

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DATOS INFORMATIVOS

TIPO DE CONVOCATORIA

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Interdisciplinario

Fecha de presentación (29/8/2017):

Título del proyecto: Utilización de ACK pasivos para proporcionar conectividad confiable en redes de sensores inalámbricas lineales a gran escala

TIPOS DE INVESTIGACIÓN

Investigación básica

Investigación aplicada

DEPARTAMENTO(S) Y/O INSTITUCIÓN:

1. Electrónica Telecomunicaciones y Redes de Información

LÍNEA(S) DE INVESTIGACIÓN (verificable en el SAEW):

1. Servicios de red DETRI-A2-L2



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	



1 Proyecto de Investigación

Título:

Utilización de ACK pasivos para proporcionar conectividad confiable en redes de sensores inalámbricas lineales a gran escala

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

En este proyecto propondrá algoritmos, para proporcionar una conectividad confiable de extremo a extremo en una red de sensores inalámbricos lineales (Linear Wireless Sensor Networks -LWSN) multi salto utilizadas en monitoreo de infraestructuras de red con topologías lineales (tuberías de agua, de petróleo, carreteras etc.) utilizando ACK pasivos.

Entendiendo que la confiabilidad del transporte de datos de extremo a extremo de una LWSN, se la deja a protocolos de nivel de red como 6LowPAN y otros protocolos propietarios de red, se utilizarán las ventajas de una topología lineal en la cual hay una sola ruta, para minimizar los procesos de enrutamiento y dar la responsabilidad del transporte de los datos al nivel de enlace. Específicamente se utilizarán las propiedades del protocolo 802.15.4, para brindar conectividad confiable de extremo a extremo en red LWSN, analizando las causas que degradan la confiabilidad del transporte de datos de extremo a extremo.

Se analizará en detalle el funcionamiento del protocolo 802.15.4 y de esta manera obtener información suficiente que permita proponer una variante al mismo o utilizar sus propiedades para generar algoritmos que permitan proveer conectividad confiable utilizando este protocolo. Los algoritmos serán validados en un prototipo y/o en un simulador de una red lineal inalámbrica de nodos sensores y de esta manera contribuir con el desarrollo de aplicaciones LWSN a gran escala que se ven limitadas por el consumo de energía asociado a la realización de procesos del nivel de red en el nodo, así como al consumo de energía debido a la transmisión de paquetes.

Esta investigación está relacionada con las limitaciones y desafíos actuales, de las redes de sensores inalámbricos industriales (Industrial Wireless Sensor Networks IWSN), específicamente de los sistemas de monitoreo en topologías lineales. Desafíos y limitaciones que requieren minimizar el consumo de energía de los nodos minimizando la realización de procesos responsables de mejorar la confiabilidad, y que deben ser implementados en el nodo sensor.

Palabras clave (4-6): Redes sensores inalámbricas lineales, conectividad, confiabilidad, 802.15.4

2 Objetivos, limitaciones, hipótesis y resultados esperados de esta propuesta de investigación

2.1 Objetivos

2.1.1 Objetivo General

- Contribuir con algoritmos para el transporte confiable de extremo a extremo en redes sensores inalámbricos a gran escala con topología lineal utilizando el protocolo de enlace 802.15.4

2.1.2 Objetivos Específicos

- a. Crear algoritmos para tener una transporte confiable de extremo a extremo en un red 802.15.4 con topología lineal a gran escala utilizando ACK pasivos
- b. Implementar un prototipo y/o un simulador de la red sensor Inalámbrica con topología lineal para validar la propuesta

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

- a. No se realizara el análisis del consumo de energía de los nodos,
- b. Si bien el estudio es para redes con miles de nodos, el número de nodos en el prototipo será de 10 nodos y el número de nodos a simular dependerá de la capacidad del simulador



2.3 Hipótesis (Responden al problema de investigación)

- a. La utilización de protocolos de nivel de enlace en una LWSN permiten brindar confiabilidad en el transporte de extremo a extremo en la red sin necesidad de utilizar protocolos de red

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

- a. Un artículo técnico con la propuesta para tener confiabilidad en la conectividad de extremo a extremo en redes sensores inalámbricas con topologías lineales, enviada a los congresos del área, Se pretende que el artículo sea publicado en una revista de alto impacto.
- b. Conferencias o seminarios que asignen créditos a estudiantes de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, relacionadas con redes sensores inalámbricas en topologías Lineales, así como conferencias sobre el manejo y posibles aplicaciones del kit de desarrollo adquirido en el presente proyecto. No se descarta la presentación de un seminario en las Jornadas de Ingeniería Eléctrica de la Facultad.
- c. Se propondrán al menos dos proyectos de titulación con los desafíos encontrados en el desarrollo del presente proyecto y que utilicen el kit de desarrollo adquirido.
- 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 y que permitan generar soluciones en el campo de con Internet de las Cosas y Ciudades Inteligentes.
- e. Un prototipo operacional de una red sensor inalámbrica con topología lineal, en donde se podrá comprobar la contribución de la investigación, para obtener confiabilidad de extremo a extremo y que pueda ser utilizado en las carreras de pregrado y postgrado de la Facultad en el caso de que se considere necesario.
- 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. En base a los contactos que se tiene con el Phd. Jorge Sa Silva, investigador de la Universidad de Coimbra Portugal, (Prometeo en la EPN en 2014), y tomando que en cuenta que el área de desarrollo del proyecto fue sugerido por dicho investigador ya que está dentro de su línea de investigación, podemos indicar que de acuerdo a los resultados generados se pretende generar una propuesta de proyecto en conjunto con universidades de otros países

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 esta el área de Redes conformada por la línea de investigación los servicios de Red (DETRI-A2-L2), dentro de la cual están las redes sensores inalámbricas para aplicaciones industriales, y que está liderada por el director de este proyecto de investigación.

Existe la necesidad de aumentar la confiabilidad la transmisión de datos en redes sensores inalámbricas con topología lineal con miles de nodos, en la cual una falla en la conectividad de extremo a extremo evita que los datos de monitoreo lleguen a las estaciones de control, y por lo tanto ocasionan altas pérdidas económicas y daños al medio ambiente, como por ejemplo, en el monitoreo de oleoductos, cuando existe una rotura de la tubería y no se recibe la información, que permitan tomar decisiones oportunas.

Existe mucho trabajo de investigación por realizar redes LWSN, debido a la necesidad de crear aplicaciones de topologías lineales a gran escala, para resolver los problemas causados por la gran cantidad de nodos en la red, consumo de energía, grandes distancias en topologías lineales, altos retardos, disminución del contenido de las cabeceras, problemas que se pretenden resolver, con el estándar 802.15.4e.



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.

Adicionalmente, la temática a desarrollar en este proyecto ha despertado el interés del Phd Jorge Sa Silva del Departamento de Ingeniería Informática de la Universidad de Coimbra el cual va a participar como investigador invitado en el presente proyecto semilla

De igual manera, esta es una tecnología, que facilita el emprendimiento, ya que permite desarrollar soluciones propias en le área de IoT, EoT y es un pilar fundamental en el desarrollo de Ciudades Inteligentes.

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;	x
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 proponiendo nuevas alternativas, manteniendo la arquitectura de red de Internet en las LWSN [1]. Si bien la estrategia de aplicar la arquitectura Internet a una LWSN tiene la ventaja brindar compatibilidad con las redes existentes, sin embargo tiene la desventaja de que la implementación de los protocolos comúnmente utilizados en la capa física, red, transporte y aplicación requieren de mucha capacidad de procesamiento y uso de energía, lo cual es un limitante en las LWSN lo que impide el desarrollo de aplicaciones de las redes sensores inalámbricas en topologías lineales a gran escala. Por otra parte, uno de los desafíos más importantes es minimizar el costo por implementación y mantenimiento de LWSN a gran escala y proporcionar una calidad de servicio adecuada en el transporte de la información considerando que son 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 satisfacer los desafíos en este tipo de redes. Nuestra propuesta consiste en minimizar los procesos a nivel de red que puedan ser realizados utilizando procesos de nivel de enlace,

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 la conectividad de extremo a extremo en redes LWSN [3]. Esto nos permitirá caracterizar el problema para definirlo, enmarcarlo teóricamente y sugerir una propuesta de solución utilizando el estándar 802.1.4 que se utiliza en las WSN[4]. Por lo cual el análisis y entendimiento al detalle de este estándar se considera importante para alcanzar los objetivos propuestos debido a que se pretende utilizar las propiedades de este protocolo o realizar modificaciones al mismo, para brindar confiabilidad en la transmisión de datos en LWSN sin la necesidad de utilizar protocolos a nivel de red.

En esta tecnología, la conectividad de extremo a extremo de la red está influenciada por los tiempos de recuperación de la red en caso de fallos en los nodos o enlaces, agotamiento de las baterías de los nodos y las características ruidosas de los canales inalámbricos. [5]. La poca capacidad de procesamiento de los nodos y la utilización de baterías, características de las redes sensores inalámbricas, limita la utilización de soluciones convencionales empleadas en redes con nodos con altas capacidades de procesamiento y con alta disponibilidad de energía [6] y que permiten la implementación de protocolos de red para solucionar problemas de conectividad de extremo a extremo. Las limitaciones mencionadas de las redes sensores inalámbricas, implica la modificación y optimización de los procesos que desarrollan los nodos en redes convencionales, para mantener las mismas condiciones de confiabilidad.

2. Definición del marco de trabajo.

En una red con topología lineal, existe un solo camino para que la información llegue a su destino, como consecuencia de esto, el daño de un nodo o enlace afectan notablemente a la confiabilidad de la red. Algunas aplicaciones, como es el caso del sensado de tuberías [7], la información del nodo sensor puede llegar a los dos extremos de la topología lineal, y cada nodo extremo puede enviar la información al centro de procesamiento de datos. Las redes sensores inalámbricas utilizan el protocolo 802.15.4 en la capa de enlace, este protocolo tiene dos modos de trabajar, el modo beacon permite configurar multitransmisión y asignar ranuras de tiempo a grupos de nodos sensores para controlar el acceso al canal, y el segundo modo denominado no beacon, el cual utiliza el protocolo CSMA/CA para administrar el acceso al canal. [8]

Para que los datos puedan llegar a los dos nodos extremos de la topología lineal, se trabajara en modo no beacon en todos los nodos que conforman la infraestructura lineal, y a partir de este modo de operación se utilizara y/o modificará los procesos del protocolo 802.15.4 que trabaja nivel de enlace para que la información llegue de manera confiable a los extremos de la red con topología lineal sin la necesidad de configurar un protocolo de nivel de red en los nodos.

3. Diseño implementación y validación de la propuesta.

La propuesta considera que existe el problema de tener una conectividad confiable en una red de topología lineal con una longitud de cientos de kilómetros y que utiliza el protocolo de enlace de área personal 802.15.4. Con estas condiciones es necesario la utilización de miles de nodos para implementar la red, debido a que el estándar 802.15.4 tiene un área de cobertura en ambientes despejados de alrededor de 60 metros [9]. Un parámetro importante a considerar es la distancia máxima entre los nodos que forman parte de la red con topología lineal multisalto y que permitan tener un sistema confiable en la transmisión inalámbrica, de experiencias anteriores, 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. [10]

Los retardos en la red y la recuperación del canal, están asociados a la manera como se gestiona la asignación del canal a los nodos, lo cual se convierte en un problema a resolver cuando los cientos de nodos no están la misma zona de cobertura del nodo sensor transmisor. No se trabajara en el modo beacon por los problemas de sincronización de cientos de nodos ya que se utiliza TDMA [11], y se trabajara en el modo no beacon utilizando CSMA/CA[12] para el control de acceso al canal, considerando que dentro de la zona de cobertura de un nodo sensor estarán máximo cuatro nodos.

En el método CSMA/CA, 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. [13]

Esta característica mencionadas anteriormente, es la base sobre la cual se desarrollara el presente proyecto, ya que pretendemos asignar la responsabilidad de brindar la confiabilidad de extremo a extremo al nivel de enlace mediante la propuesta de algoritmos y de esta manera optimizar los procesos a realizarse en el nodo sensor y minimizar o eliminar los procesos del nivel de red, manteniendo y/o mejorando la confiabilidad de la conectividad de extremo a extremo, minimizando los retardos por procesamiento en los nodos, así como minimizando el consumo de energía al reducir los procesos a ser ejecutados en el nodo y tener un sistema de recuperación de fallos de extremo a extremo.

Definida el marco de desarrollo de la solución propuesta, se seleccionará las herramientas de hardware y software, programas de simulación, lenguajes de programación, y otros elementos que sean necesarios que permitan continuar con la investigación, implementando y validando los algoritmos propuestos en el prototipo a implementar con nodos sensores que se va a adquirir y/o en el software de simulación a utilizar. El prototipo de la red de sensores inalámbricos en el cual se validara la propuesta, tendrá como mínimo 10 nodos sensores debidamente conectados en topología lineal. La validación de la propuesta se realizara considerando varios niveles de ruido, así como diferentes tipos de tráfico para generar pérdida de paquetes y verificar la efectividad de la propuesta.

4. Presentación de conclusiones

Durante esta etapa se presentaran los resultados de la investigación con un artículo que se considera va a tener una propuesta de 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 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] Y. Guo, F. Kong, D. Zhu, A. Şaman and Q. Deng. 2010. *Sensor placement for lifetime maximization in monitoring oil pipelines*" Proc. 1st ACM/IEEE Int. Conf. on Cyber-Physical Systems, New York, pp. 61-68.
- [6] Daniele De Caneval, Pier Luca Montessoro. 2010. *A Synchronous and Deterministic MAC Protocol for Wireless Communications on Linear Topologies*. Int. J. Communications, Network and System Sciences, 3, 925-933
- [7] Husnain Saeed, Salman Ali, Sidra Rashid, Saad Qaisar 2014. *Reliable Monitoring of Oil and Gas Pipelines using Wireless Sensor Network (WSN) – REMONG*, Proc of 2014 9th international conference on system engineering (SOSE) Adelaide Australia June 9-13 page 230-235
- [8] Z. Abbas, N. Javaid, M.A. Khan. 2012. *Simulation Analysis of IEEE 802.15.4 Non-beacon Mode at Varying Data Rates*. Broadband, Wireless Computing, Communication and Applications (BWCCA) DOI: 10.1109/BWCCA.2012.18
- [9] M. Petrova ; J. Riihijarvi ; P. Mahonen, 2006, Performance study of IEEE 802.15.4 using measurements and simulations DOI: 10.1109/WCNC.2006.1683512
- [10] Velastegui Lenin. (2016). *Optimización del flujo de datos en un prototipo de red 6LowPAN con topología lineal*. (Tesis). Escuela Politecnica Nacional, Quito, Ecuador
- [11] Shanti Chilukuri, Anirudha Sahoo. 2015. *Delay-aware TDMA Scheduling for Multi-Hop Wireless Networks*. ICDCN '15, January 04 - 07, Goa, India
- [12] 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
- [13] Carlos Egas, F. Gil-Castineira, E. Costa, J. Sa Silva. 2016. *Automatic allocation of identifiers in linear wireless sensor networks using link-level processes* DOI: 10.1109/LATINCOM. 2016.7811574



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 d Maestria	Software de simulación NS2 y OMNET++	Instalado en la máquinas

6.2 Breve justificación del equipo requerido

- Para realizar las pruebas, es necesario adquirir el kit de desarrollo de redes sensores inalámbricas que facilite la configuración y modificación de los parámetros del estándar 802.15.4 para lo cual es necesario adquirir el kit Atmel AVR10004: RCB256RFR2 y nodos adicionales RCB256RFR2. Este hardware permite acceder directamente a la capa de enlace y probar la solución propuesta.

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

Director del proyecto	Título del proyecto
EGAS ACOSTA CARLOS ROBERTO	Utilización de ACK pasivos para proporcionar conectividad confiable en redes sensores inalámbricas lineales a gran escala

Lista de Items	Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial	Precio Total Referencial	Precio Unitario Referencial + Aporte IESS	Precio Total Referencial con IVA + Aporte del IESS
1 Contratación de servicios personales por contrato						
1.1 Ayudantes de investigación	12	mes	\$ 125.00	\$ 1,500.00	\$ 136.44	\$ 1,637.25
1.2 Prestación de servicios profesionales (Homologado Escala de remuneración de servidores públicos)	1	mes	\$ 350.00	\$ 350.00	\$ 392.00	\$ 392.00
Subtotal 1			\$ 475.00	\$ 1,850.00	\$ 528.44	\$ 2,029.25
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
2 Maquinaria equipos						
2.1 Item 1 RCB256RFR2	9		\$ 173.25	\$ 1,559.25	\$ 194.04	\$ 1,746.36
2.2 Item 2 ATMEGA256RFR2-XSTK	2		\$ 275.00	\$ 550.00	\$ 308.00	\$ 616.00
2.3 Item 3 ATWILC1000-5D	3		\$ 32.15	\$ 96.45	\$ 36.01	\$ 108.02
2.4 Item 3 ATZB-256RFR2-XPRO	4		\$ 95.00	\$ 380.00	\$ 106.40	\$ 425.60
2.5 Item 5 Intel Edison Multi Kit - Arduino	4		\$ 205.70	\$ 822.80	\$ 230.38	\$ 921.54
2.6 Item 6 256RFR2-EK	2		\$ 765.00	\$ 1,530.00	\$ 856.80	\$ 1,713.60
2.7 Item 7 ATMEL RZUSBSTICKt	3		\$ 92.25	\$ 276.75	\$ 103.32	\$ 309.96
2.8 Item 8 CABLE CONVERSOR USB - RS232 9 PINES HEMBRA	7		\$ 8.75	\$ 61.25	\$ 9.80	\$ 68.60
Subtotal 2			\$ 1,647.10	\$ 5,276.50	\$ 1,844.75	\$ 5,909.68
3 Reactivos y materiales de laboratorio						
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)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 3			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4 Literatura especializada						
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)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 4			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5 Viajes técnicos y de muestreo						
5.1 Pasajes al interior	1		\$ 400.00	\$ 400.00	\$ 448.00	\$ 448.00
5.2 Viaticos al interior	4		\$ 600.00	\$ 2,400.00	\$ 672.00	\$ 2,688.00
Subtotal 5			\$ 1,000.00	\$ 2,800.00	\$ 1,120.00	\$ 3,136.00
6 Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones						
6.1 Pasajes al exterior	1		\$ 1,600.00	\$ 1,600.00	\$ 1,792.00	\$ 1,792.00
6.2 Viaticos al exterior	1		\$ 900.00	\$ 900.00	\$ 1,008.00	\$ 1,008.00
6.3 Pago de inscripción y publicaciones	1		\$ 1,000.00	\$ 1,000.00	\$ 1,120.00	\$ 1,120.00
Subtotal 6			\$ 3,500.00	\$ 3,500.00	\$ 3,920.00	\$ 3,920.00
TOTAL				\$ 13,426.50		\$ 14,994.93



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



AÑO 2

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

Lista de Items	Cantidad	Unidad	Precio Unitario Referencial	Precio Total Referencial	Precio Unitario Referencial + Aporte IESS	Precio Total Referencial con IVA + Aporte del IESS
1 Contratación de servicios personales por contrato						
1.1 Ayudantes de investigación		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
1.2 Prestación de servicios profesionales (Homologado Escala de remuneración de servidores publicos)		mes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 1			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
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
2 Maquinaria equipos						
2.1			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.2 Item 2 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.3 Item 3 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.4 Item 4 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
2.5 Item 5 (Detallar nombre de la maquinaria y equipos solicitado)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 2			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3 Reactivos y materiales de laboratorio						
3.1	0			\$ -	\$ -	\$ -
3.2	0			\$ -	\$ -	\$ -
3.3	0			\$ -	\$ -	\$ -
3.4	0			\$ -	\$ -	\$ -
3.4	0			\$ -	\$ -	\$ -
3.4	0			\$ -	\$ -	\$ -
3.4	0			\$ -	\$ -	\$ -
3.4	0			\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 3			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
4 Literatura especializada						
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)			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 4			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
5 Viajes técnicos y de muestreo						
5.1 Pasajes al interior	0			\$ -	\$ -	\$ -
5.2 Viaticos al interior	0			\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 5			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6 Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones						
6.1 Pasajes al exterior	0		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
6.2 Viaticos al exterior	0			\$ -	\$ -	\$ -
6.3 Pago de inscripción y publicaciones	0			\$ -	\$ -	\$ -
Subtotal 6			\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL				\$ -		\$ -

**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	\$ 1,850.00	\$ 5,276.50	\$ -	\$ -	\$ 2,800.00	\$ 3,500.00	\$ 13,426.50
2	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ 1,850.00	\$ 5,276.50	\$ -	\$ -	\$ 2,800.00	\$ 3,500.00	\$ 13,426.50

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	\$ 2,029.25	\$ 5,909.68	\$ -	\$ -	\$ 3,136.00	\$ 3,920.00	\$ 14,994.93
2	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
3	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
TOTAL	\$ 2,029.25	\$ 5,909.68	\$ -	\$ -	\$ 3,136.00	\$ 3,920.00	\$ 14,994.93

DECLARACIÓN FINAL

TIPO DE PROYECTO

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Interdisciplinario

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación básica Investigación aplicada

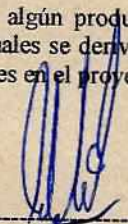
TÍTULO DEL PROYECTO

Utilización de ACK pasivos para proporcionar conectividad confiable en redes sensores inalámbricas lineales a gran escala

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. 037

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