

Tecnologías involucradas en la internet del futuro

Technologies involved in the Future Internet

Luis Carlos Luis García*

Jorge Eduardo Ortiz Triviño**

Fecha de recepción: 14 de agosto del 2012

Fecha de aceptación: 19 de septiembre del 2012

Resumen

La demanda de servicios y de conexión a internet crece exponencialmente haciendo que los protocolos y la internet actual se queden atrás en cuanto a las exigencias del mundo; por esto se dará una mirada por las diferentes etapas de internet: sus inicios, el presente, que nos espera en el futuro con todo lo que esto conlleva y cuáles son los principales proyectos de innovación en este tema en el mundo.

“Durante casi 10 años, el IAB (Internet Architecture Board) y el IETF (Internet Engineering Task Force) nos han estado diciendo que el grupo de direcciones IP disponibles pronto se agotan, y que el crecimiento de internet llegará a un paro. Se ha promovido en gran medida su solución, IPv6, a la que el mundo comercial ha hecho caso omiso” [1]. Esto hasta la actualidad en la que se busca desarrollar este protocolo, cuando el problema ya es bastante grave.

Palabras clave: protocolo de internet, internet del futuro, internet de las cosas, IPv4 e IPv6.

* Ingeniero electrónico, magíster en Ingeniería de Telecomunicaciones (candidato), Universidad Nacional de Colombia. Profesor de Programación de Computadores, Universidad Nacional de Colombia. Lcluisg@unal.edu.co

** Ingeniero de sistemas, MSc en Ciencias Estadísticas, magíster en Ingeniería de Telecomunicaciones, magíster en Filosofía, PhD en Ingeniería de Sistemas y Computación. Profesor asociado, Universidad Nacional de Colombia. jeortizt@unal.edu.co

Abstract

The demand for services and internet access grows exponentially making the current internet protocols and fall behind in terms of the demands of the world, so we will look through the different stages of the internet: its origins, the present and that awaits us in the future with all that entails and what the major innovation projects in this area in the world.

“For nearly 10 years, the IAB (Internet Architecture Board) and IETF (Internet Engineering Task Force) have been telling us that the groups of IP addresses available soon run out, and that the growth of the internet comes to a stop. Have been heavily promoted its solution, IPv6, which the commercial world has ignored” [1]. This to date in which it seeks to develop this protocol, when the problem is already critical.

Key words: Internet protocol (IP), future internet, internet of things (IoT), IPv4 and IPv6.

1. Introducción

Internet es un sistema en flujo perpetuo, el número de usuarios ha crecido prodigiosamente en la última década y el número de organizaciones que aprovechan la red ha aumentado proporcionalmente. La comprensión de cómo la gran expansión de internet afecta a su estructura y topología es fundamental para predecir su evolución y determinar las características fundamentales de su crecimiento, así como posibles limitaciones fundamentales que deben solucionarse [2].

IPv6 es la solución a largo plazo para ofrecer servicios de conectividad IP a un gran número de clientes. Desde esta perspectiva, los proveedores de servicios deben evitar la introducción de nuevas funciones y los nodos que pueden ser problemáticas de la migración a IPv6. Este requisito es esencial, se debe

tomar en cuenta no solo durante la fase de ingeniería técnica, sino también en cuanto al aprovisionamiento necesario Capex (Capital Expenditure) y Opex (Operational Expenditure) con el fin de activar la solución para hacer frente a la escasez de direcciones IPv4 [3].

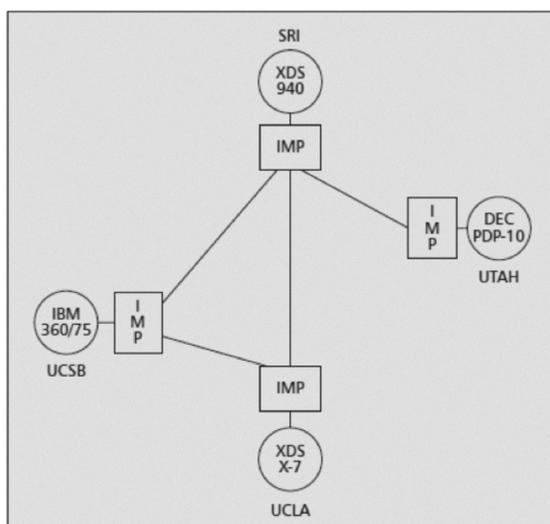
2. Internet

El origen de internet no se puede situar en un solo momento ya que para llegar a este desarrollo se necesitaron varios siglos con los desarrollos matemáticos y tecnológicos necesarios para llegar a cada componente de la gran infraestructura que se llama internet, pero se puede reducir la historia de internet a las tecnologías que son más familiares con este tema.

Por lo anterior, en cuestión de infraestructura los inicios de internet se pueden situar en la conexión realizada en 1969 llamada

Arpanet en cuatro puntos de Estados Unidos, donde el encargado de realizar las subredes de IMP (Interface Message Processor) y la conexión entre ellas fue BBN (Bolt, Beranek and Newman). BBN en septiembre de 1969 entrega el primer IMP en UCLA (University of California, Los Ángeles); un mes después se entrega la segunda IMP en la SRI; luego, en noviembre, se entrega la tercera IMP en la UCSB (University of California, Santa Bárbara) y la última etapa de ese año en diciembre con la cuarta IMP en la Universidad de Utah. La red inicial se muestra en la figura 1.

Figura 1. Cuatro nodos iniciales de Arpanet (1969)



A partir de la expansión de esta red en el mundo se ha llegado a lo que en la actualidad se tiene como internet red mundial que cada día se expande más y tiene mayor implantación en el mundo; es por esto que “la internet es una de las innovaciones más importantes de nuestra época”, dice el profesor Franci Demsar [4]. El problema son las limitaciones actuales de internet:

- Con su creciente éxito, la arquitectura de internet está perdiendo progresivamente su simplicidad original y transparencia. Algunas de las causas principales son la aparición de nuevas clases de aplicaciones, requisitos operativos y de gestión, la variedad de modelos de negocio, mecanismos de seguridad, escalabilidad y facilitadores que dan lugar a soluciones *ad hoc* que se extienden a la arquitectura sin tener en cuenta los principios clave de diseño original
- La metodología de la tecnología de parchar continuamente la internet no será capaz de sostener su crecimiento continuo y su velocidad, a un costo aceptable.

El servicio más conocido mundialmente de la internet es la WWW que se describirá a continuación.

2.1. La World Wide Web (WWW)

La World Wide Web es una colección de sitios Web y sus contenidos Web. La Web evoluciona de forma continua y cambia de forma dinámica, nuevos sitios web son creados y los viejos desaparecen al mismo tiempo, y los contenidos de los sitios web son actualizados en cualquier momento [5].

3. Internet del futuro

Es una iniciativa mundial que sigue dos metodologías diferentes: una es el enfoque revolucionario y la otra el enfoque evolutivo [6].

El enfoque evolutivo trata de pasar del estado actual a un nuevo estado la internet a través de parches incrementales; esto es lo que se ha venido realizando los últimos treinta años con un gran éxito, pero debido a este éxito de internet se ha llegado a un punto donde se presentan grandes dificultades

para seguir experimentando con la arquitectura actual por su grado de complejidad.

Por lo anterior, este artículo se desarrollará desde el enfoque revolucionario, que es una actividad de investigación de *clean-slate* (borrón y cuenta nueva) en la búsqueda de nuevas tecnologías de red para superar los límites de la internet actual. En su investigación experimental, la virtualización y la federación se están convirtiendo en características esenciales, especialmente en la construcción para mantener las funcionalidades fundamentales de la internet del futuro [7].

3.1. Misión de la internet del futuro

Ofrecer a todos los usuarios un entorno seguro, eficiente, confiable y robusto, que:

- Permita un acceso abierto, dinámico y descentralizado a la red y a su información [8].
- Sea escalable, flexible y adapte su rendimiento a las necesidades de los usuarios y su contexto [8].

3.2. Pilares de la internet del Futuro

Los principales vectores de crecimiento de la internet del futuro a que se refiere como pilares son:

Internet por y para las personas (*internet by and for people*), internet de contenidos y conocimiento (*internet of contents and knowledge*), internet de las cosas (*internet of things*, IoT) e internet de los servicios (*internet of services*, IoS) [9].

Para entender mejor estos pilares, a continuación se realizará una breve descripción de cada uno.

3.2.1. Internet por y para las personas

Este tipo de internet trata de acomodar las expectativas de la gente y la comunidad teniendo en cuenta su nivel cultural (acceso universal a información) [9].

3.2.2. Internet de los contenidos y el conocimiento

Es el acceso a través de medios avanzados de búsqueda e interacción a contenido multimedia (3D y realidad virtual) creado, compartido y manipulado incluso por no profesionales.

3.2.3. Internet de las cosas

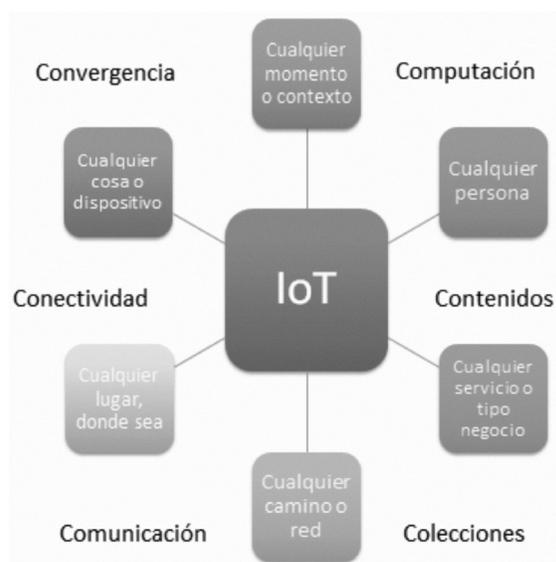
La internet de las cosas es una idea que se comenzó a desarrollar desde los años noventa a partir del ingreso del concepto de computación ubicua que introdujo Mark Weiser, director científico del Xerox Palo Alto Research Center (PARC); este concepto viene dado por la integración de los elementos cotidianos mediante la tecnología y el manejo de una gran red de información por medio de una simple caja (PC) [10].

Por otra parte, el concepto mundialmente conocido como internet de las cosas consiste en que tanto personas como objetos puedan conectarse a internet en cualquier momento y lugar.

La internet de las cosas les permite a las personas y cosas que puedan ser conectados en cualquier momento, en cualquier lugar, con cualquier cosa o persona, idealmente usando cualquier Path/red y cualquier servicio. Esto implica abordar elementos como la convergencia, contenidos, colecciones (repositorios), comunicación, informática, y de conectividad en el contexto donde no hay interconexión perfecta entre las personas y co-

sas o entre cosas y cosas, de modo que los elementos estén presentes en el direccionamiento. En la figura 2 se muestra la relación de todos estos aspectos.

Figura 2. Internet de las cosas



Fuente: adaptada de Saint-Exupery (2009).

Aspectos básicos de la internet de las cosas

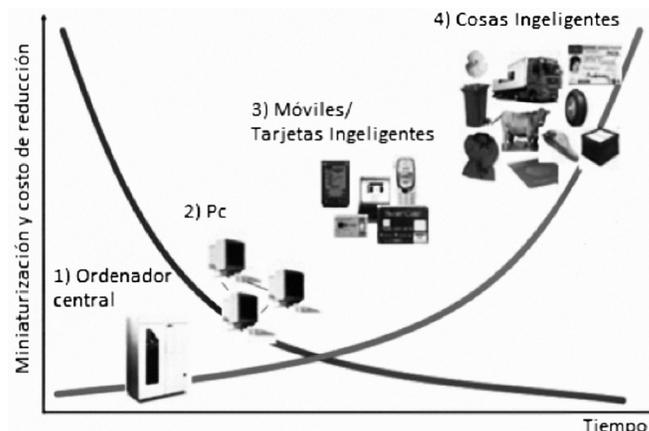
La miniaturización del hardware

Una pieza clave para lograr llegar a la internet de las cosas son los sensores; con estos se logra la recopilación de información sobre el entorno en que se encuentran las cosas; gracias a los avances en nanotecnología, se ha logrado que el tamaño de los microprocesadores sea cada vez menor, sin pérdidas de velocidad de procesamiento.

La idea de la miniaturización es que cada vez elementos más comunes puedan interactuar con la red de internet sin observar cambios considerables en los equipos, esto es que gracias a los sensores conectados se obtendrá información en tiempo real y se podrá acceder a ella desde lugares remotos y mediante esta información se podrán tomar decisiones remotas sobre las acciones por tomar o qué acciones se realizaron de manera automática.

En la figura 3 se muestra la reducción de tamaño que se ha tenido a lo largo del tiempo y el costo que conlleva esta reducción.

Figura 3. Miniaturización hacia la internet de las cosas



Fuente: adaptada de UIT (2005).

Infraestructura para el IoT

Según predicciones de Paul Jacobs, para 2014 el 70% de los dispositivos electrónicos de consumo estarán conectados a internet [11].

La capacidad de las infraestructuras de telefonía móvil es limitada y la proliferación de los teléfonos inteligentes o *smartphones* está saturando la capacidad de las redes. Si a esto se suman millones de nuevos dispositivos conectados a internet, la tecnología 3G o LTE no serán suficientes, y la combinación del uso del móvil, la conexión *wifi* y la fibra óptica cobran vital importancia para subsanar la saturación de las infraestructuras móviles. Aunque el negocio 3G está creciendo, la capacidad de las redes móviles actúa como un cuello de botella. Ante esta situación, el IoT se resiente, por lo que se ha pensado una serie de medidas para solventarlo [12].

Software en la internet de las cosas

Una tarea muy importante en la internet de las cosas es la extracción de información; a través de software es posible producir respuestas rápidas a fenómenos físicos sobre la base de la información recogida o los patrones que siguen determinados objetos o personas. Por esto se crean nuevas oportunidades para satisfacer los requerimientos del negocio, desarrollar nuevos servicios en tiempo real, adentrarse en procesos y relaciones complejas, gestionar incidencias, abordar la degradación del ambiente, supervisar las actividades humanas, mejorar la integridad de la infraestructura y tratar de resolver cuestiones de eficiencia energética.

Campos de aplicación de la internet de las cosas

La internet de las cosas tiene aplicación en muchos ámbitos de la vida y de los procesos

industriales. A continuación se muestran algunos de los sectores y aplicaciones que tiene el IoT [13].

- *Aeroespacial y de aviación*

El monitoreo inalámbrico *en vuelo* de la aeronave mediante el uso de dispositivos inteligentes con sensores disponibles dentro de la cabina o en el exterior y conectados al sistema de monitoreo de la aeronave.

Seguridad: el desafío de mantener la confianza tanto de los pasajeros en vuelos comerciales; no solo seguirá siendo extremadamente seguro, a pesar del mayor tráfico, sino se reducirá la incidencia de accidentes y se mejorará la eficiencia de los sistemas. En este contexto, sistemas inalámbricos identificables se desarrollarán mediante:

- *Automotor*

Aplicaciones en la industria automotriz incluyen el uso de *cosas inteligentes* para controlar e informar de todo, desde la presión en los neumáticos a la proximidad de otros vehículos. La tecnología RFID sirve para racionalizar la producción de vehículos, mejorar la logística, aumentar el control de calidad y mejorar el servicio al cliente. Los dispositivos conectados a partes contienen información relacionada con el nombre del fabricante y cuándo y dónde se fabrican los productos, su número de serie, tipo de producto, código, y en algunas aplicaciones la localización precisa de la instalación en ese momento. RFID proporciona datos en tiempo real en el proceso de fabricación, operaciones de mantenimiento y ofrece una nueva forma de gestionar memorias con mayor eficacia.

Las aplicaciones anteriormente descritas son solo una pequeña parte del amplio campo de aplicación de la internet de las cosas que

se pueden aplicar también en los siguientes campos: telecomunicaciones, edificios inteligentes, medicina (salud), vida independiente (seguimiento), farmacéutica, logística, ventas, fabricación, gestión del ciclo de vida del producto, procesamiento de las industrias (petróleo y gas), seguridad, protección y privacidad, vigilancia del ambiente, las personas y los bienes de transporte, trazabilidad alimentaria, agricultura y cría, medios de comunicación, entretenimiento y venta de entradas, seguros, reciclaje, etc.

3.2.4. Internet de servicios

Se propone la arquitectura de servicios de internet de referencia (IoS), que considera internet como una plataforma global para la recuperación, la combinación y la utilización de los recursos interoperables. Esta nueva generación de internet les permitirá a los usuarios particulares y empresas colaborar sin problemas con el uso de servicios de interoperabilidad, electrónica y así impulsar la industrialización de los servicios de información intensiva [14].

3.3. Objetivos de diseño y requisitos generales de la internet del futuro

Los objetivos de diseño y requisitos generales de la internet del futuro son: escalabilidad y ubicuidad, seguridad y robustez, movilidad, heterogeneidad, calidad de servicio, reconfigurabilidad, conciencia del contexto, manejabilidad, centrada en los datos, economía [15].

3.4. Arquitectura de la internet del futuro

La arquitectura propuesta para la internet del futuro es una arquitectura de consumo medio cognitivo (*cognitive middleware architecture*); el consumo medio cognitivo se define como un *framework* distribuido, el cual se puede realizar mediante la implementación de los apropiados *cognitive middleware-based agents* (agentes basados en consumo medio cognitivo), que serán transparentes para el usuario metidos en las entidades de red adecuadas (terminales móviles, bases estaciones, entidades de redes *backhaul*, *core*, entidades de red) [16].

3.5. Ejemplos de servicios de la internet del futuro

Algunos de los servicios que se prestarán en la internet del futuro son [17]:

3.5.1. Servicios de salud

Por ejemplo, mediante sensores de diferentes tipos implantados en partes del cuerpo con afecciones de salud que estén conectados a internet y transmitan información necesaria para controlar el estado de diferentes tipos de enfermedades, entre las cuales se pueden incluir problemas cardiacos, respiratorios y muchas que se pueden ir incorporando con el desarrollo tecnológico y de la ciencia.

3.5.2. *Complete life replay*

El *complete life replay* hace referencia a un almacenamiento continuo de situaciones cotidianas de la persona, escogidas por la misma persona, para poder reproducirlas en cualquier momento, gracias a la miniaturización de elementos como cámaras de video y de micrófonos y a los desarrollos que se tienen en capacidad de almacenamiento en internet.

3.5.3. Entretenimiento personalizado y de realidad-mixta

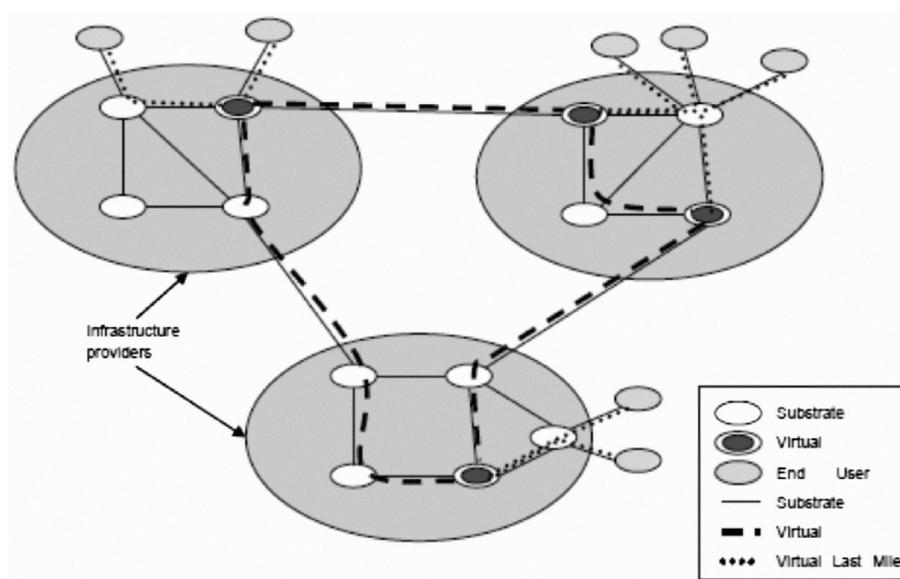
El entrenamiento personalizado busca la adaptación de los servicios de entretenimiento en línea a las características de cada persona, no solo en un modo estacionario, sino también a características que van cambiando con el tiempo, como humor, habilidades, nuevos intereses, etc., y con la capacidad de que estas aplicaciones puedan ser en 3D o según las expectativas del usuario.

Estos son algunos servicios que se podrán prestar a partir de la internet del futuro, pero que muestran lo poderosa que puede ser esta herramienta, ya que logrará entrar en los diferentes aspectos de la vida cotidiana de las personas; por esto se debe tener una buena regulación al respecto para usarlo de la mejor manera.

3.6. Calidad de servicio (QoS) en la internet del futuro

Un aspecto muy importante con las nuevas exigencias del mercado en torno a internet es la QoS, pero, como esta está asociada directamente a lo que espera el usuario del servicio, varía entre usuario y usuario. Para tener una idea global de estándares sobre este tema se seleccionaron tres aspectos muy importantes: virtualización de red (*network virtualization*), rutas genéricas (*generic path*) y gestión dentro de la red (*in-network management*). Para entender un poco estos tres temas se dará una descripción breve de cada uno:

- *Network virtualization*: la virtualización de la red es el concepto de compartir los recursos físicos, es decir, los nodos y enlaces, con el fin de crear redes virtuales (VNets) en la parte superior de esta infraestructura compartida. En la figura 4 se muestra un escenario de virtualización de red básico.
- *Generic path*: con el objetivo de superar las limitaciones presentes en internet, a través de un conjunto de enfoques radicales de la arquitectura se diseña una nueva abstracción de la comunicación de extremo a extremo, la ruta genérica (GP). Uno de los objetivos principales del concepto de *clean-slate GP* es apoyar los diversos tipos de comunicaciones en escenarios de redes de gran movilidad y dinámica entre dos o más sistemas finales.
- *In-network management*: las redes del futuro se están enfocando a una red de servicios convergentes. La misma red permitirá el acceso a datos, voz y contenido de alta calidad de video a los usuarios finales. Como todos los flujos de datos requieren diferente tráfico, el manejo y tratamiento de la información se debe realizar de distintas maneras dependiendo del usuario final y las especificaciones descritas en los contratos de servicios firmados por las dos partes. Debido a que cada flujo de tráfico traspasa los diferentes dominios de comunicación, cada uno con sus propias reglas o especificaciones, es un gran desafío poder garantizar la misma QoS de extremo a extremo de la red y esto es lo que se busca lograr con el manejo interno de la red [18].

Figura 4. Escenario de virtualización de red básico


Fuente: J. Carapinha (2010).

Los tres aspectos anteriores son parte de los grandes desafíos que se tienen para poder garantizar una QoS acorde con las exigencias actuales y futuras del mercado para la internet del futuro.

4. Protocolo de internet (*internet protocol, IP*)

El protocolo de internet es un conjunto de normas técnicas que define cómo se comunican los ordenadores en una red; actualmente se tienen dos versiones de este protocolo: IPv4 e IPv6.

El IP fue desarrollado por el Departamento de Defensa (DoD) a finales de los años setenta. Fue incluido en un grupo de protocolos que se conoció como el protocolo TCP/IP [19].

4.1. IPv4

IPv4 fue la primera versión del protocolo de internet, que se utiliza ampliamente y representa la mayor parte del tráfico de internet de hoy. Hay poco más de 4 millones de direcciones IPv4 [20]. A pesar de que este protocolo tiene bastantes direcciones, su agotamiento se acerca, según los datos proporcionados por la IANA y los registros regionales de internet. Sin embargo, mientras que IPv6 ha sido promovido por algún tiempo como la mejor solución para el agotamiento de direcciones IPv4 que se acerca, aún no ha logrado ser ampliamente difundido. En noviembre del 2008, con motivo del décimo aniversario de la normalización de IPv6, Google llevó a cabo una investigación para determinar el estado del despliegue de IPv6 [19].

4.2. IPv6

IPv6 es la “próxima generación” de IP, que proporciona un muy amplio espacio de direcciones. Usando IPv6, internet podrá crecer millones de veces su tamaño actual, en términos de número de personas, dispositivos y objetos conectados entre sí [21].

Durante la Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT08, Johannesburgo, 2008) los Estados miembros de la UIT y los miembros del sector llegaron a un consenso y aprobaron la Resolución 64 de asignación de direcciones IP y alentaron el despliegue de IPv6 para promover el conocimiento de la disponibilidad de direcciones IPv4 y el despliegue de IPv6 [22].

4.2.1. Beneficios de IPv6

El mayor beneficio de IPv6 es su gran espacio de direcciones con el cual se solucionaría el problema actual de IPv4; también aporta beneficios como la autoconfiguración sin estado, gestión de movilidad más eficiente e IPsec integrada.

4.2.2. Protocolos de seguridad en IPv6 (IPsec)

IPsec proporciona seguridad en la capa de red. Al utilizar la función IPv6 extensión de la cabecera, el grupo de trabajo de IPsec fue capaz de definir dos nuevos servicios: el protocolo de seguridad encapsuladora (ESP por sus siglas en inglés) y la cabecera de autenticación (AH por sus siglas en inglés). ESP proporciona confidencialidad y protección de la integridad, la autenticación de los datos de origen, control de acceso, protección contra la reproducción y protección de tráfico restringido-análisis, mientras que AH proporciona autenticación de origen de datos y protección de reproducción [23].

4.3. Integración de IPv4 e IPv6

Con la integración de redes IPv4 e IPv6 puede haber una comunicación entre el nodo móvil IPv4 y el nodo móvil IPv6 y existe la posibilidad de que los nodos IPv6 recorran también en las redes IPv4 e igualmente nodos IPv4 recorran en redes IPv6. En estos casos, el nodo IPv4 debe identificar la dirección IPv6 para tener una comunicación fluida entre los nodos correspondientes. Por lo tanto, Ngtrans GT han diseñado algunos mecanismos para ese fin: a) de doble pila (Dual Stack), b) de túnel (*tunneling*) y c) traducción (*translation*) [24].

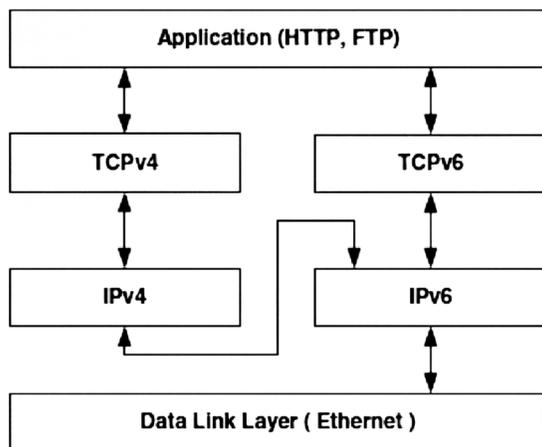
4.3.1. Dual Stack

La primera técnica y la forma más sencilla de introducir los nodos IPv6 es un enfoque de doble pila en que esta técnica requiere que los *hosts* y *routers* se apliquen en protocolos IPv4 e IPv6. En esta técnica el nodo de red instala ambas pilas IPv4 e IPv6 en paralelo. Esto permite a las redes de apoyo, tanto IPv4 como IPv6, servicios y aplicaciones durante el periodo de transición en el que surgen y que los servicios y aplicaciones IPv6 estén disponibles [25].

4.3.2. Dinamyc Tunneling Technique (DTTS)

Con la DTTS, la capa del protocolo IPv6 es considerada una capa de enlace de la capa del protocolo IPv4. La encapsulación de los paquetes IPv4 en paquetes IPv6 junto con la Dual Stack ayuda a la hora de desplegar aplicaciones de IPv4 en un nodo de red IPv6, así como para eliminar el enrutamiento de IPv4 en la red IPv6. La figura 5 muestra las capas del protocolo general de un nodo Dual Stack [26].

Figura 5. Protocolo general de capas de un nodo Dual Stack



Fuente: Kai Wang (2001).

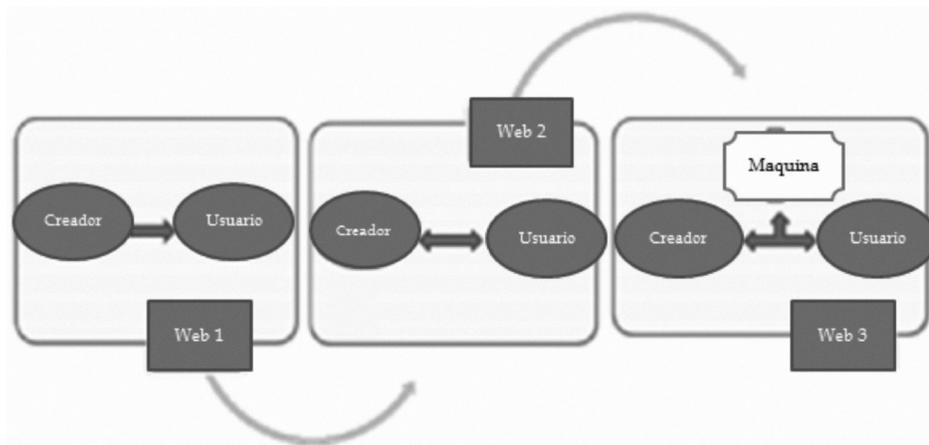
5. Web 3.0

Web 3.0 es la segunda fase de la evolución de la Web. En la Web 1.0 los productores crearon los contenidos para que los usuarios los utilizaran y los compartieran. Mientras que en la Web 2.0 los usuarios también participaron en la creación de contenidos y en compartir estos [27].

La Web 3.0 cambió todo el proceso de llevar las máquinas más cerca de los usuarios y productores para crear más dinámica, interactividad y eficiencia en la creación de los contenidos y su manejo [28].

Una representación de la evolución de la Web se muestra en la figura 6.

Figura 6. Evolución de la Web



Fuente: adaptada de Imran (2009).

En el desarrollo de este trabajo se muestran los aspectos generales que envuelven la internet del futuro, con un especial énfasis en la internet de las cosas, que es una tendencia que se espera que en el futuro cercano sea muy importante a nivel mundial y parte de nuestro diario vivir, tanto en temas de la industria como del hogar.

6. Conclusiones

- Debido al agotamiento de IPv4, es necesario tener políticas nacionales para el despliegue de IPv6 en Colombia con el propósito estar a la altura de las exigencias en términos de internet en el mundo.
- Permitir una fácil transición entre el protocolo de internet actual e IPv6 Dual Stack puede ser una alternativa muy buena para la comunicación entre nodos de internet.
- Con los desarrollos progresivos de la tecnología cada día se hace más importante la interacción entre los usuarios y los productores de contenidos para que la generación de estos cumplan de mejor manera las expectativas de los usuarios.
- La mejor forma de lograr una gran evolución en internet es dejar de lado la arquitectura actual por cuanto, debido a la continua tendencia de parchado, se ha llegado a una saturación del sistema, con lo que la implementación de los diferentes servicios o aplicaciones se hace cada vez más difícil y no se logra una calidad óptima del servicio.
- Cada día el mercado demanda más, por lo cual los temas de calidad de los servicios se hacen primordiales para lograr expandir internet en el mundo y lograr mayor penetración del mercado.
- Gracias a la creación de IPv6 se puede en estos momentos pensar en la internet de las cosas, teniendo un control general de las cosas o elementos que se tienen en un hogar u oficina, de manera remota a través de internet.

7. Referencias

- [1] P. Francis, *Is the Internet Going NUTSS* [publicación periódica]. 2003.
- [2] S. Anusha, R. B. Kevin, P. D. Butler, P. McDaniel y D. Raghavan, *Analysis of the IPv4 Address Space Delegation Structure* [publicación periódica]. 2007.
- [3] M. Boucadair, J.-L. Grimault, P. Lévis, A. Villefranque y P. Morand, *Anticipate IPv4 Address Exhaustion. A Critical Challenge for Internet Survival* [publicación periódica]. 2009.
- [4] F. Demsar, *The Future of the Internet. A conference held under the Slovenian Presidency of the EU* [conferencia]. 2008.
- [5] S. Babu Boddu, A. Krishna, R. Rajesekhara y D. Mishra, *Knowledge Discovery and Retrieval on World Wide Web Using Web Structure Mining* [publicación periódica]. 2010.
- [6] L. Lajos, T. Magedanz, J. Müller, D. Nehls y D. Vingarzan, *Evolutionary Future Internet Service Platforms Enabling Seamless Cross Layer Interoperability* [publicación periódica]. 2011.
- [7] D. Young Kim y L. Mathy, *Future Internet: Challenges in Virtualization and Federation* [publicación periódica]. 2009.
- [8] D. Artaza y G. de Ipiña, *Hacia la internet del futuro: Web 3.0 e internet de los servicios* [publicación periódica]. 2010.
- [9] D. Papadimitriou, *Future Internet. The Cross-ETP Vision Document* [conferencia]. 2009.
- [10] M. Weiser, *The Computer for the 21st Century* [conferencia]. 2002.
- [11] S. Pérez, *Mobile Phones Will Serve as Central Hub to "Internet of Things"*. Disponible en www.readwriteweb.com/mobile/2011/02/mobile-phones-will-serve-as-hubs-to-internet-of-things.php
- [12] E. López, C. Gregsamer y J. Corsini, *El internet de las cosas: en un mundo conecta-*

- do de objetos inteligentes* [publicación periódica]. 2011.
- [13] A. Saint-Exupery, *The Internet of Things: Strategic Research Roadmap* [publicación periódica]. 2009.
- [14] C. Schroth, *The Internet of Services: Global Industrialization of Information Intensive Services* [publicación periódica]. 2007.
- [15] S. Myung-Ki y K. Yong-Woon, *New Challenges on Future Network and Standardization* [publicación periódica]. 2008.
- [16] F. Delli Priscoli y M. Castrucci, *Proposal for Future Internet Architecture* [publicación periódica]. 2010.
- [17] J. Schönwälder, M. Fouquet, G. Dreo Rodosek, I. Hochstatter, *Future Internet = Content + Services + Management* [publicación periódica]. 2009.
- [18] J. Carapinha, R. Bless, C. Werle, K. Miller, V. Dobrota, A. Rus, H. Grob-Lipski y H. Roessler, *Quality of service in the Future Internet* [publicación periódica]. 2010.
- [19] A. Azcorra, M. Kryczka y A. García-Martínez, *Integrated Routing and Addressing for Improved IPv4 and IPv6 Coexistence* [publicación periódica]. 2010.
- [20] American Registry for Internet Numbers (ARIN), *IPv4 and IPv6*. Disponible en www.arin.net/knowledge/ipv4_ipv6.pdf
- [21] Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), *IPv6 – What is it, why is it important, and who is in charge?* Disponible en www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/3B/01/T3B010000020001PDFE.pdf
- [22] Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), *Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (Johannesburgo, 21-30 de octubre de 2008, Resolución 64, Asignación de direcciones IP y fomento de la implementación de IPv6* [publicación periódica]. 2008.
- [23] R. Kuhn, S. Landau y R. Chadramouli, *Internet Protocol Version 6* [publicación periódica]. 2008.
- [24] J. Gnana Jayanthi y S. Albert Rabara, *Transition and Mobility Management in the Integrated IPv4 and IPv6 Network - A Systematic Review* [publicación periódica]. 2010.
- [25] H. Mohamad Tahir, A. Taa, B. Norshakinah y M. Nasir, *Implementation of IPv4 Over IPv6 Using Dual Stack Transition Mechanism (DSTM) on 6iNet* [publicación periódica]. 2006.
- [26] K. Wang, A.-K. Yeo y A. L. Ananda, *DTTS: A Transparent and Scalable Solution for IPv4 to IPv6 Transition* [publicación periódica]. 2001.
- [27] *Web 2.0 Re-Examined: Nexaweb's Coach Wei On The Paradigm Shift, Technology Stack and Business Value*. Disponible en <http://coachwei.sys-con.com/node/313618/mobile>
- [28] C. Dean, *Web 2.0 and Web 3.0: The Great Comparison*. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/2429697/Web-20-Web-30-The-Great-Comparison>
- [29] Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), *Ubiquitous Network Societies and their impact on the telecommunication industry* [conferencia]. 2005.
- [30] P. M. Imran y M. Zeng, *Web 3.0: A real personal Web! More opportunities & more threats* [publicación periódica]. 2009.