

**II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL  
"II CCI UCLV 2019"**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



**XVIII SIMPOSIO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA. "SIE-2019"**

**IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOCOLO IPV6 EN EL SERVICIO DE  
NAVEGACIÓN CON ACCESO ADSL DE ETECSA**

***IMPLEMENTATION OF THE IPV6 PROTOCOL FOR ADSL INTERNET  
ACCESS SERVICE IN ETECSA***

**Yussel Castrizano Jiménez<sup>1</sup>, Ivette Moreno Montero<sup>2</sup>**

1-Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A. La Habana, Cuba. Email:  
yussel.castrizano@etecsa.cu

2-Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A. La Habana, Cuba. Email:  
ivette.moreno@etecsa.cu

II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL  
"II CCI UCLV 2019"

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



## Resumen

El agotamiento de las direcciones IPv4 y la gran densidad de equipos conectados a la red, por una parte, incluso con el eventual advenimiento de la Internet de las Cosas, y por otra, la demanda de los usuarios de más ancho de banda, ha hecho latente la necesidad de trabajar en el aumento constante de estos dos recursos: direcciones IP y Velocidad del acceso a la red de datos. El presente trabajo se concentra en analizar las estrategias actuales para la transición a IPv6 dirigido al aumento de las direcciones IP disponibles para el usuario y la inserción de estas estrategias en una red de Banda Ancha, la cual constituye el escenario propicio para que el usuario pueda satisfacer su demanda de acceder a más recursos de la red, con más velocidad. En este documento, se realiza una propuesta para enfrentar el agotamiento de IPv4 en un proveedor de servicios de banda ancha, a través del análisis de diferentes técnicas para el proceso de transición hacia una red completamente IPv6. Primero, se analizan dos formas de resolver el problema de agotamiento de IPv4 con sus ventajas y desventajas. Luego se describen las soluciones técnicas de banda ancha IPv6 y que impacto tiene cada una de estas soluciones en el equipamiento y la arquitectura de una red de Banda Ancha, basado en los estándares que rigen este tipo de redes. Cada una de estas soluciones se analiza y finalmente una de ellas se elige en función de algunos indicadores clave.

**Palabras claves:** Banda Ancha, Iv4, IPv6, agotamiento IPv4, 6rd, ds-lite, dual-stack.

## Abstract

The exhaustion of IPv4 addresses and the high density of equipment connected to the network, on the one hand, even with the eventual advent of the Internet of Things, and on the other, the demand of users with more bandwidth, has made latent the need to work on the constant increase of these two resources: IP addresses and speed of access to the data network. The present work focuses on analyzing the current strategies for the transition to IPv6 aimed at increasing the IP addresses available to the user and inserting these strategies into a broadband network, which is the ideal scenario for the users to satisfy their demand to access more resources of the network, with more speed. In this document, a proposal is made to face the exhaustion of IPv4 in a broadband service provider, through the analysis of

## II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL "II CCI UCLV 2019"

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



different techniques for the transition process towards a completely IPv6 network. First, two ways of solving the problem of IPv4 depletion are analyzed with their advantages and disadvantages. Then we describe the IPv6 broadband technical solutions and what impact each of these solutions has on the equipment and architecture of a broadband network, based on the standards that govern this type of networks. For the comparison of each of these solutions, an analysis of the parameters involved in the deployment is made and finally one of them is chosen based on some key indicators.

**Keywords:** broadband, IPv4, IPv4 exhaustion, IPv6, transition, 6rd, ds-lite.

### 1. Problemática

Cuba se encuentra inmerso en un abarcador plan para la Informatización de la Sociedad. Existe una política a nivel gubernamental dictada por el Ministerio de las Comunicaciones (ver ...) en la cual uno de sus acápites indica la necesidad de potenciar el acceso de los ciudadanos al empleo de las nuevas Tecnologías de la Informática. El acceso a Internet desde los hogares se inscribe en este esfuerzo formando parte fundamental de la Política para a Informatización de la Sociedad. ETECSA como proveedor de servicios y entidad responsable de garantizar los servicios de conectividad a Internet a nivel nacional, juega un rol central en la Informatización de la Sociedad. Para el caso específico del acceso de de los ciudadanos a las Tecnologías de la Información en especial a Internet, ETECSA lanzó desde el año 2017 el Servicio Nauta Hogar.

Una de las funcionalidades de la Arquitectura del Servicio Nauta Hogar es la Funcionalidad de Traducción de Direcciones para la cual se usa la Traducción de Direcciones a Nivel de Operador o CGN (Carrier Grade NAT). El crecimiento de las sesiones NAT y su agotamiento en la Funcionalidad de Traducción de Direcciones trae como consecuencia la interrupción del servicio, por lo que se hace necesario un cambio en la arquitectura que haga posible disminuir el uso de las licencias CGN a la vez que permita el aumento de los usuarios que consuman el servicio de navegación en Internet.

### 2. Objetivos

## II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL "II CCI UCLV 2019"

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



Proponer una solución para la Asignación de Direcciones y el Transporte de Datos en el Servicio Nauta Hogar que ofrece la Empresa ETECSA, que permita el aumento de los usuarios sin aumentar las licencias CGN.

### **3. Metodología**

En el trabajo se utilizaron métodos científicos teóricos y empíricos. Entre los métodos teóricos tenemos:

- El histórico lógico el cual permite contextualizar el problema de investigación, sus antecedentes y desarrollo.
- El analítico-sintético ya que es necesario trabajar cada componente del diseño y sus relaciones y luego lograr la integración de las partes constitutivas del objeto de investigación para llegar a la Propuesta de Implementación del Protocolo IPv6 en el Servicio Nauta Hogar.
- El inductivo-deductivo a través del cual se logran establecer generalidades en cuanto a la Elaboración de la Propuesta de Implementación del Protocolo IPv6 en el Servicio Nauta Hogar.
- Cómo método empírico se utilizó la simulación al evaluar el diseño propuesto mediante el simulador eNSP, una herramienta ofrecida por el fabricante Huawei.

### **Tareas realizadas**

#### **Análisis de la Arquitectura del Servicio Nauta Hogar**

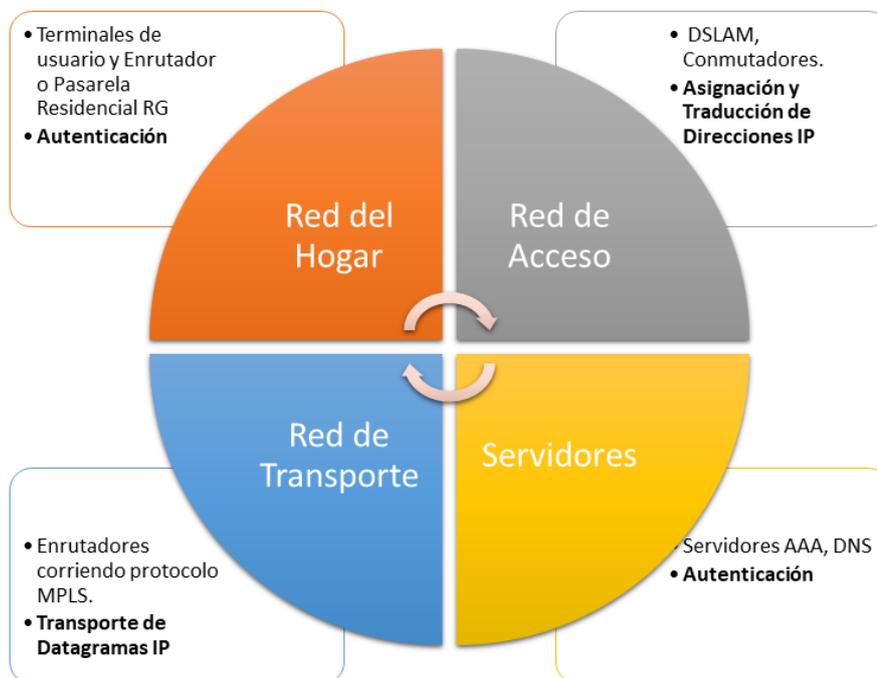


Figura 1. Solución Doble Pila

### **Análisis de las diferentes soluciones técnicas para ofrecer los Servicios de Banda Ancha Soluciones Técnicas de Transición IPv4/IPv6**

Las soluciones técnicas de transición hacia IPv6 en Banda Ancha aparecen descritas en [11], ellas son:

- Doble Pila o Híbrida (*Dual-Stack*)[12]
- DS-Lite (*Dual-Stack Lite*)[13]
- 6RD (*6 Rapid Deployment*)[14]

El principio de operación de cada una de ellas está basado en dos de las técnicas de migración IPv6 Doble Pila y Tunnelizado mostradas en la Tabla 1:

Tabla 1 Técnicas de Migración

| Técnica de Migración | Descripción   | Solución Técnica  |
|----------------------|---|-------------------|
| Doble Pila           | Cada dispositivo de red configurado con IPv4 e IPv6 | <i>Dual-Stack</i> |

**II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL  
"II CCI UCLV 2019"**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



|            |  |              |
|------------|--|--------------|
| Tunelizado | Encapsulación de la cabecera de un protocolo dentro del otro | 6RD, DS-Lite |
|------------|--|--------------|

En la Tabla 2 se describen cada una de las Soluciones:

Tabla 2 Soluciones Técnicas

| Solución            | Descripción   | Impacto en red del Proveedor | Impacto en equipo de usuario |
|---------------------|---|------------------------------|------------------------------|
| Doble Pila + NAT444 | Se configuran IPv4 e IPv6 en todos los dispositivos de la red y se usa el NAT 444 para mitigar el agotamiento | Soporte IPv6                 | Soporte IPv6                 |
| DS-Lite             | Encapsulación de IPv4 en IPv6, puede usarse NAT444  | Soporte IPv6+DS-Lite         | Soporte IPv6+DS-Lite         |
| 6RD                 | Encapsulación de IPv6 en IPv4   | Soporte IPv6+GW 6RD          | Soporte IPv6+GW 6RD          |

A continuación, se muestran en las Figuras 1,2 y 3, las soluciones técnicas de transición IPv4/IPv6 en Banda Ancha:

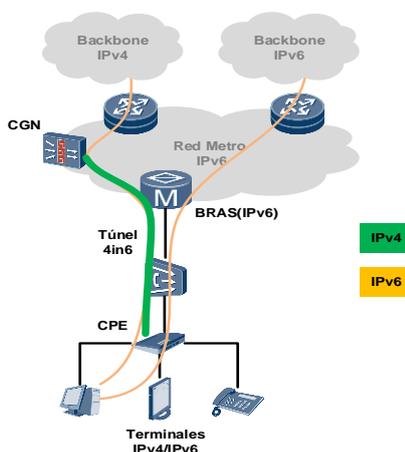


Figura 2. Solución DS-Lite

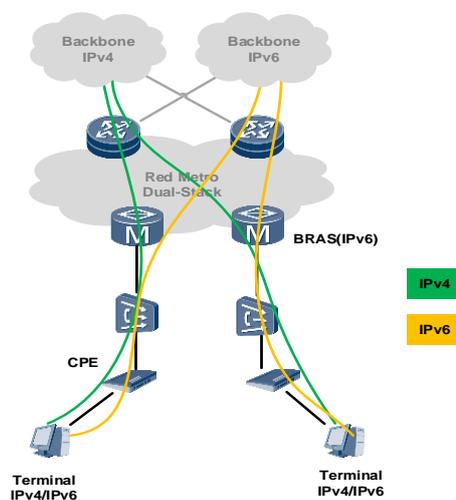


Figura 3. Solución Doble Pila

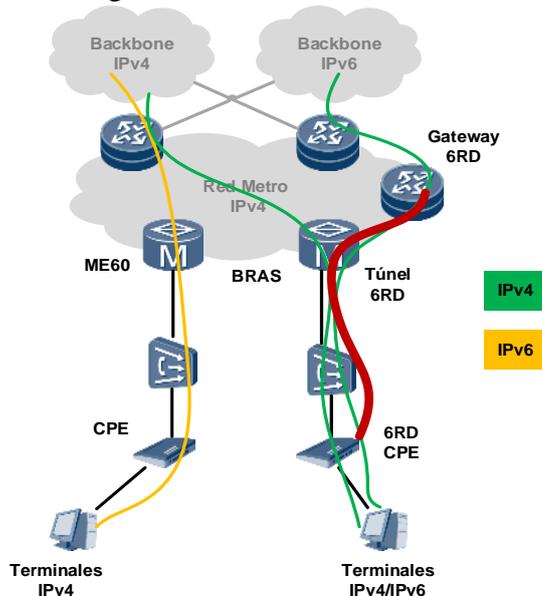


Figura 4. Solución 6RD

### Identificación de parámetros decisores

Los parámetros que se tuvieron en cuenta a la hora de escoger una de las soluciones se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3 Parámetros decisores

| Parámetro                              | Descripción   |
|--|---|
| Impacto en el suscriptor y el servicio | Se trata de escoger la Solución donde la experiencia del suscriptor se afectará menos.                          |
| Costo de la Migración                  | El costo de la migración hacia la Solución escogida debe ser el menor posible que permita la introducción de la |

**II CONVENCIÓN CIENTÍFICA INTERNACIONAL  
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
|                                      | tecnología.  |
| Complejidad Operativa de la Solución | La Solución escogida debe ser la menos complicada a nivel de configuración y de mantenimiento en los equipos de la red.  |
| Madurez de la Solución[15]           | La Madurez de la Solución se define en base a: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Despliegue en la red</li> <li>• Soporte en los dispositivos</li> <li>• Definición en estándares</li> </ul> |

La evaluación de cada uno de estos parámetros decisores arrojará cual es la Solución Técnica óptima para la Empresa ETECSA.

#### 4. Resultados

Evaluando cada uno de los parámetros decisores para cada una de las Soluciones Técnicas se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 4 Optimalidad de Soluciones Técnicas

| Solución Técnica    | Madurez de la Solución | Complejidad Operativa de la Solución | Costo de la Migración | Impacto en la experiencia del suscriptor |
|---------------------|------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--|
| Doble Pila + NAT444 | X                      | Menor                                | Bajo                  | Transparente                             |
| <i>DS-Lite</i>      | X                      | Mayor                                | Alto                  | Transparente                             |
| 6RD                 | X                      | Mayor                                | Alto                  | Migrar a IPv6                            |

De forma gráfica se representan estos resultados en la Figura 4 dando como resultado que la mejor de las Soluciones Técnicas es la de la *Doble Pila* debido a las siguientes características[16]:

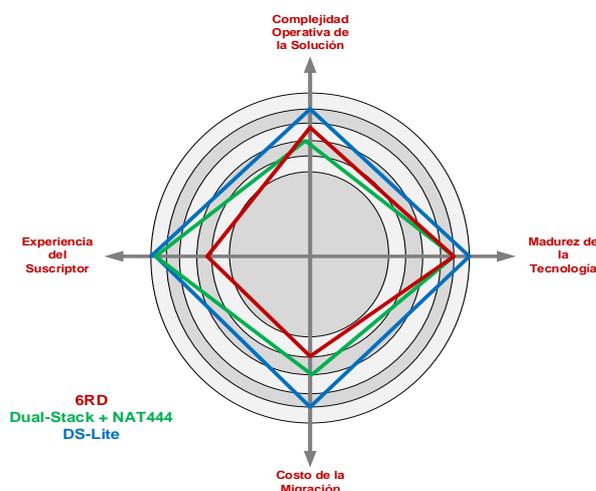


Figura 5. Carta de Optimalidad de Soluciones Técnicas

## II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL "II CCI UCLV 2019"

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



### **Solución Madura:**

Estandarizada en [12], desplegada ampliamente en la red y soportada por los dispositivos de los principales fabricantes.

### **Complejidad Operativa:**

La configuración de Doble Pila v4 y v6 siguen la misma lógica de conexión y puntos finales, sin encapsulamiento de túnel, sin procedimientos específicos de configuración de túnel y sin problemas de MTU (*Maximum Transfer Unit*, describe la Unidad Máxima de Transferencia en una trama Ethernet).

### **Costo de la migración:**

Solución más barata: En el mismo equipo se puede configurar IPv4 e IPv6

Además, tiene como funciones añadidas:

- Tener un plano IPv4 independiente del plano IPv6 ayuda a desacoplar los problemas en la fase de introducción de la tecnología.
- Permite introducir IPv4/CGNAT (*Carrier Grade NAT*)[17] si el agotamiento de v4 es un problema urgente.
- Permite introducir IPv6 primero sin CGNAT si el agotamiento no es un problema urgente.
- Puede desactivar la capa IPv4 en una etapa posterior sin impacto en el plano IPv6.

### **REFERENCIAS**

1. Postel J (1981), INTERNET PROTOCOL, Defense Advanced Research Projects Agency, IETF RFC 791, IETF.
2. Cotton M (2011), Internet Assigned Numbers Authority (IANA) Procedures for the Management of the Service Name and Transport Protocol Port Number Registry, IETF.
3. LACNIC (2017) Fases de Agotamiento de IPv4  
<http://www.lacnic.net/1001/1/lacnic/fases-de-agotamiento-de-ipv4>, Latin American and Caribbean Internet Addresses Registry.
4. Huawei Enterprises (2011), Technical White Paper for IPv6 Network End-to-End Evolution, Huawei Enterprises.
5. Deering S (1998), Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification, IETF.

II CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL  
"II CCI UCLV 2019"

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.  
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



6. Srisuresh P (2001), Traditional IP Network Address Translator (Traditional NAT), IETF RFC 3022, IETF.
7. Rekhter Y (1996), Address Allocation for Private Internets, IETF RFC 1918, IETF.
8. Van Beijnum I (2011), An FTP Application Layer Gateway (ALG) for IPv6-to-IPv4 Translation, IETF RFC 6384, IETF.
9. Bagnulo M (2011), Stateful NAT64: Network Address and Protocol Translation from IPv6 Clients to IPv4 Servers, IETF RFC 6146, IETF.
10. Cohen S (2006), TR-101 Migration to Ethernet-Based DSL Aggregation, ECI Telecom BellSouth Telecommunications, Broadband Forum, Technical Report TR-101, Broadband Forum.
11. Cheng D (2012), IPv6 Transition Mechanisms for Broadband Networks, Technical Report TR-242, Broadband Forum.
12. Shirasaki Y (2005), A Model of IPv6/IPv4 Dual Stack Internet Access Service, IETF.
13. Durand A (2011), "Dual-Stack Lite Broadband Deployments Following IPv4 Exhaustion, IETF RFC 6333, IETF.
14. Townsley W (2010), IPv6 Rapid Deployment on IPv4 Infrastructures (6rd), IETF RFC 5969, IETF.
15. Huawei Enterprises (2011), IPv6 Evolution and Migration Solution, Workshop Innovative Computational Technologies and Its Applications 2011.
16. Lynch T (2015), Deploying IPv6 in fixed and mobile broadband access networks, LACNIC.
17. Perreault E (2013), Common Requirements for Carrier-Grade NATs (CGNs), IETF RFC 6888, IETF.

## **SOBRE LOS AUTORES**

**Yussel Castrizano Jiménez:** Ingeniero en Telecomunicaciones se desempeña como Jefe de Grupo de Redes de Agregación en la División de Servicios Fijos de ETECSA. Entre sus funciones esta la Operación y Mantenimiento de la red MPLS.

**Ivette Moreno Montero:** Ingeniera en Telecomunicaciones, se desempeña como Especialista en la División de Proyectos Especiales de ETECSA.