecto de antropogenización de los parques de Bucaramanga.	GAMAS	98
19	Efectos de incendios forestales sobre la microbiota del suelo presentados en el Bosque Seco Tropical transicional del municipio de Piedecuesta.	GAMAS	93
20	Diseño de un sistema de costeo ABC para la empresa HOTEL OLGA LUCIA (Estilo y construcciones SAS) bajo herramienta ofimática en el área de alojamiento.	GICOFI	83
21	Implementación de un sistema contable al establecimiento La Provincia Market en el Periodo 2024.	GICOFI	100
22	Diseño de un robot para recolección de basuras flotantes en la ciénaga Miramar en el Distrito Especial de Barrancabermeja.	GITEDI	93
23	Diseño e implementación de un controlador para equipo de bombeo mecánico de un pozo perforado para la captación de aguas subterráneas ilustrado mediante una maqueta.	GITEDI	94
24	Estudio de la Transferencia de Energía Térmica en un Sistema de Refrigeración Líquida.	GITEDI	90
25	Dispositivo para Entrenamientos de Habilidades Psicomotoras mediante Estímulos Visuales y Auditivos para los Árbitros de Fútbol en el Área Metropolitana de Bucaramanga.	HERTZ	87



Foto del proyecto Integrador 2024-I

Tabla 3: Permanencia de estudiantes en el Semillero de Investigación. 2024 II.

Periodo Académico	Estudiantes Nuevos	Estudiantes Antiguos	Total	Indicador de Permeancia	Evidencia
2024-I	19	5	20	$Ind. = \frac{(19 - 5)}{5} * 100$ $Ind. de permanencia = 300 \%$	Anexo 6: F-SIG-04 – Registro de asistencia. Anexo 7: F-SIG-08 – Acta de reunión.

# 2024 - II

## Participación en ExpoSemilla 2024 UTS

**Proyecto: 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.**

**PONENTE 1:** Abad Felipe Riaño Duarte  
**PONENTE 2:** Ever Alberto Almeida Hernandez  
**DIRECTOR:** Rafael Augusto Núñez Rodriguez  
**FACULTAD:** Ciencias Naturales e Ingenierías  
**PROGRAMA:** Ingeniería Electrónica  
**SEDE O REGIONAL:** Bucaramanga

### OBJETIVOS

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.

### INTRODUCCIÓN

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.

## 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.

## ESTADO DEL ARTE

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 japonesa (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.

## VIABILIDAD Y ANÁLISIS

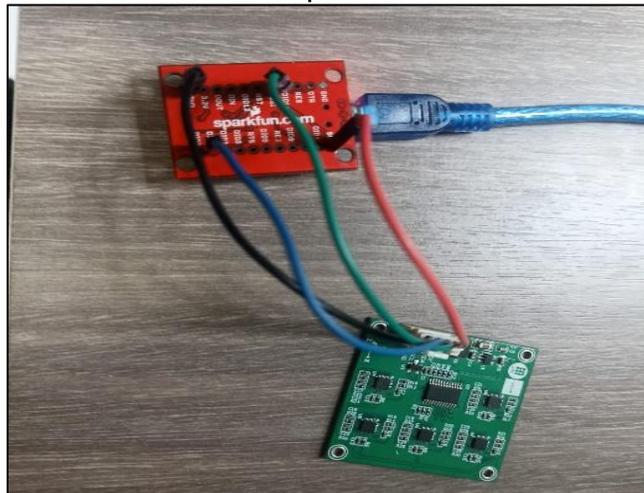
La viabilidad técnica de esto radica en la combinación de tecnologías probadas, como los módulos Digi Xbee y acelerómetros triaxiales, con protocolos de comunicación robustos como Zigbee 3.0. Esto permite una transmisión eficiente de datos en tiempo

real sobre las condiciones del puente, sin la necesidad de cables ni intervenciones frecuentes para el mantenimiento. Además, el sistema propuesto será alimentado mediante recolección de energía del ambiente, lo que asegura un funcionamiento autónomo y sostenible. Este enfoque, además de ser escalable, puede adaptarse a distintos tipos de puentes, y su costo inicial se amortiza rápidamente al reducir la necesidad de inspecciones físicas y reparaciones de emergencia.



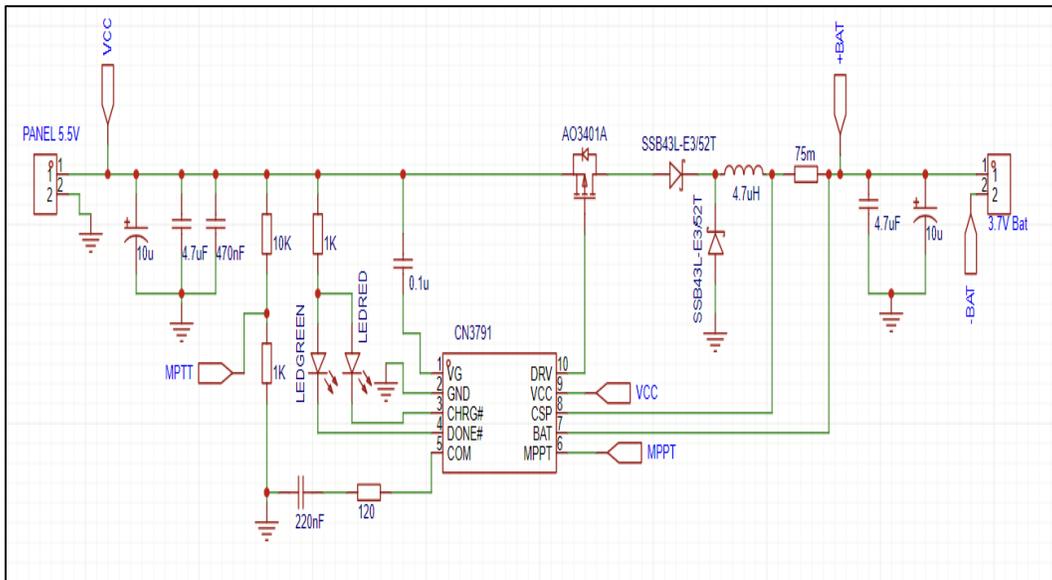
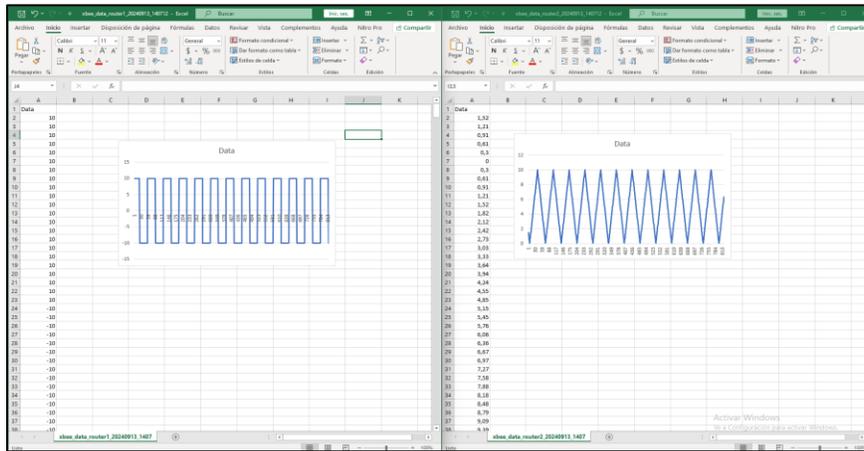
## METODOLOGÍA

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 validará el sistema analizando los datos recopilados para verificar su precisión y capacidad para identificar patrones de desgaste en la estructura del puente.



```

Aceleración en X: 15428, Y: -6452, Z: -5448
Mensaje enviado: router2:15428,-6452,-5448
Aceleración en X: 15300, Y: -6956, Z: -4960
Mensaje enviado: router2:15300,-6956,-4960
Aceleración en X: 15212, Y: -7044, Z: -5068
Mensaje enviado: router2:15212,-7044,-5068
Aceleración en X: 15200, Y: -7108, Z: -4720
Mensaje enviado: router2:15200,-7108,-4720
Aceleración en X: 15172, Y: -7236, Z: -4816
Mensaje enviado: router2:15172,-7236,-4816
Aceleración en X: 15144, Y: -7276, Z: -4780
Mensaje enviado: router2:15144,-7276,-4780
Aceleración en X: 15172, Y: -7160, Z: -4560
Mensaje enviado: router2:15172,-7160,-4560
Aceleración en X: 15232, Y: -7308, Z: -4816
Mensaje enviado: router2:15232,-7308,-4816
  
```



\* Resultados Semilla Expo 2024.pdf × Resultados RedCOLSI Nacional (2).f × +

file:///D:/Datos/Downloads/Resultados Semilla Expo 2024.pdf ☆

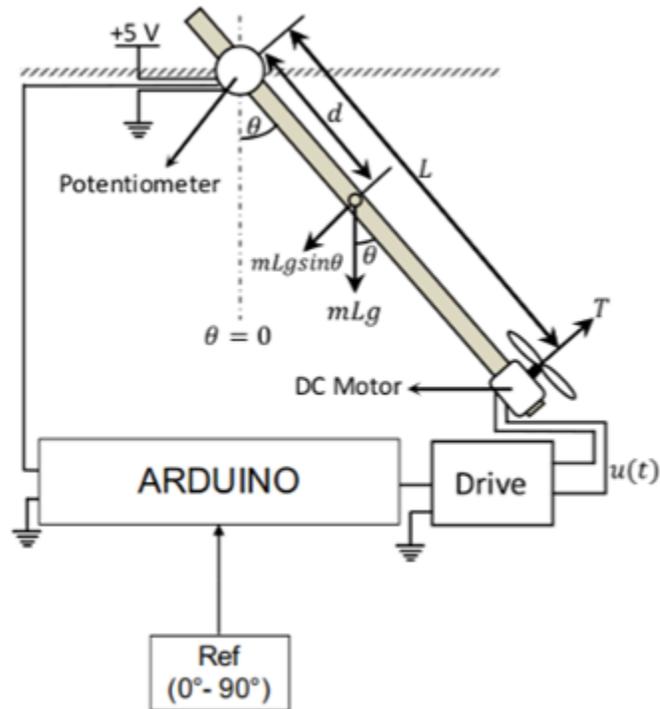
a

— | + Tamaño automático ▾

33	GAOM	Implementación de un objeto de aprendizaje tipo máquina de vapor para el curso de Termodinámica en las Unidades Tecnológicas de Santander.	81
34	GAOM	Construcción e implementación de un brazo articulado para el proceso de mezclado de harina.	85
35	GICOFI	Implementación de un sistema contable al establecimiento La Provincia Market en el Periodo 2022.	73
36	GITEDI	Diseño de un robot para recolección de basuras flotantes en la ciénaga Miramar en el Distrito Especial de Barrancabermeja.	84
37	GITEDI	Diseño e implementación de un controlador para equipo de bombeo mecánico de un pozo perforado para la captación de aguas subterráneas ilustrado mediante una maqueta.	85
38	GITEDI	Estudio de la Transferencia de Energía Térmica en un Sistema de Refrigeración Líquida.	77
39	GITEDI	Análisis del estado de la maquinaria rotativa por medio de mediciones de termografía infrarroja y análisis básico de vibraciones a cinco empresas del sector industrial de Barrancabermeja.	94
40	HERTZ	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.	95
		Cultura de reciclaje técnica de compostaje en casa como estrategia de	

## Proyecto Integrador 2024 II, Diseño de Control de ángulo para péndulo impulsado por motor con hélice.

Este proyecto desarrolla un sistema de control de ángulo para un péndulo impulsado por un motor DC con hélice, utilizando un controlador PID implementado en Arduino. Este controlador ajusta dinámicamente el empuje del motor para mantener el péndulo en equilibrio frente a perturbaciones externas. La estructura física del péndulo se construyó utilizando madera cortada por láser y fue modelada en AutoCAD. Se realizó la caracterización del sensor de ángulo mediante un potenciómetro acoplado mecánicamente al sistema, y la función de transferencia del sistema fue obtenida para afinar el controlador. El sistema final logró mantener la estabilidad del péndulo con una desviación mínima del ángulo deseado.



### Objetivo General

Desarrollar un sistema de control PID que establezca el ángulo de un péndulo impulsado por un motor con hélice, respondiendo de manera precisa ante perturbaciones externas.

### Objetivos específicos

- Diseñar y construir la estructura física del péndulo.
- Caracterizar el sensor de ángulo mediante un potenciómetro.
- Implementar y sintonizar el controlador PID en Arduino.
- Evaluar la estabilidad y precisión del sistema bajo diferentes condiciones de perturbación.

### **Proceso de Construcción del Péndulo:**

Paso 1: Corte de las piezas de la estructura en madera mediante láser y ensamblaje del soporte.



Figura 1 Estructura principal en madera

Paso 2: Montaje del motor DC y hélice en el extremo de la varilla del péndulo.

Paso 3: Instalación del potenciómetro y calibración para que la variación en resistencia corresponda al ángulo del péndulo.

Paso 4: Integración de Arduino para adquirir datos del potenciómetro y controlar el motor.

Paso 5: Construcción del péndulo

Periodo Académico	Estudiantes Nuevos	Estudiantes Antiguos	Total	Indicador de Permeancia	Evidencia
2024-II	9	12	21	$Ind. = \frac{(12 - 9)}{9} * 100$ <i>Ind. de permanencia</i> = 33 %	Anexo 6: F- SIG-04 – Registro de asistencia. Anexo 7: F- SIG-08 – Acta de reunión.

## CONCLUSIONES

El semillero de investigación "HERTZ" en ingeniería electrónica, las conclusiones podrían abordar los siguientes puntos, considerando los proyectos en desarrollo:

- Avances en los Proyectos en Desarrollo:** Se puede resaltar el progreso realizado en cada uno de los proyectos mencionados. Esto incluye los logros alcanzados hasta el momento, los desafíos encontrados y las soluciones propuestas para superarlos. Es importante destacar cualquier hito significativo alcanzado en cada proyecto.
- Contribución al Desarrollo Tecnológico:** Se pueden resaltar las contribuciones potenciales de los proyectos a la innovación y avance tecnológico en el campo de la ingeniería electrónica. Esto puede incluir la introducción de nuevas tecnologías, métodos o enfoques que podrían tener aplicaciones prácticas y beneficios significativos en diversos campos.
- Impacto Potencial en la Comunidad Académica y Profesional:** Se puede discutir cómo los resultados de los proyectos podrían tener un impacto en la comunidad académica y profesional. Esto podría incluir la generación de conocimiento nuevo, la formación de habilidades en los estudiantes participantes y la preparación para futuras investigaciones o aplicaciones prácticas en la industria.
- Colaboraciones y Alianzas Estratégicas:** Se pueden destacar las colaboraciones establecidas con otras instituciones académicas, empresas o entidades gubernamentales en el desarrollo de los proyectos. Esto puede resaltar la importancia de la colaboración interdisciplinaria y la transferencia de conocimientos en la investigación científica y el desarrollo tecnológico.

5. **Próximos Pasos y Desafíos Futuros:** Se pueden discutir los próximos pasos planeados para cada proyecto, así como los desafíos anticipados que podrían surgir en el camino. Esto podría incluir áreas específicas que requieren más investigación o desarrollo, así como estrategias para abordar posibles obstáculos.
6. **Perspectivas a Largo Plazo:** Se pueden ofrecer reflexiones sobre las perspectivas a largo plazo de los proyectos y su potencial impacto en la sociedad. Esto podría incluir posibles aplicaciones comerciales, sociales o científicas de los resultados obtenidos, así como áreas de investigación futura que podrían derivarse de los proyectos actuales.
7. **2024- II,** El sistema de monitoreo estructural que se desarrolla mediante una red de sensores inalámbricos ha demostrado ser una herramienta eficaz para detectar vibraciones y desplazamientos en infraestructuras críticas, como puentes. Gracias a la implementación del protocolo Zigbee 3.0, los datos se transmiten en tiempo real, permitiendo una supervisión continua y eficiente de las condiciones estructurales, lo que contribuye a la seguridad y mantenimiento de las obras. Además, el uso de técnicas de energy harvesting para alimentar los sensores representa un avance significativo hacia la sostenibilidad y autonomía del sistema. Al aprovechar fuentes de energía ambiental, se minimiza la necesidad de intervenciones manuales para el reemplazo de baterías, aumentando la viabilidad a largo plazo de la monitorización estructural.

## RECOMENDACIONES

- **Fortalecer la Colaboración Interdisciplinaria:** Fomentar la colaboración con otros semilleros de investigación, departamentos académicos y entidades externas relacionadas con la ingeniería electrónica. Esto podría facilitar el intercambio de conocimientos, recursos y experiencias, impulsando así la calidad y el impacto de los proyectos desarrollados.
- **Promover la Participación Estudiantil Activa:** Incentivar la participación activa de los estudiantes en todos los aspectos del proceso de investigación, desde la concepción y el diseño de proyectos hasta la implementación y la difusión de resultados. Esto podría lograrse mediante la organización de talleres, seminarios y eventos académicos centrados en la investigación.
- **Establecer Alianzas con la Industria:** Buscar oportunidades de colaboración con empresas del sector tecnológico para el desarrollo de proyectos conjuntos o la realización de pasantías y prácticas profesionales para los estudiantes. Estas alianzas pueden proporcionar recursos adicionales, acceso a tecnologías avanzadas y oportunidades de transferencia de conocimientos.
- **Implementar Estrategias de Difusión y Divulgación:** Desarrollar estrategias efectivas para la difusión y divulgación de los resultados de investigación a través de publicaciones académicas, presentaciones en conferencias, participación en ferias científicas y tecnológicas, y la creación de material educativo y de sensibilización para la comunidad.

- **Fomentar la Innovación y la Creatividad:** Estimular la generación de ideas innovadoras y creativas mediante la organización de concursos, desafíos y hackatones relacionados con la ingeniería electrónica. Estas actividades pueden inspirar a los estudiantes a explorar nuevas soluciones y enfoques para los problemas tecnológicos y sociales.
- **Priorizar la Sostenibilidad y la Responsabilidad Social:** Integrar principios de sostenibilidad y responsabilidad social en los proyectos de investigación, considerando el impacto ambiental, social y ético de las tecnologías desarrolladas. Esto podría incluir la evaluación de la huella de carbono, la inclusión de criterios de accesibilidad en el diseño de productos y el desarrollo de soluciones tecnológicas para abordar desafíos sociales globales.