

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DATOS INFORMATIVOS

### TIPO DE CONVOCATORIA

Proyecto Interno <input checked="" type="checkbox"/>	Proyecto Semilla <input type="checkbox"/>	Proyecto Junior <input type="checkbox"/>	Proyecto Multi e Interdisciplinario <input type="checkbox"/>
Fecha de presentación (29/08/2017):			

Título del proyecto: <b>Análisis del impacto de utilización de ACK pasivos en los retardos en Redes sensores inalámbricas lineales a gran escala que trabajan en modo no beacon con IEEE 802.15.4</b>
---

### TIPOS DE INVESTIGACIÓN

Investigación básica <input checked="" type="checkbox"/>	Investigación aplicada <input type="checkbox"/>
<b>DEPARTAMENTO(S) Y/O INSTITUCIÓN:</b> 1. Electrónica Telecomunicaciones y Redes de Información	
<b>LÍNEA(S) DE INVESTIGACIÓN (verificable en el SAEW):</b> 1. Servicios de red DETRI-A2-L2	

### RESUMEN DE INFORMACIÓN DEL DIRECTOR Y COLABORADORES

<u>Director</u>				
Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS	Departamento	Título de mayor nivel y mención.
Egas Acosta Carlos Roberto	1706733167	9	DETRI	MSc. Computación

<u>Codirector</u> (Se aplica para todos los proyectos, el codirector será a su vez colaborador)				
Apellidos y nombres	No. de Cédula	HSS	Departamento	Título de mayor nivel y mención.
Llugi Cañar Ricardo Xavier	1713827291	5	DETRI	MSc.

<u>Colaboradores Externos</u>				
Apellidos y nombres	No. de identificación	HSS	Institución	Título de mayor nivel y mención.
Juan Luis Casierra Cavada	0802608620	---	PUCE sede Esmeraldas	MAGISTER EN REDES DE COMUNICACIONES

\* HSS = Horas Semana Semestre

## PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno  Proyecto Semilla  Proyecto Junior  Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica

Investigación Aplicada

**DEPARTAMENTO(S) Y/O INSTITUTOS:**

1. Electrónica Telecomunicaciones y Redes de Información

**LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:**

1. Servicios de Red DETRI-A2-L2

**DISCIPLINA CIENTÍFICA (Marque X, solamente una opción)**

Ciencias Naturales y Exactas	
Ingeniería y Tecnologías	X
Ciencias Médicas	
Ciencias Agrícolas	
Ciencias Sociales	
Humanidades	

**OBJETIVO SOCIOECONÓMICO (Marque X, solamente una opción)**

Exploración y explotación del medio terrestre	
Ambiente	
Exploración y explotación del espacio	
Transporte, telecomunicaciones y otras infraestructuras	X
Energía	
Producción y tecnología industrial	
Salud	
Agricultura	
Educación	
Cultura, ocio, religión y medios de comunicación	
Sistemas políticos y sociales, estructuras y procesos	
Defensa	
Avance general del conocimiento: I+D financiada con los Fondos Generales de Universidades (FGU)	
Avance general del conocimiento: I+D financiados con otras fuentes	



tiempo SIFS o LIFS, dependiendo del tamaño de la trama. Todos estos procesos y otros que debemos investigar, definen los retardos que se dan en la transmisión de las tramas en la red con 802.15.4

### 3. Diseño implementación y validación de la propuesta.

La propuesta requiere de implementación del modelo matemático para evaluar los retardos, tanto para modelar la transmisión utilizando tramas ACK, así como cuando se utiliza ACK pasivos.

El modelo matemático para evaluar los retardos considerará una red con topología lineal con una longitud de cientos de kilómetros y que utiliza el protocolo de enlace de área personal 802.15.4 en el cual la cobertura en ambientes despejados de alrededor de 60 metros [8] y se considera la ubicación de los nodos sensores cada 25 metros, de esta manera la señal de cada nodo sensor podrá alcanzar dos nodos a su derecha y dos nodos a su izquierda. [9], todos los nodos trabajarán en el modo no beacon utilizando CSMA/CA para el control de acceso al canal, por lo cual dentro de la zona de cobertura de un nodo sensor estarán máximo cuatro nodos.

El modelo matemático para evaluar los retardos considera entre otras cosas el tiempo de backoff, los tiempos de verificación del canal (Clear Channel Assessment CCA), tiempos LIFS; SIFS, longitud de tramas de datos cortas y largas, duración de las tramas ACK, tiempos para pasar del estado de recepción a transmisión ( $t_{rx-tx}$ ) y velocidades de transmisión. [10]

Definido el modelo matemático, se evaluarán los retardos considerando la utilización de tramas ACK y ACK pasiva, obteniendo resultados considerando diferentes números de nodos que forman parte de la estructura lineal, diferentes velocidades de transmisión que están definidas en el estándar 802.15.4. La validación del modelo matemático propuesto, se lo realizará utilizando software que permita simular redes LWSN.

### 4. Presentación de conclusiones

Durante esta etapa se presentarán los resultados de la investigación con un artículo que se considera va a tener un alto impacto.

- [1] A. Azubogu, V. Idigo, S.Nnebe, and O. Ogueji. 2013. *Wireless Sensor Networks for Long Distance Pipeline*. Int. Journal of Electrical, Computer, Energetic, Electronic and Communication Engineering Vol:7, No:3
- [2] Z. Wang; X. Zhao and X. Qian. 2011. *The application and issue of linear wireless sensor networks*," Int. Conf. on System Science, Engineering Design and Manufacturing Informatization, Guiyang, pp.9-12
- [3] A. Ajith Kumar S., Knut Ovsthus, 2014. *An Industrial Perspective on Wireless Sensor Network, A Survey of Requirements, Protocols, and Challenges*. IEEE Communications surveys & Tutorials, VOL. 16, No. 3
- [4] 802.15.4-2015 - IEEE Standard for Low-Rate Wireless Networks, DOI: 10.1109/IEEESTD.2016.7460875
- [5] Linlin Luo ; Ming Zhang ; Jun Wei, 2015 Delay analysis of IEEE 802.15.4 slotted CSMA/CA considering deference mechanisms DOI: 10.1109/WCSP.2015.7341119
- [6] D. Mahmood ; K. Latif ; N. Javaid ; S.U. Qureshi . 2014. *Investigating Impact of ACK in Non-beacon Enabled Slotted IEEE 802.15.4* Advanced Information Networking and Applications (AINA) DOI: 10.1109/AINA.2014.53
- [7] Carlos Egas, Felipe Gil-Castñeira, Enrique Costa-Montenegro, Jorge Sa Silva. 2016. *Automatic allocation of identifiers in linear wireless sensor networks using link-level processes*, DOI: 10.1109/LATINCOM.2016.7811574
- [8] M. Petrova ; J. Riihijarvi ; P. Mahonen, 2006, *Performance study of IEEE 802.15.4 using measurements and simulations* DOI: 10.1109/WCNC.2006.1683512
- [9] Velastegui Lenin. (2016). *Optimización del flujo de datos en un prototipo de red LowPAN con topología lineal*. (Tesis). Escuela Politecnica Nacional, Quito, Ecuador.
- [10] Jianping Zhu ; Zhengsu Tao ; Chunfeng Lv, 2011 *Delay Analysis for IEEE 802.15.4 CSMA/CA Scheme with Heterogeneous Buffered Traffic*. Xplore DOI: 10.1109/ICMTMA.2011.210



<b>1 Proyecto de Investigación</b>
<b>Título:</b> Análisis del impacto de utilización de ACK pasivos en los retardos en redes de sensores inalámbricas lineales a gran escala que trabajan en modo no beacon con IEEE 802.15.4
<b>Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)</b> En este proyecto se evaluará el efecto de utilizar ACK pasivos en los retardos en el transporte de datos de una red multisalto con topología lineal, y determinar cuáles son las condiciones óptimas del número de nodos que debería tener la red, utilizada en el sensado de estructuras lineales como son oleoductos, carreteras, fronteras, etc. El estándar IEEE 802.15.4 está recibiendo cada vez más la atención de investigadores debido a su amplio campo de aplicación en especial en el Internet de las cosas. hasta ahora se han realizado numerosos estudios y muchos más están en progreso. El proyecto empezará con un estudio breve del estándar, IEEE 802.15.4 y del método de acceso CSMA/CA, el cual es utilizado por el estándar en su modo de operación no beacon. Este método de acceso utiliza una trama de control denominada ACK, la cual es utilizada para confirmar la recepción exitosa de una trama. El problema de utilizar tramas ACK en topologías lineales a gran escala que utilizan 802.15.4, se traduce en un consumo de energía por la transmisión de la trama. Sin embargo se puede utilizar ACK pasivos para tener la misma confiabilidad sin necesidad de transmitir tramas ACK, además de reducir el retardo que se genera por el envío de estas tramas ACK. En el proyecto se realizará la comparación de estas dos alternativas para determinar el efecto en el retardo debido a la utilización de ACK pasivo y las ventajas que tendría en el retardo de transporte de datos, en lugar de enviar tramas ACK.
Palabras clave (4-6): Redes sensores inalámbricas lineales, ACK pasivos, retardos, 802.15.4

<b>2 Objetivos, limitaciones, hipótesis y resultados esperados de esta propuesta de investigación</b>
---

### 2.1 Objetivos

#### 2.1.1 Objetivo General

- Analizar el impacto de la utilización de ACK pasivos en los retardos de extremo a extremo en la red de sensores inalámbricos 802.15.4, a gran escala con topología lineal

#### 2.1.2 Objetivos Específicos

- a. Modelar CSMA/CA para trabajar con tramas ACK y ACK pasivos
- b. Evaluar los retardos producidos por la utilización de tramas ACK y ACK pasivos en estructuras lineales con cientos de nodos

### 2.2 Limitaciones (Aspectos que quedan fuera del alcance del Proyecto de Investigación)

- a. No se realizará el análisis del consumo de energía de los nodos,
- b. La validación del modelo propuesto, se realizara en una estructura lineal con 10 nodos, y el número de nodos en la simulación dependerá de las capacidades del simulador

### 2.3 Hipótesis (Responden al problema de investigación)

- a. La utilización de ACK pasivos minimiza los retardos en una red de sensores inalámbricos con topología lineal que trabaja con 802.15.4

### 2.3 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos)



- a. Un artículo técnico en la cual se evidencie la disminución de los retardos cuando se utiliza ACK pasivos en lugar de enviar tramas ACK. Se pretende que el artículo sea publicado en una revista de alto impacto.
- b. Conferencias a estudiantes de la Facultad de Ingeniería Eléctrica.
- c. Se propondrán al menos dos proyectos de titulación con los desafíos encontrados en el desarrollo del presente proyecto.
- d. Se propondrán al menos un tema de tesis en el programa de postgrado en Conectividad y Redes de Telecomunicaciones de la Facultad de Ingeniería Eléctrica con los desafíos encontrados en el desarrollo del presente proyecto.
- e. No se pretende desarrollar un prototipo
- f. No se pretende asegurar, que el resultado de la investigación genere una patente, a pesar que este proyecto de investigación forma parte del programa de Doctorado en Tecnologías de la Información de la Universidad de Vigo.
- g. Se pretende desarrollar un proyecto conjunto con la Pontificia Universidad Católica sede Esmeraldas.

### 3 Relevancia de la propuesta de investigación y su relación con la(s) líneas de investigación

Dentro de las áreas y líneas de investigación aprobadas en CIPS según resolución R069/17 y R072/17, para el Departamento de Electrónica, Telecomunicaciones y Redes de Información está el área de Redes conformada por la línea de investigación los servicios de Red, dentro de la cual están las redes sensores inalámbricas que utilizan el estándar 802.15.4.

Existe la necesidad de minimizar los retardos en una red de sensores inalámbricos con topología lineal (lineal wireless sensor network LWSN) con miles de nodos, con el propósito de generar aplicaciones para redes sensoras y actuadoras en topologías lineales a gran escala, que requieren menos de 10 ms de retardo, lo cual es muy difícil de conseguir en redes multisalto con varios cientos de nodos.

Las aplicaciones de las redes WSN en ambientes industriales, requieren para su funcionamiento en tiempo real, de valores de retardo mínimos, lo cual se ha tratado de resolver con el desarrollo del estándar 802.15.4e el cual también utiliza el envío de tramas ACK para la confirmación de una recepción exitosa. Todo esto con el objetivo de facilitar el desarrollo de aplicaciones en ambientes industriales y satisfacer sus requerimientos de retardo.

Dentro del ámbito académico, esta propuesta tiene importancia, ya que forma parte, del programa de investigación del programa de Doctorado en Tecnologías de la Información de la Universidad de Vigo, en el cual estoy participando y, cuyo tutor es el Phd Felipe Gil Castiñeira, colaboración académica, que se convierte en un componente importante para la generación de un artículo de alto impacto.

Específicamente la contribución de esta investigación, es evidenciar la disminución de los retardos cuando se utiliza ACK pasivos que permitan el desarrollo de aplicaciones en tiempo real en donde el retardo es un parámetro de calidad de servicio a satisfacer.

### 4 Productos esperados

Tipo de Producto:	Marcar con una "X"
a. Publicaciones científicas (obligatorio);	X
b. Disertación a la comunidad politécnica;	X
c. Trabajo de titulación de acuerdo a lo que establece el Reglamento de Régimen Académico y la Normativa Interna de la EPN;	X
d. Aplicación tecnológica construida o implementada;	
e. Patente presentada;	
f. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación.	X



## 5 Descripción, metodología y diseño del proyecto

### 5.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)

#### Descripción del proyecto

Gran parte de los trabajos de investigación y desarrollo en LWSN, que se están realizando, se concentran en los aspectos de consumo de energía, retardos y calidad de servicio realizando la propuesta de nuevas alternativas, manteniendo la arquitectura de red de Internet en las LWSN [1]. Si bien el estándar 802.15.4 y el estándar 802.15.4e utilizan tramas de confirmación ACK para confirmar la recepción de los datos, la generación de la trama ACK produce consumo de energía y genera retardos en la transferencia de datos, lo cual es un limitante cuando se utilizan en LWSN. Estos efectos, impiden el desarrollo de aplicaciones de las redes sensores inalámbricas en topologías lineales a gran escala, lo que convierte a la necesidad de minimizar los retardos en la red, en uno de los desafíos más importantes para el desarrollo de LWSN a gran escala para proporcionar una calidad de servicio adecuada en el transporte de la información de aplicaciones en tiempo real en redes multisalto de cientos de nodos [2].

De lo anterior se desprende la necesidad de buscar nuevos métodos de funcionamiento de una LWSN con el propósito de minimizar los retardos en este tipo de redes. Nuestra propuesta consiste en minimizar los retardos utilizando ACK pasivos.

#### Metodología y Diseño del proyecto

Para la realización de este proyecto, se plantea un desarrollo basado en etapas, al ser un proceso de investigación, es posible que durante la ejecución de cada etapa, se necesite realizar algunos cambios, debido a la incertidumbre natural que existe en los procesos de investigación. Las etapas propuestas son las siguientes

##### 1. Revisión de la situación actual y caracterización del problema:

Empezaremos con la adquisición de información sobre el tema, para realizar un análisis de la situación actual, específicamente se realizará la revisión de la literatura relacionada con las causas y soluciones para los problemas de retardo presentado en redes sensores inalámbricas a gran escala con topología lineal [3]. Esto nos permitirá caracterizar el problema para definirlo, enmarcarlo teóricamente y analizar el efecto de utilizar ACK pasivo y ACK para confirmar el recibo de las tramas en redes que usan el estándar 802.15.4 [4]. Por lo cual el análisis y entendimiento al detalle de este estándar en especial de subcapa MAC y el entendimiento en detalle de CSMA/CA es importante, ya que esto nos permitirá identificar los elementos que se requieren para generar tramas ACK como son CCA, LIFS, SIFS, tamaño de la trama de datos, tamaño de la trama ACK, velocidades de transmisión entre otras variables que influyen en el retardo [5]. Este análisis se considera importante para alcanzar los objetivos propuestos.

##### 2. Definición del marco de trabajo.

En el método CSMA/CA [6], cuando un nodo sensor emisor envía una trama a un nodo intermedio, este nodo retransmite la trama al siguiente y así sucesivamente. Cuando el nodo intermedio recibe la trama, este nodo confirma la recepción de la misma al nodo emisor con una trama ACK, en el caso de ambientes inalámbricos, esta trama llega a todos los nodos que están en el rango de cobertura. De igual manera cuando el nodo intermedio retransmite la trama, la trama retransmitida no solamente llega al siguiente nodo, sino también al nodo emisor, del cual recibió la trama. Este evento puede ser utilizado en lugar de la trama ACK para confirmar que el nodo intermedio recibió la trama sin problemas, ya que si el nodo emisor conoce que el nodo intermedio al cual envió la trama la retransmitió, significa que la trama enviada llegó correctamente, esto se conoce con ACK pasivo. [7]

Cuando se utiliza CSMA/CA, durante la comunicación se realizan una serie de procesos, uno de ellos es el tiempo que el nodo espera antes de empezar a transmitir la trama denominado Backoff, en el caso de transmisiones que utilizan tramas ACK, si la trama de datos tiene una longitud larga, pasa un tiempo para que el nodo pase del estado de recepción al estado de transmisión ( $t_{rx-tx}$ ) para luego esperar un tiempo entre tramas (IFS), si la trama es larga se espera más tiempo (LIFS) si la trama es corta el tiempo de espera es menor (SIFS). Cuando se utiliza ACK pasivo después de la recepción de una trama únicamente se espera un



## 6 Infraestructura, equipos y fondos adicionales.

### 6.1 Infraestructura y equipos

- Se dispone, de las herramientas de simulación de redes WSN de acceso gratuito tales como OMNET++ o NS2, debidamente instaladas en computadores en las cuales se pretende validar la propuesta.

Infraestructura	Equipos	
Laboratorio de Maestría	Software de simulación Omnet ++ y NS2	Instalado en máquinas del laboratorio

### 6.2 Breve justificación del equipo requerido

- Para evaluar y validar el efecto de la utilización de ACK pasivos en los retardos, es necesario implementar el modelo en un lenguaje de programación de alto nivel, y utilizar software de simulación, por lo cual es necesario adquirir un computador.

### 6.3 Fondos Adicionales

- Este proyecto no utiliza fondos adicionales de otro organismo



# VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

PRESUPUESTO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN



## AÑO 1

<b>Director del proyecto</b>	<b>Título del proyecto</b>
EGAS ACOSTA CARLOS ROBERTO	Análisis del impacto de utilización de ACK pasivos en los retardos en redes de sensores inalámbricas lineales a gran escala que trabajan en modo no beacon con IEEE 802.15.4

Lista de Items	Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial	Precio Total Referencial	Precio Unitario Referencial +Aporte IESS	Precio Total Referencial con IVA + Aporte del IESS
<b>1 Contratación de servicios personales por contrato</b>						
1.1 Ayudantes de investigación	4	mes	\$ 125.00	\$ 500.00	\$ 136.44	\$ 545.75
1.2 Prestación de servicios profesionales (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Subtotal 1</b>			<b>\$ 125.00</b>	<b>\$ 500.00</b>	<b>\$ 136.44</b>	<b>\$ 545.75</b>
Lista de Items	Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial sin IVA	Precio Total Referencial sin IVA	Precio Unitario Referencial con IVA	Precio Total Referencial con IVA
<b>2 Maquinaria equipos</b>						
2.1 computador	1		\$ 1,250.00	\$ 1,250.00	\$ 1,400.00	\$ 1,400.00
2.2 tarjeta atmel RZUSBSTICK	1		\$ 93.00	\$ 93.00	\$ 104.16	\$ 104.16
2.3	0		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.4	0		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.5	4		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.6	2		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.7	3		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.8	10		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Subtotal 2</b>			<b>\$ 1,343.00</b>	<b>\$ 1,343.00</b>	<b>\$ 1,504.16</b>	<b>\$ 1,504.16</b>
<b>3 Reactivos y materiales de laboratorio</b>						
3.1 Item 1 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.2 Item 2 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.3 Item 3 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.4 Item 4 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3.5 Item 5 (Detallar nombre de los insumos y reactivos)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Subtotal 3</b>			<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>
<b>4 Literatura especializada</b>						
4.1 Item 1 ( Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.2 Item 2 ( Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.3 Item 3 ( Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.4 Item 4 ( Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4.5 Item 5 ( Detallar nombre del libro)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Subtotal 4</b>			<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>
<b>5 Viajes técnicos y de muestreo</b>						
5.1 Pasajes al interior	1		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5.2 Viaticos al interior	4		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Subtotal 5</b>			<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>
<b>6 Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones</b>						
6.1 Pasajes al exterior	1		\$ 1,180.00	\$ 1,180.00	\$ 1,321.60	\$ 1,321.60
6.2 Viaticos al exterior	1		\$ 850.00	\$ 850.00	\$ 952.00	\$ 952.00
6.3 Pago de inscripción y publicaciones	1		\$ 600.00	\$ 600.00	\$ 672.00	\$ 672.00
<b>Subtotal 6</b>			<b>\$ 2,630.00</b>	<b>\$ 2,630.00</b>	<b>\$ 2,945.60</b>	<b>\$ 2,945.60</b>
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 4,473.00</b>		<b>\$ 4,995.51</b>





VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN  
PRESUPUESTO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN



Director del proyecto	Título del proyecto
Carlos Egas Acosta	Utilización de ACK pasivos para proporcionar conectividad confiable en redes sensores inalámbricas lineales a gran escala

Presupuesto consolidado sin IVA

AÑO	Contratación de servicios personales por contrato	Maquinaria y equipo	Reactivos y materiales de laboratorio	Literatura especializada	Viajes técnicos y de muestreo	Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones	Total sin IVA
1	\$ 500.00	\$ 1,343.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2,630.00	\$ 4,473.00
2	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ 500.00	\$ 1,343.00	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2,630.00	\$ 4,473.00

Presupuesto consolidado con IVA

AÑO	Contratación de servicios personales por contrato	Maquinaria y equipo	Reactivos y materiales de laboratorio	Literatura especializada	Viajes técnicos y de muestreo	Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones	Total con IVA
1	\$ 545.75	\$ 1,504.16	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2,945.60	\$ 4,995.51
2	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ 545.75	\$ 1,504.16	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 2,945.60	\$ 4,995.51



## DECLARACIÓN FINAL

### TIPO DE PROYECTO

Proyecto Interno  Proyecto Semilla  Proyecto Junior  Proyecto Multi e Interdisciplinario

### TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación básica  Investigación aplicada

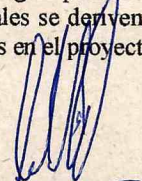
### TÍTULO DEL PROYECTO

**Análisis del impacto de utilización de ACK pasivos en los retardos en redes de sensores inalámbricas lineales a gran escala que trabajan en modo no beacon con IEEE 802.15.4**

### DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DEL PROYECTO

El equipo de investigadores, representado por el Director del Proyecto declara lo siguiente:

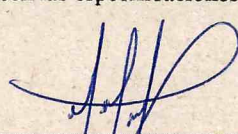
- Que el presente proyecto es una obra original de este equipo de investigadores y por tanto, asumimos la completa responsabilidad legal en caso de que un tercero alegue la titularidad de los derechos intelectuales del proyecto, exonerando a la EPN de cualquier acción legal que se derive por esta causa.
- Que el presente proyecto no ha sido presentado en ninguna convocatoria de otra institución pública o privada solicitando el financiamiento total del presupuesto. El incumplimiento será causal para que el proyecto no sea tomado en consideración.
- Que, todos los bienes adquiridos en el proyecto permanecerán bajo la custodia y responsabilidad del director de proyecto.
- Que, aceptamos que si el proyecto genera algún producto o procedimiento susceptible de obtener de derechos de propiedad intelectual, de los cuales se deriven beneficios, estos serán compartidos entre los investigadores y las instituciones participantes en el proyecto.

  
Firma del Director del Proyecto  
Nombre: Carlos Roberto Egas Acosta  
C.I.: 1706733167

### DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO

Esta propuesta ha sido aprobada y avalada por el Consejo del Departamento de DETRI, en sesión del día 30/08/17 mediante resolución No. R.D. 036

Las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del proponente y sus colaboradores de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta propuesta.

  
Firma del Jefe del Departamento  
Nombre: David Mejía  
C.I.: 1714370333