



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica Investigación Aplicada Investigación Pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO(S):

1. Electrónica, Telecomunicaciones y Redes de Información (DETRI)

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. Software de Comunicación de Datos

1 Proyecto de Investigación

Título:

Implementación de un testbed para realizar Codificación de Red (Network Coding) utilizando los principios de las SDN

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

Se desea implementar la técnica de Codificación de Red (*Network Coding*) empleando los principios de la arquitectura de una SDN (*Software Defined Network*).

La "Codificación de Red" consiste en realizar operaciones de codificación sobre el contenido de los paquetes provenientes de varias fuentes en lugar de limitarse a realizar enrutamiento, dado que esta tarea no es realizada en los hosts sino en los nodos de la red, el proyecto plantea realizar la codificación en el controlador de una SDN, se deberá entonces desarrollar módulos con alguno de los controladores que la EPN ha trabajado en proyectos anteriores como *Opendaylight*, *Beacon* y otros.

Dentro del contexto de *Network Coding* se implementarán escenarios de red controlados (testbed) para la prueba de los módulos desarrollados orientados al caso de transmisión *unicast*, *multicast* y *broadcast*.

Para cumplir lo planteado, se identifican tres fases en el proyecto:

Fase I: Análisis de *Network Coding*, en particular de *Linear Network Coding*, y determinación de los esquemas adecuados de codificación para los casos de *unicast*, *multicast* y *broadcast*.

Fase II: Determinación de la mejor plataforma de controlador para la implementación de los tres módulos a desarrollar para los casos *unicast*, *multicast* y *broadcast*. Además se desarrollarán los módulos implementados y se realizarán las pruebas en el ambiente virtualizado Mininet para los escenarios de red necesarios.

Fase III: Depuración de los módulos desarrollados y pruebas sobre dispositivos físicos para lo cual se estructurarán los prototipos que constituirán el testbed, basados en switches Openflow virtualizados, switches habilitados con cambio de firmware y switches de mayor prestaciones con soporte nativo de Openflow.

Palabras clave (4-6):

Network Coding, Codificación de red Lineal, SDN, Openflow, Controlador SDN



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

2 Datos personales y académicos del Director del Proyecto		
Apellidos: Mejía Navarrete Nombres: Raúl David		Teléfono casa: 2500094
Cédula de Identidad: 1714370333		Teléfono celular: 0987181536
Cargo actual en la EPN: Profesor Agregado III TC		
Dirección particular: Iberia N19-20 y José Álvarez		Teléfono oficina: 2057144 Ext. EPN: 2205 Correo electrónico: david.mejia@epn.edu.ec
Formación de pregrado y posgrado		
Títulos	Fecha	Institución / Universidad
Magister en Multimedia y Comunicaciones	2009-2011	Universidad Carlos III de Madrid – Universidad Rey Juan Carlos / España
Ingeniero en Electrónica y Redes de Información	1999-2005	Escuela Politécnica Nacional / Ecuador

3 Datos personales y académicos del Profesor colaborador		
Apellidos: Bernal Carrillo Nombres: Iván Marcelo		Teléfono casa: 3285354
Cédula de Identidad: 1708746803		Teléfono celular: 0998592102
Cargo actual en la EPN: Profesor Principal TC		
Dirección particular: Nicolás Urquiola E6-138		Teléfono oficina: 2507144 Ext. EPN: 2238 Correo electrónico: ivan.bernal@epn.edu.ec
Formación de pregrado y posgrado		
Títulos	Fecha	Institución / Universidad/País
Ph.D. in Computer Engineering	1997-2001	Syracuse University / EEUU
M.Sc. in Computer Engineering	1995-1997	Syracuse University / EEUU
Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones	1985-1992	Escuela Politécnica Nacional / Ecuador

4 Datos personales del personal administrativo de investigación (opcional)		
Apellidos: Nombres:		Teléfono casa:
Cédula de Identidad:		Teléfono celular:
Cargo actual en la EPN:		
Dirección particular:		Teléfono oficina: Ext. EPN: Correo electrónico:
Formación de pregrado y posgrado		
Títulos	Fecha	Institución / Universidad



5	<p>Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación</p> <p>5.1 Objetivos</p> <p>5.1.1 Objetivo General</p> <ul style="list-style-type: none">• Implementar un conjunto de prototipos basados en SDN para estructurar un testbed para realizar Codificación de Red (<i>Network Coding</i>) para esquemas <i>unicast</i>, <i>multicast</i> y <i>broadcast</i>. <p>5.1.2 Objetivos Específicos</p> <ol style="list-style-type: none">a. Analizar y documentar las principales alternativas de Codificación de Red para esquemas <i>unicast</i>, <i>multicast</i> y <i>broadcast</i>.b. Implementar tres módulos de controlador SDN para realizar la codificación de red en el controlador SDN para <i>unicast</i>, <i>multicast</i> y <i>broadcast</i>.c. Implementar prototipos de SDN para probar la funcionalidad de los módulos desarrollados empleando switches Openflow virtualizados, habilitados y con soporte nativo. <p>5.2 Relevancia de esta propuesta de investigación y su relación con la(s) Línea(s) de investigación asociadas.</p> <p>Una de las líneas de investigación del Departamento de Electrónica Telecomunicaciones y Redes de Información (DETRI) es la de “Software de Comunicación de Datos”.</p> <p>Las diferentes temáticas a abordarse en el proyecto, como son: el promisorio campo de Codificación de Red para las redes del futuro, nuevas arquitecturas para redes, desarrollo de software para comunicaciones, aplicaciones distribuidas, hardware de telecomunicaciones, están directamente relacionadas con las actividades del DETRI y las dos carreras que están a su cargo.</p> <p>Los objetivos planteados en el proyecto son alcanzables. Entre los factores a contribuir al éxito del proyecto se pueden considerar varios; así se dispone de bibliografía inicial, existe variada información en el Internet. Tanto el director del proyecto así como el docente colaborador han participado en dos proyectos sobre SDN, uno semilla y otro externo con financiamiento de CEDIA; además han asistido a conferencias y seminarios internacionales sobre la temática de SDN y poseen un conocimiento básico sobre Codificación de Red para iniciar las actividades de este proyecto; así también, en base a los proyectos mencionados se han obtenido ciertos componentes de hardware y software que se emplearán en este nuevo proyecto propuesto.</p> <p>El impacto del proyecto propuesto se lo puede apreciar en varias dimensiones; así en el aspecto docente, como parte de la reforma a la malla curricular de la Carrera en Electrónica y Redes de Información se está incluyendo una nueva materia sobre nuevas tecnologías de redes en donde se propone la temática de SDN y Codificación de Red, precisamente por recomendación de los autores de la propuesta de este proyecto interno, por lo que se brindará soporte directo y para la cual se podrá demostrar cómo se generan módulos SDN y cómo se los prueba sobre prototipos reales y no solo a nivel de simulación; estos prototipos serán también para la temática de Codificación de Red.</p> <p>En el aspecto científico, permitirá en el futuro continuar de forma efectiva el fortalecimiento de la línea de investigación del DETRI en la que se enmarca la temática de SDN; así, se tiene planificado el presentar un nuevo proyecto sobre SDN para obtener el financiamiento externo de CEDIA.</p> <p>En el dominio tecnológico, dado que al momento, las investigaciones en las temáticas de SDN y Codificación de Red son reducidas debido a que son tecnologías recientes y aún no están desplegadas a gran escala en el país, por lo que podrá poner a disposición de quienes requieran todo el conocimiento de cómo estructurar una SDN y cómo explotar Codificación de Red.</p> <p>Se tendrá entonces una masa crítica mejor formada en la temática de SDN y Codificación de Red que puede ser la base de futuros proyectos.</p> <p>Los párrafos anteriores se enfocan a resaltar la importancia que este proyecto tiene al plantear el uso de las tecnologías SDN y Codificación de Red.</p>
---	--



5.3 Productos esperados

- | | |
|---|--------------------------|
| a. Publicaciones científicas (obligatorio); | X |
| b. Disertación a la Comunidad Politécnica; | X |
| c. Proyecto de Titulación; | X |
| d. Tesis de Grado (maestría o doctorado); | <input type="checkbox"/> |
| e. Aplicación tecnológica construida o implementada; | <input type="checkbox"/> |
| f. Patente presentada; | <input type="checkbox"/> |
| g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación. | <input type="checkbox"/> |

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

- Se dispondrá de un testbed formado por un conjunto de prototipos de SDN operacionales para evaluar implementaciones de Codificación de Red.
- Tres módulos implementados para un controlador SDN para los escenarios de unicast, multicast y broadcast.
- Documentación sobre el proceso seguido para implementar los módulos de Codificación de Red en un ambiente SDN.
- Documento como parte del proyecto de titulación de un estudiante de pregrado.
- Portal web para difusión de lo realizado en el proyecto.
- Formación de masa crítica que permita continuar actividades de investigación y difusión en estas temáticas nuevas y avanzadas relacionadas a redes de datos, tanto en lo relacionado a arquitecturas alternativas como SDN y de Codificación de Red.
Las dos temáticas son temas de actualidad a nivel internacional y en particular en el Ecuador, y que actualmente están restringidas a unas pocas instituciones, especialmente universidades.

Efectos

- Desarrollo de una cultura de uso de las herramientas de desarrollo de aplicaciones para SDN.
- Formación adecuada para buscar fondos para proyectos de mayor envergadura en la temática de SDN y Codificación de Red.

6 Descripción, metodología y cronograma de trabajo

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

(1) Justificación de la Investigación

a) Network Coding

Codificación de Red (*Network Coding*) es una técnica novedosa introducida en el año 2000 para mejorar el *throughput* y *performance* de la red; se espera que sea una tecnología crítica para las redes del futuro [7].

El artículo seminal de la temática [5] menciona que “Codificación de Red” se refiere a la codificación que realiza un nodo de una red sobre los paquetes que atraviesan por él; la idea básica es sumamente simple, realizar operaciones de codificación o cálculos (procesamiento) sobre el contenido de los paquetes en lugar de limitarse a realizar funciones restringidas de replicación y reenvío que son las funciones típicas permitidas en arquitecturas de almacenar y reenviar (*store-and-forward*) [1].

A diferencia del enrutamiento común en el que un paquete en un enlace de salida debe ser una copia del paquete que llegó en un enlace de entrada, en Codificación de Red cada mensaje a la salida puede ser una función de varios de los mensajes que llegaron en los distintos enlaces de entrada (Fig. 1).

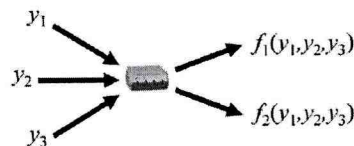


Figura 1 Flujos de salida en función de los de entrada

Considerando un ejemplo simple de dos flujos de información, cada uno con una tasa de B (bps), que llegan a un nodo compitiendo por un enlace de salida con una capacidad de B (bps).

Con Codificación de Red es posible incrementar el *throughput* al enviar ambos flujos por el enlace que es el cuello de botella al mismo tiempo. Para ello, el nodo puede mezclar los dos flujos utilizando, por ejemplo, la operación XOR, bit a bit, enviando el *stream* resultante por el enlace limitado.

Esto incrementa el *throughput* de la red siempre que los dos flujos puedan recuperarse antes de que lleguen a su destino final. Esto puede hacerse enviando información adicional (*side information*) a un sitio más adelante que recupere la información original.

Asumiendo una red de routers, computadoras y enlaces direccionales y de la misma capacidad con las siguientes condiciones: La computadora s_1 desea enviar información a la computadora t_1 , y la Computer s_2 desea enviar información a la computadora t_2 . s_1 puede llegar a t_1 solo por el camino $s_1 \rightarrow A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow F \rightarrow t_1$, y s_2 puede llegar a t_2 solo por el camino $s_2 \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow t_2$. Estos caminos comparten el mismo enlace $C \rightarrow D$ que es el cuello de botella. Existen además los enlaces $A \rightarrow E$ y $B \rightarrow F$. Esta estructura se conoce como *butterfly network* (Fig.2).

Se debe encontrar las tasas de datos r_1 y r_2 , que usarían S_1 y S_2 , respectivamente. Si los nodos de la red solo hacen enrutamiento, el cuello de botella $C \rightarrow D$ debe ser compartido entre las dos sesiones y lo que se podría conseguir es $r_1 + r_2 \leq B$. Si se utiliza *network coding*, las dos sesiones pueden comunicarse a la tasa B , $r_1 \leq B$ y $r_2 \leq B$ [4].

Para alcanzar el caso extremo ($r_1=B$ y $r_2=B$), por ejemplo, podría utilizarse una operación XOR para combinar los dos flujos (f) en el nodo C ($f_1 \text{ XOR } f_2$) y pueden recuperarse en los nodos E y F , utilizando también operaciones XOR. Los flujos requeridos para que esto funcione incluye la transmisión de los flujos originales utilizando los caminos $A \rightarrow E$ y $B \rightarrow F$ y los combinados $C \rightarrow D \rightarrow E$ y $C \rightarrow D \rightarrow F$. Por ejemplo, en E se realizaría la operación $((f_1 \text{ XOR } f_2) \text{ XOR } f_1)$ para recuperar f_2 en el receptor t_2 .

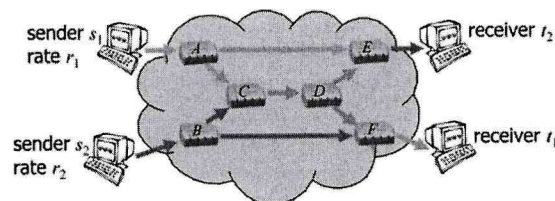


Figura 2. Topología Butterfly



Considérese una red (V, E, c) integrada por un conjunto V de nodos o vértices, un conjunto E de enlaces direccionales (*edges*) y el conjunto c de capacidades de los enlaces y sobre esta red se tienen sesiones $(s,)$, siendo s el conjunto de nodos que envían (*send*) $s \in V$ y T el conjunto de receptores $T \subseteq V$. Si el conjunto de receptores contiene un solo nodo t , se tiene una sesión *unicast*, caso contrario la sesión es *multicast* [4].

Dada la red (V, E, c) y un conjunto de sesiones $(s_1, T_1), \dots, (s_N, T_N)$ con tasas de comunicación r_1, \dots, r_N , el problema de decisión de si es factible encontrar el vector de tasas (r_1, \dots, r_N) puede ser muy complejo.

Cuando hay una sola sesión (s, T) en una red $(V,)$, se simplifica y es precisamente lo que aborda la invención de *network coding*. Por ejemplo, el caso *unicast se pueden resolver* con ayuda del Teorema de Menger y el Algoritmo de Ford-Fulkerson; el caso de broadcast con el Teorema de Edmonds y *Spanning Tree Packing*; y el caso de multicast con ayuda de *Steiner Tree Packing* [4].

La Codificación de Red Lineal significa que las funciones que se realizan en los nodos pueden ser una combinación lineal de los flujos de entrada lineal y esta forma de codificación permite alcanzar la denominada capacidad multicast y la decodificación en los receptores también se la puede hacer usando operaciones lineales [4] [6].

b) SDN (Software Defined Networks)

Las SDN constituyen una arquitectura de red cuyo objetivo fundamental es desacoplar físicamente el plano de control (inteligencia) del plano de datos, derivando el control a una computadora (controlador) y esperando contar con dispositivos muy rápidos en las tareas de conmutación aunque con limitada inteligencia. Esto facilita un mayor control y nivel de gestión sobre los equipos de conectividad, flexibilizando el cambio de funcionalidad de la red en general y con un control centralizado dado que el controlador tiene asociados muchos dispositivos [3].

El control sobre la red se lo realiza a través de la instalación, en los dispositivos de red (hardware), de reglas que definen patrones de comportamiento del tráfico mientras éste transita por la red. Dichas reglas se programan en el controlador empleando lenguajes de alto nivel. Después de que el controlador procesa el tráfico, enviará a los switches las reglas que deberán aplicar sobre el tráfico que circula por ellos. La gestión de la red se encuentra altamente centralizada sobre este servidor controlador que maneja toda la inteligencia de la red [2].

El servidor controlador es el encargado del manejo del plano de control y, como una alternativa, se comunica con los dispositivos a través del protocolo OpenFlow.

(2) Procedimiento

Fase I: Análisis de Network Coding

Se debe realizar una revisión general sobre esta nueva técnica en el campo de la teoría de la información y los diversos beneficios relacionados a la aplicación de la técnica, tales como mejora del rendimiento, reducción de retardos de extremo a extremo, escalabilidad y robustez de los sistemas.

En particular se deben analizar Linear Network Coding y los esquemas adecuados de codificación para los casos de unicast, multicast y broadcast. Se debe señalar que existe un gran componente analítico asociado a la Codificación de Red, algunos asociados a la Teoría de la Información y herramientas de cómputo para resolver algunos aspectos relacionados a la codificación en sí misma.

Fase II: Implementación de los dos módulos

Se debe determinar la mejor plataforma de controlador para la implementación de los dos módulos a desarrollar; para la decisión de si emplear o no codificación de red, de acuerdo al estado de la red, es necesario tener una visión de la topología e información adicional, que debe estar disponible como servicios de la plataforma SDN seleccionada, y considerando esquemas de *buffering*, y el escenario de difusión de la información, finalmente se realizará la codificación si así se determina.

Para esto, primero se determinará la mejor plataforma de controlador para la implementación de los módulos a desarrollarse entre las alternativa en los que el grupo de trabajo de SDN del DETRI tiene experiencia, por mencionar: Opendaylight, RYU, Trema, Beacon, etc.

En esta fase el desarrollo y depuración de los módulos se lo hará utilizando Mininet que permite definir redes con dispositivos virtuales que se pueden interconectar a controladores que pueden resirir en la misma máquina o en una máquina virtual o física separada.

Es claro que se debe implementar tanto la codificación como la decodificación y resaltar que se deberá recurrir a la solución de algunos problemas como la solución de sistemas de ecuaciones y otro tipo de procesamiento computacional como parte de la codificación, como el caso de la codificación de red



lineal, por lo que se recurrirá al uso de librerías especializadas para estas tareas. La utilización de los dispositivos con soporte Openflow permitirá derivar el tráfico que se considere necesario hacia el controlador para que se realice el procesamiento correspondiente asociado a la Codificación de Red.

Fase III: Estructuración del testbed

Los módulos desarrollados serán depurados sobre dispositivos de red reales, obviamente incluyendo switches con soporte de Openflow para permitir la comunicación de los switches con el servidor—controlador. Estos switches pueden ser virtuales, habilitados cambiando el firmware y otros de mayor costo y prestaciones con soporte nativo Openflow. Los prototipos SDN serán híbridos y en conjunto conformarán lo que denominamos “testbed”.

Se estructurarán topologías, como la butterfly, utilizando dispositivos de red, el servidor controlador y hosts para que envíen y reciban tráfico.

Bibliografía

- [1] C. Fragouli, E. Soljanin. 2007. *Network Coding Applications, Foundations and Trends in Networking*. Vol. 2, No. 2, pp 135–269.
- [2] G. Morillo, D. Mejía, I. Bernal. 2014. *Aplicación para control de acceso a la red (NAC) utilizando SDN*. Revista Politécnica. Volumen 34, No. 2, Escuela Politécnica Nacional. Quito-Ecuador.
- [3] J. Chico, D. Mejía, I. Bernal. 2014. *Implementación de un prototipo de una Red Definida por Software (SDN) empleando conmutadores habilitados*. XXV Jornadas en Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Quito, Ecuador.
- [4] P. Chou, Y Wu. 2007. *Network Coding for the Internet and Wireless Networks*. Microsoft Research, Redmond, WA.
- [5] R. Ahlswede, Cai, S. Li, R. Yeung. 2000. *Network information flow*. IEEE Trans. Inform. Theory, vol. 46, no. 4, pp. 1204–1216.
- [6] R. Koetter, R. Médard. 2003. *An Algebraic Approach to Network Coding*. IEEE/ACM, Trans. Networking, Vol. 11, pp. 782-795.
- [7] T. Ho, D. S. Lun. 2008. *Network Coding: An Introduction*. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.

6.2 Cronograma de trabajo anual: (Descripción)

Actividad	Primer Año						TOTAL
	Porcentaje de avance por mes						
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	
Consulta bibliográfica	20	20	20	20	10	10	100
Tratamiento de información relacionada a codificación de red y sobre múltiples aspectos teóricos necesarios.	75	25					100
Diseño, implementación y pruebas del módulo para codificación de red unicast con Mininet.		25	25	50			100
Diseño, implementación y pruebas del módulo para codificación de red multicast con Mininet.				100			100
Diseño, implementación y pruebas del módulo para codificación de red broadcast con Mininet.					100		100
Pruebas con distintos tipos de switches; virtuales, habilitados y soporte nativo de Openflow					25	75	100
Documentación sobre el proceso seguido para implementar el prototipo y emplearlo para la prueba de aplicaciones.	20	20	20	20	10	10	100
Actualización del Portal web para difusión de	20	20	20	20	10	10	100



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

información relacionada al proyecto.							
Realización de artículo científico para su publicación a nivel nacional.				30	30	40	100
Informe semestral de actividades.			50			50	100
TOTAL							



7	Fechas de inicio y fin
	Inicio 4 de octubre de 2015
	Fin 3 de octubre de 2016

8	Tiempo de dedicación de docentes, infraestructura, equipos y fondos adicionales.						
	8.1 Tiempo máximo de dedicación semestral del Director del proyecto, de los docentes participantes y otros colaboradores.						
	<table border="1"><thead><tr><th><i>Proyecto</i></th><th><i>Director</i></th><th><i>Colaborador</i></th></tr></thead><tbody><tr><td><i>PII</i></td><td><i>16 HSS</i></td><td><i>8 HSS</i></td></tr></tbody></table>	<i>Proyecto</i>	<i>Director</i>	<i>Colaborador</i>	<i>PII</i>	<i>16 HSS</i>	<i>8 HSS</i>
<i>Proyecto</i>	<i>Director</i>	<i>Colaborador</i>					
<i>PII</i>	<i>16 HSS</i>	<i>8 HSS</i>					
	8.2 Infraestructura y equipos						
	<u>Para la Fase I</u>						
	Se requerirán de al menos 2 PC (desktops o laptops) para realizar las tareas programadas para el análisis de <i>Network Coding</i> .						
	<u>Para la Fase II</u>						
	Se requerirán también de al menos 2 PC (desktops o laptops) de buenas prestaciones, una para realizar las tareas de desarrollo de los módulos y ejecutar el controlador, y otra para ejecutar el ambiente de Mininet y poder realizar las pruebas planificadas en esta etapa.						
	<u>Para la Fase III</u>						
	Se requieren al menos 4 PC para los roles de hosts para las topologías a implementarse y 4 nodos que soporten Openflow; una PC para el servidor controlador que podría controlar los 4 nodos o switches. Los nodos pueden ser switches o routers que permitan cambios del firmware y soporten OpenWRT con la implementación de Openflow, switches virtuales o switches de mayor costo y prestaciones. Se requiere Al menos un par de PCs serán necesarios para disponer de switches virtuales como arte de los prototipos del testbed. Con todos estos elementos se podrán estructurar redes como la básica tipo butterfly y realizar las pruebas respectivas. Debe considerarse también que se requiere otra máquina para albergar el servidor web para la publicación del sitio web del proyecto.						
	Si bien se requieren al menos siete computadores, switches y routers con soporte Openflow, no se solicitan fondos para la ejecución del proyecto. Gracias a la participación en proyectos anteriores se tienen a disposición del proyecto, varias PC con recursos que pueden cumplir las tareas básicas de hosts y otras que servirán para las restantes taras mencionadas. Se dispone también de 4 routers que pueden habilitarse para soportar Openflow y dos switches HP con soporte nativo para Openflow; además se dispone de varios switches y routers normales que podrán ser parte de los prototipos.						
	Todos estos equipos están formando parte del Laboratorio que los proponentes del proyecto están creando en el DETRI bajo la denominación “Laboratorio de Investigación y Experimentación de Redes y Sistemas Distribuidos”.						



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

8.3 Breve justificación del equipo requerido

No se solicitan fondos para la adquisición de equipos para la ejecución del proyecto.


8.4 Fondos Adicionales

- *No existen fondos de otros organismos*

9	Presupuesto estimado para la ejecución del presente proyecto (anual)		
	<u>Primer Año</u>		
	Lista de ítems	Cantidad solicitada (US \$)	Porcentaje (%)
	1. Contratación Servicios Personales por Contrato <i>Ayudantes de Investigación</i>	0.00	
	Subtotal	0.00	
	2. Maquinaria y Equipos	0.00	
	Subtotal	0.00	
	3. Reactivos y materiales de laboratorio	0.00	
	Subtotal	0.00	
	4. Literatura especializada	0.00	
	Subtotal	0.00	
	5. Viajes técnicos y de muestreo	0.00	
	Subtotal	0.00	
	6. Presentación de ponencias en congresos internacionales y publicaciones	0.00	
	Subtotal	0.00	
	TOTAL PRESUPUESTO	00 + IVA	100



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
VICERECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN SOCIAL

10	Lugar y Fecha / Firma del Director del Proyecto	
	Quito, 10 de Julio del 2015 Nombre: David Mejía Navarrete CC: 1714370333	 Firma del Director

DECLARACION DEL JEFE DE DEPARTAMENTO	
Esta propuesta ha sido aprobada por el Consejo del Departamento/Instituto al que pertenece el Director del Proyecto , en Sesión del mediante Resolución No. y las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del aplicante de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta aplicación.	
_____ JEFE DEL DEPARTAMENTO/INSTITUTO Nombre: CC:	_____ Lugar y fecha