



Miguel A. Sanz
Ingeniero de Telecomunicación
<http://www.linkedin.com/in/miguelsanz>

Retos actuales de Internet

En 2009 coinciden dos aniversarios muy importantes de Internet: 20 años del World Wide Web y 40 años de la red precursora ARPANET. Internet ha evolucionado mucho y de forma exitosa a lo largo de estas décadas de existencia, hasta convertirse en el principal agente del cambio a la Sociedad de la Información y del Conocimiento y al mundo globalizado en el que vivimos.

A pesar del indudable éxito alcanzado, son muchos los problemas y desafíos a los que Internet se enfrenta en la actualidad. Dado su carácter de infraestructura crítica, es vital conocer y analizar bien estos problemas, así como difundirlos lo máximo posible. No se trata de alarmar a nadie, pero sí de concienciar sobre la gravedad de estos retos y la importancia de involucrar al máximo número de agentes en la búsqueda y la aplicación de las mejores soluciones.

La reciente investidura como doctores honoris causa por la Universidad Politécnica de Madrid de Vinton Cerf, coautor del protocolo IP, y de Tim Berners-Lee, creador del World Wide Web, nos recuerda que este año se cumplen cuarenta años del nacimiento de la red precursora ARPANET y veinte años de la creación del prototipo de la aplicación que provocaría el éxito explosivo de Internet en los años 90.

En este tiempo Internet ha pasado de ser reducto de investigadores y científicos a convertirse en una pieza clave de nuestra sociedad y economía globalizadas, en un elemento básico e insustituible en el trabajo y en la vida de cientos de millones de personas en todo el mundo.

Internet y su tecnología han evolucionado mucho a lo largo de

estas décadas de existencia. Los cambios sufridos han afectado a todas sus vertientes: tecnológica, estructural, organizativa, económica, cultural, sociológica, etc. El motor de estas transformaciones siempre ha sido su necesidad de adaptación rápida a las circunstancias cambiantes de cada momento, la mayoría derivadas del acelerado crecimiento experimentado

Aunque el marco abierto y cooperativo establecido ha sido el ideal para poder detectar y llevar a cabo las modificaciones necesarias, la evolución hasta nuestros días no ha estado exenta de dificultades. A pesar del indudable éxito alcanzado, son muchos los problemas y desafíos a los que Internet se enfrenta en la actualidad. Dado su carácter de infraes-

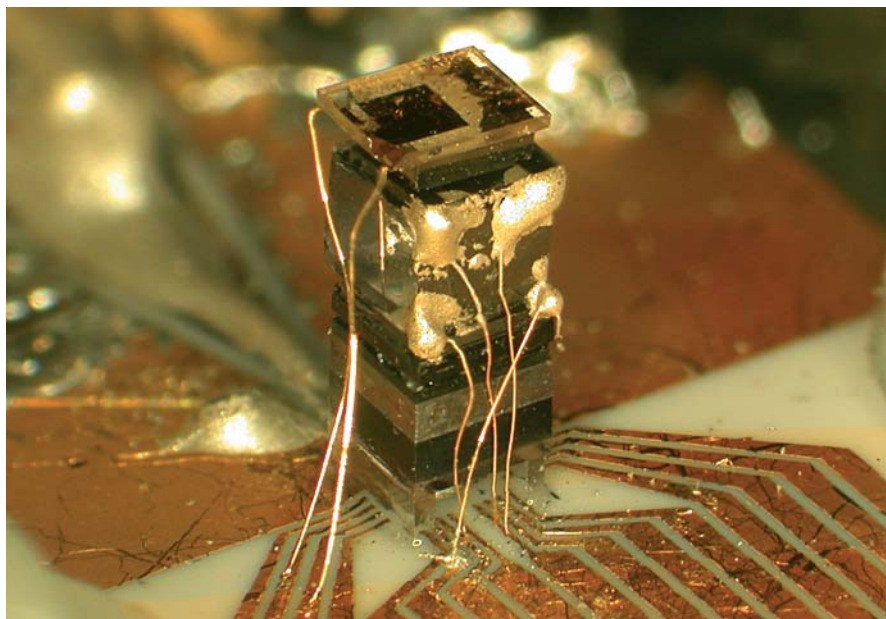
.....

“A pesar del indudable éxito alcanzado, son muchos los problemas y desafíos a los que Internet se enfrenta en la actualidad”

.....

en todos sus aspectos: redes y equipos conectados, nuevas aplicaciones y usuarios, potencia y capacidades de los sistemas, anchos de banda demandados y tráfico cursado, sectores e intereses involucrados, etc.

tructura crítica, es vital conocer y analizar bien estos problemas, así como difundirlos lo máximo posible. No se trata de alarmar a nadie, pero sí de concienciar sobre la gravedad de estos retos y la importancia de involucrar al máximo número



ro de agentes en la búsqueda y la aplicación de las mejores soluciones.

Sin ánimo de ser exhaustivo, a continuación mencionaremos y esbozaremos diez de los principales desafíos, tanto técnicos, como regulatorios, económicos o políticos, a abordar a corto y medio plazo:

1. Agotamiento de direccionamiento IP

Paradójicamente, uno de los problemas más graves a los que se enfrenta Internet deriva de su propio éxito, imprevisible por los ingenieros e investigadores que participaron en las fases iniciales de concepción, experimentación y desarrollo de las bases tecnológicas sobre las que se asienta. Sorprendentemente, diseños que fueron hechos en su mayoría hace entre veinte y veinticinco años se han comportado mejor de lo esperado en un entorno de características y dimensiones muy distintas de aquél para el que fueron concebi-

dos originalmente. Sin embargo, debido a la expansión sin precedentes de Internet, la decisión tomada hace más de 30 años de que las direcciones IP fueran de "tan sólo" 32 bits, dando lugar a un máximo teórico de 2^{32} (más de 4.200 millones) direcciones IP se ha demostrado errónea.

Las previsiones actuales más fiables indican que el direccionamiento del protocolo de red actualmente en uso en Internet (IPv4) se agotará entre el 2011 y el 2012. A partir de ese momento, no será posible incorporar nuevas redes, provocando un estancamiento de Internet.

La solución a este grave problema, planificada ya desde hace más de una década, pasa por la migración al nuevo protocolo de red (IPv6) desarrollado y estandarizado en los años 90. IPv6, define un nuevo espacio de direcciones de 128 bits, es decir 2^{128} ($3,4 \times 10^{38}$) direcciones teóricamente disponibles, más que suficiente para cubrir todas las necesidades imagi-

nables en lo que resta de siglo. Sin embargo, el proceso de implantación a gran escala de IPv6 en Internet está siendo mucho más lento de lo esperado, por lo que se prevé un periodo de transición largo, complejo y costoso, en el que coexistan IPv4 e IPv6 y se haga un uso masivo de diferentes técnicas que permitan dicha coexistencia e interoperabilidad (NAT, *tunnelling*, *dual stack*).

2. Escalabilidad, estabilidad y seguridad del sistema routing

El célebre caso del incidente ocurrido en febrero de 2008, por el que Pakistan Telecom provocó el "secuestro de routing" y la desconexión de Internet durante unas horas de YouTube, hizo que saltara a los medios de comunicación el problema de la vulnerabilidad del sistema global de encaminamiento de Internet. Aunque ese ha sido seguramente el caso más célebre, no es ni el primero ni el último. Es más, este tipo de situaciones se dan con cierta frecuencia sin que, debido a la menor "popularidad" del afectado, salten a los medios de comunicación y lleguen al gran público.

El sistema global de encaminamiento de Internet está basado en gran medida en la aplicación de buenas prácticas operativas y en la confianza mutua entre los operadores que participan en el intercambio de información de routing. A pesar de haberse ideado y puesto en marcha medidas que mejoren su robustez y seguridad, el sistema sigue en gran medida inerme frente a posibles errores humanos en la configuración de los equipos (lo que parece fue el caso de Pakistan Telecom) o ante la inyección malintencionada en el sistema de rutas piratas (lo que, por ejemplo,

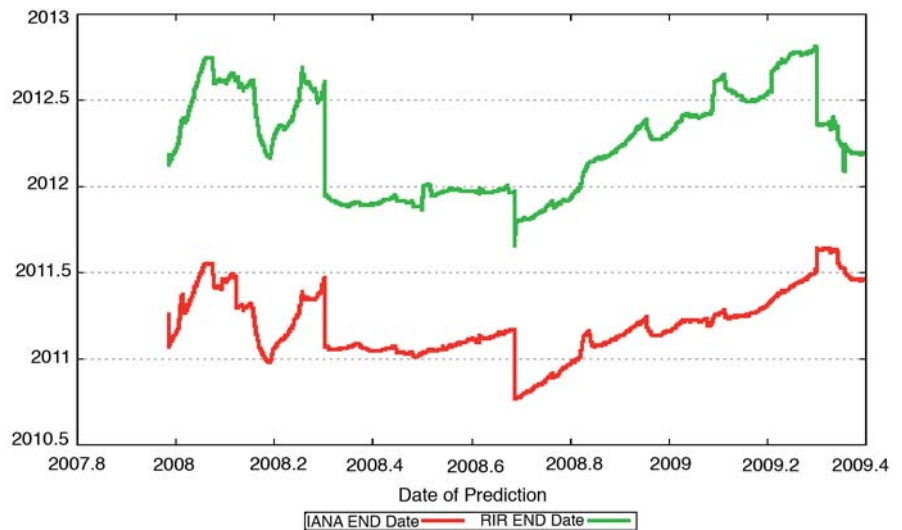
habitualmente consiguen hacer emisores de spam para poder enviar sus mensajes).

La escalabilidad (con cerca ya de 300.000 prefijos en la tabla global de routing) y la estabilidad (con picos de más de 1.000 actualizaciones de routing por segundo), son también desafíos a los que los proveedores de tránsito de Internet y, especialmente, los fabricantes de routers troncales, llevan mucho tiempo respondiendo de forma, por lo general, muy satisfactoria.

3. Escalabilidad, estabilidad y seguridad del sistema DNS

El sistema de nombres de dominio o DNS, encargado de la asociación entre los nombres y las direcciones numéricas de equipos y servicios, es, junto con el sistema global de routing, la pieza más crítica de la infraestructura de Internet. La mejora de aspectos como la escalabilidad, la estabilidad y la robustez del DNS ha sido objeto de permanente estudio y preocupación.

Un posible punto de fallo de toda la Internet es el de los denominados servidores raíz (*root servers*) del DNS, que son necesarios para inicializar cualquier consulta, al contener la información sobre los servidores autorizados de los dominios de primer de Internet (.com, .edu, .es, etc.). Por razones



Predicción de agotamiento de direcciones IPv4 (Geoff Houson, Chief Scientist, APNIC)

técnicas el número de estos servidores estaba inicialmente limitado a 13 servidores. Aparte de haberse eliminado esa limitación teórica, en la práctica, se utilizan técnicas de *clustering* y balanceo de carga, así como técnicas de direccionamiento y *routing anycast*, para multiplicar el número de servidores de la raíz trabajando en paralelo en Internet.

Los ataques de denegación de servicio y la explotación de vulnerabilidades de DNS (como los usa-

seguridad en Internet. Para mejorar drásticamente la seguridad del DNS, se ha definido el estándar DNSSEC, que incorpora las técnicas de criptografía de clave pública y firma digital, protegiendo contra la suplantación y la corrupción o falsificación de la información. Desgraciadamente, DNSSEC todavía no está implantado a gran escala en Internet.

4. Insuficiencia de información y herramientas de análisis

Nuestro conocimiento científico sobre la propia Internet (dinámicas y crecimiento del tráfico, comportamiento y caracterización de los flujos de tráfico, actualizaciones de routing, etc.) es escaso, debido a su complejidad topológica y a la dificultad de acceso y medida, por parte de los investigadores, de datos reales en redes troncales de Internet, por razones de propiedad, confianza o económicas (en comparación, por ejemplo, el sector financiero es más transparente en lo que acceso a información operativa se refiere).

.....

“No se trata de alarmar a nadie, pero sí de concienciar sobre la gravedad de estos retos y la importancia de involucrar al máximo número de agentes en la búsqueda y la aplicación de las mejores soluciones”

.....

dos en técnicas de envenenamiento de caché para introducir información falsa y provocar fallos de conexión o suplantar la identidad de servidores o *farming*) son uno de los problemas más graves de

La disponibilidad y aplicación generalizada y neutral de herramientas y metodologías de medición y análisis, mejoraría nuestro conocimiento científico sobre Internet, así como el entendimiento de sus complejas dinámicas, tendencias y problemáticas.

5. Amenazas crecientes de seguridad

Con el crecimiento continuo de usuarios y aplicaciones, aumentan, por un lado, los incentivos para los delincuentes y, por otro, las posibles vías de explotación de puntos débiles, sean éstos debidos a malas prácticas o a vulnerabilidades de software o de protocolos. El crecimiento de las redes sociales y otras vías de captación de información de carácter personal, favorece la creciente aplicación de técnicas de ingeniería social para la personalización y perfeccionamiento de todo tipo de ataques (*phishing*, timos, fraudes, diseminación de virus, troyanos, *spyware*, etc.) y de envío de publicidad y mensajes no solicitados (spam).

Para el combate de estas amenazas crecientes, además de la pléthora de herramientas disponibles, las medidas más eficaces pasan por la educación de los usuarios en el empleo de prácticas seguras de utilización de la red, la extensión de la firma digital mediante clave asimétrica para mensajería segura y otras aplicaciones y, especialmente en grandes organizaciones, la implantación metódica de sistemas de gestión de seguridad de la información.

6. Erosión de la privacidad

A las preocupaciones más “clásicas” sobre la privacidad en Internet (como el empleo de cookies

para seguimiento de intereses y preferencias de usuarios para publicidad dirigida u otros fines menos confesables), se ha unido recientemente el peligro derivado del enorme crecimiento de las redes sociales. Su valiosísima aportación a la nueva generación de Internet participativa en la que nos encontramos inmersos, no está exenta de los riesgos del abuso de la información de carácter personal publicada por los usuarios. Esto puede generar situaciones que amenacen y vulneren derechos fundamentales de protección del honor, la intimidad y la propia imagen, no sólo del propio usuario, sino incluso de terceros, que se agrava en el caso de que los usuarios sean menores.

de la descarga masiva y gratuita de canciones y películas en las redes peer-to-peer, hacen muy difícil encontrar el punto de equilibrio donde los derechos, que necesariamente deben proteger la creatividad, convivan de manera justa y razonable con el derecho a la copia privada e intercambio sin ánimo de lucro.

Si ampliamos el foco para contemplar la situación a escala mundial, con la infinidad de legislaciones nacionales y costumbres locales, el problema se complica de tal forma que se nos antoja muy difícilmente resoluble.

8. Desarrollo de modelos de negocio sostenibles

.....

“Las previsiones actuales más fiables indican que el direccionamiento del protocolo de red actualmente en uso en Internet (IPv4) se agotará entre el 2011 y el 2012”

.....

Hay que tener en cuenta, no obstante, que la mayoría de las redes sociales permiten configurar adecuadamente el acceso a la información publicada y que, en muchas ocasiones, la difusión indebida se debe a una mala configuración por parte del usuario de la privacidad de su perfil por falta de formación y conocimiento.

7. Propiedad intelectual y derechos de autor

Hay pocos temas tan candentes y controvertidos como el de la protección de los derechos de propiedad intelectual y de autor en la red. Polémicas, como la del canon digital, contra las que se rebela la inmensa mayoría de la comunidad internauta, o realidades como la

Muchos servicios en Internet se basan en fuertes inversiones, normalmente financiadas por empresas de capital riesgo, para captar la mayor base posible de usuarios gratuitos, de manera que provoque un efecto red y atraiga a un número cada vez mayor de usuarios. Normalmente estos usuarios reciben el servicio de forma gratuita. El siguiente paso es conseguir implantar modelos de negocio sostenibles basados en publicidad, en el pago por uso de servicios “Premium” o incluso en donativos; por lo general, la mayoría de prestadores de servicios no han conseguido todavía generar ingresos suficientes que aseguren la sostenibilidad del modelo de negocio a largo plazo. En estas condiciones, a futuro, el “gratis total” puede aca-



divergentes, de la infinidad de agentes implicados: usuarios empresariales y particulares, proveedores de servicios, fabricantes, registros de Internet, organismos de estandarización, gobiernos, *lobbies*, etc., siendo en ocasiones difícil conseguir el consenso necesario para avanzar en una determinada dirección.

El hecho de que ICANN, corporación privada sin ánimo de lucro responsable máxima de la asignación de nombres de dominio (DNS) y direcciones IP desde 1998, dependa en última instancia del Departamento de Comercio de EEUU, es visto por muchos como algo anacrónico cuando Internet es, ya desde hace mucho, una infraestructura internacional, de importancia vital para todos los países del mundo. Para debatir e intentar resolver, entre otros, este tema, es para lo que se creó hace unos años, promovido por Naciones Unidas, el *Internet Governance Forum* (IGF), con representación de los diferentes *stakeholders*, entre ellos los Gobiernos.

Alguno de estos temas, como el de Gobernanza de Internet, ha sido ya objeto de análisis detallado en un número reciente del BIT, a otros especialmente candentes, como el escenario de Internet tras el agotamiento del direccionamiento actual (IPv4), la escalabilidad y estabilidad de las infraestructuras y sistemas críticos de Internet o el problema de la neutralidad en la red, dedicaremos seguramente nuestra atención en próximos números. Para cualquier comentario sobre este artículo, sugerencia de nuevos temas o colaboraciones para el "Rincón de Internet" en próximos números, enviar un mensaje a la dirección mas@coit.es. ♦

bar derivando en baja calidad o desaparición de todos aquellos servicios que, pasado un tiempo, no consigan implantar un modelo de negocio económicamente sostenible.

Por otra parte, hay sectores enteros, como el discográfico, la prensa o el editorial, cuyos modelos de negocio tradicionales se han visto o se van a ver gravemente alterados por la irrupción y difusión de Internet, que necesitan desarrollar modelos completamente nuevos y adaptados a la nueva realidad.

9. Neutralidad de red

Durante los últimos años éste ha sido un tema de especial controversia, con dos bandos claramente enfrentados, uno a favor y otro en contra de la neutralidad de la red o *net neutrality*. Los partidarios, fundamentalmente proveedores de contenidos y de servicios on-line y asociaciones de usuarios, quieren que, mediante regulación, se prohíba a los proveedores de acceso de Internet el control, limitación, priorización, filtrado o bloqueo del tráfico de los usuarios, evitando que puedan aplicar prácticas anti-competitivas en contra de aplicaciones, contenidos o servicios de Internet, para favorecer los suyos

propios. Los contrarios al concepto de la neutralidad en la red, principalmente operadores de telecomunicaciones y grandes fabricantes de equipos, se oponen a cualquier regulación en este sentido, considerándola innecesaria e intrusiva.

El debate se encuentra en estos momentos a nivel de los legisladores, que deben decantarse por una u otra postura (o buscar un camino intermedio). El resultado de esta "batalla" puede ser determinante para la evolución futura de Internet.

10. Gobierno y control de Internet

Un aspecto de importancia capital, que se está debatiendo cada vez más a lo largo de la última década, es la de la forma más apropiada de autoridad que controle las políticas y la gestión de los recursos de Internet que es necesario administrar de forma centralizada. El proceso cooperativo de autorregulación, elaboración de estándares y gestión de los recursos en Internet, que hizo posible su éxito, se ha visto desde hace una década sometido a cada vez mayores tensiones, fruto de los crecientes intereses, muchas veces