

Novática, revista fundada en 1975 y decana de la prensa informática española, es el órgano oficial de expresión y formación continua de ATI (Asociación de Técnicos de Informática). **Novática** edita también **UPGRADE**, revista digital de **CEPIS** (Council of European Professional Informatics Societies), en lengua inglesa, y es miembro fundador de **UPENET** (UPGRADE European Network)

<<http://www.ati.es/novatica/>>
 <<http://www.upgrade-cepis.org/>>

ATI es miembro fundador de **CEPIS** (Council of European Professional Informatics Societies) y es representante de España en **IFIP** (International Federation for Information Processing); tiene un acuerdo de colaboración con **ACM** (Association for Computing Machinery), así como acuerdos de vinculación o colaboración con **AdaSpain**, **Ai2** y **ASTIC**.

CONSEJO EDITORIAL

Antoni Carbonell Noguera, Francisco López Crespo, Julián Marcelo Cocho, Celestino Martín Alonso, Jossip Molas i Bertrán, Roberto Moya Quiles, César Pérez Chirinos, Mario Piatinni Velhuis, Fernando Píera Gómez (Presidente del Consejo), Miquel Sarries Griño, Asunción Yturbe Herranz

Coordinación Editorial

Rafael Fernández Calvo <rcalvo@ati.es>

Composición y autoedición

Jorge López Gil de Ranales

Traducciones

Grupo de Lengua e Informática de ATI <<http://www.ati.es/gl/lengua-informatica/>>

Administración

Tomas Brunete, María José Fernández, Enric Camarero, Felicidad López

SECCIONES TÉCNICAS: COORDINADORES

Administración Pública electrónica

Gumerindo García Arribas, Francisco López Crespo (MAP)

Arquitecturas

Jordi Tubella Murgadas (DAC-UPC) <jordi@dac.upc.es>
 Víctor Viñals Yufera (Univ. de Zaragoza) <victor@unizar.es>

Audiovisión

Martina Tourino Troilito, Manuel Palao García-Suelto (ASIA)

Bases de datos

Coral Calero Muñoz, Mario G. Piatinni Velhuis

Derecho e Tecnologías

Isabel Hernando Coladas (Fac. Derecho de Donostia, UPV) <ihermano@legaltek.net>
 Isabel Davara Fernández de Marcos (Davara & Davara) <ldavara@davara.com>

Enseñanza Universitaria de la Informática

Joaquín Ezpeleta Mauro (CPS-UZAR) <ezpeleta@posta.unizar.es>
 Cristóbal Pareja Flores (OSP-UCM) <cpaflores@sip.ucm.es>

Gestión del Conocimiento

Juan Baiget Solé (Cap Gemini Ernst & Young) <juan.baiget@ati.es>

Informática y Filosofía

Josép Corco Juvinyà (UJC) <jjcorco@unica.edu>
 Esperanza Marcos Martínez (ESCET-URJC) <cuca@escet.urjc.es>

Informática Gráfica

Miquel Chover Selles (Universitat Jaume I de Castellón) <chover@lsi.uji.es>
 Roberto Vivó Herrando (Eurographics, sección española) <rvivo@dsic.upv.es>

Ingeniería del Software

Javier Dolado Cosin (ISI-UPV) <dolado@si.ehu.es>
 Luis Fernández Sanz (PRIS-El-UEM) <lufern@dpris.es>

Inteligencia Artificial

Federico Barber Sánchez, Vicente Botti Navarro (DSIC-UPV)

Interacción Persona-Computador

Julio Abascal González (FI-UPV) <julio@si.ehu.es>
 Jesús Lóres Vidal (Univ. de Lleida) <jesus@eup.udl.es>

Internet

Alonso Álvarez García (TID) <alonso@ati.es>
 Llorenç Pagés Casas (Indra) <pages@ati.es>

Lenguaje e Informática

M. del Carmen Ugarte García (IBM) <cugarte@ati.es>

Lenguajes Informáticos

Andrés Martín López (Univ. Carlos III) <amartin@it.uc3m.es>
 J. Angel Velázquez Irujide (ESCET-URJC) <a.velazquez@escet.urjc.es>

Libertades e Informática

Alfonso Escolano (FIR-Univ. de La Laguna) <aescolan@ull.es>

Lingüística computacional

Xavier Gómez Guinovart (Univ. de Vigo) <xgg@uvigo.es>
 Manuel Palomar (Univ. de Alicante) <mpalomar@dlsi.ua.es>

Mundo estudiantil

Adolfo Vázquez Rodríguez (Rama de Estudiantes del IEEE-UCM)

Profesión Informática

Rafael Fernández Calvo (ATI) <rcalvo@ati.es>
 Miquel Sarries Griño (Ayto. de Barcelona) <msarries@ati.es>

Redes y servicios telemáticos

Luis Guinjaró Coloma (DCOM-UPV) <lguinjar@dcom.upv.es>
 Josep Solé Pareta (DAC-UPC) <pareta@ac.upc.es>

Seguridad

Javier Arellito Bertolin (Univ. de Deusto) <jarellito@eside.deusto.es>
 Javier López Muñoz (ETS Informática-UMA) <jlm@icc.uma.es>

Sistemas de Tiempo Real

Alejandro Alonso Muñoz, Juan Antonio de la Puente Alfaro (DIT-UPM)

Software Libre

Jesús M. González Barahona, Pedro de las Heras Quirós (GSYC-URJC) <pedro@gsyc.es>
 Gustavo Rossi (LPIA-UNLP, Argentina) <gustavo@sol.info.unlp.edu.ar>

Tecnologías para la Educación

Juan Manuel Dodero Beardo (UC3M) <dodero@inf.uc3m.es>
 Francesc Riviere (PalmCAT) <friviere@wanadoo.es>

Tecnologías y Empresa

Pablo Hernández Medrano (Bluemat) <pablohm@bluemat.biz>

TIC para la Sanidad

Valentín Masero Vargas (DI-UNEX) <vmasero@unex.es>

TIC y Turismo

Andrés Aguayo Maldonado, Antonio Guevara Plaza (Univ. de Málaga)

Las opiniones expresadas por los autores son responsabilidad exclusiva de los mismos. Novática permite la reproducción de todos los artículos, a menos que lo impida la modalidad de © o copyright elegida por el autor, debiéndose en todo caso citar su procedencia y enviar a Novática un ejemplar de la publicación.

Coordinación Editorial, Redacción Central y Redacción ATI Madrid

Padilla 66, 3º dcha., 28006 Madrid

Composición, Edición y Redacción ATI Valencia

Av. del Reino de Valencia 23, 46005 Valencia

Administración y Redacción ATI Cataluña

Ciudad de Granado 131, 08018 Barcelona

Redacción ATI Andalucía

Isaac Newton, s/n, Ed. Sadíel, Isla Cartuja 41092 Sevilla, Tlf./fax 954460779 <secretand@ati.es>

Redacción ATI Aragón

Lagasca 9, 3-B, 50006 Zaragoza.

Redacción ATI Asturias-Canarias

Tlf./fax 976236111 <secretara@ati.es>

Redacción ATI Castilla-La Mancha

Tlf./fax 963330092 <secretaral@ati.es>

Redacción ATI Galicia

Recinto Ferial s/n, 36540 Silleda (Pontevedra)

Suscripción y Ventas

<<http://www.ati.es/novatica/interes.html>>, o en ATI Cataluña o ATI Madrid

Publicidad

Padilla 66, 3º dcha., 28006 Madrid

Imprenta

Deira S. A., Juan de Austria 66, 08005 Barcelona

Derechos Legales

B. 15.154-1975 -- ISSN: 0211-2124; CODEN NOVAEC

Copyright

Antonio Crespo Folch / © ATI 2005

Disculpa

Fernando Agresta / © ATI 2005

en resumen

La madre de todos los protocolos

Rafael Fernández Calvo

> 02

monografía

IPv6 - Más que un protocolo

(En colaboración con **UPGRADE**, que la publica en inglés)

Editores invitados: *Jordi Domingo Pascual, Alberto García Martínez, Matthew Ford*

Presentación. IPv6: un nuevo paradigma de red

Jordi Domingo Pascual, Alberto García Martínez, Matthew Ford

> 03

Estado del despliegue de IPv6 en 2005

Jim Bound

> 06

Visión general del protocolo IPv6

Albert Cabellos Aparicio, Jordi Domingo Pascual

> 10

La migración de aplicaciones a IPv6

Eva M. Castro Barbero, Tomás P. de Miguel

> 15

Desarrollo de servicios en redes IPv6 y experiencia en redes pre-comerciales

Rüdiger Geib, Eduardo Azañón Teruel, Sandra Donaire Arroyo, Aurora Ferrándiz Cancio, Carlos Ralli Ucendo, Francisco Romero Bueno

> 19

Seguridad con IPv6

Latif Ladid, Jimmy McGibney, John Ronan

> 27

Herramientas para la provisión de multihoming en IPv6

Marcelo Bagnulo Braun, Alberto García Martínez, Arturo Azcorra Saloña

> 32

NEMO: movilidad de redes en IPv6

Carlos Jesús Bernardos Cano, Ignacio Soto Campos, María Calderón Pastor, Dirk von Hugo, Emmanuel Riou

> 37

Estado de IPv6 en el mundo y los Grupos de Trabajo de IPv6

Jordi Palet Martínez

> 44

secciones técnicas

Bases de Datos

Uso real de los modelos matemáticos en los motores de recuperación de la información

Jordi Ardanuy Baró

> 50

Enseñanza Universitaria de la Informática

Hacia el aprendizaje activo: un caso práctico en la docencia de Sistemas Operativos

Marián Díaz Fondón, Miguel Riesco Albizu, Ana Belén Martínez Prieto

> 54

Seguridad

Diseño de un nuevo generador de secuencias de bits aleatorios por entrada de teclado

Pedro María Alcover Garau, José M. García Carrasco, Luis Hernández Encinas

> 59

Referencias autorizadas

> 66

sociedad de la información

Personal y transferible

Ariba versus ePlus: un caso judicial sobre infracción de patentes de software en EE.UU.

Llorenç Pagés Casas

> 72

asuntos interiores

Coordinación editorial - Fé de erratas / Programación de Novática

Normas de publicación para autores / Socios Institucionales

> 75

> 76

Monografía del próximo número: "Ingeniería de Software Libre"

Jordi Domingo Pascual¹, Alberto García Martínez², Matthew Ford³

¹ Universitat Politècnica de Catalunya; ² Universidad Carlos III de Madrid; ³ British Telecom (Gran Bretaña)

<jordi.domingo@ac.upc.es>, <alberto@it.uc3m.es>, <matthew.ford@bt.com>.

1. Introducción

La nueva versión del protocolo IP, IPv6 (*Internet Protocol version 6*), ofrece nuevas funcionalidades de red que podrían ser suficientemente relevantes como para que IPv6 fuera considerado como un nuevo paradigma de red: un espacio de direccionamiento mucho más extenso, restauración de la conectividad extremo a extremo para facilitar la comunicación *peer-to-peer* y la seguridad extremo a extremo, mejores herramientas de autoconfiguración y varias mejoras en varios puntos del protocolo. Esta monografía de **Novática** y **UPGRADE** está dedicada a presentar estas características desde un punto de vista crítico.

La necesidad de un nuevo protocolo de red surgió a principios de los años 90, cuando la disponibilidad de direcciones empezó a ser preocupante para la comunidad técnica. La IETF (*Internet Engineering Task Force*) comenzó a desarrollar soluciones a corto plazo, tales como el reemplazo del modelo de clases que estaba vigente en aquel entonces por el modelo actual de CIDR (*Classless Interdomain Routing*, [1] – Encaminamiento Interdominio Sin Clases), o el establecimiento de un modelo de delegación de direcciones más eficiente basado en su control por parte de los RIRs (*Regional Internet Registries*, Registros Regionales de Internet). Pero incluso considerando una exitosa implantación de estas medidas, se preveía un agotamiento a medio plazo de las direcciones — por ejemplo, en [2] se predecía el agotamiento de las direcciones para 2006 como muy tarde. Por tanto, se requería una solución que permitiera la subsistencia de la conectividad a largo plazo y parecía razonable que implicara un rediseño del protocolo IP. Se discutieron bastantes ideas, que dieron como resultado a IPv6, con una primera versión del conjunto básico de estándares disponible a finales de 1995.

Si bien el mayor impulso para el desarrollo de IPv6 era la extensión del espacio de direccionamiento disponible, también se tomó como una oportunidad de pulir algunos componentes del protocolo IP a partir de la experiencia obtenida en muchos años de uso de IPv4. Se reorganizó la estructura de la cabecera para permitir un procesamiento más eficiente y se mejoró la inclusión de opciones a través de las cabeceras de extensión. Se consideró como un criterio de

Presentación IPv6: un nuevo paradigma de red

Editores invitados

Jordi Domingo Pascual es Ingeniero de Telecomunicación (ETSETB UPC), Doctor en Informática (FIB UPC), Catedrático de Universidad del Dept. d'Arquitectura de Computadors (UPC). Promotor y fundador del Centro Específico de Investigación de Comunicaciones Avanzadas de Banda Ancha (CCABA) de la UPC. Participación en proyectos de investigación: Technology for ATD, EXPLOIT, InfoWin, MICC, IMMIP, LONG, ENET, E-NEXT y EuQoS. Participación como responsable en proyectos financiados por la CICYT: PLANBA, AFTER, TR-1, SABA, SABA2, SAM. Participación en proyectos financiados por la CICYT: TIC99-0572-C02-02, CASTBA, MEHARI, MIRA. Otros proyectos de I+D: Internet2 Catalunya (i2CAT), responsable de la infraestructura de comunicaciones de banda ancha (proyecto GigaCAT). Participación en proyectos de cooperación: Programa Erasmus/Socrates, Leonardo, COST237 (Multimedia Telecommunication Services), COST264 (Enabling Networked Multimedia Group Communication), COST263 (Quality of Future Internet Services). Temas de investigación en los que ha publicado: conmutación ATM, redes ATM, encaminamiento ATM, control de admisiones ATM, caracterización de tráfico en redes ATM, comunicaciones de Banda Ancha, *multicast*, provisión de calidad de servicio en redes IP, servicios avanzados de red (*multicast*, IS, DS, MPLS, movilidad, IPv6), análisis de tráfico IP, coexistencia IPv4-IPv6 y mecanismos de transición. Más información en <<http://personals.ac.upc.edu/jordid/>> y <<http://www.ccaba.upc.edu>>.

Alberto García Martínez es Ingeniero de Telecomunicación por la Universidad Politécnica de Madrid. Obtuvo su doctorado en 1999, en el Depto. de Ingeniería Telemática de la misma universidad. Actualmente es Profesor Titular en el Depto. de Ingeniería Telemática de la Universidad Carlos III de Madrid. Ha participado en varios proyectos de investigación sobre IPv6, incluyendo proyectos IST (*Information Society Technologies*) europeos como LONG (*Laboratories over Next Generation Networks*), o 6LINK, y proyectos financiados por el Plan Nacional de I+D como SAM (Servicios Avanzados con Movilidad) y SABA2 (Nuevos Servicios para la Red Académica de Banda Ancha). Recientemente ha publicado varios artículos en relación con su tema de investigación actual, *multihoming* en IPv6.

Matthew Ford es Consejero de Tecnología Comercial del Grupo de Gestión del Grupo de Trabajo de IPv6 del Reino Unido, y coordinador del Grupo de Proyectos relacionados con IPv6 del programa IST de la Unión Europea (*IPv6 Cluster*). Se incorporó a British Telecom en 1998 y trabajó inicialmente en el desarrollo de diseños de red para un amplio rango de plataformas, investigando también en tecnologías de seguridad emergentes como DNSsec y seguridad para IP móvil (*MobileIP*). Más recientemente, se ha centrado en la investigación, desarrollo, estandarización e implantación de IPv6. Ha participado y participa actualmente en proyectos de innovación tecnológica del programa IST de la Unión Europea tales como 6WINIT, 6LINK, SEINIT y Euro6IX. Es ponente regular en temas de IPv6 y seguridad de red en conferencias internacionales y ha presidido numerosos encuentros de profesionales de red. Obtuvo un MA por la Universidad de Glasgow (Reino Unido) y un MSc en la London School of Economics. Es miembro del Institute of Electrical Engineers.

diseño la incorporación de un soporte apropiado para la autoconfiguración, dando lugar a la especificación de un mecanismo básico de autoconfiguración completamente automática para permitir la comunicación de dispositivos localizados en un mismo segmento, y a la integración en IPv6 del mecanismo de *Router Advertisement* (anuncio de enrutador). Finalmente, se incluyeron otras muchas mejoras, tales como el soporte nativo de *multicast* para equipos finales y *routers* IPv6, o los identificadores de flujo.

2. Problemas y desafíos: ¿se están agotando las direcciones IP?

No obstante todo lo anterior, y a pesar de la expectación levantada, está claro que a fecha

de hoy IPv6 no es todavía un protocolo ampliamente usado. Existen varias razones para esto. La primera es que los apocalípticos anuncios respecto al agotamiento de las direcciones IPv4 no se han materializado todavía. Estudios recientes [3] utilizan el análisis de datos pasados para prever que las direcciones IPv4 durarán más allá del 2030, a menos que nuevas tecnologías o usos — tales como una fuerte demanda de direcciones para telefonía móvil o un gran incremento de usuarios en China o India — cambien la tendencia en el consumo de direcciones. Hay varias explicaciones para esta relajación de las previsiones: un estricto control de los RIRs sobre la asignación de direcciones, la reutilización de direcciones en accesos a

través de línea telefónica (*dial-up*), entre otros. Pero la implantación de NATs (*Network Address Translators*, Traductores de Direcciones de Red) se considera como la más significativa de todas las posibles explicaciones. Los NATs permiten la reutilización de un pequeño número de direcciones públicas en la provisión de conectividad para un número mucho mayor de equipos. Los NATs son actualmente muy populares y dan servicio tanto a grandes organizaciones como a usuarios residenciales. Aunque su implantación ha retrasado el problema de la escasez de direcciones, esto no se ha hecho a coste cero: en primer lugar, la conectividad se ha vuelto asimétrica, ya que algunos nodos son más capaces que otros de recibir comunicaciones iniciadas desde fuera de su red. En segundo lugar, ya no son válidas funciones extremo a extremo que dependan de que se preserve la dirección IP original en una comunicación, tales como el protocolo de seguridad IPsec (*Secure Internet Protocol*). La solución de estos problemas es ahora el objetivo de los defensores de IPv6.

También ha habido obstáculos tecnológicos para el éxito de IPv6. Si bien la parte básica de los estándares ha estado disponible durante bastante tiempo, en otras partes el proceso de estandarización no ha sido tan rápido como se habría deseado. En efecto, la estandarización algunas cuestiones importantes del protocolo tales como DHCPv6 () o el soporte de movilidad para IPv6 han requerido un tiempo considerable. Adicionalmente, también se han producido cambios en los últimos años en la especificación básica, cambios como la sugerencia de eliminación de las direcciones *site-local* o como la actualización de las interfaces de programación (API, *Application Program Interfaces*). Por otro lado, hay problemas cuyas soluciones sólo han empezando a vislumbrarse recientemente, tales como el soporte a múltiples proveedores de conectividad (*multihoming*) o el modelo de seguridad a implantar.

Pero incluso si la tecnología estuviera completamente disponible, existen muchos desafíos que hay que abordar. Uno de los mayores es el requisito de que las aplicaciones que utilizan el interfaz de *sockets* sean modificadas para poder utilizar IPv6, debido a las dependencias respecto al protocolo utilizado que dicha interfaz de programación impone. Por otro lado, aunque la mayoría de los sistemas operativos ya ofrecen soporte para IPv6, los proveedores de equipamiento de comunicaciones han sido menos entusiastas, y -- salvo notables excepciones -- han ofrecido un soporte de IPv6 inferior al de IPv4 en funcionalidad y rendimiento. Los grandes proveedores de conectividad también han sido reticentes al cambio en la infraestructura de sus redes para dar soporte a un protocolo con un

número relativamente bajo de aplicaciones y usuarios debido al coste y la complejidad que esto acarrea. Y finalmente, los usuarios no han sido atraídos por una nueva aplicación o servicio para IPv6 que sea realmente atractivo.

3. Las buenas noticias

A pesar de todo lo dicho, hay buenas noticias para IPv6 y éste podría ser un momento clave en el proceso de migración. La obtención de una masa crítica de usuarios IPv6 puede hacerse realidad con el fuerte impulso político que se está dando en los países asiáticos. Adicionalmente, las especificaciones para las redes móviles de tercera generación requieren la implantación de IPv6, por lo que se puede anticipar en el corto plazo un importante crecimiento en el número de usuarios. IPv6 también está siendo considerado como una oportunidad para los desarrolladores de hardware y software de comunicaciones en Europa y Asia, que tradicionalmente han estado detrás de los norteamericanos en ventas de productos para IPv4. Esto, junto con el trabajo entusiasta en la promoción de IPv6 de organizaciones como el IPv6 Forum o los numerosos Grupos de Trabajo (*Task Forces*) de IPv6 a lo largo del mundo han generado un caldo de cultivo para el apoyo político a IPv6 por parte de la Unión Europea. Un ejemplo de este interés político es una tendencia creciente en la exigencia de soporte a IPv6 en nuevos contratos o consultorías públicas en toda Europa. Algunas tecnologías que sólo pueden implantarse en su modo actual sobre IPv6 también están generando expectativas; a modo de ejemplo, la implantación de seguridad extremo a extremo a nivel de red, que requiere una extensión del direccionamiento público que sólo puede ofrecer IPv6, o la posibilidad de dar un completo soporte de *multihoming* incluso a redes pequeñas o usuarios residenciales. Estas tecnologías podrían evolucionar hasta atraer a los últimos escépticos sobre IPv6.

4. El contenido de la monografía

Es conveniente destacar que éste es un momento excitante, con una gran cantidad de trabajo realizado que puede hacer realidad el comienzo de la implantación de IPv6. Para esta monografía hemos invitado a autores con una gran experiencia en la investigación y promoción de IPv6, con el objetivo de ofrecer una amplia visión del estado actual de IPv6 a través de artículos que muestran diferentes perspectivas de su desarrollo. Este número está estructurado como sigue:

El artículo "*Estado del despliegue de IPv6 en 2005*", de **Jim Bound**, Responsable de Tecnología (*Chief Technology Officer*) del IPv6 Forum, ofrece una panorámica de los modelos de desarrollo y visiones sobre IPv6, y de cómo IPv6 se está aproximando a la fase de implantación comercial. Recoge un resumen

del estado actual del desarrollo de IPv6 con una especial atención a la influencia que tiene en ello la implantación de un modelo de seguridad extremo a extremo.

"*Visión general del Protocolo IPv6*", de **Albert Cabellos Aparicio y Jordi Domingo Pascual**, presenta un resumen de las características básicas de IPv6, características que servirán como base para el resto de los artículos. En primer lugar se muestra el formato de cabecera de IPv6, dedicando cierto detalle a la nueva cabecera de extensión definida. La arquitectura de direccionamiento, que es la contribución más relevante de IPv6, se discute a continuación. Otra cuestión básica abordada es el mecanismo de Descubrimiento de Vecinos (*Neighbour Discovery*) y los modelos y herramientas de autoconfiguración. Finalmente se describen algunos mecanismos disponibles para la migración de redes IPv4 a IPv6.

Los principales problemas y soluciones en la migración de aplicaciones en IPv6 son tratados en "*La migración de aplicaciones a IPv6*", escrito por **Eva M. Castro Barbero, Tomás P. de Miguel Moro y Santiago Pavón Gómez**. Primero, se identifican las dependencias de versiones concretas de IP en las aplicaciones. A continuación, se presentan unas herramientas que permiten la comunicación mediante IPv6 sin necesidad de modificar el código fuente. Se dan algunas recomendaciones sobre cómo migrar una aplicación a IPv6, o mejor aún (aunque con el coste de un mayor esfuerzo), sobre cómo transformarlas para dar soporte tanto a IPv4 como a IPv6. Finalmente se discuten los requisitos para la migración gradual para las aplicaciones implantadas en ciertos escenarios de transición.

Algunos ejemplos de servicios y aplicaciones a implantar en redes pre-comerciales son presentados en "*Desarrollo de servicios en redes IPv6 y experiencia en redes pre-comerciales*", por **Rüdiger Geib, Eduardo Azañón Terruel, Sandra Donaire Arroyo, Aurora Ferrándiz Cancio, Carlos Ralli Ucendo y Francisco Romero Bueno**. Estos servicios están siendo desarrollados por el equipo de desarrollo de Euro6IX, un proyecto del programa europeo IST (*Information Society Technologies*), para su implantación en su red multiproveedor. Todas las aplicaciones descritas en este artículo se caracterizan por tener una gran integración con el entorno del proveedor de conectividad: la primera aplicación es una herramienta de gestión de red para redes IPv6 multiproveedor; La segunda permite la detección de intrusos en redes IPv6; finalmente, se describe una aplicación de Voz sobre IP (*VoIP*) que se beneficia del soporte de Calidad de Servicio (*Quality of Service, QoS*) que la red puede ofrecer.



La necesidad de un nuevo protocolo de red surgió a principios de los años 90



De entre las características más prometedoras que IPv6 puede ofrecer encontramos la seguridad extremo a extremo, tal y como presenta "Seguridad con IPv6", de **Latif Ladi** (Coordinador del Grupo de Trabajo europeo de IPv6 y Presidente del IPv6 Forum), **Jimmy McGibney** y **John Ronan**. Se presentan los desafíos de seguridad en lo que al nivel de red se refiere, seguidos a continuación de una descripción de IPsec, y de los beneficios que puede ofrecer IPv6 a la seguridad a nivel de red, basados en el modelo de comunicación extremo a extremo y en el gran número de bits disponibles en la dirección IPv6. También se considera la seguridad en entornos en transición.

Multihoming, la capacidad de obtener conectividad a través de múltiples proveedores, es el tema clave de "Herramientas para la provisión de multihoming en IPv6", de **Marcelo Bagnulo Braun**, **Alberto García Martínez** y **Arturo Azcorra Saloña**. El soporte que da actualmente IPv4 para **multihoming** resulta ser limitado. En cambio, en IPv6 es posible implementar una arquitectura basada en el intercambio de información entre los equipos finales, te-

niendo a la vez en cuenta ciertas consideraciones de seguridad. Esta arquitectura está siendo desarrollada actualmente en el IETF.

"NEMO: movilidad de redes en IPv6", de **Carlos Jesús Bernardos Cano**, **Ignacio Soto Campos**, **María Calderón Pastor**, **Dirk von Hugo** y **Emmanuel Riou**, estudia la movilidad de redes en un entorno IPv6. Este artículo describe la solución de movilidad definida en el Grupo de Trabajo del IETF de NEMO (**NEtwork MObility**), analizando sus limitaciones. Adicionalmente, se presentan algunas de las contribuciones a la investigación en redes móviles desarrolladas en el marco del proyecto IST DAIDALOS (*Designing Advanced network Interfaces for the Delivery and Administration of Location independent, Optimised personal Services*).

En último lugar, "Estado de IPv6 en el mundo y los Grupos de Trabajo de IPv6", de **Jordi Palet Martínez**, presenta un resumen de las iniciativas y esfuerzos llevados a cabo en Europa para la promoción de IPv6 por parte de los Grupos de Trabajo de IPv6 europeos y nacionales. La estructura, objetivos y logros de dichos grupos son analiza-

dos, prestando especial atención al grupo español.

Finalmente, queremos agradecer encarecidamente a los autores el esfuerzo y el profundo conocimiento que han volcado en estos artículos, así como a los editores de **Novática** y **UPGRADE** por ofrecernos sus páginas para publicar esta monografía. Esperamos que la lectura de la misma no sólo sea provechosa, sino que además inspire la curiosidad del lector sobre esta tecnología que podría constituir el paradigma de red del mañana.

Referencias

[1] **V. Fuller, T. Li, J. Yu, K. Varadhan**. "Classless Inter-Domain Routing (CIDR): an Address Assignment and Aggregation Strategy". RFC 1519, septiembre 2003.

[2] **G. Huston**. "Observations on the Management of the Internet Address Space". RFC 1744, diciembre 1994.

[3] **G. Huston**. IPv4-How long do we have? *Cisco IP Journal*, <<http://www.cisco.com/ipj>>, enero 2004.

Referencias útiles sobre Ipv6

Las siguientes fuentes complementan aquellas que aparecen en los artículos que forman esta monografía, con el fin de facilitar la tarea de los lectores interesados en profundizar en la materia.

Libros

- **Christian Huitema**. *IPv6 the New Internet Protocol* (second edition). Prentice Hall, 1997.
- **Silvia Hagen**. *IPv6 Essentials*. O'Reilly, 2002.
- **Niall Richard Murphy, David Malone**. *IPv6 Network Administration*. O'Reilly & Associates, 2005.
- **Hesham Soliman**. *Mobile IPv6*. Pearson Education, 2004.
- **Jun-Ichiro Itojun Hagino**. *IPv6 Network Programming*. Butterworth-Heinemann, 2004.
- **Mark Miller, P. E. Miller**. *Implementing IPv6: Supporting the Next Generation Internet Protocols* (segunda edición). Hungry Minds, 2000.
- **Buck Graham**. *TCP/IP Addressing : Designing and Optimizing your IP Addressing*

Scheme (segunda edición). Morgan Kaufmann, 2000.

- **Joseph Davies**. *Understanding IPv6*. Microsoft Press, 2002.
- **Pete Loshin**. *IPv6: Theory, Protocol, and Practice* (segunda edición). Elsevier Science & Technology Books, 2003.
- **Hyewon Keren Lee**. *Understanding IPv6*. Springer-Verlag New York LLC, 2005
- **Marcus Goncalves, Kitty Niles**. *IPv6 Networks*. McGraw-Hill Osborne, 1998.

Sitios web

- IPv6 Forum. <<http://www.ipv6forum.com>>.
- 6Link. <<http://www.6link.org>>.
- IPv6 Cluster. <<http://www.ist-ipv6.org>>.
- IETF IPv6 Working Group. <<http://www.ietf.org/html.charters/ipv6-charter.html>>.
- IETF IPv6 Multihoming Working Group. <<http://www.ietf.org/html.charters/multi6-charter.html>>.
- IETF IPv6 Operations Working Group: <<http://www.ietf.org/html.charters/v6ops-charter.html>>.
- The IPv6 Portal. <<http://www.ipv6tf.org>>.
- IPv6 News: HS247. <<http://hs247.com>>.

- Freenet6. <<http://www.freenet6.net/>>.
- Capítulo Español del IPv6 Task Force. <<http://www.spain.ipv6tf.org/>>.

Publicaciones de sociedades (no especialmente orientadas a IPv6)

- IEEE Communications Magazine. <<http://www.comsoc.org/pubs/commag/>>.
- Communications of the ACM. <<http://www.acm.org/pubs/cacm/>>.
- IEEE Network. <<http://www.comsoc.org/pubs/net/>>.

Otras publicaciones

- IPv6style. <<http://www.ipv6style.jp/en/index.shtml>>.

Conferencias

- IPv6 Forum Summits. <<http://www.ipv6forum.com>>.
- IPv6 Workshop at SAINT - International Symposium on Applications and the Internet. <<http://www.saint2005.org/>>.