

tono

RNPS: 0514

Revista Técnica de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A.

ISSN:1813-5056

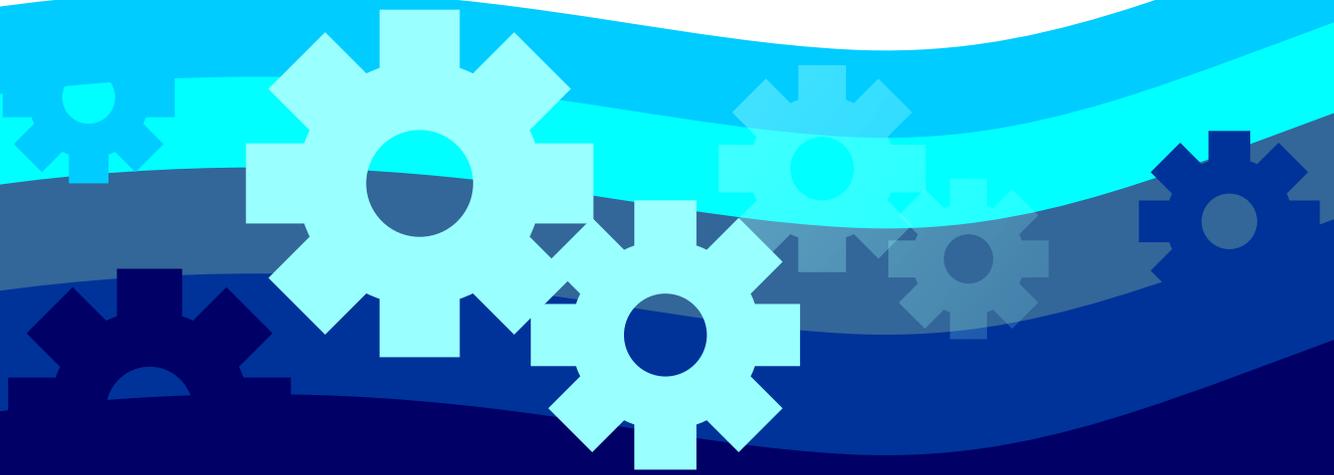


Regreso al futuro



20 AÑOS FORUM

Este es un Movimiento Colossal
Fidel Castro



tono

Publicación Semestral
2015 Vol. 12 No. 1

Consejo Editorial

Dirección general: Ing. Leonela Márquez Muguercia
Dirección: MSc. Grisel Ojeda Amador
Edición: MSc. Diria Machín Reyes
Revisión y corrección: Lic. Alena Bastos Baños
Diseño gráfico y portada: D.I. Rogelio García Rodríguez
Traducción: Lic. Yaznay Almeida Grandales

Consultores Técnicos:

Dra. C. Ing. Caridad Anías Calderón, ISPJAE
MSc. Alberto Javier García García, ETECSA
MSc. Melisa Saltiel Delgado, ETECSA
MSc. María del Carmen Betancourt Iriarte, ETECSA
Ing. Luis Manuel Díaz Naranjo, ETECSA
Ing. Dennis Meriño Menadier, ETECSA

CONTÁCTENOS EN:

Departamento de Información y Vigilancia Tecnológica
de ETECSA
Centro de Negocios Miramar, calle 3ra, e/ 76 y 78,
Edificio Beijing, 4to Piso, oficina 404.
Playa, Ciudad de La Habana, Cuba. C.P.: 11300
Teléfonos: (537) 266-8453
Correo electrónico: tono@etecsa.cu
www.tono.etecsa.cu

Tono, Revista técnica de la Empresa de Telecomunicaciones
de Cuba, S.A.

*Las opiniones de los autores expresadas en los
artículos reflejan sus puntos de vista, pero no ne-
cesariamente coinciden con los criterios del grupo
editorial.*

Carta del editor

Estimados lectores,

Inmersos en un mundo que no cesa de evolucionar desde la aparición de los primeros atisbos de vida en el planeta hasta nuestros días; embebidos en una nube imperceptible de polvo estelar y fuerzas gravitacionales, explosiones, extinciones, mutaciones, nacimientos, ciclos que se suceden indefinidamente; en medio de ese gran caos, solo una variable persiste en el tiempo: el cambio.

Sociólogos, antropólogos, psicólogos, meteorólogos, científicos, filósofos, políticos, empresarios, investigadores y el resto, simples mortales, hablan y lo definen de disímiles modos y perspectivas. Entre esas posibles visiones se trasluce una verdad compartida: el cambio impone retos, representa desafíos y es siempre necesario cuando contribuye positivamente al desarrollo en su sentido más amplio.

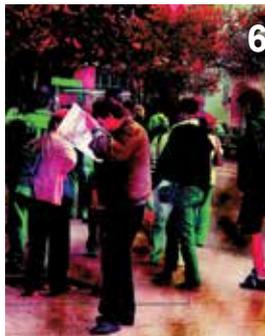
Sobre esta base, la Revista técnica *Tono* presenta algunas variaciones a partir de la primera edición de 2015 en función de perfeccionar, desde el punto de vista estructural, la organización de la información lo más acorde posible a los estándares internacionales establecidos para este tipo de publicaciones. *Tono* ha estado siempre enfocada a la calidad y el rigor científico de su contenido como objetivo de primer orden, pero también ha puesto empeño en la forma, a veces criticada por no cumplir estrictamente con los cánones tradicionales y rigurosos del estilo científico-técnico; otras veces aplaudida por conjugar de manera armónica el conocimiento con el arte, humor y entretenimiento inteligentes en un diseño que, en ocasiones, apela más al pensamiento abstracto que a la decodificación manida y fácil de la imagen y su mensaje.

La forma de hacer ciencia cambia y, en consecuencia, la forma de transmitirla también. Con esta nueva propuesta visual de la revista pretendemos que ustedes, nuestros lectores, transiten por sus páginas, testimonio imperecedero del quehacer cotidiano de los hombres y mujeres de las telecomunicaciones en Cuba, de manera útil y grata, hacia el difícil y largo camino del saber.

Sumario

4 Editorial

Regreso al futuro
Back to the future
Por: **Diria Machín Reyes**



Técnica

Encuesta 2015: ¿qué esperar del negocio de las telecomunicaciones?
Survey 2015: what to expect from the telecommunications business?
Por: **Phil Anderson, BNAmericas**



Las NGN y su evolución a IMS
The NGN and their transition to IMS
Autores: **Deborah Reyes Roig y Alberto Javier García García**



Impacto y explotación de las redes GPON en Cuba en el segmento de acceso
Impact and utilization of GPON networks within the access segment in Cuba.
Autor: **Adalberto Gerardo Rojas Vargas**



Metodología de pruebas del servicio IPTV sobre tecnología GPON
Tests Methodology of the IPTV service over GPON technology
Autor: **Luis Enrique Conde del Oso**



Soluciones para la implementación de IPv6 en la red de telecomunicaciones de ETECSA

[Solutions for the implementation of IPv6 at ETECSA's telecommunications network](#)

Autores: Deborah Reyes Roig y Alberto Javier García García



Algoritmos de asignación de recursos de radio en redes LTE

[Radio resource allocation techniques in LTE networks](#)

Autores: Yenkell Lliteras Cebada, Carlos Alberto Rodríguez López y Raykel Bardón Sánchez



Propuesta para la gestión de IoT

[Proposal for IoT Management](#)

Autores: Claudia González Villavicencio, Chadi Nizar Mehdi y Caridad Anías Calderón

64 Frecuencia



Aproximación al comportamiento del idioma en las revistas científico-técnicas

[Approximation to Language behavior regarding Science and Technological Magazines](#)

Autora: Diria Machín Reyes

72 Abreviaturas

75 Humor a Tono

**Enrique Lacoste
José Luis López**

76 Tonograma

Regreso al futuro

El pasado año celebramos el décimo aniversario de la creación de *Tono*. Las diferentes actividades realizadas sirvieron de pretexto para promover la importancia de caminar siempre a favor del progreso científico y tecnológico, hacia el futuro. Esta nueva etapa, que inicia su recorrido con la presente edición de 2015, sostiene la idea de desarrollo continuo como eje fundamental para alcanzar una formación profesional ascendente y un enriquecimiento personal ilimitado dentro de una sociedad que aún tiene mucho que avanzar a favor de la equidad y el bienestar social.

El concepto de evolución asociado al origen de la vida según los postulados darwinistas también pudiera ser aplicado a las tecnologías de manera análoga. Si, por una parte, desde la perspectiva natural, esta noción expone que el origen de las distintas especies de seres vivos se debe a transformaciones de otras especies preexistentes; entonces, desde la óptica técnica, se pudiera decir que la creación de nuevos servicios y aplicaciones se fundamenta en la reutilización y combinación de las tecnologías anteriores. Por otra parte, en el proceso evolutivo la existencia o la desaparición de los individuos está condicionada por las variaciones y la selección natural. De forma similar, la prevalencia o la obsolescencia de una tecnología dependen de las transiciones y la selección consciente en función de obtener mejores prestaciones, costos y resultados. En consecuencia, triunfará aquella cuya variabilidad la haga más apta para “vivir” en el entorno actual de las telecomunicaciones.

Desafortunadamente, Charles Darwin no tuvo la oportunidad de corroborar su hipótesis por falta de evidencias científicas; sin embargo, nosotros la tenemos con este número de la Revista técnica *Tono*. Los trabajos que lo conforman exponen de manera convincente la evolución de las redes de telecomunicaciones, cómo se alteran, combinan, adaptan y desarrollan para dar paso a soluciones novedosas y diferentes. Así encontramos, por ejemplo, una síntesis evolutiva desde las redes de conmutación de circuitos hasta las NGN vinculadas al subsistema multimedia IP (IMS), como eslabón fundamental para la unificación del control de las redes fijas y móviles. También se presentan las ventajas de la transmisión de voz y datos a través de las redes GPON como tecnología novedosa de acceso que ha permitido ofrecer servicios como la televisión de alta definición y las aplicaciones multimedia. Sobre esta misma red GPON, se analiza el protocolo de pruebas que debe efectuarse para la validación del servicio de transmisión de televisión (BTV) a partir de las facilidades ya instaladas en Cuba.

Asimismo, se sugiere un acercamiento a la implementación del protocolo IPv6 a nivel nacional para lo cual se ha establecido un marco regulatorio que propicia el estudio de la migración, tanto en redes metropolitanas como en el núcleo IP/MPLS, favorecida por las bondades que ofrece este protocolo. Por su parte, las redes LTE, encaminadas a la cuarta generación y diseñadas para la transmisión de datos a muy altas velo-

ciudades, utilizan mecanismos de asignación para distribuir los bloques de recursos de radio disponibles según la demanda de los usuarios. El conocimiento de la variedad de estos mecanismos y su empleo pertinente es de vital importancia pues su selección tiene un impacto significativo en el desempeño de la red.

Otra propuesta interesante es el modelo WBEM vinculado a la Internet de las cosas (IoT) como la solución más factible para gestionar los ambientes de redes inteligentes. La IoT proyecta un nuevo mundo de interacción inteligente objeto-objeto que rompe con la correlación tradicional persona-objeto que hasta el momento ha prevalecido en la red de redes.

Por último, la sección Frecuencia aborda la evolución y el estado actual de los idiomas de publicación en las revistas científico-técnicas. La tendencia hacia la utilización del inglés como lengua franca puede limitar el desarrollo y la producción científica de una nación al desplazar a un segundo plano las lenguas vernáculas e imponer la adopción de estilos discursivos y modelos culturales de investigación foráneos.

ETECSA es hoy, más que nunca, protagonista indiscutible de la evolución. El amplio abanico de posibilidades que ofrecen las pruebas de campo y las simulaciones que se realizan para la integración de las redes y su posterior despliegue en el país, no solo da fe del quehacer investigativo que en materia de telecomunicaciones impulsan los especialistas de la Empresa y de otras instituciones afines al sector, sino que está acorde con lo que en este ámbito preocupa y ocupa al resto de la comunidad internacional como se aprecia en la relación temática entre la encuesta realizada por BNamerica, publicada en las primeras páginas de este número, y el resto de los artículos que conforman la edición. A escala regional, los países de América Latina están enfrascados en tareas similares: la televisión digital terrestre, la Internet de las cosas, los servicios móviles, la problemática de las inversiones derivadas del capital y de las proyecciones y el grado de compromiso de los principales actores involucrados que puede obstaculizar o fomentar el desarrollo de la industria.

De manera general, se aprecia un interés nacional por la selección de las mejores opciones que brinda la actual industria de las telecomunicaciones, aprovechando las capacidades instaladas en función de un desarrollo paulatino a menor costo y mayor calidad del servicio que implica el despliegue extensivo en aras de satisfacer las demandas del país en un escenario donde progreso y asequibilidad no sean agentes de cambio excluyentes. Es precisamente en este orden de cosas que nuestra revista invita, una vez más, a autores, consultores, lectores y colaboradores, a seguir juntos sembrando el mañana bajo la premisa de promover una ciencia útil a la humanidad y una tecnología accesible a la sociedad. Bienvenidos de regreso al futuro.



Encuesta 2015: **¿qué esperar del negocio de las telecomunicaciones?**

Por: Phil Anderson, BNAmericas
ptroy@bnamericas.com

Esta colaboración es una cortesía de BNAmericas que amablemente accedió a su publicación en nuestra revista. El informe fue dirigido por Phaedra Troy y editado por Christopher Lenton.

Resumen

Los servicios M2M, la Televisión Digital Terrestre (TDT), la consolidación de los operadores y los operadores móviles virtuales (OMV) son algunas de las tendencias que podrían destacarse este año en la industria de telecomunicaciones latinoamericana. Este informe revela los resultados de una encuesta que BNAmericas hizo a 42 expertos del negocio.

Palabras clave: Tendencias de Telecomunicaciones, América Latina, Encuesta

Abstract

Our aim with this survey was to explore issues relating to the trends that are expected to come to the fore in 2015, as covered in our October Telecom Intelligence Series report. These trends include M2M services, Digital Terrestrial TV, operator consolidation and MVNOs. Invitations for the survey were sent during November and December to our network of experts, resulting in 42 responses. The report shows the different views of telecom players (such as vendors, governments, analysts, suppliers and operators) regarding the expected industry developments through a statistical analysis from the survey carried out.

Keywords: Telecommunications Trends, Latin America, Survey

Introducción

Los servicios M2M, la Televisión Digital Terrestre (TDT), la consolidación de los operadores y los operadores móviles virtuales (OMV) son algunas de las tendencias que podrían destacarse este año en la industria de telecomunicaciones latinoamericana. Este informe revela los resultados de una encuesta que BNAmericas hizo a 42 expertos del negocio.

Un 47,6% de los encuestados pertenece al sector de proveedores (como distribuidores de dispositivos, software y hardware de red), un 28,6% al de actores secundarios (como el gobierno y los analistas) y un 23,8% al de operadores, incluidas asociaciones de la industria.

Dentro de cada grupo existe una diversidad demasiado grande como para crear subgrupos, con la excepción de los proveedores de hardware de red (un 21,4%, casi la mitad de los proveedores) y los analistas de la industria (un 12%, prácticamente la mitad de los actores secundarios).

Asimismo, el 62% de los encuestados representa a organizaciones multinacionales con sede fuera de América Latina y un 38% proviene de organizaciones de la región. Las respuestas de los participantes de las multinacionales diferían muy poco del consenso general, pero al desglosar por encuestado proveniente de organizaciones de la región se observaron algunas ocasiones en que las respuestas se alejaban de manera significativa del consenso.

La responsabilidad de hacer crecer la industria de las aplicaciones

Algunos de los temas que más se tocan en la industria son la Internet de las Cosas y la ubicuidad de los teléfonos inteligentes, dos fenómenos que prometen una mayor variedad de servicios y aplicaciones. La pregunta es, ¿una vez que la conectividad y los dispositivos están en orden, necesita la industria de las aplicaciones un impulso adicional (por ejemplo del gobierno) o puede continuar desarrollándose por sí sola?

En general, el 60% piensa que depende de los desarrolladores. La baja incidencia del “gobierno” entre las respuestas (9,5%) sugiere que la mayoría de los encuestados cree que todas las políticas y herramientas necesarias están implementadas y que el principal factor limitante es la motivación y los recursos de los desarrolladores. Sin embargo, un 24% puso igual énfasis en todos los actores, lo que significa que el papel del gobierno puede descartarse por completo.

Entre los operadores, el porcentaje que cree que depende más de los desarrolladores fue de un 45%, aún muy por sobre el 18% de cada una de las opciones restantes, mientras que los fabricantes de equipos originales (OEM, por sus siglas en inglés) no obtuvieron votaciones en este grupo.

Los proveedores se destacaron por ser el único grupo que consideró que los fabricantes de equipos originales tienen un papel importante en este negocio. Las opciones “Todos” y “Fabricantes de equipos originales” obtuvieron un 25% y un 21%, respectivamente, frente al 37,5% que obtuvo la opción “Desarrolladores”.

Al reducir este grupo a proveedores de hardware de red, el resultado fue que un 55% espera que los fabricantes de equipos originales tengan mayor rol en el desarrollo de las aplicaciones. En segundo lugar quedaron los desarrolladores, con un 33%.

¿Por qué entonces los operadores piensan que los fabricantes de equipos originales no tendrán participación en el ámbito de las aplicaciones,

mientras que los proveedores esperan que desempeñen un papel importante?

Bien, algunos de los fabricantes de equipos originales ya cuentan con tiendas de aplicaciones y con los recursos financieros para crear o conseguir las aplicaciones. Ahí podemos observar la lógica de los proveedores. ¿Podría ser la visión de los operadores un estímulo para que los fabricantes de equipos originales permitan a los operadores de red tener cierto control en esa área?

Aquellos que están involucrados indirectamente en la industria fueron tajantes al dar al gobierno una puntuación cero y escoger el “Capital de riesgo” (17,6%) en segundo lugar después de la opción de los “Desarrolladores” (52,9%).

Y dentro del subgrupo de analistas de la industria, el 100% escogió la opción de los “Desarrolladores” y un 50% otorgó igual importancia a la opción “Capital de riesgo”. Esto podría reflejar la idea de que los gobiernos latinoamericanos están dispuestos a diversificar sus recursos promoviendo la innovación y la cultura startup, pero preferirían que otros proporcionaran el financiamiento.

Pese a que los encuestados atribuyeron poca responsabilidad a los gobiernos para promover la industria de las aplicaciones, en la siguiente pregunta una gran mayoría concordó en que no son suficientes los gobiernos que están comprometidos con esta industria. En total, el 83% de los encuestados escogió la opción “No suficientes gobiernos”. Este resultado fue del 80% en el caso de los operadores, del 87,5% en el de los proveedores y del 83% para los actores secundarios.

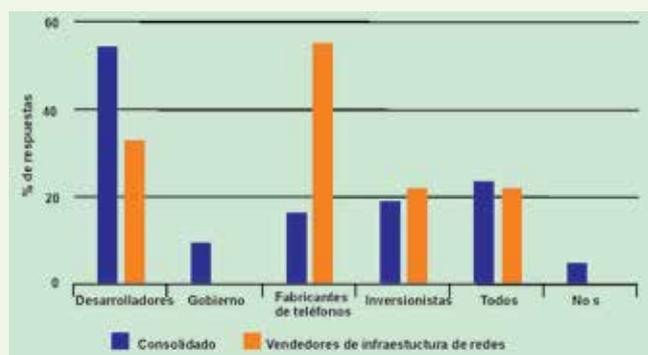


Figura 1. ¿Quién será el mayor contribuidor a la industria latinoamericana de desarrollo de aplicaciones? Vendedores de infraestructura de redes únicos en ver papel de Fabricantes en la industria de Apps.(Fuente: BNAmericas.com).

La Televisión Digital Terrestre como competencia de la Televisión Pagada

Este año al menos dos países en la región —México y Brasil— avanzarán con sus programas de apagón

analógico, lo que presumiblemente acelerará la migración de los consumidores a la Televisión Digital Terrestre (TDT). Esto promete una mayor variedad de canales de televisión abierta y algunos servicios especializados como canales HD, lo que podría ser suficiente para evitar que algunos consumidores recurran a proveedores de televisión pagada para estas opciones.

Algunos encuestados señalaron que el efecto de la TDT en realidad no es relevante comparado con el efecto de las opciones OTT, pero los resultados mostraron que un 36% de los encuestados espera que la TDT sí tenga un efecto en los precios de la televisión pagada.

De hecho, la cifra aumentó a un 50% en el caso de los encuestados cuya principal base de operaciones era México. Esto refleja indudablemente la intensa campaña de información en la prensa mexicana sobre la TDT, incluso si la amenaza más común es que el gobierno no haya entregado a toda la población televisores o receptores apropiados.

Los más optimistas fueron los proveedores. Un 45% concordó en que la TDT afectaría los precios de la televisión pagada (un 44% en el caso de los proveedores de hardware de red específicamente). Los operadores se mostraron poco decididos, con porcentajes casi iguales para todas las opciones, mientras que los actores secundarios fueron los más enfáticos en dudar del efecto de la TDT, al decir que no afectará los precios de la TV pagada en el 58,3% de los casos. Esta votación “No” fue igualmente sólida en el caso de los encuestados que representaban a entidades con sede en la región (a diferencia de los representantes locales de multinacionales extranjeras), con el 56%.

Un encuestado del ámbito de los operadores especificó que espera que los precios de la televisión pagada sí disminuyan, pero más bien debido a la competencia dentro del segmento que por causa de la influencia de la TDT.

Nuestros encuestados hicieron una distinción entre el efecto de una competencia de ese tipo en el precio y el efecto en la adopción, y concluyeron que es mucho más probable que lo que se vea afectado sea el precio, pero no una caída en la contratación de TV paga. De esta manera, en total solo un 23,8% dijo que espera un efecto de la TDT en la adopción de la televisión pagada.

Esta respuesta negativa fue revertida por los actores secundarios, cuyo 75% votó por “Ningún efecto en la adopción”, mientras que los operadores y proveedores se mostraron en gran medida indecisos. Un proveedor que estuvo de acuerdo con que la adopción de televisión pagada podría desacelerarse debido a la TDT también señaló que es probable que el modelo de televisión pagada ilimitada desaparezca gradualmente.

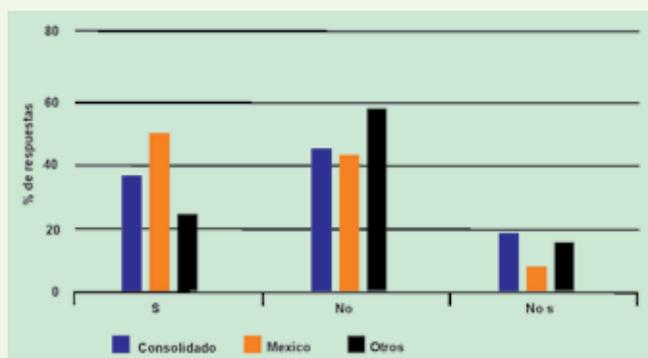


Figura 2. ¿Tendrá la TDT un efecto en los precios de la TV paga? Los jugadores indirectos seguros de que no hay efecto, los mexicanos no tanto. (Fuente: BNamericas.com).

Consolidación

Un tema importante de 2014 fue la consolidación de los operadores, particularmente en Brasil, lo que aumenta el espectro de mercados que regresarían a algo parecido a un monopolio. Sin embargo, al mismo tiempo hemos visto cómo en los últimos años los reguladores han intensificado sus normativas sobre la calidad del servicio y los derechos de los consumidores, de manera que quizás en muchos casos el marco regulatorio sea suficiente para eliminar cualquier impacto negativo.

La respuesta general arroja pocas luces sobre esta pregunta, ya que se produjo casi un empate entre las opciones “Control suficiente” y “Control insuficiente”.

Este empate refleja una diferencia de opinión entre los operadores y los proveedores, ya que el 60% de los encuestados de compañías de telecomunicaciones votó “Sí” (y solo un 20%, “No”) y el 60% de los proveedores votó “No” (un 35% votó “Sí”). Los actores secundarios se acercaron más a los proveedores, ya que el 67% de ellos dijo “No”, pero también un número mayor de ellos (un tercio) votó por la opción “Sí”.

Lo primero que debemos destacar es que es completamente natural que los operadores, cuyos pares directos son los que están siendo sometidos a la consolidación, acepten la situación.

Finalmente, todos ellos están interesados en conseguir toda la cobertura posible, y para un operador que está siendo desplazado por sus rivales, llega un punto en que la consolidación se convierte en el único medio de supervivencia. Por otra parte, los proveedores tienen un claro interés en prestar servicios a un mayor número de operadores.

Los actores secundarios probablemente están más en armonía con las necesidades de los consumidores, esto es, la competencia, pero al mismo tiempo comprenden que los operadores necesitan cierta flexibilidad para sobrevivir, lo que explicaría su visión mixta sobre este punto.

Para los encuestados activos principalmente en Brasil, el resultado en todas las categorías fue tan poco concluyente como el de todo el sondeo.

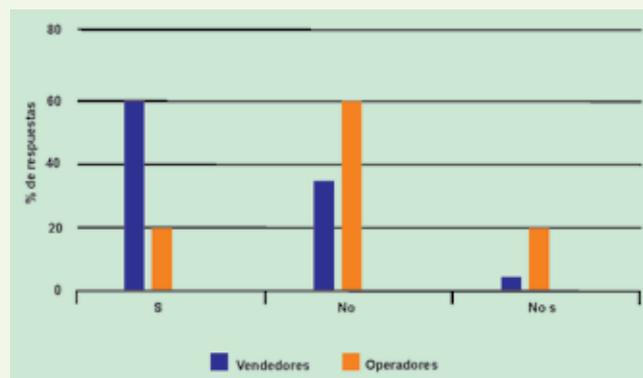


Figura 3. ¿Pueden las actuales leyes mantener a raya la tendencia de consolidación? Vendedores y Operadores tienen opiniones opuestas. (Fuente: BNamericas.com).

Panorama de inversión

La estructura de las dos preguntas que analizaremos ahora quizás fue demasiado ambigua para permitir un consenso, o quizás en realidad existe una amplia variación entre las opiniones de los actores.

En la pregunta sobre los planes de inversión de las compañías de telecomunicaciones, las respuestas consolidadas se dividieron casi equitativamente entre la opción completamente positiva, la opción “Falta de gasto de capital” y la opción “Falta de proyectos”.

La opinión fue más clara cuando se trató de los planes de inversión de los gobiernos, donde los encuestados se mostraron más críticos al votar en un máximo de un 35,7% por la opción “Falta de proyectos”, mientras que solo un 11,9% votó por la respuesta completamente positiva.

De los grupos que pudimos aislar en nuestro análisis, aquellos con operaciones principalmente con sede en Colombia fueron los más críticos, ya que un 47% de ellos escogió la respuesta completamente negativa y un 40% optó por la “Falta de proyectos”.

Indagando más en los puntos de vista sobre los planes de las compañías de telecomunicaciones, los proveedores fueron el único grupo con miembros que seleccionaron la opción completamente negativa, aunque “Falta de gasto de capital” fue la opción más popular en este grupo.

Los operadores se mostraron indecisos entre la opción completamente positiva y la “Falta de gasto de capital”, mientras que los actores secundarios también se mostraron indecisos pero entre la opción completamente positiva y la “Falta de proyectos”. Este fue el único grupo bastante crítico respecto de la planificación de proyectos en el área de las firmas de telecomunicaciones.

El subgrupo de entidades originarias de la región fue el único cuyo voto por la opción completamente positiva superó a las otras opciones, aunque solo marginalmente.

Los encuestados enfocados en Brasil mostraron una respuesta similar a la de los operadores, dividida entre la opción completamente positiva y la “Falta de gasto de capital”, mientras que el grupo enfocado en México se inclinó más hacia la respuesta de “Falta de proyectos” (44%) y agregó un elemento negativo, dado que un 19% de ellos optó por la respuesta completamente negativa.

Esto podría ser una vuelta al proyecto e-México del periodo 2000-2009, al que normalmente se le cataloga de deficiente, o posiblemente una sensación de que el actual enfoque en la reforma del sector, aunque necesaria, podría tener prioridad sobre el desarrollo nacional. Además, algunos han cuestionado el énfasis en las entidades estatales dentro de la reforma del sector y el Plan Nacional de Desarrollo (PND 2013-2018), donde proyectos individuales han provocado ciertas críticas.

Dos encuestados señalaron que otros inconvenientes a considerar son la dificultad que enfrentan los operadores móviles —en toda la región— para aplicar suficientes recursos de ingeniería a sus proyectos, y el riesgo de que la decreciente economía de Brasil ponga en peligro los planes de inversión.

Los proveedores de hardware de red fueron el único subgrupo que no entregó respuestas completamente positivas en su evaluación de los gobiernos, y difirió del resto al tender más hacia la respuesta de “Falta de gasto de capital” (44%). Y si bien el subgrupo de analistas de la industria fue el único que no escogió la opción completamente negativa, sus respuestas se dividieron entre las opciones de “Falta de gasto de capital” y “Falta de proyectos”. Un analista comentó que la falta de planificación es un problema común con los reguladores.

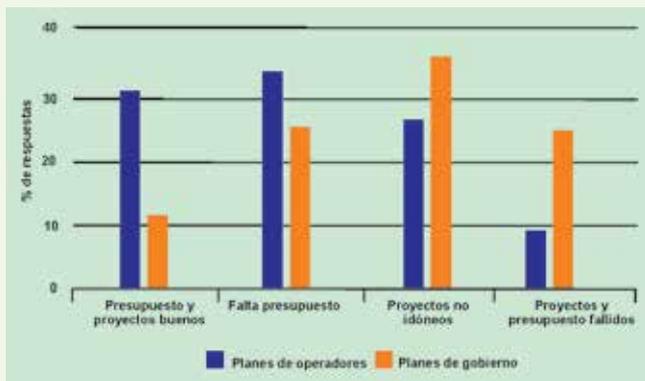


Figura 4. ¿Qué frase describe mejor los planes de inversión de los operadores y de los gobiernos? Respuesta Consolidada: Percepción negativa de gobiernos, positiva de operadores. (Fuente: BNamericas.com).

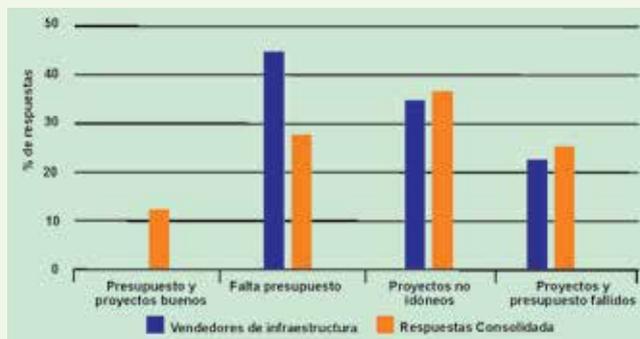


Figura 5. ¿Qué frase describe mejor los planes de inversión de los gobiernos? Los vendedores criticaron presupuesto más que elección de proyectos. (Fuente: BNamericas.com).

Gobernanza de Internet

La discusión de este tema parece ir de un lado a otro, luego de que Brasil defendiera la idea para después abandonarla, y la Comisión Federal de Comunicaciones de EE.UU. (FCC, por sus siglas en inglés) diera un giro de 180 grados. No es de sorprender que en nuestra encuesta pocas personas esperaran que estas conversaciones llegaran a un consenso de beneficio para todos. Quizás sorprenda, de hecho, que esta opción obtuviera hasta un 17% de las respuestas.

Los que votaron de esta manera fueron un grupo mixto, pero principalmente de categorías distintas a los operadores. Sus otras respuestas mostraron que dudaban de la efectividad de las leyes de consolidación/antimonopolio en sus países de operación (86%) y que eran fuertes detractores de la planificación de proyectos por parte del gobierno (un 57% votó por la “Falta de proyectos”).

Esto nos deja con dos grupos principales: aquellos que no esperan ningún tipo de consenso (46%), y los que esperan que los actores de la industria terminen ganando (36%).

En este caso, fueron los proveedores contra todo el resto, ya que el 65% de los proveedores votó que las “Las conversaciones benefician a los actores de la industria”, mientras que el 80% de los operadores y el 65% de los actores secundarios escogió la opción de “No hay consenso”. La posición de los proveedores sin duda estuvo impulsada por los distribuidores de hardware de red, cuyo 67% votó por la opción “Las conversaciones benefician a los actores de la industria”. Obviamente los proveedores no les van a decir a sus clientes que retrasen las compras hasta que se haya resuelto la gobernanza de Internet.

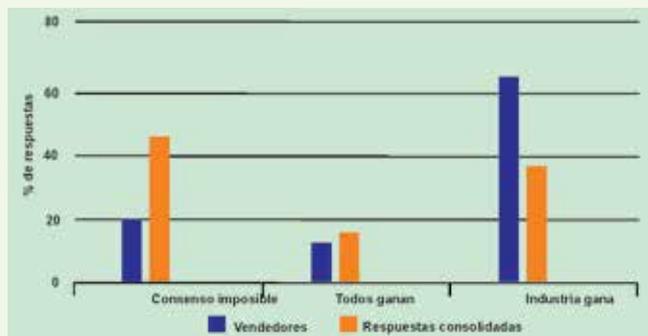


Figura 6. ¿Cómo espera que terminen las conversaciones por la Gobernanza de Internet? Los vendedores optimistas para la industria, otros esperan estancamiento. (Fuente: BNamericas.com).

¿Mantendrán los operadores su control sobre el negocio M2M?

Se espera que el segmento M2M sea un impulsor para la creación de operadores móviles virtuales (OMV) especialistas, y los rumores que rodean a la industria de las aplicaciones en general sugieren que el segmento M2M será un terreno fértil para los desarrolladores. Las compañías de telecomunicaciones se han apresurado a lanzar líneas de negocio M2M internas, pero sin duda hay un gran potencial para que otros entren en su territorio. El sentido común dice que resta ver “cuándo” ocurrirá, más que “sí” ocurre.

Una vez más, el resultado general en nuestra encuesta fue poco concluyente, ya que se observaron puntajes casi equivalentes para las tres alternativas (OTT gana: Las compañías de telecomunicaciones ganan: Comparten el mercado). Los proveedores en particular siguieron este patrón, mientras que las respuestas de los operadores fueron poco concluyentes ya que se dividieron equitativamente entre las opciones 50:50 y “No lo sé”. Lo que revela que los operadores –que están a la cabeza– se inclinan más a ver esta nueva oportunidad con incertidumbre.

Pese a la variación entre los proveedores, el subgrupo de proveedores de hardware de red se inclinó más hacia la opción OTT, y entre los especialistas de hardware de red que seleccionaron la opción “Las compañías de telecomunicaciones ganan”, uno dejó en esa opción el comentario “en el futuro cercano, al menos”. Además, un operador (de una firma internacional de transporte de comunicaciones) sugirió que con la consolidación de los servicios 4G y 5G, los actores OTT “posiblemente brindarán los mismos o mejores servicios, comparado con los operadores tradicionales”.

Por otra parte, esta postura fue contrarrestada por uno de los otros tipos de proveedores, un proveedor BSS/OSS, que señaló que se requiere de mucha infraestructura, lo que se traduce en una oportunidad limitada para los actores independientes.

De todos los grupos, lo que tuvieron la opinión más clara fueron los actores secundarios, particularmente los analistas de la industria, para los cuales la opción pro-OTT fue la favorita, con el 67%. Los encuestados provenientes de empresas con sede en la región también entregaron una respuesta muy clara, ya que un 50% de ellos votó por la opción 50:50.

Nuestra hipótesis sobre este punto es que las firmas locales prestan más atención al poder de grandes grupos de empresas de telecomunicaciones como Telefónica y América Móvil, que cuentan con los recursos para poner a prueba una serie de servicios y pueden hacerlos llegar a clientes corporativos existentes. No tienen la agilidad de los actores OTT, pero su sólida posición y conexión con clientes les otorga una ventaja permanente.

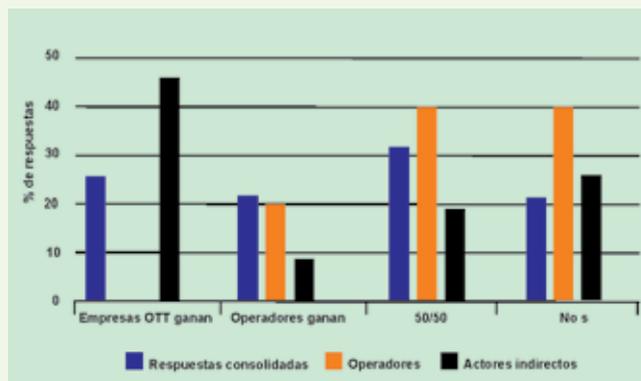


Figura 7. ¿Quién logrará dominar la oferta de servicios M2M? Operadores no lo tienen claro, actores indirectos ven triunfo de los OTT. (Fuente: BNamericas.com).

El modelo de OMV depende de más que solo el respaldo regulatorio

Tras aprobar las regulaciones para los OMV en 2010, Brasil se ganó la reputación de ser el mercado más amigable para este modelo, pero desde entonces se ha observado poca actividad. Incluso Chile, uno de los mercados latinoamericanos más avanzados en términos de OMV, creyó conveniente reelaborar sus regulaciones del 2005 para dar más poder al modelo. Esto, y la relativa tardanza en otros países en la elaboración de normas que favorezcan a los OMV, hicieron que nos preguntáramos por qué el modelo no está atrayendo a más candidatos.

Todos concuerdan en que, en general, no existen obstáculos legales que impidan a los OMV comenzar a operar en esta región, y en menor medida que existe suficiente conocimiento del modelo entre los potenciales candidatos.

La encuesta encontró una división entre aquellos que piensan que el problema se resume a un respaldo legal insuficiente y aquellos que creen que los candidatos aún están observando el destino de los primeros que se aventuraron.

Curiosamente, entre los operadores, la opción de “Falta de conocimiento” fue considerada importante, llevándose un 40% de los votos frente a un 50% para las “Leyes proteccionistas”, y muy pocos consideraron necesaria la “Prueba de concepto”. El primer punto conlleva a la pregunta de cómo proceder para atraer a candidatos a OMV y si esta es tarea del gobierno o de los operadores de red. El analista de Ovum, Ari Lopes, dijo hace poco que los operadores superaron su reticencia inicial a poner recursos de red a disposición de los OMV y ahora los reciben como socios necesarios para ayudar a monetizar las inversiones en la red. La visión de los operadores de que existe una falta de conocimiento incluso podría traducirse en frustración en la falta de interés percibida.

Los encuestados con operaciones principalmente en Brasil fueron a contracorriente al votar como la opción más importante la necesidad de leyes proteccionistas (73%) por sobre la prueba de concepto (47%), lo que podría reflejar la conciencia de que el gobierno de Brasil está afinando las regulaciones de OMV.

No obstante, los encuestados ubicados principalmente en Colombia —donde con seguridad podemos decir que el concepto se ha probado— mantuvieron la posición general de que la prueba de concepto es más importante que las leyes proteccionistas, pero la diferencia fue muy cercana, con el 57% y 50% de los votos, respectivamente.

Un encuestado del segmento de operadores no eligió ninguna de las opciones y en cambio comentó que todos son necesarios de modo que un OMV pueda obtener suficiente volumen para ser viable: “en Brasil con menos de un millón de suscriptores el modelo de OMV no funciona para el operador”. Un analista encuestado añadió que “más que nuevas leyes, los OMV requieren precios mayoristas justos”.

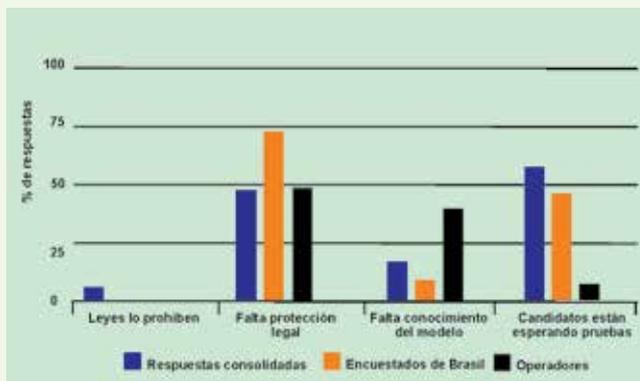


Figura 8. ¿Por qué algunos países no tienen operadores virtuales móviles? Candidatos esperando mejores condiciones, pero operadores culpan bajo perfil del modelo. (Fuente: BNamericas.com).

Conclusiones

Los operadores y proveedores se enfrentaron en sus respuestas en dos preguntas. Una de ellas era la que consultaba si los fabricantes de equipos originales tienen un papel en la industria de las aplicaciones. La otra apuntaba a saber si los países latinoamericanos tienen suficientes medidas regulatorias para evitar los efectos negativos de la consolidación. Concluimos que hay razones tácticas por las que estos grupos tendrían visiones opuestas.

Los operadores también se destacaron en su visión de que las potenciales firmas de OMV no están suficientemente conscientes de esa oportunidad, lo que hasta cierto punto confirma la idea de que los operadores hoy en día tienen mucho interés en atraer a socios OMV.

Los actores secundarios, en particular los analistas, estuvieron en general más decididos que los operadores y proveedores, por ejemplo en sostener que los actores OTT terminarán siendo más exitosos en el espacio M2M que los operadores de red y que la TDT no tendrá un impacto negativo en el negocio de la televisión pagada.

Los encuestados que representaban a organizaciones localizadas en la región sobresalieron por tener una visión positiva de los planes y capacidad de inversión de los operadores, así como también por su visión de que los operadores y actores OTT tienen iguales oportunidades de retener una participación en el negocio M2M. //

LAS NGN Y SU EVOLUCION A IMS

Por: MSc. Deborah Reyes Roig, Especialista B en Telemática y MSc. Alberto Javier García García, Especialista Principal, Departamento de Investigación y Desarrollo, Dirección Central de Desarrollo y Tecnología (DCDT), ETECSA.
deborah.reyes@etecsa.cu; alberto.garcia@etecsa.cu

Resumen

El presente trabajo ofrece una síntesis evolutiva desde las redes de conmutación de circuitos hasta las Redes de Próxima Generación (NGN). Se describen las capas, estructura y funcionamiento de las mismas con énfasis en el Subsistema Multimedia basado en IP (IMS), como eslabón fundamental para la unificación del control de las redes fijas y móviles. Se explican las ideas básicas y el orden en que debe realizarse una prueba de campo de la tecnología IMS para evaluar la factibilidad de la incorporación del sistema a la red de telecomunicaciones. De esta manera, se podrían simplificar los procedimientos de operación y mantenimiento, minimizar los costos, facilitar la puesta en marcha de servicios de valor agregado y dar un paso más a favor de la integración de las redes y los servicios.

Palabras clave: 3GPP, IMS, NGN, PSTN, Prueba de campo, Procedimientos.

Abstract

This work offers an evolutionary synthesis from Circuit Switching Networks to Next Generation Networks (NGN) describing layers, structures and functioning; emphasizing in the IP based Multimedia Subsystem (IMS), as main link for the unification of the control regarding fixed and mobile networks. The main ideas and the order for conducting a field test regarding IMS technology for evaluating the viability of incorporating the system to telecom networks are explained. In this way, the operation and maintenance procedures could be simplified, the expenses minimized, the value-added services could be more easily up and running and everything would be another step toward the integration of networks and services.

Keywords: 3GPP, IMS, NGN, PSTN, Field Test, Procedures.

Introducción

La industria de las telecomunicaciones está evolucionando hacia la unificación de las redes y los servicios. Son múltiples las tecnologías alámbricas e inalámbricas disponibles para garantizar el acceso de los usuarios a los servicios. A nivel mundial existe una fuerte tendencia al desarrollo de la banda ancha inalámbrica [1] mediante el empleo de tecnologías de tercera generación 3G / 3,5G como HSPA —*High Speed Packet Access*— y tecnologías como Wimax —*Worldwide Interoperability for Microwave Access*— y LTE —*Long Term Evolution*— debido a que ofrecen facilidades de despliegue rápido y capacidades de transmisión, unido a las ventajas que proporciona la movilidad.

Por su parte, el acceso por fibra óptica en el mundo llega en un alto por ciento hasta las instalaciones de los usuarios o muy cerca de ellas. Las tecnologías de fibra se combinan con xDSL —*Digital Subscriber Line*— que emplea el cobre para proporcionar servicios de banda ancha, reutilizando así la infraestructura existente de los operadores tradicionales de redes de telecomunicaciones y de las empresas de distribución de televisión por cable [2].

Entorno nacional

La Empresa de Telecomunicaciones de Cuba, S.A. (ETECSA) inició un cambio progresivo en todas las capas de la red de telecomunicaciones. La red GSM —*Global System for Mobile Communications*— está diseñada en su mayoría para voz y dispone de pequeñas capacidades para servicios GPRS —*General Packet Radio Service*— y EDGE —*Enhanced Data rates for GSM Evolution*—. Se comenzó a introducir la tecnología 3G en el país y se ha planificado iniciar su despliegue en zonas de interés turístico para garantizar la recuperación de estas inversiones. Por otra

parte, el desarrollo de la fibra ha estado dirigido a la construcción de la red de transporte nacional y las redes provinciales con anillos a fin de garantizar su seguridad; sin embargo, su capilaridad no llega, en la mayoría de los casos, a las cercanías de las instalaciones de los usuarios.

La red fija ha sufrido una migración paulatina, de centrales analógicas a digitales y, de ahí, a nodos de acceso multiservicio MSAN —*Multiservice Access Node*— con tecnología NGN —*Next Generation Network*—, de modo que coexisten la conmutación de circuitos con la de paquetes.

Se trabaja en la expansión de los servicios de correo electrónico, navegación nacional e internacional para el sector residencial y la población en general. Estos servicios se brindaban anteriormente al sector institucional, gubernamental y empresarial. Se utiliza para este propósito la red GPRS del servicio celular, los puntos de acceso a la red Wi-Fi y los enlaces DSL existentes. El desarrollo de las nuevas tecnologías y los servicios forma parte de los programas de informatización de la sociedad cubana para elevar los índices de penetración de voz y datos, que actualmente son bajos.

De redes PSTN a NGN

Las redes de telecomunicaciones hasta hace muy pocos años han sido redes independientes de voz y de datos. Inicialmente surgió la red telefónica pública conmutada —*Public Switched Telephone Network (PSTN)*— para los servicios de voz local y de larga distancia. Las centrales analógicas se sustituyeron por digitales y, utilizando la misma infraestructura, la red digital de servicios integrados permitió extender nuevos servicios al cliente (despertador automático, llamada en espera, conferencia tripartita, entre otros), en sus modalidades de accesos básico a 128 kbps y primario a 2,048 Mbps.

Las redes fijas de banda ancha se desplegaron exitosamente mediante las tecnologías xDSL y las redes ópticas pasivas —*Passive Optical Network (PON)*— con sus variantes: ePON (1 Gbps) y GPON (10 Gbps). Por otro lado, las redes celulares o PLMN —*Public Land Mobile Network*— se extendieron en todo el mundo a partir de la década de 1990 del siglo xx con la 1ra generación de celulares hasta lo que se conoce hoy como evolución a largo plazo o LTE, antesala de la 4ta generación.

El mantenimiento de estas redes fijas y móviles, diferentes en naturaleza, es elevado porque requiere gastos en la capacitación del personal especializado, en el mantenimiento de la propia infraestructura de la red y en las inversiones por obsolescencia tecnológica, multiplicadas por la cantidad de redes diversas para el mismo fin: el transporte y las señales de voz, los datos y el video.

Unificar las redes existentes a través de una infraestructura común de control y servicios basada en la conmutación de paquetes es la meta a alcanzar por las Redes de Próxima Generación (NGN).

Estructura de las redes NGN

Las NGN tienen una estructura formada por capas (Figura 1) y está integrada por los siguientes elementos:

- ♦ **Equipos terminales:** Pueden ser fijos o móviles, PC con *softphone*, *tablets*, celulares o teléfonos IP, capaces de conectarse de forma alámbrica o inalámbrica a los dispositivos de acceso.
- ♦ **Acceso:** Capa formada por *gateways (GW)*, que son traductores de circuitos a paquetes y viceversa, de diferentes capacidades. Existen dispositivos integrados de acceso —*Integrated Access Device (IAD)*— de

pequeña capacidad, entre 2 y 32 abonados, y de gran capacidad que pueden ser de acceso o troncales. Los GW de acceso permiten hasta 1900 abonados por bastidor y los troncales traducen flujos o troncos a paquetes y tienen una capacidad que varía desde un E1 (equivalente a 32 abonados) hasta 192 E1. Esta capa simula las tradicionales tarjetas de línea y de tronco de las centrales telefónicas tradicionales. En el caso de la telefonía móvil, la cadena de acceso es: terminal móvil, radiobase, controlador de radiobase y *gateway*.

♦**Comutación de paquetes:** Es la capa que proporciona conectividad a toda la red. Está constituida por una red de enrutadores basados en el protocolo IP con comutación de etiquetas MPLS —*Multiprotocol Label Switching*— que están dispersos en toda la geografía del país, formando el *backbone* IP/MPLS. Están soportados sobre una red de transmisión y como medio físico utilizan la fibra óptica.

♦**Control:** Está constituido por los llamados *softswitch*. Este órgano de control centralizado para toda la red permite gobernar hasta 2 millones de líneas en un espacio muy reducido, con el consiguiente ahorro de energía en comparación con las centrales tradicionales. Emplea protocolos de señalización H248 para llamadas no multimedia y protocolo de iniciación de sesión SIP —*Session Initiation Protocol*— para llamadas multimedia. El *softswitch* simula el software de control de una central digital de forma centralizada.

♦**Gestión y Servicios:** Contiene un conjunto de servidores para operación, mantenimiento, configuración y provisión de servicios. El objetivo es permitir el monitoreo y la gestión tanto de la red como del servicio para lograr un despliegue ágil de forma homogénea.

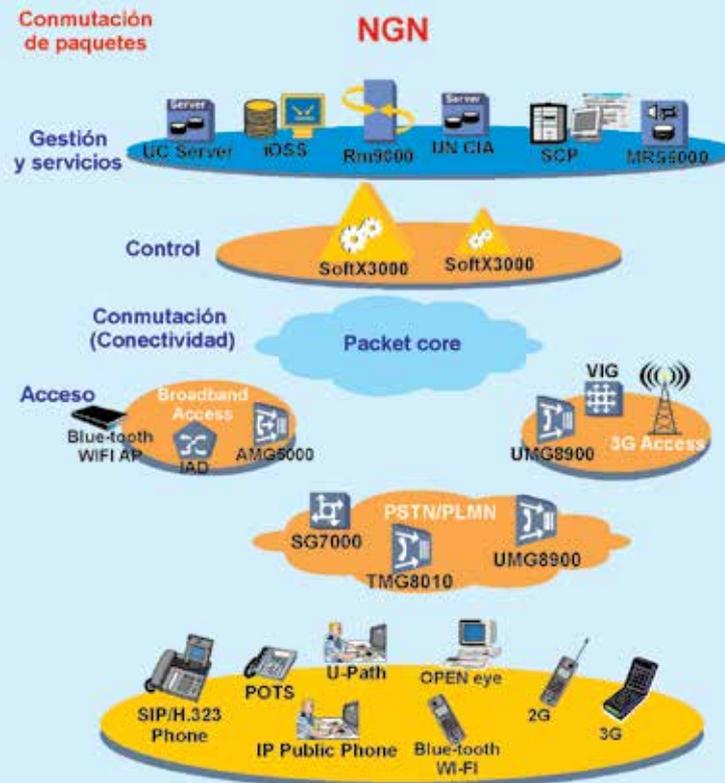


Figura 1. Capas de las NGN. (Fuente: [1]).

Esta es la estructura ideal que se quiere alcanzar con el desarrollo de las NGN a nivel internacional, pero esta etapa evolutiva es muy compleja y la situación real es que existen *softswitch* para la red fija y para la red móvil. Esto se debe a que las interfaces y codificaciones de línea se diferencian en los procedimientos de facturación y lógica del establecimiento de las llamadas. Además, los *softswitch* deben ser redundantes por motivos de seguridad. Aunque las redes fijas y móviles ya tienen puntos de coincidencia, todavía no se alcanza la convergencia total.

El próximo paso dentro del camino evolutivo a las NGN es la unificación del control a través de la filosofía IMS, la cual se describe a continuación.

IP Multimedia Subsystem (IMS)

IMS fue concebido originalmente por el foro 3G.IP, el cual desarrolló su arquitectura que fue llevada al Proyecto 3GPP —*3rd Generation Partnership Project*— como parte de su trabajo de estandarización de sistemas 3G para celulares en el Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles o UMTS, donde apareció por primera vez en la versión 5 [3]. A partir de la versión 5 se integró IMS en el núcleo de la red móvil [4], [5]. Las versiones posteriores fueron poco a poco mejorando el desempeño, por ejemplo:

♦**3GPP Versión 6:** Garantizó la conectividad con las redes inalámbricas —*Wireless Local Area Network (WLAN)*— y la interoperabilidad entre IMS utilizando diferentes redes de conectividad IP. Se estandarizaron los servicios de presencia.

♦**3GPP Versión 7:** Incluyó el soporte de la PSTN de conjunto con TISPN R1.1 mediante la función de *gateway* de control de acceso —*Access Gateway Control Function (AGCF)*— para interconectar redes IMS con redes de otro tipo.

♦**3GPP Versión 8:** Permitió el soporte de LTE e introdujo mejoras en el manejo de las sesiones de emergencia.

♦**3GPP Versión 9:** Incluyó las llamadas de emergencia sobre redes GPRS.

♦**3GPP Versión 10:** Adicionó el soporte para la transferencia entre dispositivos.

♦**3GPP Versión 11:** Proporcionó los servicios de localización a partir de la propia red. Continúan los trabajos de optimización de los procedimientos de llamada y el establecimiento de comunicaciones multimedia.

IMS se define como una arquitectura global de control de servicios y conectividad, basada en el protocolo IP e independiente del acceso, que permite la entrega de varios tipos de servicios multimedia a los usuarios finales. Combina movilidad con conectividad mediante el empleo de una red IP, factores que son cruciales para el éxito de los servicios en el futuro [6]. De este modo, IMS ofrece servicios multimedia sobre una red de conmutación de paquetes a través de diferentes redes de acceso. Fue diseñado para utilizar IPv6, protocolo de Internet que dispone de un espacio de direcciones IP significativamente grande con 128 bits de encabezado (en comparación con el de IPv4 que es de 32 bits), ya que los bloques de direcciones IPv4 se han agotado y se ha previsto una explosión de usuarios por el uso de dispositivos móviles. En la actualidad, los equipos comerciales permiten el uso de IPv4 e IPv6.

De IMS se pueden destacar las siguientes características:

- ♦Permite compartir los recursos de control de sesión, de transporte y los datos de usuario a diferentes aplicaciones.
- ♦Ofrece mecanismos para la gestión de los niveles de calidad de servicio.
- ♦Brinda servicios que combinan diferentes tipos de contenidos multimedia.
- ♦Facilita la creación de entornos en los que las aplicaciones de diferentes proveedores se integran en una única red de forma sencilla.

El concepto NGN tiene una proyección futurista y actualmente se dan pasos para llegar al estado de convergencia. Las diferencias entre la arquitectura NGN y la arquitectura IMS radican en la capa de control, mientras que el resto de la estructura de red permanece constante. Por este motivo, IMS es un paso evolutivo dentro de las NGN para alcanzar la integración total y permite disminuir los costos de operación de las redes de telecomunicaciones.

Las NGN existentes requieren *softswitch* distintos para el control de las redes fijas y móviles. IMS integra el control descomponiendo el *softswitch* actual en bloques funcionales que permiten acceder a los servidores que proveen los servicios para ambas redes. Las demás capas de la arquitectura de red como el acceso, el transporte de señales y las aplicaciones/servicios permanecen inalterables (Figura 2).

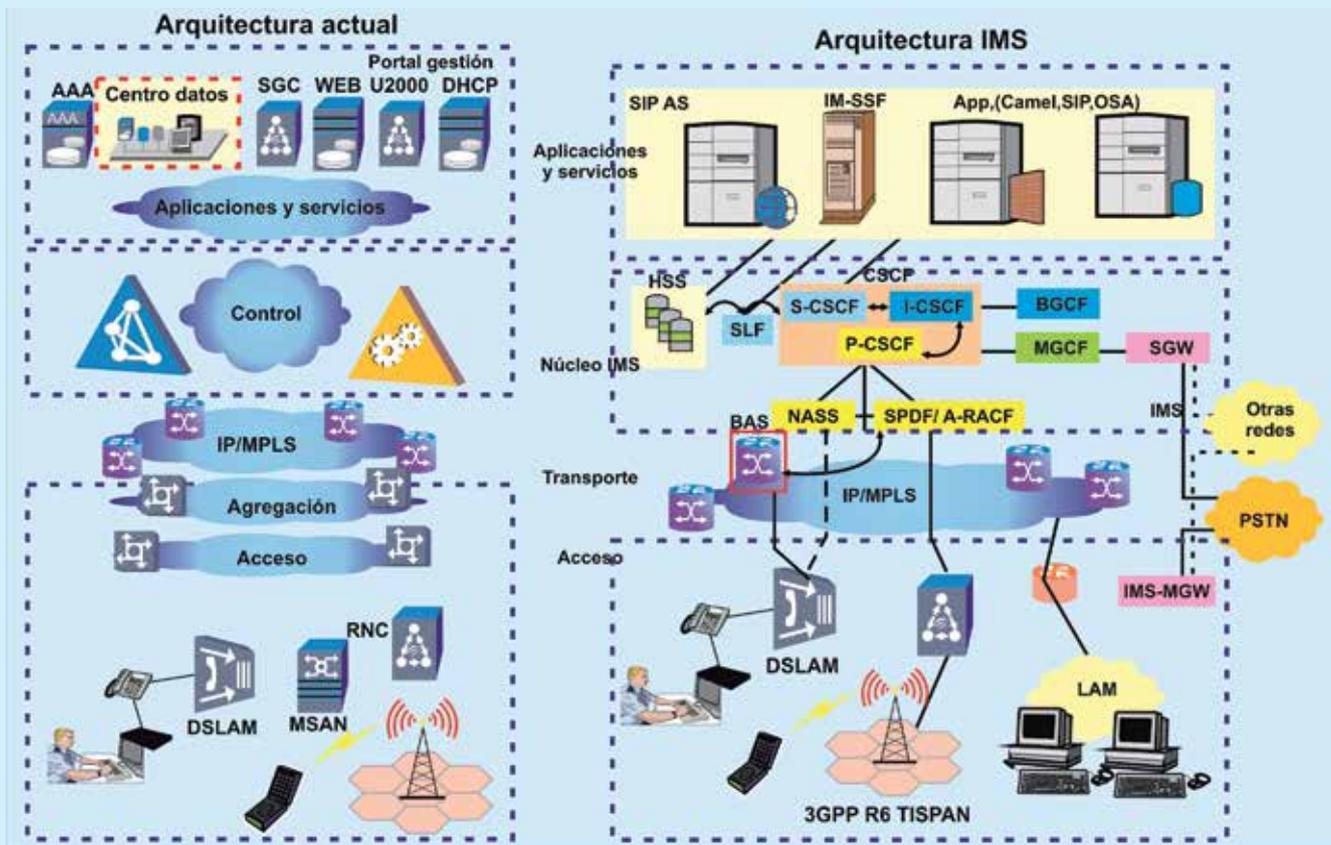


Figura 2. Arquitecturas NGN e IMS. (Fuente: DCDT).

El bloque funcional para el control de IMS se denomina CSCF —*Control Session Control Function*— y se basa en un conjunto de servidores que cooperan entre sí: Proxy (P), Servidor (S), Interrogador (I), Bases de Datos de usuarios: HSS —*Home Subscriber Server*— y SLF —*Subscriber Location Function*—. Existen otros bloques complementarios para la interconexión con la PSTN y otras redes.

Cuando un cliente inicia una sesión multimedia, la señalización SIP llega al Proxy (P) que encripta en IPSec —*IP Security*— para garantizar transacciones seguras. Se redirecciona la señalización hacia el servidor de interrogación (I) que localiza al servidor (S) para atender la solicitud. El servidor (S) pide al HSS una función de autenticación y se la envía al usuario. Este se autentica. Si el proceso es exitoso, (S) lo informa al HSS y obtiene los perfiles para el servicio solicitado. Se conecta finalmente al servidor de aplicación correspondiente y comienza el proceso de facturación del servicio.

Servicios que brinda IMS

IMS brinda un conjunto de servicios multimedia a los cuales se accede a través de una sola dirección IP y con el dispositivo que se disponga [5]. Entre los más importantes se encuentran:

- ♦ **Servicio de presencia:** Permite a los clientes disponer de información sobre los sitios que frecuentan o son importantes como si estuvieran en estos.
- ♦ **Push to talk over cellular (PoC):** Permite la comunicación punto a punto o punto-multipunto entre usuarios al activar un botón del celular.
- ♦ **Servicio de gestión de grupos:** Posibilita que los usuarios guarden sus datos en servidores del proveedor de servicios para acceder

remotamente y modificarlos. Muchos de los servicios de presencia y PoC requieren de estos datos. Admite crear y manejar listas de personas para su uso por cualquier servicio desplegado en la red, por ejemplo, las listas de compañeros, de control de acceso, grupos de chat públicos o privados, etc.

♦**Servicio de mensajería:** Proporciona los medios para que un abonado envíe o reciba mensajes, incluyendo mensajería instantánea, de manera individual o colectiva, como los juegos móviles. Los usuarios se unen a una sala de conversación para recibir el servicio.

♦**Conferencias:** Permite videoconferencias IP entre varios clientes simultáneos. Incluye audio, video, juegos o mensajería instantánea. El servidor de conferencia es el controlador de la misma.

♦**Servicio de localización:** Suministra ubicación sobre la localización física de un usuario de acuerdo a las reglas de seguridad y privacidad impuestas por la red. Los usuarios se benefician con este servicio al determinar la posición de lugares de interés, amigos, familia (cuando están autorizados) o su propia ubicación [7].

Seguridad

IMS aboga por una infraestructura de servicio abierta e interoperable, por lo que una de las principales preocupaciones es la seguridad y esto determinará el futuro del despliegue. Los esquemas de seguridad de IMS son adicionales a los de las redes de acceso IP (GPRS, LTE, WiMAX) ofreciendo un nivel superior de seguridad.

La arquitectura abierta y distribuida garantiza mayor flexibilidad en la implementación y el despliegue, pero también crea una multitud de puntos de interfaces que se deben proteger. Es por ello que el Grupo de Trabajo Técnico de Especificación No. 3 del 3GPP tiene la responsabilidad de realizar el análisis de las posibles amenazas, determinar los requisitos de seguridad y privacidad, especificar las arquitecturas y los protocolos, así como asegurar la disponibilidad de algoritmos criptográficos que necesitan ser parte de las especificaciones de estos sistemas [8].

El despliegue inicial debe satisfacer los requisitos del estándar cumpliendo con la arquitectura de seguridad de la especificación técnica TS 33.203 de la 3GPP que asocia cinco puntos de protección [9]. Este modelo identifica dónde ocurre el intercambio de mensajes SIP y cuáles son los puntos vulnerables. Tiene un enfoque limitado a los componentes IMS de la arquitectura 3G, no especifica los mecanismos de acceso de autorización para los subyacentes dominios de circuito conmutado o de conmutación de paquetes. El objetivo es garantizar la seguridad del acceso y de la señalización SIP entre la red IMS y el usuario final. Cuando un usuario activa su dispositivo o se mueve entre sitios de célula, hay una necesidad mutua en la cual el operador de red debe saber que la suscripción del dispositivo es legítima y el usuario que la red a la que se conecta también lo es. La autenticación de usuario se realiza utilizando funciones *hash* y, si el resultado es exitoso, se procede al registro IMS del terminal con el fin de iniciar una sesión multimedia de forma segura.

De acuerdo con el estándar, el núcleo IMS debe utilizar IPSec para la interacción entre sus bloques funcionales, aunque el hardware se encuentre distribuido en varias localizaciones de red. Asimismo, se debe emplear el mecanismo de autenticación y control de acceso comúnmente llamado AKA —*Authentication and Key Agreement*—. Sin embargo, existen otros mecanismos definidos para

cubrir las necesidades de terminales heredados y permitir un despliegue más rápido, los cuales se describen en la recomendación TR 33.803 que sirve de guía en la selección del método de autenticación más adecuado [10].

Los mecanismos de autenticación mencionados anteriormente se deben extender a nivel de aplicación o servicio mediante lo que se conoce como GAA —*Generic Authentication Architecture*— [11]. Esta arquitectura emplea dos mecanismos de autenticación: uno se basa en la posesión de un secreto compartido entre las entidades comunicantes —*Generic Bootstrapping Architecture* (GBA)— derivada de las claves utilizadas en la autenticación AKA, y la otra basada en criptografía asimétrica (claves pública y privada) o PKI —*Public Key Infrastructure*— y certificados digitales —*Support for Subscriber Certificates* (SSC)—.

Por último, se debe cumplir con las políticas de seguridad entre dominios. Estas políticas se garantizan con *gateways* de seguridad (SEG) que son los responsables de establecer una asociación de seguridad con el SEG par, aplicando las normas de protección de datos, filtrado y capacidades de cortafuegos. La misma es cifrada mediante el protocolo de seguridad IPSec en modo túnel. Se establecen asociaciones de seguridad tanto para la señalización entrante como para la saliente con el objetivo de soportar el tráfico bidireccional.

Numerosos dispositivos, como cortafuegos para SIP, SBC —*Session Border Controller*— y otros *gateways* de aplicaciones específicas, son parte de las soluciones de seguridad propuestas por los proveedores. Se debe evaluar, entre otros elementos, el rendimiento de estos dispositivos, así como la arquitectura fundamental de su despliegue para garantizar el éxito del modelo de seguridad.

Además, se debe tener en cuenta otras áreas implicadas en la gestión de la seguridad como la QoS, la facturación, el cobro y la habilitación de los servicios.

Pruebas a la tecnología IMS en Cuba

Se instaló un núcleo IMS en la capital con el objetivo de lograr la expansión de líneas fijas en el país, al cual se le realizan pruebas de campo para evaluar sus prestaciones y comportamiento. Para ello se configuran los bloques funcionales correspondientes al control CSCF, de servicios, bases de datos y pasarelas de media y de señalización. Se hizo interoperable este núcleo con las redes PSTN, PLMN y NGN existentes a través del MGCF —*Media Gateway Control Function*— y AGCF, permitiendo el acceso al *backbone* IP/MPLS mediante el empleo de conmutadores y cortafuegos del mismo proveedor. Se instalaron nuevos nodos de acceso multiservicio (MSAN) con protocolos de señalización H.248 y SIP lo que permitirá comparar y evaluar la posible inserción de los mismos en la red de telecomunicaciones.

El escenario propuesto para la realización de los protocolos de prueba se muestra en la figura 3.

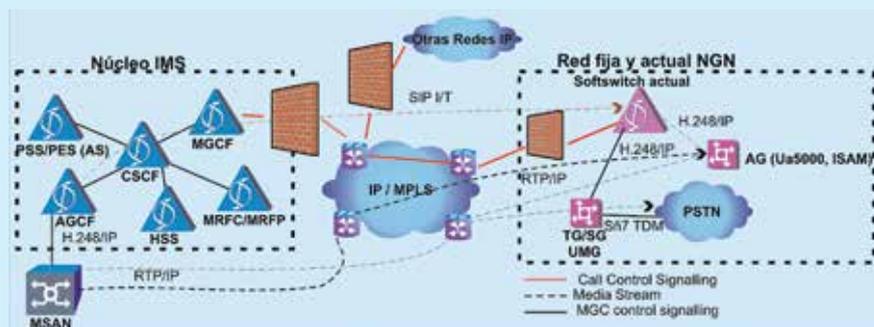


Figura 3. Esquema básico de pruebas. (Fuente: ZTE).

Se comprobó la robustez del hardware, el sistema de energía, los protocolos de señalización y el sincronismo, así como los sistemas de provisión, facturación y gestión. También se crearon nuevos perfiles de usuarios que se almacenan en el HSS y el servidor SSS —*Supplementary Services Server*— para proporcionar y satisfacer la demanda de servicios suplementarios y de emergencia.

Actualmente, se están comprobando los puntos de seguridad para minimizar los riesgos y las vulnerabilidades en la red, mitigando los posibles ataques.

En etapas posteriores se completará la infraestructura de red para garantizar el despliegue de los servicios y recuperar los costos de la inversión.

Conclusiones

La interoperabilidad de IMS con las redes PSTN, PLMN y NGN existentes permitirá extender los servicios nacionalmente a costos inferiores a los que hoy se registran.

Las experiencias prácticas que se obtengan en las pruebas facilitarán la proyección estratégica para la evolución de la red, incluyendo la migración de los nodos de acceso de diferentes fabricantes desde la red NGN existente hacia el nuevo IMS.

La puesta en marcha de la tecnología IMS en el entorno nacional constituye un paso necesario con vistas a la unificación del control de las redes fijo-móvil lo que contribuirá a simplificar los procesos de operación, mantenimiento, provisión y gestión. ▀

Referencias bibliográficas

[1] García, Alberto J. "Redes de Próxima Generación en Cuba: Implementación y experiencias" *Tono Revista Técnica de ETECSA*, vol.6, no.3, 2007, pp.31-38.

[2] Camarillo, Gonzalo; García-Martín, Miguel A. *The 3G IP Multimedia Subsystem (IMS)* L. John Wiley & Sons, Ed. Finlandia, 2004, pp.5-120, 300-350.

[3] 3GPP, *3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; IP Multimedia Subsystem (IMS)* Francia, 2009, pp.1-30, 248-251.

[4] IEEE, *Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking (TISPAN) I*. Transaction, Ed. Sophia Antipolis Cedex - Francia, 2012, pp.1-41.

[5] Poikselka, Miikka; Mayer, Georg. *The IMS. IP Multimedia Concepts and Services*. J. W. S. Ltd, Ed. Finlandia, 2009, pp.3-30, 47-57, 139-218.

[6] Handa, Arun. *System Engineering for IMS Networks*. E. Inc., Ed. Oxford, UK, 2009, pp.3-50.

[7] KEN. Salchow. Jr, *Introduction to the IP Multimedia Subsystem (IMS): IMS Basic Concepts and Terminology*. F. N. inc, Ed. París: White Paper, 2007, p. 4.

[8] 3GPP, 3rd Generation Partnership Project. <http://www.3gpp.org/specifications-groups/sa-plenary/sa3-security> (acceso enero 14, 2014).

[9] 3GPP, 3rd Generation Partnership Project. *Access security for IP-based services*. 2014. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/33_series/33.203/ (acceso enero 14, 2014).

[10] 3GPP, 3rd Generation Partnership Project. *Coexistence between TISPAN and 3GPP authentication*, 2007. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/33_series/33.803/ (acceso enero 14, 2014).

[11] 3GPP, 3rd Generation Partnership Project. *Generic Authentication Architecture*. 2013. http://www.3gpp.org/ftp/specs/archive/33_series/33.220/ (acceso enero 14, 2014).

(Artículo recibido en noviembre de 2014 y aprobado en marzo de 2015).

Impacto y explotación de las redes GPON en Cuba en el segmento de acceso

Por: MSc. Adalberto Gerardo Rojas Vargas, Especialista B en Telemática,
Departamento de Investigación y Desarrollo, Dirección Central de Desarrollo y
Tecnología (DCDT), ETECSA.
adalberto.rojas@etecsa.cu

Resumen

Este artículo muestra las ventajas de la transmisión de voz y datos a través de las redes GPON utilizando la fibra óptica. Esta nueva tecnología de acceso ha permitido que servicios como la televisión de alta definición, el *streaming* y las aplicaciones multimedia lleguen a los usuarios de manera más eficaz y menos costosa. Asimismo, el trabajo evalúa la tecnología GPON que se está implementando en Cuba y expone los resultados de las pruebas de campo realizadas en la provincia Ciego de Ávila encaminadas a brindar acceso a servicios convergentes en la red nacional.

Palabras clave: Redes GPON, FTTx, Transmisión, Cuba, Pruebas de campo

Abstract

This article shows the advantages of the voice and data transmission through GPON networks using fiber optic. This new access technology has allowed services such as high definition TV, streaming and multimedia applications to reach the users in a more efficiently and less expensive way. It evaluates the GPON technology implemented in Cuba and exposes the results of field tests carried out in Ciego de Ávila province aimed at provisioning access to convergence services in the national network.

Keywords: GPON Network, FTTx, Transmission, Cuba, Field Tests

Introducción

Actualmente, los proveedores de redes y servicios de telecomunicaciones están definiendo nuevas redes convergentes de banda ancha basadas en la utilización del protocolo de Internet (IP) en el núcleo de acceso. Esto permite ofrecer más servicios sobre la misma infraestructura a precios competitivos, reducir la inversión necesaria en equipamiento de red y optimizar los recursos de fibra óptica.

La creciente demanda de servicios de acceso hasta el usuario final requiere un mayor ancho de banda para su soporte. Los métodos actuales como xDSL pueden satisfacer estas necesidades, pero su principal restricción es que no pueden cubrir grandes distancias desde el DSLAM —multiplexor de línea de acceso de abonado digital— en el centro telefónico hasta el usuario final a través de los actuales tendidos de red de cobre. Es por ello que los proveedores de servicios de Internet (ISP) han comenzado a emplear las redes ópticas pasivas GPON —*Passive Optic Network*— para sustituir el cableado de cobre y llegar lo más cercano posible al hogar con fibra óptica, solución que resulta ideal cuando las tasas de transmisión y el costo se convierten en un criterio de decisión para este mercado [1]

Evolución de las redes PON

La red GPON toma como base la tecnología FTTx —*Fibre to the x*—, donde x puede denotar distintos destinos y la elección de una arquitectura u otra dependerá fundamentalmente del costo unitario por usuario final y del tipo de servicios que quiera ofrecer el operador [1]. La filosofía de esta arquitectura se basa en compartir los costos del segmento óptico entre los diferentes terminales a fin de reducir el número de fibras a utilizar. La implantación de GPON está tomando fuerza, especialmente en países como los Estados Unidos y Japón, donde muchos operadores reducen la promoción de servicios ADSL en beneficio de la fibra con el objetivo de proponer servicios muy atractivos de banda ancha para el usuario (vídeos, aplicaciones multimedia en tiempo real, televisión de alta definición, etc.) [2].

Durante la década de los años 90, se concibió como una solución para ofrecer acceso de fibra óptica a los usuarios por su funcionalidad de punto a multipunto. Una de sus características más significativas es que no requiere dispositivos electrónicos u opto-eléctrico activos para la conexión entre el abonado y el operador lo que permite menor inversión y gastos de mantenimiento. Esta nueva arquitectura es una evolución de menor costo a alternativas tradicionales como las redes punto a punto o las redes conmutadas, puesto que reduce el equipamiento necesario para la conversión. Debido a la invención de nuevas técnicas de transmisión de datos y al auge de la red PON, se establecieron nuevas clases de esta red como se describe en la tabla 1.

PARÁMETROS	IEEE EPON	ITU-T GPON	UTI- T BPON
Velocidad de línea descendente (Mbps)	1250	1244.16 o 2488.16	155.52 o 622.08 o 1244.16
Velocidad de línea canal ascendente (Mbps)	1250	155.52 o 622.08 o 1244.16 o 2488.32	155.52 o 622.08
Codificación de línea	8b/10b	NRZ (+ aleatorización)	NRZ (+aleatorización)
Direccionamiento por nodo (min)	16	64	32
Direccionamiento por nodo (máx.)	256	128	64
Alcance tramo de fibra	10 Km o 20 Km	20 Km	20 Km
Protocolo nivel 2	Ethernet	Ethernet sobre ATM (GFP) y/o ATM	ATM
Soporte de tráfico TDM (voz, datos)	TDM o IP	TDM nativo sobre ATM o TMD o IP	TMD o IP
Flujos diferentes de tráfico por sistemas PON	Depende de LLID / ONUs	4096	256
Capacidad ascendente para tráfico IP	< 900 Mbps	1160 Mbps	500 Mbps
Gestión y mantenimiento OA&M	Ethernet OAM, SNMP	PL OAM + OMCI	PL OAM + OMCI
Seguridad en descendente	DES	AES	AES

Tabla I. Comparación entre EPON, GPON y BPON. (Fuente: [3]).

A partir de estos tipos de PON, muchos fabricantes de equipos comenzaron a brindar soluciones rápidas y confiables para el mercado. Los estándares fueron aprobados en 2003 y 2004 por la ITU-T mediante las recomendaciones G.984, G.984.4 y G.984.5, que todos los desarrolladores deben cumplir para garantizar la interoperabilidad [4].

Las figuras 1 y 2 muestran una visión general sobre la evolución de las redes de acceso PON desde 1994 hasta la actualidad y su estandarización según los diferentes protocolos incorporados durante su gradual desarrollo, donde se estiman velocidades de 250 G en el acceso para el 2020.

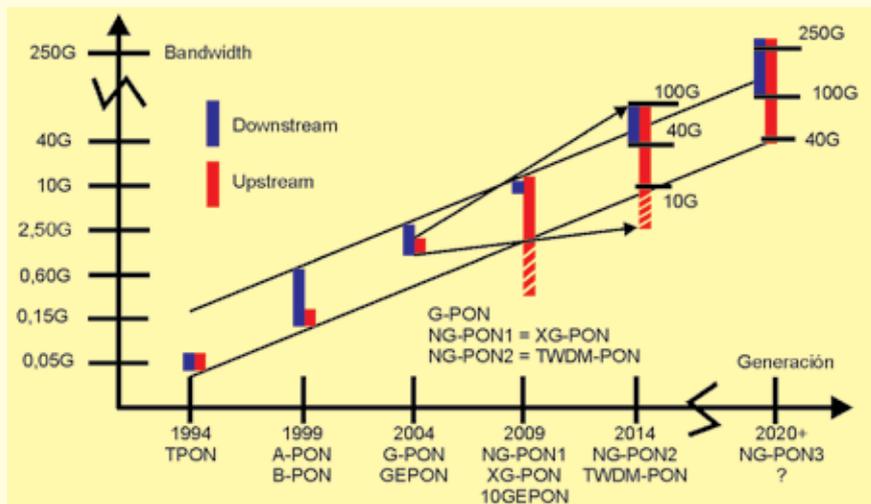


Figura I. Evolución de redes de acceso xPON. (Fuente: IEEE (EPON), UIT (GPON) [1]).

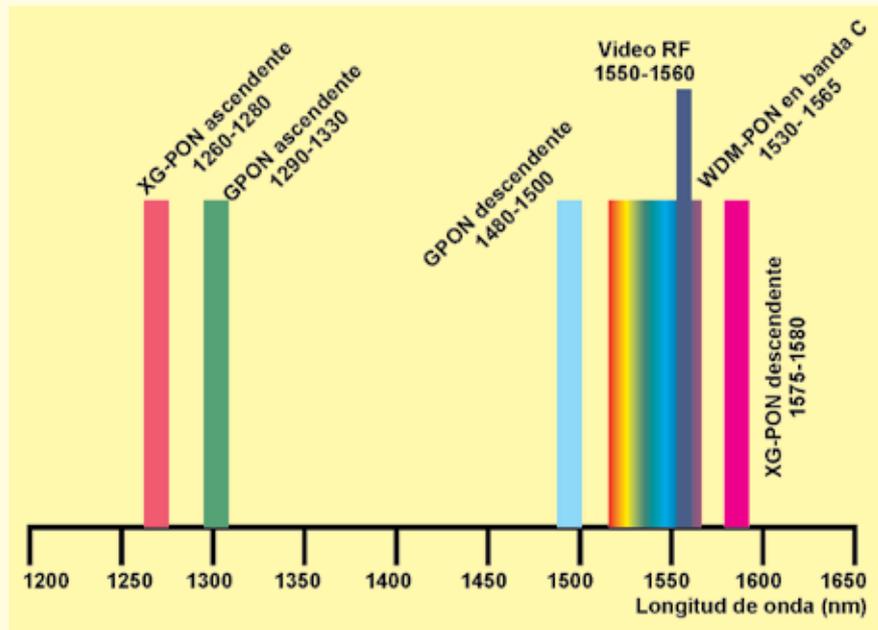


Figura 2. Asignación de espectro óptico GPON, XGPON, WDM-PON y video RF. (Fuente: UIT).

Descripción general de las redes GPON

La idea básica de la red GPON es conectar varios usuarios a la oficina central (CO) a través de una fibra que se puede dividir, lo más cerca posible de los usuarios finales, en líneas separadas de modo que cada una conecte un equipo de abonado. Estas redes constan de dos elementos activos, el terminal de línea óptica (OLT) ubicado en la CO del operador, una unidad de red óptica (ONU) ubicada en el cliente y un elemento pasivo de distribución —Red de Distribución Óptica (ODN)—, como se muestran en la figura 3.

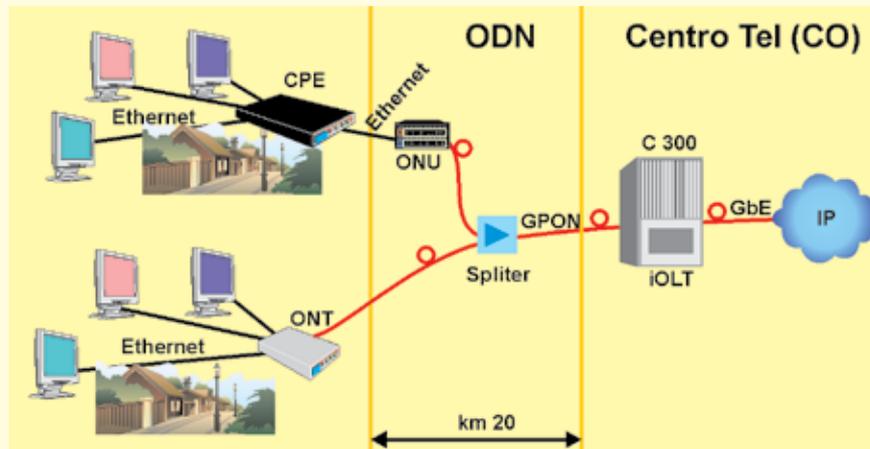


Figura 3. Diagrama general de la red GPON. (Fuente: ZTE [5]).

El OLT consta de varios puertos de línea GPON, cada uno soporta hasta 64 ONU. Aunque, en dependencia del suministrador, existen sistemas que pueden alojar hasta 14336 ONU (considerando una estructura de 19" con 14 tarjetas de servicio con 16 puertos PON y una razón de división de 1:64), en el mismo espacio que un DSLAM. En las arquitecturas FTTN, las ONU son sustituidas por MDU —*Multi-Dwelling Units*—, que ofrecen normalmente VDSL2 hasta las casas de los abonados, reutilizando así el par de cobre instalado pero, a

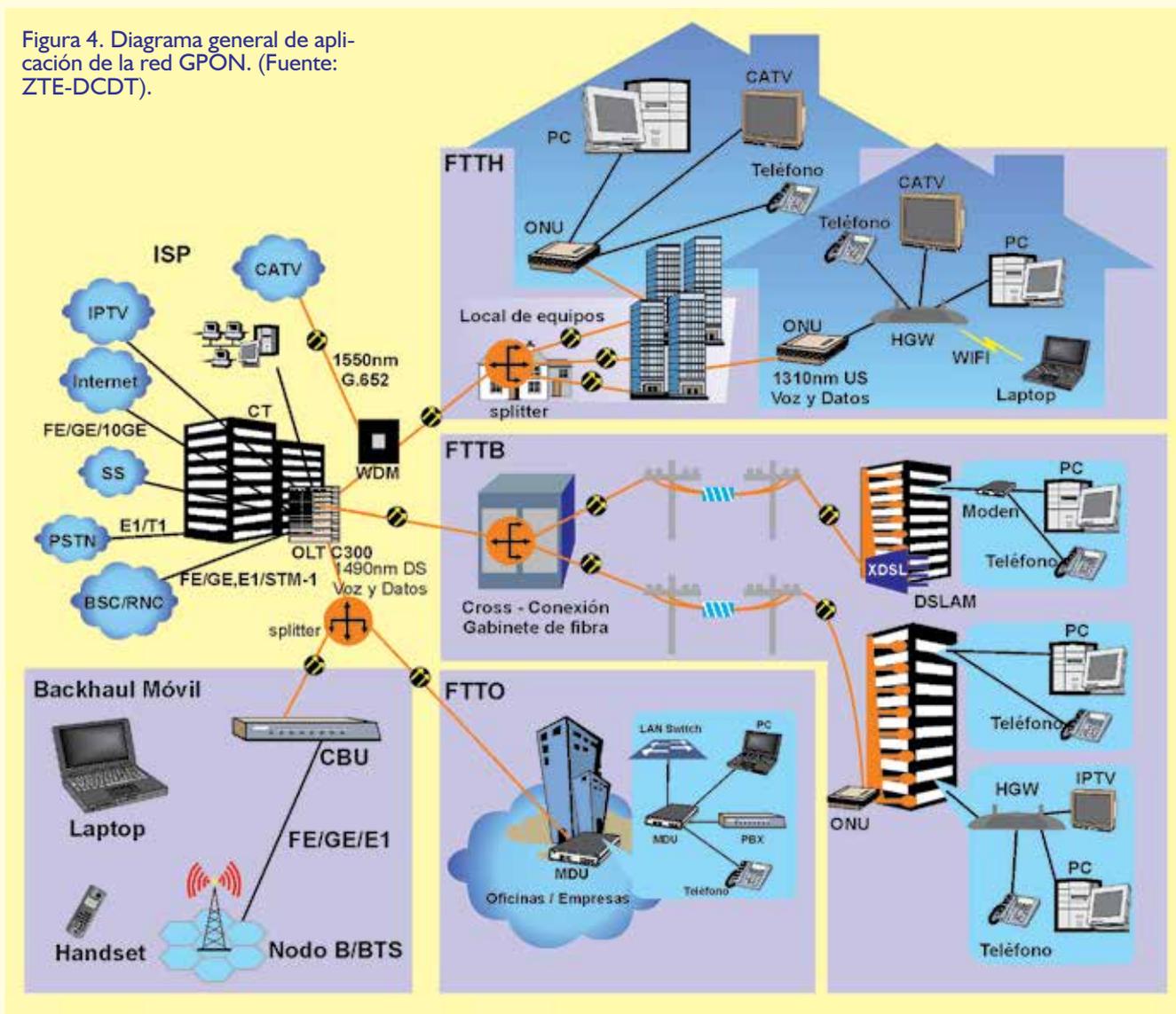
su vez, consiguiendo las cortas distancias necesarias para lograr velocidades simétricas de hasta 100 Mbps por abonado.

La conexión del OLT con la ONU se realiza a través de un cable que transporta una longitud de onda *downstream* (1490 nm), mediante un pequeño divisor pasivo que fracciona la señal de luz que tiene a su entrada en varias salidas, 1xN (donde n = 2, 4, 8, 16, 32, o 64) con distintos emplazamientos hasta alcanzar los clientes. Esta es una arquitectura punto a multipunto [6]. Los datos *upstream* desde el ONT —terminal de red óptica— hasta el OLT —que son distribuidos en una longitud de onda distinta (1310 nm) para evitar colisiones en la transmisión *downstream*— son agregados por la misma unidad divisora pasiva que hace las funciones de combinador en la otra dirección del tráfico [6].

Esto permite que el tráfico sea recolectado desde el OLT sobre la misma fibra óptica que envía el tráfico *downstream*. Desde la oficina central se conecta por medio de una fibra monomodo G.652 hacia un *splitter* cercano a los usuarios finales. En este punto es donde se realiza la división de la fibra en N rutas a los suscriptores (Figura 3).

La Figura 4 detalla como se puede aplicar la red GPON en diferentes escenarios.

Figura 4. Diagrama general de aplicación de la red GPON. (Fuente: ZTE-DCDT).



Pruebas de campo con la tecnología GPON en Cuba

Con el objetivo de comprobar la interacción con las redes PSTN y NGN ya desplegadas en el territorio nacional, se realizó una prueba de campo en Cayo Coco, provincia Ciego de Ávila. De esta forma, se pudieron evaluar los parámetros, las prestaciones y bondades de este equipamiento y validar el impacto sobre la red como solución de acceso de última milla para el transporte de tráfico Ethernet de servicios de voz y datos a alta velocidad y de televisión. Estas pruebas se hicieron por etapas, primero, se evaluaron los servicios de datos, incluyendo IPTV y, posteriormente se evaluarían los servicios de voz.

Arquitectura de prueba

La figura 5 representa la conectividad del equipamiento en Cayo Coco hasta el *router* de borde PE.

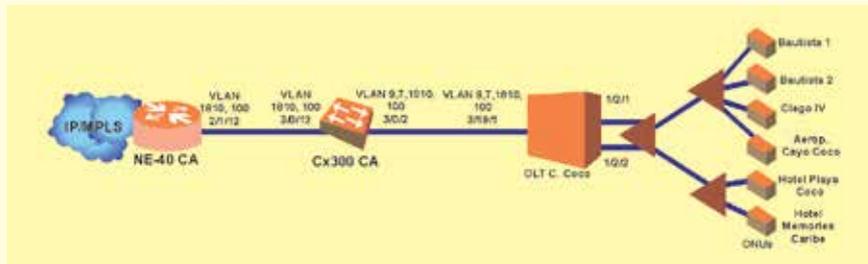


Figura 5. Conexión del equipo C300 OLT a la red IP/MPLS. (Fuente: DCDT-DTCA).

Por su parte, la figura 6 muestra una visión general del equipamiento objeto de prueba en Cayo Coco. La configuración general consiste en:

- ♦ OLT en oficina central (CO).
- ♦ MDU con interfaces *uplink* GPON y área de CPE para los 5 sitios.
- ♦ UPS para 8 horas de respaldo de energía (*backup*).
- ♦ Servicios de voz, DSL para los datos y video (IPTV).
- ♦ Suministro de energía 110V/220V AC para MDU en los sitios remotos.

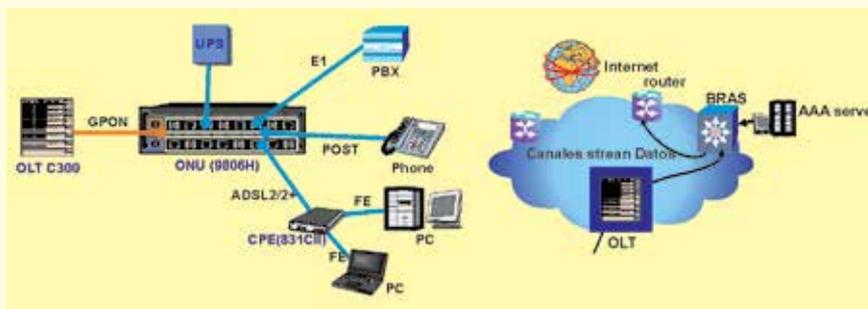


Figura 6. Topología para prueba GPON en Cayo Coco. (Fuente: ZTE-DCDT).

Oficina central (CO)

El C300 OLT está compuesto por una cabina o *subrack* de hasta dos tarjetas de control y conmutación y varias tarjetas de líneas. El número máximo de tarjetas de líneas a insertar estará en dependencia del tipo de *subrack*, 19 o 21 pulgadas. Soporta multiservicios (IP y TDM), posee una estructura 10U con tarjetas verticales y 23 *slots* (*rack* ETSI 21 pulgadas) o 21 *slots* (*rack* IEC 19 pulgadas), además de interfaces *uplink* 4XGE o 4X10GE e interfaces *uplink* TDM del tipo T1, E1, STM-1, STM-4.

La capacidad del sistema es de 16 tarjetas PON en un *shelf* (*rack* de 21 pulgadas) y 14 tarjetas PON en un *shelf* (*rack* de 19 pulgadas).

Para GPON cuenta con 128 interfaces GPON y 16384 ONT (1:128); mientras XG-PON1 tiene 32 interfaces XG-PON1 y 8192 ONT (1:256).

La configuración de prueba se realizó con 21 slots (*rack* IEC de 19 pulgadas) e interfaces *uplink* 4XGE.

Usuario MDU 9806H

Este presenta 6 *slots* distribuidos de la siguiente forma: uno para tarjeta de control, uno para tarjeta de suministro de energía y 4 tarjetas para servicios.

Las capacidades máximas se comportan como se indica a continuación:

Tarjetas: 32 ADSL/ADSL2+ por tarjeta o 24 SHDSL por tarjeta, o 24/48/64 POTS por tarjeta, o 16/24 VDSL2 por tarjeta, o 12/14FE+2GE por tarjeta, 16 FE por tarjeta, o 4*E1 por tarjeta, o 4/8 ISDN por tarjeta de líneas de abonado (máxima).

Líneas: 128 líneas ADSL/ADSL2+, o 96 líneas VDSL2, o 96 líneas SHDSL, o 64 líneas Ethernet, o 256 líneas POTS, o 32 líneas BRI, o 16 líneas PRI.

Para las pruebas se contrataron seis 9806H Mini-DSLAM, una para cada sitio. En el caso de Bautista se contrataron 2 unidades. Con 1 tarjeta de enlace GPON hacia *uplink* (hacia el OLT), tarjetas de servicio que incluyen una tarjeta de 48 líneas POTS para voz, una de 24 líneas ADSL2/2+ para datos y una con interfaces E1/RDSI (E1 tarjeta de interfaces de emulación de circuito balanceada (PRI (120_) para acceso a servicio de PBX en modo transparente.

El 9806H de ZXDSL contiene una unidad de procesamiento de VoIP incorporada que soporta PSTN o el servicio de voz de ISDN con tarjetas de POTS / ISDN (PRI o BRI). Para los servicios de datos el recorrido sería desde el usuario PPPoE, desde el CPE, MDU, OLT hasta el BRAS, AAA, Internet.

En la figura 7 se observa la configuración de la prueba a partir de la red de distribución de fibra óptica (ODN) desplegada en el Cayo. Se muestran las mediciones realizadas en cada uno de los sitios a partir del ODF del Centro telefónico de Cayo Coco.

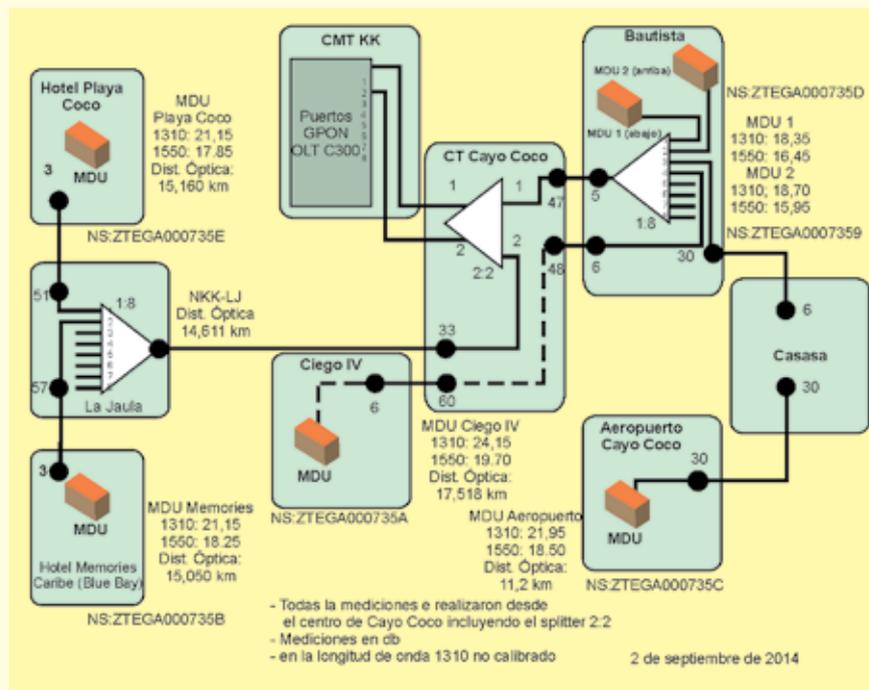


Figura 7. Red de distribución óptica (ODN). (Fuente: DCDT-DTCA).

Pruebas locales

Se ejecutó un grupo de pruebas de modo local con el objetivo de evitar el desplazamiento innecesario hasta el sitio remoto, lo que permitió optimizar recursos (Figura 8). Para ello fue necesario ubicar las MDU de los sitios Bautista y Ciego IV en el mismo local del OLT, enlazadas a través de un *jumper* óptico utilizando atenuadores para disminuir la potencia por la cercanía entre los elementos activos OLT-MDU. Esta idea permitió realizar las pruebas en un menor tiempo, aprovechando las condiciones del local, por ejemplo, la iluminación, el equipamiento ODF, MDF, *switch* 3952 y el suministro de energía de 110V/220V AC para las MDU, etc.

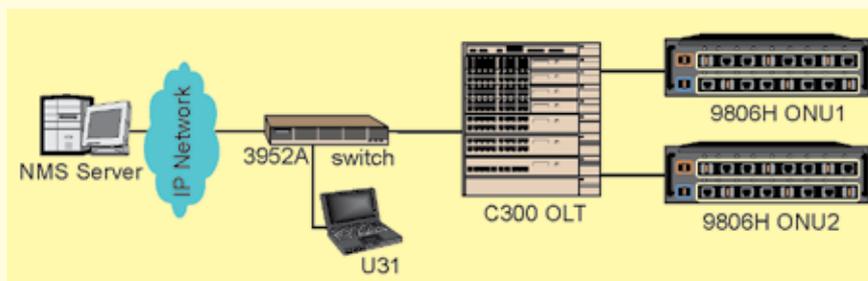


Figura 8. Configuración de prueba local. (Fuente: ZTE-DCDT).

Pruebas de los servicios de datos

Internet: se comprobó el acceso a Internet conectando varios terminales al módem y realizando simultáneamente la visualización de video en línea, descarga de videos y documentos y la ejecución de PING continuo.

VPN: se configuraron servicios de 10 Mbps en dos puertos ADSL/ADSL2+ de un MDU ZTEG 9806H; se conectó un módem ZTE ZXDSL 831CII a cada puerto y se conectó una PC a cada módem. Se pudo comprobar satisfactoriamente la funcionalidad entre los usuarios A y B mediante comandos PING y la transferencias de ficheros. Los servicios configurados en la misma VLAN se ejecutaron exitosamente, contrario a los configurados en VLAN diferentes.

También se configuró el servicio de 10 Mbps correspondiente al usuario B en otra MDU ZTEG 9806H y se conectó a este puerto el módem con la correspondiente PC. Se realizaron las mismas pruebas con similares resultados.

Por último se configuró un servicio a 2 Mbps en un DSLAM MA5616 de Huawei para el usuario C. En estas condiciones se intercambiaron PING entre una PC y la otra. También se transfirió un video desde el usuario C al B con resultados satisfactorios.

Pruebas del servicio IPTV

En este caso, se comprobó las capacidades *Multicast* de la tecnología GPON para la provisión de servicios IPTV con resultados satisfactorios tales como:

- ♦ Velocidad de conmutación de canales *multicast*.
- ♦ Existencia de interfaces de red (*uplink*) GE.
- ♦ Manejo y mapeo de VLAN (IEEE 802.1q).
- ♦ Limitación de la tasa de datos en las interfaces de *uplink* por VLAN.
- ♦ Limitación de la tasa de datos en las interfaces hacia los usuarios por PVC.
- ♦ Tiempo de respuesta a la acciones del usuario.

El resultado más significativo fue la obtención de una recepción óptima del canal de IPTV con un perfil igual o superior a 4 Mbps. Para ello, se utilizó un TV Haier Panda con una relación de aspecto de 4:3.

La figura 9 muestra las herramientas y las configuraciones en los sitios Hotel Playa Coco y Ciego IV.

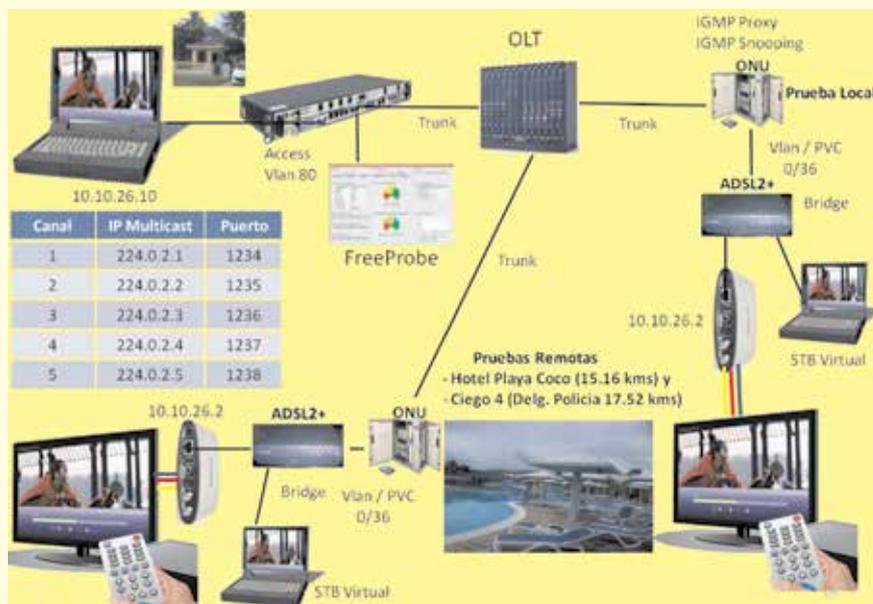


Figura 9. Esquema de prueba del servicio IPTV a través de GPON. (Fuente: DCDT).

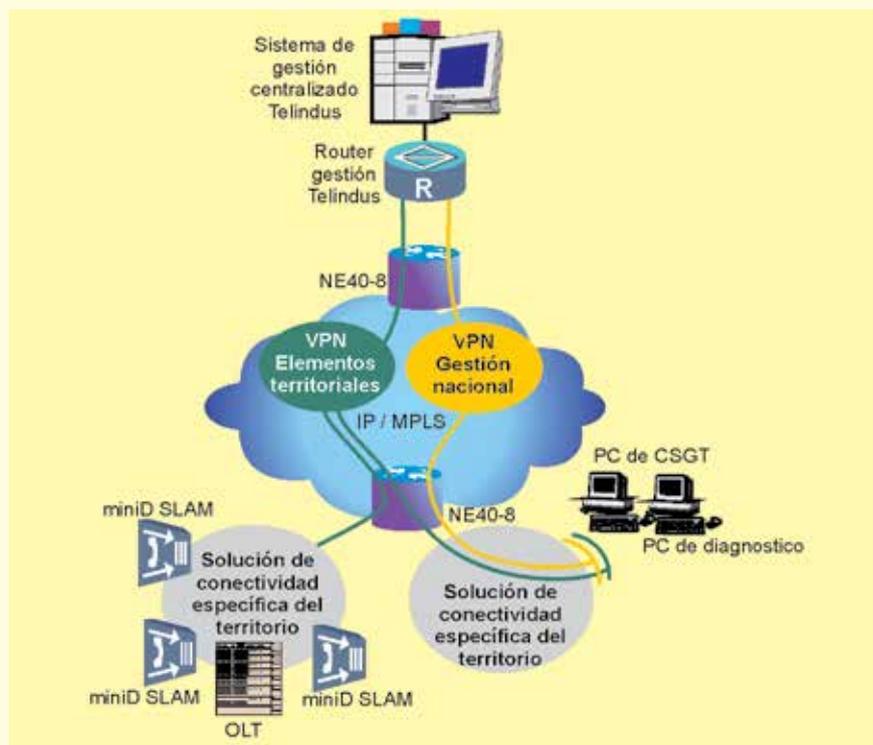


Figura 10. Red de gestión de acceso sobre MPLS para tecnología GPON. (Fuente: DCDT-DVSF)

Pruebas efectuadas mediante el cliente NetNumen U31 (gestión)

- ♦Autodescubrimiento y autenticación de ONU.
- ♦Protección tipo B en puertos PON.
- ♦Creación de perfiles de servicios de datos.
- ♦Cambios de perfiles en los puertos.
- ♦Seguridad de la información.

Los resultados de las pruebas realizadas fueron positivos. La verificación del control de los servicios de voz se realizará desde Buenavista cuando existan las condiciones en el núcleo IMS de la tecnología ZTE.

Herramientas de mediciones y otros utilitarios

Entre las herramientas empleadas en las pruebas se destacan:

- ♦**Spirent Test Center**: Analiza las redes de telecomunicaciones.
- ♦**OLP-8**: Mide la potencia óptica.
- ♦**Set-Top-Box (STB) con tarjeta Ethernet**: recibe flujos MPEG2-TS sobre UDP y soporta *multicast*. Se utiliza el modelo AmiNet 110.TV y laptops.
- ♦**STB virtual**: facilita, en el servidor de video, la visualización de todos los canales que se introducen en el flujo *multicast* hacia el OLT.
- ♦**Sonda FreeProbe**: permite, desde una memoria USB, convertir una laptop en una herramienta para evaluar la calidad de la señal de video que se transmite en cada uno de los canales *multicast* a partir de una profunda inspección de los paquetes.
- ♦**DU Meter software**: verifica las velocidades de conexión en ambos sentidos en el puerto Ethernet del servidor.
- ♦**Switch ZXR10 3952**: consta de 48 puertos de Ethernet rápida y 4 puertos ópticos.
- ♦**Módem ZXDSL 831CII de ZTE**: consta de 4 puertos RJ-45 para la conexión Ethernet 10/100 Base-T IEEE 802.3/802.3u y de un puerto RJ-11 para la conexión ADSL.

Procedimiento de flujo para la resolución de fallas de los servicios GPON

Durante el estudio se analizó la ocurrencia de fallas en los servicios y se estableció el siguiente procedimiento para encontrar el origen del problema y resolverlo:

- ♦Revisar el estado del ONT desde el sistema de gestión U31 (Diagnóstico centralizado).
- ♦Revisar el estado del ONT en el terreno.
- ♦Revisar la fibra óptica (conectores, acopladores, empalmes).
- ♦Revisar el estado del OLT.
- ♦Revisar la configuración de los datos del OLT.
- ♦Revisar el registro de estadísticas del OLT.
- ♦Revisar la configuración de los equipos de las capas superiores al OLT.

Perspectivas de FTTx/G-PON en ETECSA

FTTx brinda al usuario la provisión de todos los servicios a través de una sola plataforma, lo que reduce significativamente el costo de instalación y mantenimiento y, en consecuencia, por usuario. Organizaciones como

la UIT y la IEEE, los fabricantes y proveedores de tecnología caminan a pasos agigantados hacia la implementación total de IP sobre tecnología óptica. De ahí que, la transformación de la red de acceso de ETECSA requerirá un importante esfuerzo inversionista que abarca, entre otros elementos, la adquisición de los instrumentos de mediciones necesarios para las pruebas (kit de potencia óptica para las tres longitudes de onda 1310,1490 y 1550nm), la realización de estudios de factibilidad económica que incluyan la evaluación de las tarifas de los servicios de banda ancha a nivel internacional para definir su aplicación en Cuba a fin de estimular su empleo por parte de los clientes, y la mejora de la calidad del servicio a través de una arquitectura FTTx como opción avanzada que promueva el despliegue de las redes a edificios, barrios, ciudades y urbanizaciones, todo lo cual permitirá llegar rápidamente a la sociedad de la información.

Conclusiones

Las redes GPON poseen un rango de alcance de 20 Km —aunque por el estándar se puede llegar a 60Km— entre el proveedor y el cliente final, con elevados niveles de ancho de banda para la prestación de servicios. Los equipos asociados a esta tecnología se pueden adquirir a precios económicos y consumen menos cantidad de energía, también poseen una alta capacidad de interfaces Ethernet y gran escalabilidad desde el punto de vista del ancho de banda, esta tecnología permite una asignación dinámica del ancho de banda, funcionalidad no presente en otras redes.

Las experiencias prácticas obtenidas con las pruebas realizadas permitirán encaminar los trabajos sobre la red hacia las configuraciones del protocolo IGMP en los *router* PE y hacia la planificación de la infraestructura necesaria para la provisión de servicios de voz, video y datos.

Las pruebas de interoperabilidad de GPON con la PSTN y la NGN demuestran que es posible extender los servicios de tipo *triple-play*, por ejemplo, a nivel nacional a costos muy inferiores a los ya desplegados, por lo que la migración a este tipo de redes a corto plazo permitirá mayor flexibilidad, escalabilidad, seguridad y reducción en los costos.

Con las redes de acceso óptico, ETECSA puede evolucionar a una única red de convergencia capaz de transportar de una forma económica y eficiente servicios nuevos y tradicionales de un modo que se maximice la utilización de la red. ▀

Referencias bibliográficas

- [1] PON: Passive Optic Network Technologies (APON/BPON, EPON and GPON). <http://www.networkdictionary.com/telecom/PON.php>
- [2] Tendencias Tecnológicas en las Redes de Acceso. http://www.calsi.com/doc_tec/12.pdf
- [3] REDES DE ACCESO PARA BANDA ANCHA POR FIBRA ÓPTICA GEPON. <http://interabs.net/PDFs/GEPON.pdf>
- [4] Recommendation ITU-T G.984.1. General characteristics ITU-T, Editor. 2008. p. 33.
- [5] ZTE, ZXA10 MSAN Technical Specification 2010.
- [6] ITU-T en las recomendaciones G.984 .2

(Artículo recibido en enero de 2015 y aprobado en marzo 2015).

Metodología de pruebas del servicio IPTV sobre tecnología GPON

Por: Msc . Ing. Luis Enrique Conde del Oso, Jefe de Departamento Estructura de la Red, Dirección de Planeamiento Estratégico, Dirección Central de Desarrollo y Tecnología (DCDT), ETECSA. luis.conde@etecsa.cu

Resumen

En este trabajo se analiza el protocolo de pruebas para la validación del servicio de Broadcast TV (BTV) sobre la tecnología de acceso GPON. El trabajo consta de una agenda constituida por tres secciones, la primera relativa a los aspectos teóricos relevantes de GPON y del servicio BTV, la segunda se enfoca a las principales recomendaciones de la UIT a cumplir para un servicio IPTV según el DSL Forum WT-126, mientras que la tercera sección muestra las herramientas utilizadas y la metodología de pruebas efectuadas en las instalaciones turísticas de Cayo Coco para validar la calidad del servicio IPTV en la modalidad BTV. Finalmente, se brinda una serie de recomendaciones asociadas a la aplicabilidad del modelo en otras tecnologías de acceso de una red de telecomunicaciones fijas y móviles.

Palabras clave: IPTV, Broadcast TV, VoD, GPON, Cuba, Metodología, Pruebas de campo

Abstract

This work analyzes the test protocol to be used for the validation of the Broadcast TV (BTV) service over GPON access technology installed at Cayo Coco and Jardinesdel Rey tourist resorts. The work consists of an agenda constituted by three sections: the first one is related to the relevant theoretical aspects of GPON and to the BTV service, the second one concentrates on the main recommendations of the ITU that a IPTV service must comply according to the DSL Forum WT-126, and the third one shows the tools and test methodology used in such tourist premises in order to validate the quality of the IPTV service in the BTV modality. At the end, there are several recommendations associated to the applicability of this model to other access technologies in a fixed and mobile telecommunications network.

Keywords: IPTV, Broadcast TV, VoD, GPON, Cuba, Methodology, Field Tests

Introducción

Dentro de los servicios de banda ancha que actualmente se están introduciendo en la cartera de negocios de los operadores de telecomunicaciones se encuentran los servicios de IPTV. Estos servicios pueden ser ofertados en dos modalidades: *Broadcast TV* (BTV) y Video Bajo Demanda (VoD), cada uno de ellos con impactos diferentes sobre la red de telecomunicaciones (Figura 1).

La evolución natural de los servicios sobre las Redes de Nueva Generación (NGN) transita hacia una integración de estos en las modalidades de Triple y Cuádruple Play, para lo cual la arquitectura de la red de telecomunicaciones en cada una de sus capas debe adecuarse a fin de brindar el soporte apropiado con una calidad óptima.

En este trabajo se explican las estrategias para la adecuación de las capas de la red de telecomunicaciones mediante una metodología de pruebas que permite evaluar la tecnología de acceso GPON y la calidad del servicio BTV ofertada sobre este tipo de red de acceso.

Servicios de IPTV, BTV y VoD

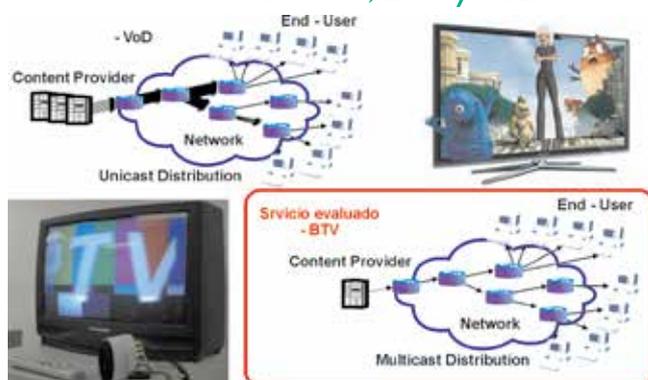


Figura 1. Diferentes impactos sobre la red de telecomunicaciones de los servicios de IPTV, BTV y VoD. (Fuente: [1]).

Como se muestra en la figura 1, el servicio de BTV se oferta en la modalidad *multicast*, mientras que el servicio de VoD utiliza la modalidad *unicast*. De esta manera, la oferta del servicio de BTV sobre una red de telecomunicaciones tiene menor impacto en los requerimientos de ancho de banda; sin embargo, precisa la activación del *multicast* en todos los enrutadores de la red y el manejo del protocolo IGMP en cualquiera de sus tres variantes: IGMP Snopping, IGMP Router o IGMP Proxy.

Debe destacarse que el servicio BTV define canales de *broadcast* sobre una red IP con un único canal desde el servidor de IPTV hasta el nodo de acceso al cual

pertenece un grupo de usuarios, facilitándoles adicionar diversas funciones como *Time Shift*. Por su parte, el servicio de VoD es un servicio *unicast* que requiere un canal dedicado para cada usuario y, por lo tanto, mayores exigencias a la red de telecomunicaciones.

Como se explica posteriormente en este trabajo, para las pruebas de BTV se utilizaron, entre otros elementos, dos software con desarrollos propios. El primero permite la creación de una parrilla de *streaming*, los canales de BTV que automáticamente definen los diferentes parámetros de la señal a enviar sobre la red IP, con el control del códec a utilizar y las respectivas velocidades de audio y video (Figura 2a). El segundo software (Figura 2b) es un simulador de STB que permite la recepción de la señal de video en una computadora personal (PC) en interacción con el transmisor de BTV. Esta aplicación es muy útil pues permite visualizar en una misma pantalla la totalidad de los canales enviados sobre la red IP, facilitando el control de estos en diferentes puntos de la red. Ambos software fueron programados en C++ a partir de códigos fuentes libres modificados y adaptados para la función requerida.

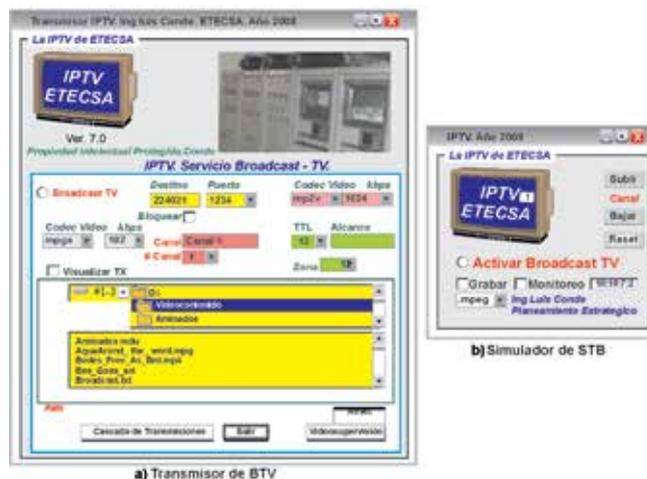


Figura 2. Programas del transmisor de BTV y simulador de STB. (Fuente: [1], [2]).

Estas aplicaciones fueron el eslabón fundamental que permitió el desarrollo de las pruebas de validación sobre la tecnología de acceso GPON con el servicio de IPTV BTV; sin embargo, debe tenerse en cuenta la arquitectura de la red de telecomunicaciones (Figura 3) en cuestión, pues una correcta evaluación de las pruebas implica un adecuado dimensionamiento de cada una de sus capas y, por supuesto, el tipo de solución FTTx a utilizar, que en nuestro caso fue FTTB con ADSL2+ (Figuras 4 y 5).

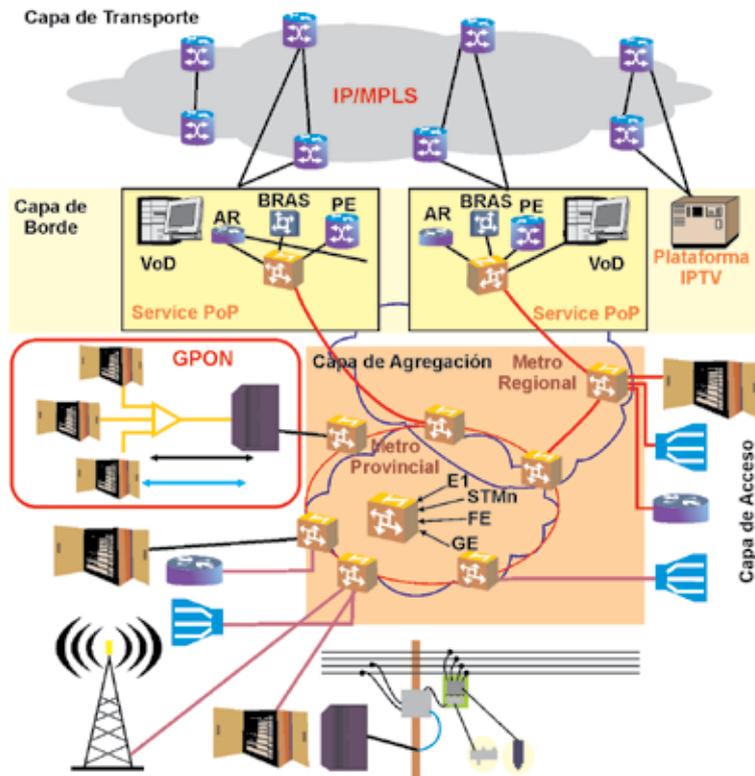


Figura 3. Arquitectura de una red de telecomunicaciones para la oferta de servicios de banda ancha. (Fuente: [1], [2]).

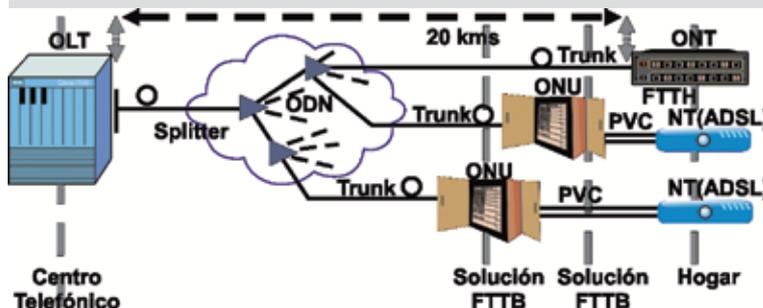


Figura 4. Soluciones FTTC, FTTB y FTTH que pueden ser ofrecidas por un sistema GPON. (Fuente: [2], [6]).

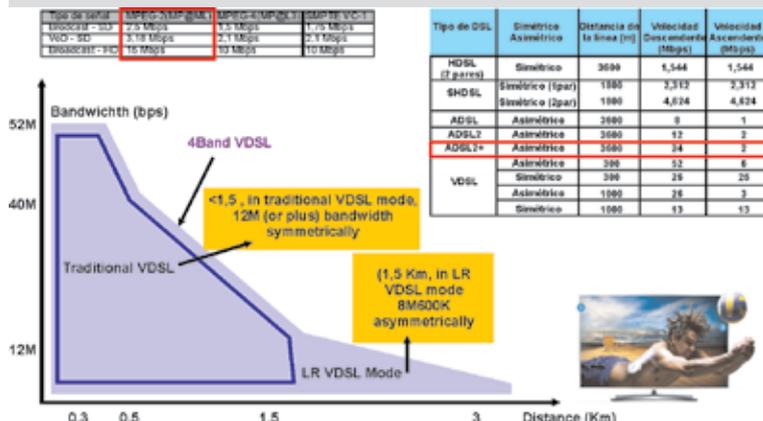


Figura 5. Límites de ancho de banda con tecnología xDSL y requerimientos mínimos de ancho de banda por canal IPTV en SD y HD. (Fuente: [1], [5]).

Principales funcionalidades a evaluar según el DSL

En los servicios de IPTV existen diferentes acciones que ejecutan los usuarios como la relación de la interfaz con el sistema, el cambio de canal, también llamado *zapping*, y el tiempo de inicialización del sistema. Algunas de estas acciones se consideran acciones interactivas, acciones de respuesta y acciones de carácter temporal (Tabla 1).

Acciones del usuario	Funcionalidades	Tipo de acción	Retardo máximo admitido
Interfaz con el sistema	Navegación en el EPG y controles de FFWD, RWCD y Pausa	Acción Interactiva	200 maseg
Cambio de Canal	Tiempo que transcurre desde la orden en el control remoto hasta que se recibe en el Tv el canal solicitado	Respuesta	2 segundos
Tiempo de inicio	Tiempo desde que se enciende el STB hasta que se encuentran disponibles los canales	Temporal	10 segundos

Tabla 1. Principales acciones definidas y retardo máximo admitido por la UIT, WT-126. (Fuente: [1], [5], [8]).

Factores de retardo para el cambio de canal	Retardo típico recomendado
Salida multicast del actual canal	50 mseg
Retardo de la parada del streaming multicast	150 mseg
Unión a un nuevo canal multicast	50 mseg
Llenado del Buffer	150 - 120 mseg
Retardo del acceso condicional	0mseg - 2 seg
Retardo de la Trama 1	500 mseg

Tabla 2. Factores de retardos máximos admitidos por la UIT WT-126 para el cambio de canal. (Fuente: [1], [5], [8]).

Principales funcionalidades soportadas en el nodo de acceso del servicio de IPTV

Para un correcto funcionamiento del servicio IPTV, el nodo de acceso al servicio debe soportar las siguientes funcionalidades identificadas por el WT-126 de la UIT-T.

- ♦Funcionalidad de IGMP Snooping, IGMP Proxy o IGMP Router.
- ♦Velocidad de conmutación de canales *multicast* hacia los usuarios, con varios usuarios realizando *zapping* y utilizando mecanismos de IGMP Proxy o IGMP Snooping.
- ♦Existencia de interfaces de red (*uplink*) Gigabit Ethernet.
- ♦Manejo y mapeo de VLAN (IEEE 802.1Q) para diferenciar el tráfico de los diferentes servicios (video, Internet y voz.)
- ♦Priorización de tráfico según bits de prioridad 802.1p para hacer prevalecer los servicios de tiempo real, por ejemplo, video frente a servicios de datos.
- ♦Limitación de la tasa de datos (*Policing y shapping*) en las interfaces de *uplink* por VLAN.
- ♦Limitación de la tasa de datos (*Policing y shapping*) en las interfaces hacia los usuarios por PVC.

MOS	DMOS
Buena	No se muestran degradaciones del video y el audio es de óptima calidad
No molesto	Se observa degradaciones no importantes en el video y en el audio se presenta dificultades esporádicas
Poco molesto	Presenta en algunas ocasiones degradaciones importantes en el video y el audio presenta con mayor frecuencia dificultades
Molesto	Errores evidentes: Imágenes de baja calidad y dificultades permanentes en el audio
Muy molesto	Presencia elevada de errores que perjudican el audio y el video

Figura 6. Referencias para la evaluación subjetiva de la QoE en el servicio de IPTV. (Fuente: [1], [4]).

Validación de la calidad del servicio de IPTV

Una señal de video para ser transmitida sobre una red IP debe ser comprimida. La codificación MPEG define una secuencia de imágenes I, B y P, las cuales conforman un GOP —*Group of Pictures*—. En la cabecera de estos paquetes se encuentran campos que poseen informaciones relevantes que permiten efectuar la validación de la calidad de la señal de video (Figura 7) y los efectos de la propagación de los paquetes perdidos en tramas I, B y P (Figura 8).

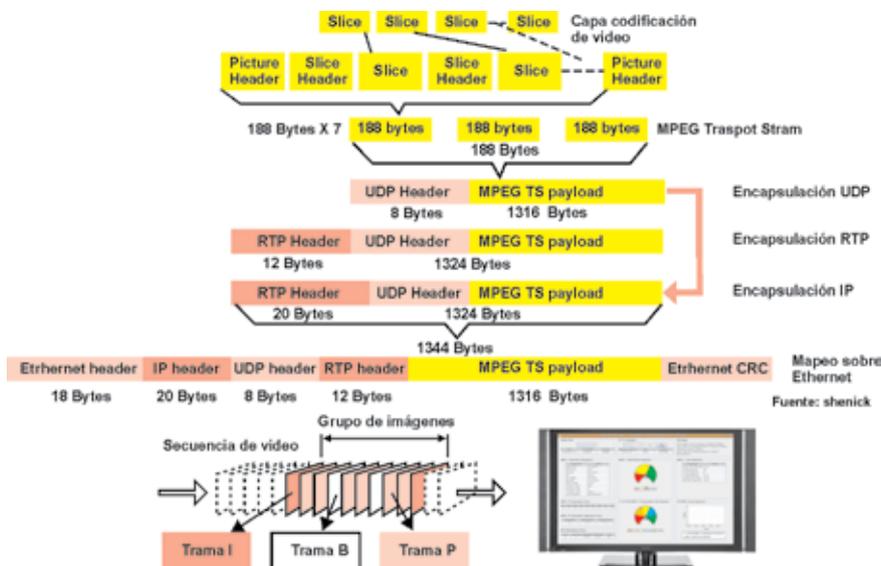


Figura 7. Recolección de datos de las cabeceras para la validación de la calidad del video, mediante el software Freeprobe. (Fuente: [1], [4]).

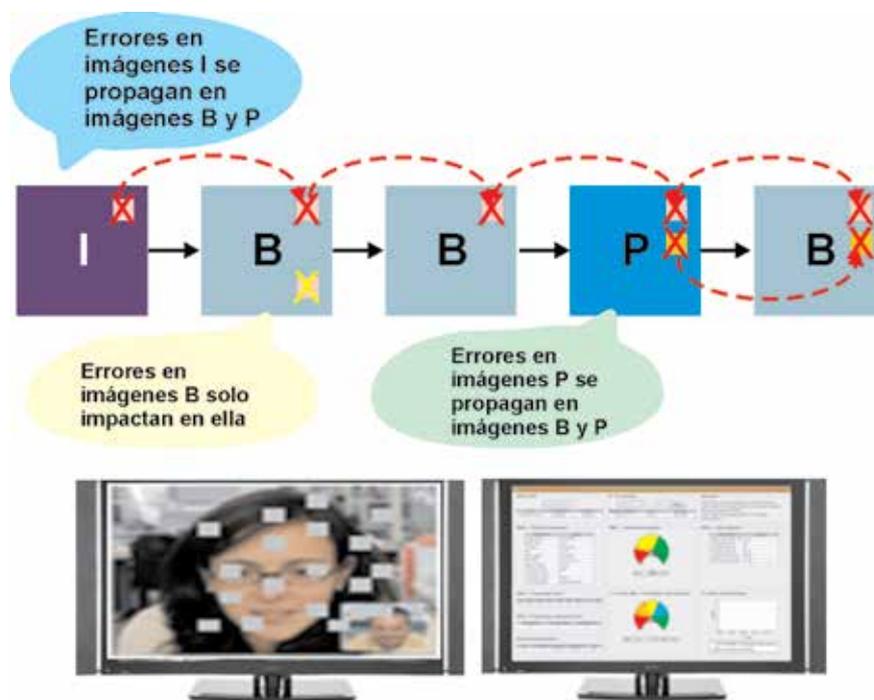


Figura 8. Efectos de la propagación de errores en las tramas del streamig del servicio IPTV. (Fuente: [1] [9]).

El DSL Forum’s WT-126 establece los límites de pérdidas de paquetes diferenciados para canales en simple definición (SD) y en alta definición (HD) (Tabla 3).

Definición del Canal	Periodo mínimo admitido entre pérdida de un paquete
Simple definición (SD)	30 minutos
Alta definición (HD)	4 horas

Tabla 3. Límites mínimos admitidos de pérdidas de paquetes por la UIT WT-126. (Fuente: [1], [9]).

La prueba de campo sobre la tecnología GPON

Validación de la calidad del servicio de IPTV Broadcast TV

La prueba de campo se realizó sobre la tecnología GPON instalada en Cayo Coco, al norte de la provincia Ciego de Ávila. Allí existe una solución de acceso GPON del tipo FTTB (Figura 4), la cual abarca un trayecto de fibra óptica que va desde el Centro telefónico de Cayo Coco, donde se ubicó el OLT —*Optical Line Terminal*—, hasta cada una de las facilidades turísticas y otras instalaciones, que incluye *splitters* ópticos para optimizar los recursos de ancho de banda disponible sobre este soporte de fibra.

Dentro de cada una de las instalaciones turísticas se ubicó la ONU —*Optical Network Unit*— la cual está interconectada al OLT mediante fibra óptica y utiliza el despliegue interno de pares de cobre de la pizarra telefónica existente en cada uno de estos sitios para alcanzar las diferentes habitaciones.

Se realizaron dos tipos de pruebas: una local, en el mismo Centro telefónico de Cayo Coco, que sirvió para preparar la configuración adecuada del OLT y la ONU respectivamente, y que, a su vez, permitió la realización de dos pruebas remotas desde el Hotel Playa Coco, a una distancia de 15.16 km del OLT, y Ciego 4, instalación ubicada a una distancia de fibra de 17.518 km, muy cercana al límite de la tecnología

que es de 20 km. En la figura 9 se muestra el diagrama de interconexión de los equipos en prueba, mientras que la figura 10 recoge los efectos de los errores detectados en el audio y el video del servicio BTV.

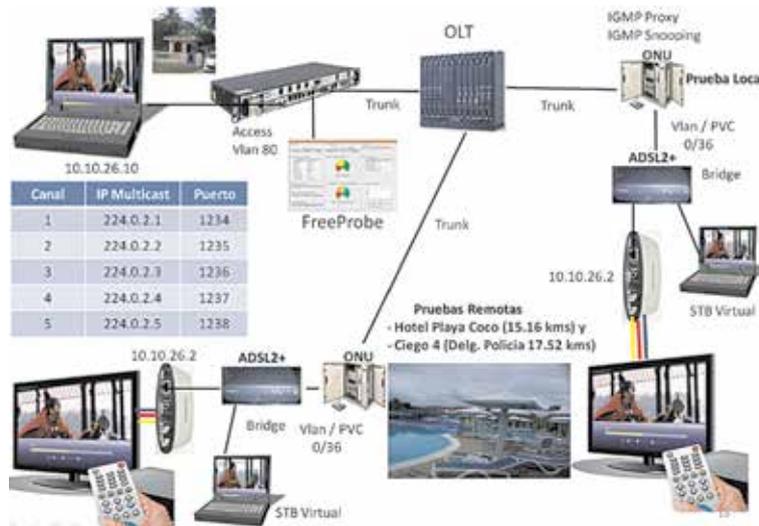


Figura 9. Prueba del servicio de BTV sobre la tecnología de acceso GPON en Cayo Coco. (Fuente: [3]).

Tipo de error introducido	Recepción subjetiva del error			
	Audio		Video	
	Observación del problema	Validación subjetiva	Observación del problema	Validación subjetiva
Retardo				
Retardo de 5 ms	no	Buena	no	Buena
Retardo de 10 ms	no	Buena	no	Buena
Retardo de 20 ms	no	Buena	no	Buena
Retardo de 50 ms	no	Buena	no	Buena

Tipo de error introducido	Recepción subjetiva del error			
	Audio		Video	
	Observación del problema	Validación subjetiva	Observación del problema	Validación subjetiva
Jitter				
Jitter unif. entre 0 y 20 ms	no	Buena	no	Buena
Jitter unif. entre 0 y 50 ms	no	Buena	no	Buena
Jitter unif. entre 0 y 20 ms	no	Buena	no	Buena
Jitter unif. entre 0 y 50 ms	no	Buena	no	Buena

Tipo de error introducido	Recepción subjetiva del error			
	Audio		Video	
	Observación del problema	Validación subjetiva	Observación del problema	Validación subjetiva
Pérdida uniforme de paquetes				
Uniforme 0,1%	si	Muy Molesto	si	Muy Molesto
Uniforme 0,01%	si	Molesto	si	Molesto
Uniforme 0,001%	si	Molesto	si	Poco Molesto
Uniforme 0,0001%	si	No Molesto	si	No Molesto

Tipo de error introducido	Recepción subjetiva del error			
	Audio		Video	
	Observación del problema	Validación subjetiva	Observación del problema	Validación subjetiva
Ráfaga de paquetes perdidos				
Ráfaga de 10 Paquetes	si	Molesto	si	Muy Molesto
Ráfaga de 20 Paquetes	si	Molesto	si	Muy Molesto
Ráfaga de 50 Paquetes	si	Muy Molesto	si	Muy Molesto

Figura 10. Efectos de los diferentes errores en el audio y el video del servicio BTV. (Fuente: [1], [3]).

Principales configuraciones y activaciones realizadas en las pruebas locales

1. Configuración del OLT y la ONU con la VLAN 80 y el PVC 0/36 para el servicio de IPTV y el ADSL con perfil de hasta 6 Mbps.
2. Preparación de 5 canales *multicast* con velocidad por canal de 1 Mbps en el servidor de video, activación del programa para el control del retardo, *Jitter* y pérdidas de paquetes, así como el control del flujo de salida por el puerto Ethernet con el DU Meter.
3. Activación del STB virtual para comprobar la salida de cada uno de los canales de manera local en el servidor de video.
4. Comprobación de la recepción de los 5 canales a la salida del módem ADSL mediante una laptop y el empleo del STB virtual, con velocidad medida del flujo de entrada por canal de 10 Mbps.
5. Comprobación de la activación del IGMP Snopping y Proxy. Aquí se observó que es normal un ligero retardo en el cambio de canal,

zapping, cuando se empleó el IGMP Proxy pues, aunque esta opción disminuye el tráfico de señalización entre el OLT y la ONU, incrementa ligeramente el tiempo de *zapping*. Se cumple la recomendación del DSL Forum WT-126 con tiempos inferiores a 2 segundos. No se comprobó el IGMP Router por ausencia de un IGMP Querier.

6. Activación de la sonda FreeProbe para la validación de la calidad del video transmitido desde una laptop conectada a las salidas del servidor de video y del módem ADSL. En este caso se obtuvieron valores de calidad excelentes con retardos inferiores a los 10 mseg y *Jitter* inferiores a 1 mseg, con tramas de video del tipo IPPPPPPPPPPP, relación de 3:4 y tramas por segundos de 29.9, norma NTSC.

Resultados de las pruebas remotas

Hotel Playa Coco (distancia de fibra de 15.160 km al Centro Telefónico de Cayo Coco)

Se probó remotamente la recepción del IPTV desde el Hotel Playa Coco, observándose la presencia de una fuerte pérdida de paquetes que degradaba la recepción en los canales con mucho movimiento de las imágenes, lo cual implica mayor consumo de ancho de banda; sin embargo, en escenas de poco movimiento la recepción era buena. Posteriormente, se descubrió la configuración de un perfil en el puerto ADSL que limitaba el ancho de banda a 2 Mbps por lo que se procedió a realizar nuevamente esta prueba desde otro sitio en peores condiciones de distancia y con un perfil superior del ADSL para determinar el perfil mínimo que permita la oferta de IPTV en SD en óptimas condiciones.

Ciego 4 (distancia de fibra de 17.518 km al Centro telefónico)

Se volvió a simular la prueba de recepción de un canal de IPTV en SD (flujo de 10 Mbps) con el mismo perfil de ADSL de 2 Mbps realizada en el Hotel Playa Coco. Los resultados fueron idénticos para la degradación (pixelación) de la imagen, por lo que se pasó a probar un perfil de ADSL de 4 Mbps y los resultados fueron excelentes. De esta forma se concluye que este es el perfil mínimo que permite la correcta recepción de un canal de IPTV en SD.

También fue probado el perfil de ADSL de 6 Mbps observándose una ligera mejora de la calidad de la imagen, especialmente en los contornos de los objetos, muy cercana a la oferta de canales HD.

Utilización del Freeprobe para evaluar los indicadores de calidad del servicio BTv

Se utilizaron dos software FreeProbe, el primero (Figura 11) evalúa la calidad del video a partir de factores de calidad,

brindando una correlación entre factores objetivos como las pérdidas de paquetes con tramas I, P y B, y factores subjetivos como los mostrados en la figura 5, abriendo las cabeceras de los paquetes (Figura 6).

La otra versión de FreeProbe denominado MDI (Figura 12) permite determinar los retardos, los valores del *jitter* y las pérdidas de paquetes para identificar los puntos que causan la degradación de la calidad de la imagen en una red de transporte y poder realizar su correcta configuración. Durante la prueba se ensayó esta herramienta en cuatro puntos: (1) a la salida del servidor de video que realiza el *streaming*, (2) a la salida del *switch* capa 3, (3) a la salida del módem ADSL y (4) a la salida del STB.



Figura 11. Software Troubleshooting para evaluar los indicadores de calidad de *streaming* de video MPG2. (Fuente: [1], [4]).

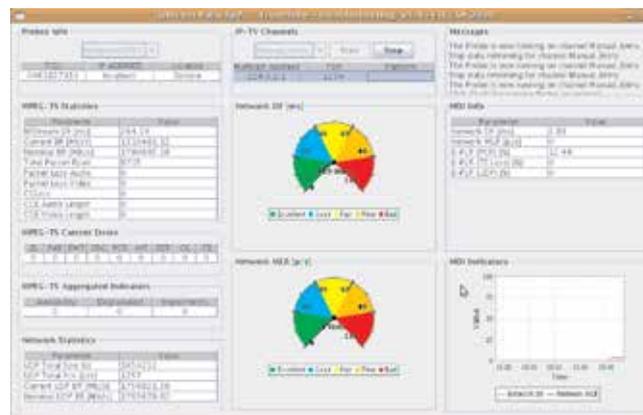


Figura 12. Software Troubleshooting MDI para evaluar los indicadores de calidad del *streaming* sobre la red de acceso GPON. (Fuente: [1], [4]).

Conclusiones

La utilización del simulador STB AMINET 110 de la firma AMINOCOM solo permitió efectuar las pruebas con codificación MPG2, la única soportada por este STB; sin embargo, se pudieron comprobar los principales

indicadores fijados por el WT-126 para un adecuado servicio de BTv, así como la correcta configuración del OLT y la ONU de la tecnología de acceso GPON y del módem ADSL 2+, que brinda velocidades de hasta 24 Mbps en bajada y 2 Mbps en subida sobre la red de cobre de la solución FTTB. De este modo, se puede afirmar que la tecnología ensayada garantiza ampliamente los servicios de banda ancha sobre la red de ETECSA.

Durante las pruebas efectuadas en la tecnología GPON del suministrador chino ZTE quedó demostrado el cumplimiento de los requerimientos necesarios para ofertar un servicio Triple Play en las instalaciones turísticas de Cayo Coco. Esta experiencia posibilita la expansión comercial del servicio IPTV a la población cubana desde los nodos de acceso de multimedia (MSAN) C300M de la referida firma china ZTE. En este escenario, la utilización de la herramienta Freeprobe desempeñó un importante rol.

El empleo del FreeProbe arrojó que las pérdidas uniformes de paquetes superiores al 0.001% son inadecuadas para un servicio de IPTV y que tienen mayor impacto en el audio que en el video, mientras que las pérdidas de paquetes en ráfagas tienen mayor impacto en el video con respecto al audio, aunque son menos molestas que las pérdidas de paquetes uniformes. Este resultado define los requerimientos de la red de acceso para la oferta de un servicio BTv.

El empleo de esta metodología permitió la validación del servicio durante el protocolo de pruebas efectuadas sobre la tecnología de acceso GPON y constituye un importante ahorro de inversiones por concepto de contratación a otros proveedores. ▀

Referencias bibliográficas

[1] Conde del Oso, Luis E. "Propuesta para la Validación Objetiva de la calidad de video del Servicio de IPTV sobre la Red Objetivo de ETECSA". Tesis de Maestría, ISPJAE, La Habana, Diciembre, 2010.

[2] ----- "Informe Técnico Pruebas sobre Tecnología GPON". Documento interno, ETECSA. La Habana, Cuba, Octubre 2014.

[3] Rojas, Adalberto. "Proyecto Instalación tecnología GPON en Cayo Coco". Documento interno, ETECSA. La Habana, Cuba, Noviembre, 2014.

[4] G, Rosario y Conde del Oso, Luis E. "Manual de usuario de Freeprobe". Documento interno, Telecom Italia – ETECSA. La Habana, Cuba, Octubre, 2006.

[5] Conde del Oso, Luis E. "Redes Metro Ethernet". Conferencia Magistral en Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba, 2009.

[6] ----- "La Nueva Generación de los sistemas GPON-BPL en los servicios Triple Play". Presentado en I Seminario Internacional de Telecomunicaciones por Líneas de Potencia Eléctrica, Riobamba. Ecuador, 2008.

[7] UIT. Curso en línea. Módulo 4: Requerimientos de Red. 2008. <http://www.itu.int/>. (acceso octubre, 2008)

[8] Telchemy. Understanding IP Video Quality Metrics. 2008. <http://www.telchemy.com/appnotes/Understanding%20IP%20Video%20Quality%20Metrics.pdf>. (acceso febrero, 2009).

[9] Stefan Winkler, P.M. "The Evolution of Video Quality Measurement: From PSNR to Hybrid Metrics". *IEEE Transactions on Broadcasting*, vol. 54, no.3, 2008: pp. 2-5

(Artículo recibido en diciembre de 2014 y aprobado en marzo 2015).

Por: MSc. Alberto J. García García, Especialista Principal y MSc. Deborah Reyes Roig, Especialista B en Telemática, Departamento de Investigación y Desarrollo, Dirección Central de Desarrollo y Tecnología (DCDT), ETECSA.
alberto.garcia@etecsa.cu; deborah.reyes@etecsa.cu

Soluciones para la implementación de IPv6 en la red de telecomunicaciones de ETECSA

Resumen

El protocolo de Internet IPv6 se está empleando de forma progresiva en las nuevas implementaciones de redes y servicios a nivel mundial. En Cuba, el Ministerio de Comunicaciones ha brindado apoyo para impulsar este desarrollo estableciendo un marco regulatorio mediante varias resoluciones. La presente contribución aborda, a partir de las bondades que ofrece el protocolo IPv6, las posibles soluciones para esta migración tanto en redes metropolitanas como en el núcleo de la red IP/MPLS. Se explican las particularidades de los métodos más empleados en ambos segmentos de la red y se resumen los principales resultados de las recientes pruebas de campo de la tecnología IPv6 ejecutadas sobre el *backbone* IP/MPLS de la red de telecomunicaciones de Cuba.

Palabras clave: IPv6, Red metropolitana, Backbone IP/MPLS, Cuba, Pruebas de campo

Abstract

The Internet protocol IPv6 is being progressively used in new networks and service implementation worldwide. In Cuba, the Communications Ministry of Cuba has supported this approach in order to drive forward this development by establishing a regulatory environment through several resolutions. Based on the facilities provided by the IPv6 protocol, the present contribution approaches the possible solutions for this migration in metropolitan networks as well as in the core of the IP/MPLS network. This paper explains the characteristics of the more used methods in both network segments and sums up the main results of recent field tests regarding IPv6 technology carried out over the Cuban IP/MPLS backbone telecommunications network.

Keywords: IPv6, Metropolitan Network, Backbone IP/MPLS, Cuba, Field Tests.

Introducción

El protocolo IPv4 ha servido para direccionar equipos en un mundo interconectado globalmente, que crece cada día y requiere de movilidad con acceso a Internet y a contenidos multimedia. Parece simple, pero la diversidad de redes, equipamiento y sistemas autónomos hacen de esta conectividad mundial un complejo problema, que se acrecienta con el final de la vida útil del rango de direcciones IPv4 públicas disponibles. La IANA —*Internet Authority Number Assignment*— anunció el 3 de febrero del 2011 el fin de los bloques de direcciones IPv4 [1-3].

Para prevenir el agotamiento se adoptaron medidas que hacen menor el impacto de su disminución tales como el establecimiento del método CIDR —*Classless Inter Domain Routing*—, que hace uso eficiente del direccionamiento y limita la máscara de subred (RFC 4632, agosto 2006) [4]; la solicitud de retorno a la IANA de bloques de direcciones no empleados (RFC 1917, febrero 1996) [5]; la declaración de los espacios de direcciones privadas (RFC 1918, febrero 1996); el empleo del protocolo de asignación dinámica de direcciones IP (DHCP —*Dymanic Host Control Protocol*—, RFC 2131, marzo 1997) [6] y la traducción de direcciones privadas a públicas o NAT —*Network Address Translation*—, RFC 3022, enero 2001) [7]. Aunque todas se emplean, no logran resolver definitivamente el problema del agotamiento de IPv4.

Estas circunstancias llevaron al grupo de trabajo del IETF —*Internet Engineering Task Force*— a desarrollar IPv6 como el nuevo protocolo de Internet, con 128 bits para obtener

alrededor de $3,4 \times 10^{38}$ direcciones IP. Este nuevo protocolo es incompatible con las redes y servicios IPv4 existentes, por eso se necesitan mecanismos de transición para cursar tráfico IPv6 a través de redes metropolitanas IPv4 y núcleos de conmutación de paquetes IP/MPLS, basados en técnicas combinadas de túneles, Dual-Stack y NAT.

Ofrecer servicios IPv6 de extremo a extremo sobre redes IPv4, así como lograr una transición paulatina y armónica hacia redes puramente IPv6 es una tarea a largo plazo, que requiere de recursos y de tecnologías para introducir cambios en todos los sectores de la red de telecomunicaciones: acceso, transporte, servicios, contenidos, gestión, facturación y control de la seguridad. Esto debe hacerse de modo que coexistan ambos protocolos. La transición es inevitable, y mientras más se agilice el tránsito, mayor experiencia se alcanzará en el dominio y funcionamiento de las redes involucradas, que a largo plazo redundará en una disminución de los costos totales de implementación.

Teniendo en cuenta el estado actual de la red de telecomunicaciones en Cuba es posible comenzar a dar los primeros pasos para introducir la tecnología y con ello preparar despliegues de nuevos servicios. Hay que valorar los costos asociados al despliegue tecnológico paso a paso, resolviendo los problemas de la coexistencia y considerar el impacto sobre los servicios IPv4 actuales.

Tecnologías de transición más utilizadas

Entre las tecnologías de transición más utilizadas se encuentran Dual-Stack o doble pila de protocolos, los túneles y el NAT. Estas por sí solas no resuelven los problemas que la transición plantea, y requieren combinarse con tecnologías complementarias como Dual-Stack Lite, Dual-Stack + NAT, NAT64, 6RD, L2TP, 6PE/6VPE, entre otras. A continuación se resume el principio de funcionamiento de las más empleadas [8-9].

- ♦ 6RD —*Rapid Deployment*—: ofrece transporte IPv6 sobre redes metro IPv4 facilitando un rápido despliegue mediante la combinación de dos elementos: el CPE Dual-Stack —*Customer Premises Equipment*— y un 6RD-GW —*6 RD Gateway*—, que es un enrutador Dual-Stack. Los paquetes IPv6 son encapsulados en IPv4 y enviados a través del túnel hasta el 6RD-GW, entregándolos al *backbone* IPv6 o a la red IP/MPLS. En este último caso, se tendría que emplear otra técnica de transporte, que puede ser 6PE o 6VPE para conducirlos hasta la Internet IPv6. Este método se utiliza en despliegues iniciales y los costos dependen de la cantidad de CPE Dual-Stack, así como de la ubicación de 6RD-GW en los bordes de la red. Tiene como inconveniente que el manejo y gestión de túneles se hace complejo cuando se incrementa el número de usuarios [10].

- ♦ DS+NAT444: es una solución madura, aunque costosa, porque todos los dispositivos de red deben soportar Dual-Stack. Se pueden realizar uno o dos NAT para ahorrar direcciones IPv4, pero esto impacta en algunos servicios como los de VoIP. Si se ofrecen servicios de banda ancha conmutada, como PPPoE o BRAS —*Broadband Remote Access Server*—, deben asignarse direcciones IPv4 e IPv6 a los CPE, por lo que la gestión de usuarios se torna más compleja. La funcionalidad

CGN—*Carrier Grade NAT*— se puede ubicar en el propio BRAS, mediante la inserción de una tarjeta, de este modo se hace NAT y se terminan las sesiones de usuario en el mismo equipo. Estos servicios se pueden ofrecer desde la PC o desde el CPE, que funcionaría en modo *bridge* o *routing*, respectivamente [10]. En algunos casos se transita por más de un enrutador antes de obtener los servicios del BRAS, sirviéndose de una VPLS —*Virtual Private LAN Services*—, para establecer un nivel 2 hasta llegar al BRAS [11].

- ◆ DS-Lite: es la variante económica de Dual-Stack, ya que solo determinados dispositivos deben serlo. Permite omitir la asignación de una dirección IPv4 al CPE. En su lugar, se asignan únicamente direcciones IPv6 globales. Un entorno Dual-Stack requiere asignación de direcciones públicas IPv4 e IPv6 [12]. DS-Lite crea un túnel automático del tipo 4in6. El *backbone* metro es únicamente IPv6. Esta solución se utiliza en la construcción de nuevas redes metro o en la última etapa de transición. En caso de desplegar servicios PPPoE, el BRAS solo necesita administrar direcciones IPv6, facilitando así la gestión de usuarios ya que se utiliza un solo tipo de protocolo. El CGN puede formar parte del BRAS. Con estos dos elementos se puede transitar IPv4 a través de un *backbone* IPv6 [12].

- ◆ NAT64: es una solución futurista utilizada en la última etapa de transición y permite a los hosts IPv6 comunicarse con servidores IPv4. La red metro y los terminales, tanto fijos como móviles, deben soportar solo IPv6. NAT64 está diseñado para usarse en redes metropolitanas cuando las comunicaciones son iniciadas por los hosts IPv6. Se debe mantener un mapeo de direcciones IPv6 a IPv4 que se configura de forma estática por los administradores del sistema o dinámica cuando llega el primer paquete IPv6 al servidor NAT64.

- ◆ 6PE (RFC 4798): se utiliza para el tránsito de paquetes IPv6 sobre el *backbone* IP/MPLS empleando enrutadores Dual-Stack en los bordes de la red, en un entorno en que todos los túneles MPLS se establecen dinámicamente [13-14]. Los dominios IPv6 remotos se comunican a través de un núcleo IP/MPLS usando los LSP —*Label Switch Path*—. MP-BGP utiliza dos nuevas extensiones para intercambiar información de ruteo IPv6, que se describen en las RFC 2545 y 2848. Constituyen atributos no transitivos y llevan un conjunto de destinos alcanzables, inalcanzables e información del próximo salto que se transmiten en el paquete de actualización *update*. Los PEs Dual-Stack usan direcciones IPv6 mapeadas a IPv4 para conocer el alcance de los prefijos IPv6. El núcleo conmuta paquetes etiquetados, independientemente del tipo o contenido, basándose solamente en la etiqueta externa y es transparente para el tráfico IPv6. En la red IP/MPLS solo hay que hacer modificaciones en los PE y en los enrutadores reflectores, que deben ser actualizados para soportar Dual-Stack.

- ◆ 6VPE: es similar a la anterior en cuanto a principios teóricos, pero con la ventaja de mantener el tráfico segmentado en VPN, de modo que el cliente puede acceder tanto a VPNs IPv4 como IPv6. La diferencia con la solución 6PE radica en que 6VPE soporta diferentes VRF —*Virtual Routing Forwarding*—. Estas VRF son tablas de rutas para cada una de las VPN, que pueden ser VPN L3 Dual-Stack.

De las tecnologías mencionadas, se hizo un análisis de las más factibles a utilizar teniendo en cuenta el escenario cubano. Se llegó a la conclusión de

que Dual-Stack Lite en el entorno metropolitano, conjuntamente con 6PE y 6VPE, son las más factibles porque dependen del equipamiento que las soporte, entre otros factores.

Pruebas de campo de soluciones 6PE y 6VPE sobre la red IP/MPLS en Cuba

El plan de desarrollo de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba, S.A. (ETECSA) contempla un crecimiento de servicios mediante la óptima utilización de la infraestructura de telecomunicaciones existente. La Resolución 156 de 2008 del Ministerio de Comunicaciones dispone, entre otros aspectos, que se transporten señales entre islas IPv6 de extremo a extremo y se ofrezcan los servicios fundamentales relacionados con IPv6, previa conciliación con los órganos rectores correspondientes. Por este motivo, con nuevos enrutadores destinados a servir como BRAS y PE para servicios IPv4, pero con funcionalidades de IPv6, se realizaron las pruebas de este protocolo enfatizando las soluciones 6PE y 6VPE a fin de validar su comportamiento y ofrecer soluciones de transporte de tráfico IPv6 sobre el *backbone* IP/MPLS (Figura 1).

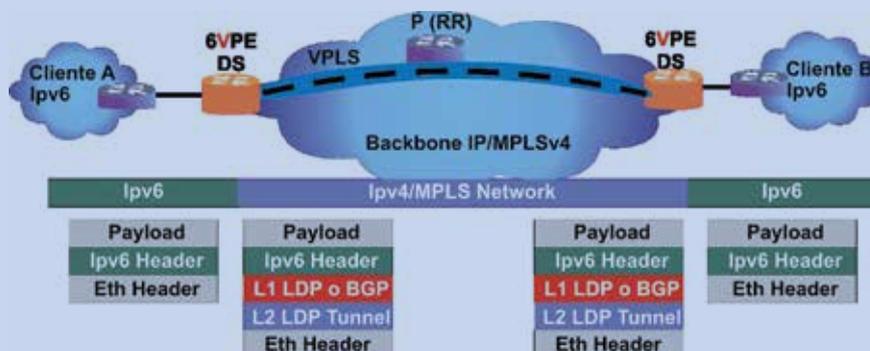


Figura 1. Solución 6VPE. (Fuente: Huawei[10]).

Previo a la realización de las pruebas de campo, se utilizó el simulador eNSP—empresarial *Network Simulation Platform*— para analizar el escenario bajo prueba y tener idea de los resultados a obtener con el equipamiento y el escenario real. Se capturaron paquetes en la interfaz de salida del PE1 hacia P1 (obsérvese el doble etiquetado en MPLS). Los resultados de la simulación fueron coherentes con los obtenidos en el escenario real (Figura 2).

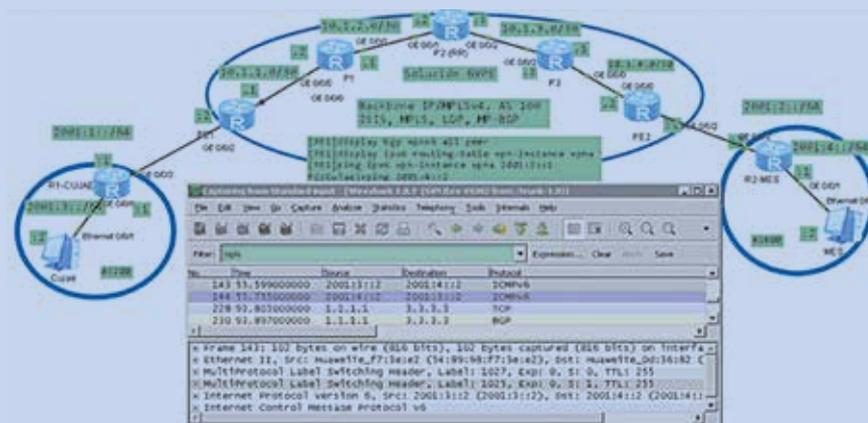


Figura 2. Simulación de la solución 6VPE a través de un backbone IP/MPLS mediante la plataforma eNSP de Huawei. (Fuente: DCDT).

Para las pruebas con equipamiento real se utilizaron dos enrutadores con funcionalidades 6PE/6VPE en los bordes de la red, conectados a dos enrutadores de núcleo existentes. Con la ayuda de un instrumento generador de tráfico STC —*Spirent Test Center*— se transmitieron paquetes IPv6 de un sitio a otro. Como retorno, se dispuso un enlace a 100 Mbps a través de la red SDH —*Synchronous Digital Hierarchy*— (Figura 3). También, se introdujeron elementos adicionales en la red como DHCPv6, servidor AAA —*Authentication, Authorization and Accounting*— y DNSv6 —*Domain Name Server*— para la prueba de servicios de banda ancha conmutada PPPoEv6. Se simuló Internet mediante una interfaz *loopback* en el extremo opuesto de la red.

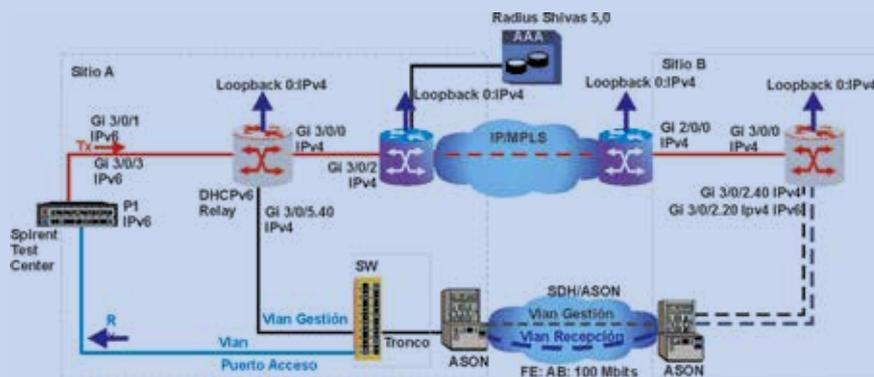


Figura 3. Esquema general de pruebas IPv6. (Fuente: DCDT).

Posteriormente, se comprobaron las funcionalidades básicas de enrutamiento, comenzando por el establecimiento de las rutas estáticas, seguido de la configuración del protocolo ISIS, al tiempo que se comprobaron sus dos nuevos TLV—*Type-Length-Value*—para transportar información de IPv6 —TLV 232 para el direccionamiento de la interfaz IPv6 y TLV 236 para alcanzar la red IPv6— mediante el prefijo de ruteo y la métrica. (Figura 4).

Con la funcionalidad de Dual-Stack para ISIS se anunciaron mediante el instrumento STC más de 1000 rutas IPv4 e IPv6 simultáneamente y se transmitió tráfico de extremo a extremo por estas rutas sin pérdida de paquetes. El propio instrumento colectó estadísticas de las tramas enviadas y dio cuenta de parámetros como demora, *jitter* y pérdida de paquetes.

Asimismo, se comprobó la funcionalidad de GR —*Graceful Restart*— en los protocolos ISIS y BGP4+. Esta funcionalidad permite, en caso de un fallo en el procesador central del enrutador, mantener inalterable la tabla de rutas durante un tiempo, proporcionando a la tarjeta de reserva tiempo suficiente para la conmutación sin afectar el servicio ni la topología lógica de la red, evitando el mecanismo de convergencia y el cálculo del protocolo de enrutamiento interno.

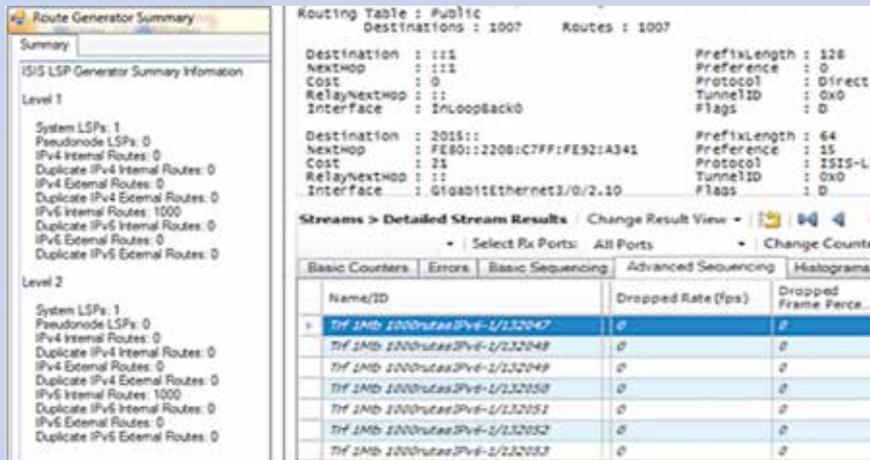


Figura 4. Generación de 1000 rutas IPv4 y 1000 IPv6. Fracción de la tabla de enrutamiento y resultados de pérdidas de paquetes con tráfico IPv6. (Fuente: DCDT).

Se configuró la funcionalidad de multitopología para el protocolo ISIS que permite que se ejecuten dos árboles de análisis del algoritmo SPF —*Short Path First*— de forma independiente, uno para IPv4 y otro para IPv6. Esto es necesario cuando existe más de una ruta para alcanzar un destino.

Con la ayuda del instrumento se probaron los servicios VPLS y VPN Dual-Stack así como PPPoEv4 y PPPoEv6 con doble marca de VLAN (Figura 5).

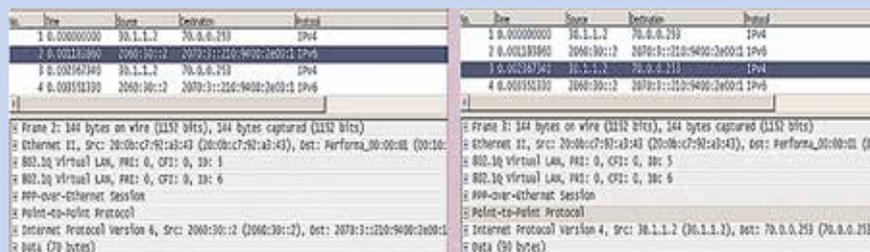


Figura 5. Sesiones simultáneas PPPoEv4 y PPPoEv6 generadas con el instrumento Spirent Test Center. (Fuente: DCDT).

Para que la solución 6PE funcione correctamente, hay que activar la familia IPv6 dentro del protocolo BGP4+ utilizando los pares (peers) IPv4 para establecer las relaciones de vecindad. BGP4+ transportará la información de enrutamiento obtenida por el protocolo de enrutamiento interno, ya sea OSPFv3 —*Open Short Path First*— o ISIS —*Intermediate System Intermediate System*— entre los enrutadores 6PE, utilizando como intermediarios a los enrutadores reflectores sobre los túneles establecidos por el protocolo LDP —*Label Distribution Protocol*— en MPLS. Las rutas IPv6 se almacenan en la tabla global del enrutador. La etiqueta interna la asigna el protocolo BGP4+, mientras que la externa la asigna el protocolo LDP. Con esta solución se

puede brindar transporte transparente entre islas IPv6 de un modo económico [10], [11].

La solución 6VPE tiene gran similitud a 6PE en cuanto a configuración. Debe activarse la familia IPv6 dentro del BGP4+, así como habilitar BGP4+ dentro de la VPN. Esta es la principal diferencia. Esto permite una mayor organización del tráfico y contribuye a reforzar la seguridad manteniendo el aislamiento entre las diferentes VPN. Cada una de ellas hace parecer a los clientes que disponen de una red independiente, cuando en realidad el medio es compartido por usuarios con VPNv4 y VPNv6. En este caso, la etiqueta interna la asignan los protocolos LDP o BGP4+, mientras que la externa, correspondiente al túnel, la asigna el protocolo LDP.

Sobre este tipo de solución pueden ofrecerse servicios de VPN L2 punto a punto, llamados también VLL —*Virtual Leased Line*— o punto-multi-punto, como VPLS. La solución 6VPE es un poco más compleja de configurar que 6PE, pero ambas son económicamente factibles.

Mediante el empleo de las soluciones 6PE y 6VPE, se transmitió tráfico extremo a extremo a 100 Mbps con la ayuda del instrumento STC sin reportar pérdida de paquetes. Se probó el servicio FTP —*File Transfer Protocol*— para la descarga de contenidos educativos y se ejecutó una secuencia de más de 30 pruebas. Finalmente, se conectaron dos islas IPv6 pertenecientes a entidades del Ministerio de Educación Superior, durante más de tres meses para evaluar la estabilidad del servicio y su comportamiento (Figuras 6 y 7).

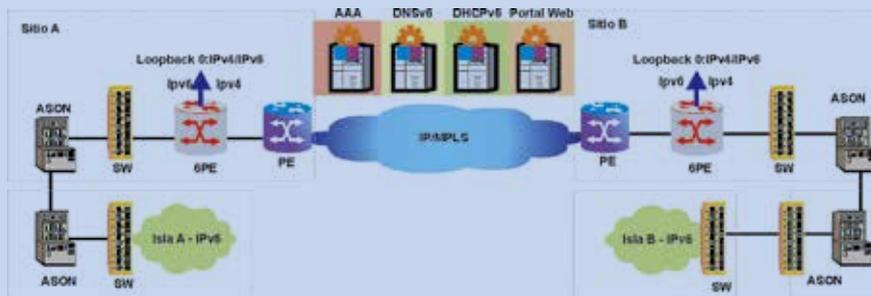


Figura 6. Islas IPv6 conectadas a 100 Mbps a través de la red IP/MPLS. (Fuente: DCDT).

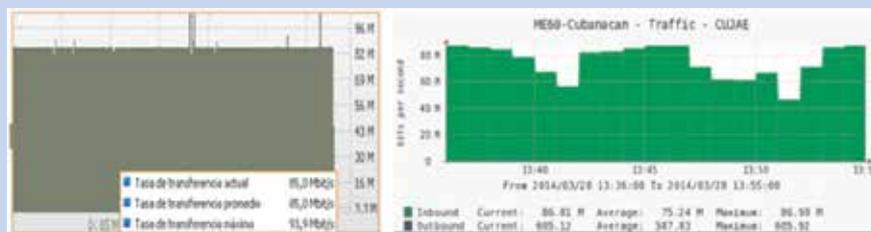


Figura 7. Tasas de transferencia de tráfico entre ambas islas IPv6. (Fuente: DCDT).

Se pudo concluir que en una etapa inicial es posible utilizar los métodos ya probados sobre el *backbone* IP/MPLS, 6PE y 6VPE, para la interconexión de universidades e instituciones de investigación. Para ofrecer servicio PPPoEv6 se emplean servidores DNSv6, DHCPv6 y AAA. Es preciso mantener vigilancia tecnológica sobre el sistema de gestión, provisión y supervisión ya que no estaban funcionando a plena capacidad durante la realización de las pruebas ejecutadas. Para el acceso a Internet se

dispone de bloques asignados por LACNIC —*Latin America & Caribbean Network Information Centre*— para este propósito. La capacitación y el entrenamiento del personal constituyen un punto importante para el mantenimiento de las redes y los servicios involucrados.

Proyección para la implementación

Luego de ejecutar estas pruebas sobre el *backbone* IP/MPLS con el instrumento STC, se planificó una segunda etapa con clientes reales para finales de 2015, con el objetivo de obtener experiencias en la prestación del servicio de extremo a extremo. De resultar satisfactorias estas pruebas, podría desplegarse IPv6 bajo las siguientes modalidades:

1. Servicio de transporte transparente entre islas IPv6 en el entorno nacional, utilizando preferentemente la solución 6VPE. Este servicio favorecería la conexión de universidades y centros de investigación a nivel nacional, por lo que se dispondría de una plataforma de red estable para desarrollar aplicaciones y contenidos sobre el nuevo protocolo, manteniendo este tráfico dentro de la VPN a fin de lograr la uniformidad y conservar el control del mismo.
2. Servicio de Internet IPv6. Este podría hacerse de manera dedicada o conmutada (PPPoE). Para ello deben resolverse a plenitud los problemas asociados a la seguridad, la gestión del equipamiento y la plataforma de provisión de servicios.

La secuencia de acciones para la implementación podría ser la siguiente: Aquellas regiones que dispongan de un 6PE/BRAS se conectarían directamente a través de redes metropolitanas Ethernet o mediante la red de transmisión SDH/ASON. Las que no dispongan de 6PE/BRAS deben utilizar la solución DS-Lite entre sus respectivos equipos de acceso a través de una VPLS —*Virtual Private LAN Services*— hasta la tarjeta CGN que también permite la funcionalidad DS-Lite y termina el túnel. Esta tarjeta pertenece al 6PE/BRAS. Como línea general, todo el equipamiento que se adquiera, ya sea de acceso o de núcleo, debe soportar el protocolo IPv6, con el fin de crear nuevas islas IPv6 y en un futuro acercar a las redes metro la funcionalidad de BRAS/CGN. Deben mejorarse las plataformas de provisión de servicios IPv6, así como la de gestión del equipamiento y la de seguridad, para disponer de los mecanismos adecuados de control. Desde el punto de vista del acceso a Internet deben anunciarse bloques de direcciones fuera del sistema autónomo y configurar las políticas de accesos en los enrutadores de borde. Los enlaces deben ser monitoreados para recolectar estadísticas de tráfico. Esta es una visión preliminar para ir ganando experiencias en el periodo de transición a IPv6.

Conclusiones

Mediante las pruebas realizadas, se demostró la aplicabilidad de los mecanismos de transición 6PE/6VPE sobre el IP/MPLS, lo que permitió el transporte transparente de tráfico entre islas IPv6. También se identificaron los elementos para ofrecer el servicio de banda ancha PPPoEv6, los referidos a la gestión integrada, supervisión y provisión, entre otros.

Se evidenció que es posible comenzar a desplegar IPv6 haciendo un uso racional de los recursos existentes con inversiones progresivas en función de las necesidades de crecimiento del servicio. En consecuencia, se requiere preparar al personal técnico con conocimientos avanzados de IPv6 a fin de

optimizar la operación y el mantenimiento de las redes, así como de las aplicaciones y los servicios a implementar. ▀

Referencias

- [1] ICANN. Internet Corporation for Assigned Names and Numbers. Global Policy for the Allocation of the Remaining IPv4 Address Space. <http://www.icann.org/en/resources/policy/global-addressing/remaining-ipv4>. (acceso enero 14, 2014)
- [2] ICANN. Internet Corporation for Assigned Names and Numbers. Available Pool of Unallocated IPv4 Internet Addresses Now Completely Emptied. <http://www.icann.org/en/news/press/releases/release-03feb11-en.pdf>. (acceso enero 14, 2014).
- [3] LACNIC. Fases de Agotamiento de IPv4. <http://www.lacnic.net/web/lacnic/agotamiento-ipv4>. (acceso mayo 15, 2014).
- [4] Fuller, V.; Li, T. RFC 4632. Classless Inter-domain Routing (CIDR): The Internet Address Assignment and Aggregation Plan. 2006. <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc4632.txt>. (acceso mayo 15, 2014).
- [5] Nesser II, P. RFC 1917. An Appeal to the Internet Community to Return Unused IP Networks (Prefixes) to the IANA. 1996. <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc1917.txt>. (acceso mayo 15, 2014).
- [6] Droms, R. RFC 2131. Dynamic Host Configuration Protocol. <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc2131.txt>. 1997. (acceso enero 14, 2014).
- [7] Srisuresh, P.; Egevang, K. RFC 3022. Traditional IP Network Address Translator (Traditional NAT). <http://www.rfc-editor.org/rfc/rfc3022.txt>. 2001. (acceso enero 14, 2014).
- [8] Asoca, De Saram. Real World IPv6 Migration Solutions. <http://www.cu.ipv6tf.org/pdf/Asoka%20De%20Saram%20-%20A10%20Rocky%20Mountaintain%20IPv6%20Summit.pdf>. 2011. (acceso enero 14, 2014).
- [9] Kashimura, Yashuo. IPv6 Transition Technologies. http://www.cu.ipv6tf.org/pdf/Apricot_IPv6_transition_kashimura_rev3.pdf. 2011. (acceso enero 14, 2014).
- [10] Huawei Technologies Co., Ltd. IPv6 HSI Service Operation and Maintenance Training. 2010. pp.77- 99.
- [11] Huawei Technologies Co., Ltd. IPv6 HSI Service Planning. 2010. pp. 162 - 184.
- [12] Huawei Technologies Co., Ltd. IPv6 Technology Principle Training. 2010. pp. 13 - 17.
- [13] Leping, W. "Considerations and Practice of NGN". Huawei Technologies (16), 4-12, 2005.
- [14] Huiling, Z. & Bing, D. "Network Evolution -- View from NGN Practice of Global Carriers". Huawei Technologies, 13-17. 2005.

(Artículo recibido en noviembre de 2014 y aprobado en marzo 2015).

Algoritmos de asignación de recursos de radio en redes LTE

Por: Ing. YenkeLL Lliteras Cebada, Especialista C en Telemática, Centro de Gestión Regional Móvil de Camagüey, División Territorial Camagüey; Msc. Carlos Alberto Rodríguez López, Profesor Titular e Ing. Raykel Bardón Sánchez, Profesor Instructor, Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas.
yenkeLL.lliteras@etecsa.cu, crodriguez@uclv.edu.cu, rbardon@uclv.edu.cu

Resumen

Las redes LTE utilizan variados algoritmos de asignación de recursos para distribuir los bloques de recursos de radio disponibles entre los equipos de usuario según la demanda de estos. La elección del mecanismo a implementar tiene un impacto significativo en el desempeño de la red. Este trabajo se propone describir algunos de los algoritmos de asignación de recursos empleados en las redes LTE y mediante simulación mostrar los resultados alcanzados por estos en cuanto a la tasa de transmisión de datos del sistema.

Palabras clave: Bloque de recursos, Algoritmos de asignación de recursos, Redes LTE.

Abstract

LTE networks use diverse resource allocation mechanisms to distribute available radio resources blocks among user terminals according to their demand. The selection of the mechanism to implement has a significant impact on network behavior. This work describes some of the resource allocation techniques deployed in LTE networks, and by means of simulation shows the results obtained by LTE networks concerning data transmission rates of the system.

Key words: Resource Blocks, Resource Allocation Mechanism, LTE Networks.

Introducción

Las redes LTE—*Long Term Evolution*—son la evolución de las redes móviles hacia la cuarta generación. Son redes IP con conmutación de paquetes, creadas para la transmisión de datos a altas velocidades. Con el objetivo de lograr esta evolución se realiza un nuevo diseño de las redes de radio y de conmutación, diferenciándose conceptual y físicamente de las redes 3G de las que procede y estableciendo un nuevo punto de partida para desarrollar las redes móviles.

En las redes LTE la función de asignación de recursos de radio es la encargada de administrar los recursos de transmisión de radio de forma eficiente sobre la base de métricas que gobiernan su ejecución [1]. El mecanismo a emplear tiene implicaciones directas en el desempeño de la red por lo que su elección es

clave a la hora de diseñarla. Existe una amplia variedad de algoritmos de asignación que toman en cuenta para la distribución de los recursos varios parámetros, entre ellos la calidad del canal de radio, la equidad en la asignación de recursos y la demora en la transmisión de los paquetes [2]. El uso de un u otro algoritmo para la asignación de recursos está condicionado por la disponibilidad de estos por el fabricante y la visión del operador sobre los parámetros que inciden con mayor fuerza sobre la calidad del servicio a brindar.

En el presente trabajo se expondrán las características principales de las redes LTE. Posteriormente se realizará una descripción de las principales características de algoritmos de asignación de recursos de radio empleados en las redes LTE. Finalmente, se simularán estos algoritmos para establecer comparaciones en cuanto a su tasa de transmisión de datos.

Arquitectura de redes LTE

La arquitectura de radio de LTE es nombrada EUTRAN —*Evolved Universal Terrestrial Radio Access*— y está compuesta por los eNB —*enhanced Node B*— y los UE —*User Equipment*—. Los eNB se encargan de todas las transmisiones de radio del sistema, incluyendo los *handovers*. De esta forma se eliminan los RNC —*Radio Network Controllers*— utilizados en la tecnología anterior, transfiriendo la inteligencia del sistema a los eNB en la interfaz de radio. Los eNB se conectan entre ellos mediante la interfaz X2. Los UE son los equipos móviles de los usuarios.

Las redes LTE soportan diversos anchos de banda, desde 1.4, 3, 5, 10, 15 hasta 20 MHz. Con la funcionalidad de agregación de portadoras se permite la unión de 5 portadoras de 20 MHz hasta alcanzar los 100 MHz en LTE-A —*LTE-Advanced*—. En el enlace descendente se utiliza la modulación OFDM —*Orthogonal Frequency Domain Multiplex*—, con subportadoras de 15 kHz y modulaciones QPSK, 16QAM, 64QAM y 256QAM. Cada 12 subportadoras se forma lo que se conoce como recurso de bloque —*RB*— que es la unidad mínima asignada a un UE para transmitir en el dominio de la frecuencia [3]. La trama conformada tiene una duración de 10ms y se divide en 10 TTI —*Time Transmission Interval*—. A su vez cada TTI se separa en dos slots de 0,5 ms. El TTI es la unidad mínima otorgada a los UE para transmitir en el dominio del tiempo. En la Figura 1 se aprecia la composición de un RB.

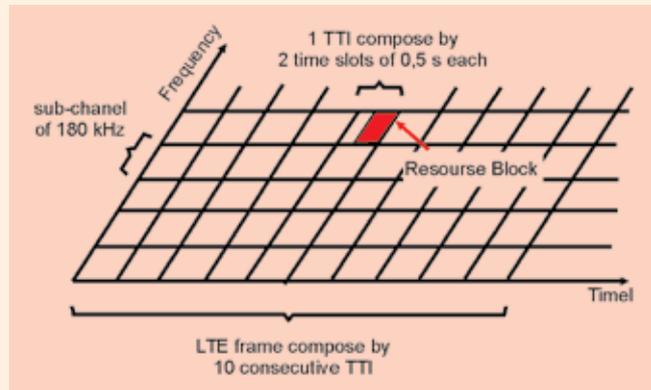


Figura 1: Esquema RB. (Fuente [2])

La modulación escogida en el enlace ascendente es SC-FDM —*Single Carrier Frequency Domain Multiplex*—, al tener mejor razón de potencia pico a promedio, lo que permite transmitir con mayor potencia sin ampliar el tamaño del amplificador y ahorrar batería del móvil [4]. Para lograr mayores velocidades en la transmisión se utilizan algoritmos MIMO —*Multiple In Multiple Out*— en las antenas del eNB y del UE. LTE puede estar duplexada en frecuencia, FDD —*Frequency Division Duplex*— o en tiempo, TDD —*Time Division Duplex*—. En TDD se dedican determinados slots para la transmisión ascendente y otros para la descendente de forma configurable, por lo que las velocidades alcanzadas por el sistema son menores. En la Figura 2 se muestra la estructura de la trama TDD en LTE.

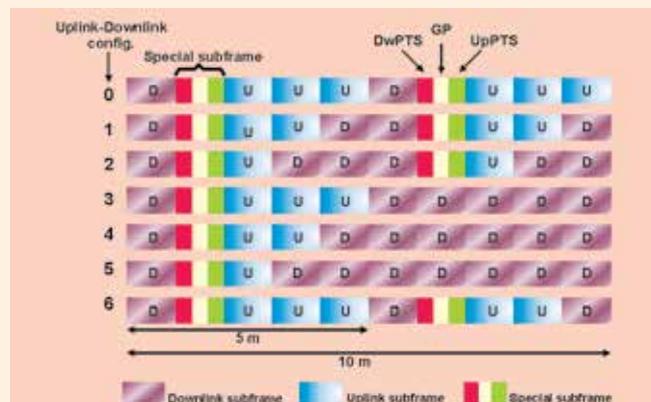


Figura 2. Esquema trama TDD. (Fuente [4])

Asignación de recursos de radio

Los algoritmos de asignación de recursos de radio se encuentran en la capa de control de acceso al medio en la interfaz de radio y se implementan en los eNB. La reserva puede hacerse en el dominio de la frecuencia si se reparten los RB entre los UE que los solicitan durante cada TTI. También se puede hacer en el dominio del

tiempo al reservarse en cada TTI todos los RB existentes a determinado UE. La cantidad de RB disponibles depende del ancho de banda del sistema como se demuestra en la (Tabla 1).

Ancho de banda MHz)	1.4	3	5	10	15	20
Bloque de recursos	6	15	25	50	75	100

Tabla 1. Número de bloques de recursos según ancho de banda (Fuente: [5]).

Para distribuir los RB existentes entre los UE que los solicitan, los algoritmos de asignación deben tener en cuenta varios factores que han motivado la creación de diversas métricas. Uno de estos factores es la equidad en la distribución de los RB, puesto que debe tratar de servir a todos los UE que soliciten transmitir, siempre que tenga los recursos suficientes para repartirlos. Si no fuera capaz de entregar facilidades de transmisión en un instante determinado debe priorizar a los que ya hicieron la solicitud sobre los que realizan una nueva demanda de transmisión.

Otro factor a tener en cuenta en el proceso de asignación de recursos es que el estado del canal de radio no es el mismo para todos los UE en el dominio del tiempo, la frecuencia y el espacio. El asignar recursos a los UE que experimentan una mayor relación señal a interferencia más ruido (SINR)— *Signal to Interference plus Noise Ratio*— permite la obtención de mayores tasas de transmisión mediante el uso de esquemas de modulación y codificación más eficientes. En la ecuación 1 se define el SINR:

$$SINR = \frac{S}{(\sum_{i=1}^n I + R)} \tag{1}$$

donde S es la señal recibida en Watts, I es la sumatoria de la potencia interferente recibida de los n elementos de red que transmiten simultáneamente en Watts y R el ruido ambiental en Watts.

El retardo de los paquetes es otro aspecto a tener en cuenta por parte de los algoritmos de asignación de recursos, puesto que aplicaciones como la voz sobre LTE, videoconferencias y videollamadas, entre otras son sensibles al retardo de los paquetes, de forma tal que la reducción del tiempo de transmisión es una forma de mejorar la calidad del servicio.

Existen otros parámetros a considerar en la confección de los algoritmos de asignación de recursos de radio como el llenado de los buffers de los UE en la recepción, el llenado de los buffer de los UE en la transmisión, la

tasa mínima de transmisión garantizada o la tasa de pérdidas de paquetes máxima permisible.

El tiempo de cómputo para realizar los cálculos que permiten la asignación de recursos es muy importante, puesto que en 1 ms se debe calcular toda la reservación de canales del próximo TTI. Debido a esto, la complejidad de los algoritmos no debe ser muy elevada; de lo contrario, se puede ver afectada la capacidad computacional del eNB.

A continuación se explican algunos algoritmos de asignación de recursos de radio empleados en redes LTE.

Round Robin

El mecanismo Round Robin (RR) fue creado para las redes de datos y es utilizado para manejar colas de paquetes en computadoras. En las redes LTE se aplica mediante la división de los RB disponibles entre la cantidad de pedidos de transmisión de los UE conformando una cola circular [6]. Si la cantidad de RB es suficiente como para servir a los UE que demandan recursos se distribuyen entre estos equitativamente. Si los recursos no fueran suficientes para brindar a cada uno de los UE la posibilidad de transmitir en el TTI, se formará una cola en la que los primeros en entrar serán los primeros en salir. En la Ecuación 2 se describe la métrica del algoritmo,

$$RR = T - T_s \tag{2}$$

donde T es el tiempo y Ts es el tiempo en que le fue asignada anteriormente la petición. A mayor valor de la métrica mayor prioridad para ofertar el RB.

Este es un mecanismo justo desde el punto de vista de las oportunidades de transmisión, puesto que todo UE que intente transmitir datos podrá hacerlo. Sin embargo, no tiene en cuenta las condiciones del canal y asigna recursos a UE que no pueden alcanzar esquemas de modulación y codificación elevados en detrimento de los que sí tienen condiciones instantáneas superiores con las que se alcanzarían mayores velocidades de transmisión.

Maximum Throughput

Este es un mecanismo de asignación de recursos de radio que toma en cuenta las condiciones del canal y en el dominio de la frecuencia (FDMT) asigna el RB al UE que tenga las mejores condiciones de propagación según el indicador de calidad de canal (CQI) de la sub-banda enviado por el UE al eNB [5]. La métrica empleada se describe en (Ecuación 3):

$$m(n,k) = \max RT(n,k,t) \tag{3}$$

donde $RT(n, k, t)$ es la razón de transmisión de datos a alcanzar por el UE en el bloque de recursos k por el usuario n en el TTI t , calculada según el esquema de modulación y codificación correspondiente de acuerdo al CQI reportado. Mientras mayor sea el resultado de la métrica, mayor es la prioridad para asignarle los recursos al UE.

MT en el dominio del tiempo (TDMT) le asigna al UE que pueda alcanzar la mayor tasa de transmisión todos los RB del TTI, calculados según el indicador de calidad de canal global de toda la banda. MT logra tasas de transmisión elevadas al asignar el canal al UE que tenga las mejores condiciones de propagación y por ende esté en condiciones de alcanzar el mayor esquema de codificación y modulación de todos los UE en ese instante de tiempo. Esta situación posibilita elevar el *throughput* del sistema en general; sin embargo, la calidad de servicio para los UE que se encuentran alejados del eNB o bajo condiciones de elevadas pérdidas en la propagación de la señal puede degradarse seriamente y dejarlos sin servicio en casos extremos aunque se encuentren bajo la cobertura de la celda.

Blind Equal Throughput

Blind Equal Throughput se enfoca en lograr que todos los UE tengan el mismo *throughput*. En el dominio de la frecuencia (FDBET) calcula el inverso del *throughput* acumulado dentro de un rango de tiempo de todos los UE [7]. Al UE que tenga la mayor métrica y por ende el menor *throughput* acumulado se le asignará un RB y se volverá a calcular la métrica esta vez añadiendo la transmisión del RB otorgado. Si el UE continúa siendo el de mayor métrica se le asignará el RB y se seguirá comparando con el resto de los UE hasta que su métrica sea inferior al de otro UE, en ese caso se continúan entregando RB al nuevo UE que tiene la mayor métrica hasta agotarlos todos. En la ecuación 4 se presenta la métrica del algoritmo,

$$BET = \frac{1}{RTP(n,t)} \quad (4)$$

donde $RTP(n, t)$ es el *throughput* pasado del UE n dentro del rango de tiempo t .

Los UE que tienen un menor *throughput* acumulado acaparan los RB hasta tanto no tengan el mismo *throughput* que el resto. Este sistema es justo desde el punto de vista de que es capaz de brindar a los UE que se encuentran lejos del eNB el mismo *throughput* que a los que se encuentren cerca, sin embargo se degrada el desempeño de la celda porque no se explotan las

condiciones del canal para permitir la transmisión a los UE que tienen posibilidades de obtener mejores esquemas de modulación y codificación.

Proportional Fair

El mecanismo de Proportional Fair (PF) tiene en cuenta la información que brinda el canal y a la vez trata de proporcionar una equidad al tener en cuenta el *throughput* pasado del UE [8]. En la ecuación 5 se presenta la métrica del algoritmo,

$$PF = MT \times BET = \max RT(n,k,t) \times \frac{1}{RTP(n,t)} \quad (5)$$

donde $RT(n, k, t)$ es la razón de transmisión de datos a alcanzar por el UE en el bloque de recursos k por el usuario n en el TTI t , calculada según el esquema de modulación y codificación correspondiente de acuerdo al CQI reportado y $RTP(n, t)$ es el *throughput* pasado del UE n dentro del rango de tiempo t . PF utiliza el *throughput* pasado del UE como un peso del *throughput* esperado de forma tal que los usuarios que experimentaron un menor *throughput* anteriormente sean servidos en el menor tiempo posible.

Simulación y resultados

Para analizar las características de los algoritmos de asignación de recursos de radio se ha utilizado el software libre de simulación de redes de eventos discretos ns3. El escenario recreado consiste en un eNB con una celda omnidireccional y 16 UE estáticos. Los 16 UE forman una malla centrada en el eNB con una separación en los ejes x y y de 2000 metros, distribuidos en filas de 4 UE, como se puede observar en (Figura 3).

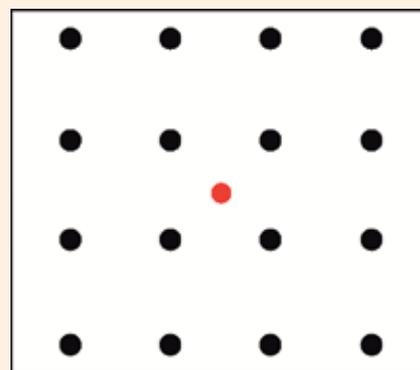


Figura 3. Distribución eNB y UE en simulación. (Fuente: elaboración propia)

El tipo de distribución de los bloques de recursos empleado por la red es el tipo 0, entregando 2 bloques de recursos como mínimo a cada UE que lo solicite durante

los 25 segundos que dura la simulación. Las características fundamentales de la simulación se presentan en la (Tabla 2).

Parámetro de simulación	Valor
Portadora EPS	GBR_CONV_VIDEO
Ancho banda	25RB (5MHz)
Potencia eNB	22 dBm
Potencia UEs	10dBm
Altura eNB	3 m
Altura UE	1,5 m
Figura de ruido eNB	9 dB
Figura de ruido UE	12 dB
Modelo de propagación	Friis

Tabla 2. Datos de la simulación. (Fuente: elaboración propia).

En la Figura 4 se muestra los resultados de la simulación de la función distribuida acumulada (CDF) del *throughput* total de la celda.

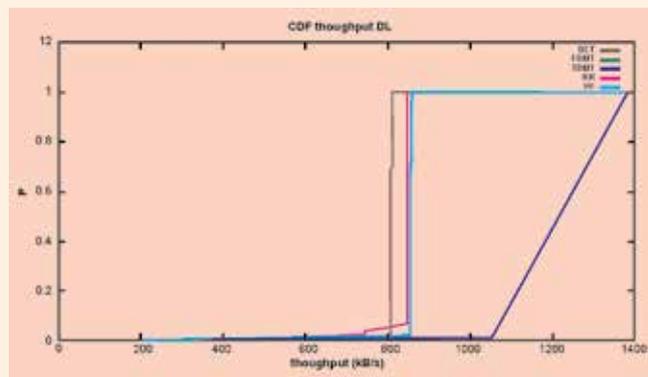


Figura 4. CDF de *throughput* total de celda en enlace descendente.

Se constata como FDMT y TDMT tienen los mismos valores, que son los mayores de los algoritmos simulados. PF y RR tienen un comportamiento muy similar y le siguen a continuación a los algoritmos MT. FDBET es la que alcanza menores valores de *throughput* en la distribución. En la tabla 3 se muestran los valores del *throughput* total de la celda.

Algoritmos de asignación de recursos de radio	Throughput (kB/s)
FDBET	805.87932
FDMT	1379.71476
PF	852.1168
RR	839.28464
TDMT	1379.71476

Tabla 3. *Throughput* total de la celda. (Fuente: elaboración propia).

Los valores de la tabla corroboran lo expuesto en la distribución anterior. Se puede observar que FDMT y TDMT alcanzan el mayor *throughput* de todos los algoritmos analizados, seguido por PF, RR y FDBET con menores valores. Estos resultados confirman que los algoritmos de asignación de recursos de radio que tienen en cuenta el estado del canal obtienen en general un mejor desempeño del sistema al darle la oportunidad a los UE de alcanzar mayores esquemas de modulación y codificación.

Para el análisis de la equidad de la distribución de recursos se utiliza el índice de Jain cuya fórmula viene dada por (Ecuación 6):

$$J = \frac{(\sum x_i)^2}{n \sum x_i^2} \tag{6}$$

donde n es el número de elementos de la distribución y x_i es cada elemento de la distribución. En la tabla 4 se pueden observar los valores del índice de equidad de Jain obtenido de la simulación.

Algoritmos de asignación de recursos de radio	Índice de justicia de Jain
FDBET	0,999229698
FDMT	0,062500522
PF	0,857861684
RR	0,875804313
TDMT	0,062500522

Tabla 4. Índice de equidad de Jain. (Fuente: elaboración propia).

Se puede deducir que FDMT y TDMT no son equitativos en la distribución de los recursos entre los UE.

Todos los UE transmitieron 12 bytes cada uno, excepto el UE 11 que acaparó la transmisión de la celda durante todo el tiempo. PF y RR logran una equidad similar mientras que FDBET prácticamente logra que todos los UE tengan el mismo desempeño.

En consecuencia, los métodos que logran una equidad en la distribución de los recursos tienen un *throughput* mucho menor que los algoritmos que toman en cuenta el estado del canal y viceversa.

Conclusiones

Los algoritmos de asignación de recursos de radio en las redes LTE tienen la responsabilidad de administrar los bloques de recursos de forma eficiente. Para lograr su objetivo crean métricas que se enfocan en determinadas características del servicio a partir de las cuales priorizan la distribución. La elección del método a emplear por la red tiene un gran impacto sobre el *throughput* total del sistema y la calidad del servicio.

Mediante la simulación, se pudo observar que los algoritmos de asignación enfocados al estado del canal aumentan el *throughput* total de la celda, pero pueden ocasionar negaciones de servicio a los UE con pobres condiciones de propagación; mientras que los enfocados en la equidad de la distribución de los recursos brindan valores de *throughput* menores.

De este modo, el presente trabajo demuestra la viabilidad de realizar simulaciones para encontrar el mecanismo de asignación más eficiente a utilizar en las redes LTE. Esta es una forma de evaluar el comportamiento de la red con distintas técnicas de asignación de recursos en distintos escenarios que permite comparar su rendimiento final. ▀

Referencias bibliográficas

- [1] Sesia, Stefania., Baker, Matthew.,Touk, Issam. et al. LTE – The UMTS Long Term Evolution:from Theory to Practice. vol.1.Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2009, pp 54-56.
- [2] Capozzi, F., Piro, G.,Piro, L.A., Boggia, G., and Camarda, P. "Downlink Packet Scheduling in LTE Cellular Networks: Key Design Issues and a Survey", Communications Surveys & Tutorials, IEEE, vol. 15, no. 2, (June/2012):678-700.
- [3] 3GPP TS 36.211 V12.4.0 LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical channels and modulation. Febrero, 2015.
- [4] Khan, Farooq. LTE for 4G Mobile broadband, vol. 1.Cambridge: Cambridge University Press, 2009, p 22.
- [5] Dahlman, Erik., Parkvall, Stefan. And Sköld, Johan. 4G LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband, vol. 1. Oxford: Elsevier, 2011, pp 98-100.
- [6] Mahida, Siddhart. and Durvesh, Aslam. "Design and Performance Evaluation of DL MAC Scheduling Model in LTE". International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication, vol. 2, no. 1, (January/2014): 17–19.
- [7] Dong, Yangyang. "LTE MAC Scheduler investigation". Tesis de Maestría, Universidad de Bremen, Bremen, septiembre 2011.
- [8] Fouziya, S. and Nakkeeran, R. "Study of Downlink Scheduling Algorithms in LTE Networks". Journal of Networks, vol. 9, no. 12, (December/2014): 3381-3391.

(Artículo recibido en abril de 2015 y aprobado en mayo de 2015)



Por: Ing. Claudia González Villavicencio, Especialista en Organismos Internacionales y Colaboración Bilateral, DRIN, ETECSA; Ing. Chadi Nizar Mehdi, EXXON Telecom Company, VoIP y Servicios de información, y Dra.C. Ing. Caridad Anías Calderón, Departamento de Telecomunicaciones, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. claudia.glez@etecsa.cu; nm.chadi@gmail.com; cache@tesla.cujae.edu.cu

Resumen

En los últimos años la llamada Internet de los Objetos (IoT) ha atraído la atención de los expertos y, en la actualidad, comienza a tener una amplia aceptación como vía para la comunicación de objetos con el mundo real. Se ha demostrado que objetos heterogéneos interconectados entre sí han adquirido la capacidad de detección de otros objetos, de conocer las variaciones del entorno donde se encuentran y de comunicarse con las aplicaciones, por lo que una gestión eficaz de la IoT y de sus servicios es fundamental. Este artículo aborda la gestión de IoT y expone un estudio de caso que permite proponer una arquitectura de Gestión Basada en Web (WBEM).

Palabras clave: IoT, WBEM, Gestión de IoT, CIM, XML, Estudio de Caso

Abstract

Over the last years the so called Internet of Things has brought the attention of experts, and today it is starting to be widely accepted as a way for objects to communicate in the real world. It has been proved that interconnected heterogenic devices have acquired the ability of detecting other objects, of recognizing the variations in the environment around them and of communicating with applications, therefore it is essential an efficient management of the IoT and its services. This article approaches the IoT Management, which will be exposed in details through a case study hereby presented, that will allow to propose a structure of Web-Based Enterprise Management: WBEM.

Keywords: IoT, WBEM, IoT Management, CIM, XML, Case Study

Introducción

Hasta el momento, la Internet que conocemos ha estado orientada desde y hacia las personas, donde prácticamente la totalidad de la información contenida ha sido generada por los seres humanos empleando algún mecanismo de entrada de datos. Sin embargo, en la inminente Internet de los objetos —*Internet of the Things* (IoT)— los objetos son capaces de generar y consumir información, interactuando entre ellos [1].

El desarrollo acelerado que ha tenido Internet lo ha hecho avanzar un paso más allá, se han embebido transceptores móviles a pequeños circuitos con el fin de ser añadidos a objetos de la vida cotidiana [2]. La innovación técnica y dinámica en un número importante de campos como los objetos inteligentes, las tecnologías inalámbricas (wireless) entre ellas la identificación de radio frecuencia —*Radio Frequency Identification* (RFID)—, los sensores inalámbricos, la robótica, la miniaturización y la nanotecnología han sido cruciales para el desarrollo de la IoT.

La gestión de IoT es aún ineficiente pues el tipo que se prevé para esta red, la gestión autónoma, no se encuentra totalmente desarrollada. Esto hace que gestionar una red de objetos inteligentes con el objetivo de lograr mayor calidad, seguridad y flexibilidad sea un problema a resolver en la actualidad.

En este trabajo se escoge, entre los modelos integrados de gestión, la basada en Web —*Web-Based Enterprise Management* (WBEM)— para la gestión de IoT. Además, se resumen las características de este tipo y se profundiza en su empleo a través de un estudio de caso.

Modelos normalizados de gestión integrada

En la gestión integrada se normalizan el protocolo y la información de gestión. Como resultado del trabajo de los organismos internacionales de normalización existe un conjunto de modelos para la gestión integrada entre los que se encuentran: La arquitectura de red de gestión de las telecomunicaciones —*Telecommunications Management Network* (TMN)—, estándar desarrollado por la UIT; el modelo de interconexión de sistemas abiertos —*Open System Interconnection* (OSI)— de la Organización Internacional de Estandarización —*International Standardization Organization* (ISO)—; el modelo de gestión Internet, protocolo simple de gestión de red —*Simple Network Management Protocol* (SNMP), del Grupo especial de trabajo de ingeniería de Internet —*Internet Engineering Task Force* (IETF)— [3] y un conjunto de propuestas desarrolladas por el Grupo especial de trabajo de gestión distribuida —*Distributed Management Task Force* (DMTF)— de las que se han creado estándares tales como: DMI —*Desktop Management Interface*—, CIM —*Common Information Model*—, Gestión Empresarial Basada en Web (WBEM), ASF —*Advanced Systems Format*—, SMBIOS —*System Management BIOS*—, *Web Service Management* y otros.

Entre los estándares del DMTF se destaca WBEM, que integra las tecnologías de gestión con los estándares de Internet. Esta fue la escogida para la propuesta de gestión de IoT que se presenta dada su indudable capacidad de adaptación a los escenarios actuales. WBEM tiene capacidades para gestionar cualquier tipo de sistema operativo, redes, computadoras, dispositivos de hardware y aplicaciones de software implementados dentro de un entorno empresarial. Además, presenta una interfaz Web que permite simplificar la gestión de redes y reducir significativamente los costos, integrando el resto de los estándares de gestión.

Características de WBEM

En la definición de WBEM, el DMTF reutiliza las tecnologías aplicadas a la Web que demostraron tener buenos resultados: el protocolo de transferencia de hipertexto —*Hyper-Text Transfer Protocol* (HTTP) y el lenguaje de marcas extensibles —*eXtensible Markup Language* (XML)— que se emplean de manera conjunta para el intercambio de información. WBEM utiliza alternativamente *WS-Management* como mecanismo de acceso. Sin embargo, el mayor aporte de esta iniciativa es el modelo de información común —*Common Information Model* (CIM)— diseñado por el DMTF con el objetivo de modelar de forma común todos los recursos a gestionar. En este modelo se han especificado los esquemas CIM, que definen la información de gestión relacionada con los recursos, utilizando el lenguaje conocido como formato de objetos gestionados —*Managed Object Format* (MOF) [2].

En la figura 1 se muestran las relaciones que existen entre las tecnologías del estándar WBEM.

Protocolo CIM-XML

CIM-XML es el protocolo para el intercambio de la información CIM. Está compuesto por el modelo de información común (CIM), la codificación xmlCIM, un grupo de operaciones para la recuperación y manipulación

de datos CIM y la encapsulación HTTP [4]. El protocolo define todas las interacciones entre los clientes de gestión y la infraestructura de gestión mediante mensajes CIM, los cuales son paquetes de datos de solicitud o respuesta utilizados para el intercambio de información de gestión. Los mensajes CIM son de dos tipos: de operación, utilizados para invocar una operación y de exportación, empleados para comunicar una información sobre CIM [4].

El Modelo de Información Común (CIM)

Define la información en el ambiente WBEM para usuarios, aplicaciones, redes, sistemas y otros. Está compuesto por una especificación (memoria descriptiva) y un modelo. La especificación permite definir los detalles de la interoperabilidad con otros modelos de gestión, mientras que el modelo permite, a través de descripciones reales, la comprensión de los datos. El modelo se define a través del lenguaje de modelación unificado —*Unified Modelling Language* (UML)— que modela la representación gráfica de los objetos gestionados y las relaciones entre ellos, MOF que define la sintaxis de los objetos gestionados y XML que permite intercambiar los datos entre distintos sistemas de gestión.

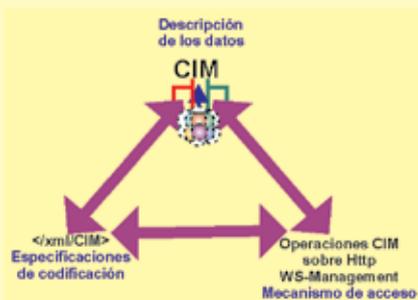


Figura 1. Modelo de Gestión WBEM. (Fuente: [4]).

CIM es un modelo de información orientado a objeto que proporciona

un conjunto de clases con propiedades y asociaciones que brindan un marco conceptual adecuadamente concebido para organizar la información del entorno de gestión y describir los sistemas gestionados. CIM se estructura en tres capas: el modelo del núcleo, el modelo común y los esquemas de extensión.

La codificación CIM/XML

Permite representar clases e instancias CIM mediante elementos XML. Especifica la sintaxis y semántica de los mensajes que se intercambian en un ambiente cliente/servidor.

La información CIM puede ser representada dentro de XML de diferentes maneras. Para lograr mantener la interoperabilidad entre las distintas implementaciones CIM es un requisito la normalización de esta representación, lo que se define en dos documentos: la Representación de CIM en XML (DSP0201) [4] y la Definición de Tipo de Documento (DTD) (DSP0203).

Los requisitos que se aplican para la representación de los mensajes CIM en XML según las recomendaciones DSP0201 y DSP0203 son:

- ♦ Cada mensaje CIM debe estar completamente descrito en XML; esta integridad favorece que la información sea concisa.
- ♦ El conjunto de mensajes CIM debe proporcionar suficiente funcionalidad para permitir a las implementaciones de CIM comunicarse efectivamente con fines de gestión.
- ♦ El conjunto de mensajes de CIM se debe clasificar en los perfiles para dar cabida a una serie de implementaciones que varían acorde a los mensajes de un subconjunto. El número de perfiles de gestión se debe mantener lo más pequeño posible para fomentar la interoperabilidad [4].

Las operaciones CIM sobre HTTP

Definen el mecanismo de transporte de datos de gestión. Además, permiten encapsular la información de un equipo de red gestionado con SNMP, la de los recursos telefónicos gestionados con CMIP o la de computadoras gestionadas con DMI [5] hacia la aplicación cliente [6], [7].

Los siguientes criterios se aplican a la encapsulación en HTTP de los mensajes CIM:

- ♦ En el reconocimiento de sistemas instalando HTTP/1.0, el encapsulado está diseñado para apoyar tanto HTTP/1.0 y HTTP/1.1
- ♦ La encapsulación no introduce requisitos que entren en conflicto con los establecidos en HTTP/1.0 o HTTP/1.1.
- ♦ El uso del encapsulado debe ser sencillo sobre las actuales infraestructuras de HTTP.
- ♦ La encapsulación evita el uso de HTTP túnel o dirección URL, a favor de un mecanismo que permite a las infraestructuras de HTTP existentes controlar el contenido de forma segura.

WS-Management

Se emplea como una vía alternativa al mecanismo de transporte de datos de gestión CIM sobre HTTP.

WS-Management se basa en protocolos estándares de Internet tales como el protocolo de acceso simple a objeto —*Simple Object Access Protocol* (SOAP)—, XML y servicios Web. Fue desarrollado como un protocolo de gestión adecuado para todas las infraestructuras, sin limitarse solo a la gestión de escritorio o a la de instrumentación de un servidor.

WS-Management emplea un mecanismo de direccionamiento que define referencias a puntos finales de servicio Web. También define algunas cabeceras utilizadas en los mensajes SOAP.

SOAP es un protocolo basado en XML que permite la interacción entre varios dispositivos pues tiene la capacidad de transmitir información compleja. Los datos de SOAP pueden ser transmitidos a través de HTTP, SMTP y otros.

Arquitectura WBEM

La arquitectura del estándar WBEM, que se muestra en la figura 2, consta de los siguientes elementos: el CIMOM —*Object Manager CIM*—, los proveedores y los clientes, cuya descripción se ofrece a continuación.

CIMOM: es el elemento fundamental de WBEM. Es accedido por una aplicación cliente Web que monitorea y controla el dispositivo gestionado. Posee un repositorio (información estática) donde almacena todos los esquemas CIM. Cuando un cliente hace una petición, el CIMOM se comunica con el repositorio, o con el proveedor de gestión apropiado (información dinámica), dependiendo del tipo de información que sea requerida.

Proveedores: pueden ser vistos como una interfaz entre el recurso gestionado y el CIMOM. Son los proveedores quienes realmente realizan las tareas de gestión ya que acceden a los recursos. Los datos proporcionados por un proveedor son llamados datos dinámicos y los obtiene desde el recurso gestionado. Usualmente los proveedores residen en el mismo dispositivo que el CIMOM, a diferencia de la comunicación entre clientes y CIMOM, la comunicación entre proveedores y CIMOM no está estandarizada.

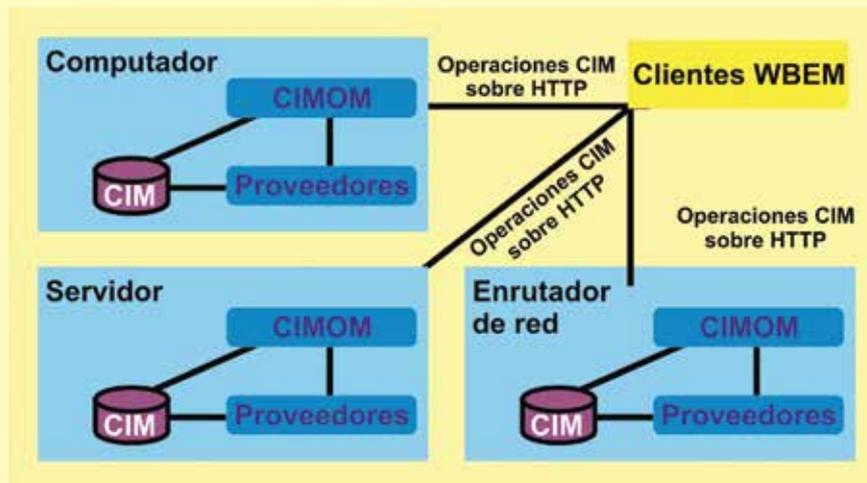


Figura 2. Arquitectura WBEM. (Fuente: [7]).

Cliente: puede ser visto como una interfaz entre el usuario de la gestión y el CIMOM. Las operaciones CIM sobre HTTP se han estandarizado para la comunicación entre el cliente y el CIMOM; sin embargo, la mayoría de las implementaciones también soportan otros mecanismos como RMI —*Remote Method Invocation*— para Java, DCOM —*Distributed Component Object Model*— para Microsoft, e IPC —*Inter Process Communication*— para Unix. No obstante, solo el uso de operaciones CIM sobre HTTP garantiza la compatibilidad entre cualquier cliente y cualquier CIMOM.

Detección WBEM

Dentro del estándar WBEM es muy importante la detección de servidores. El DMTF propone para esto el protocolo de localización de servicios —*Service Location Protocol (SLP)*—. SLP fue creado por el IETF y queda definido en la RFC 2608[8]. El DMTF propone una especificación para la localización de servidores en el estándar WBEM usando SLP.

Empleo de WBEM en la gestión de IoT: Estudio de caso

Para profundizar en el uso de WBEM en la gestión de IoT se escogió un escenario que consiste en un apartamento inteligente donde se encuentran interconectados dispositivos inteligentes a través de una red de área doméstica —*Home Area Network (HAN)*— (Figura 3). El controlador de sensor doméstico —*Home Sensor Controller (HSC)*— conecta la red HAN a Internet.

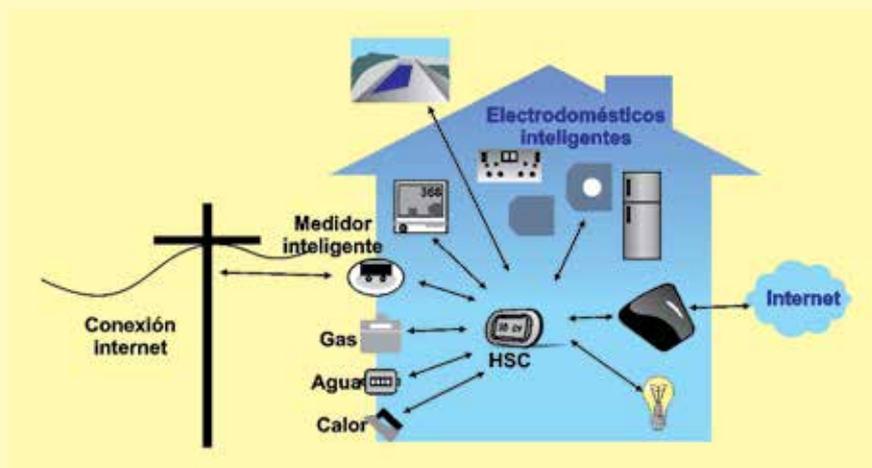


Figura 3. Apartamento inteligente. (Fuente: [9]).

Los objetos inteligentes que se han utilizado en la HAN del apartamento emplean sensores inalámbricos y cableados que se conectan a redes WLAN y LAN, respectivamente. Cada uno contiene un identificador RFID que se encarga de autentificarlos una vez incluidos en el apartamento. La tabla 1 muestra los objetos inteligentes utilizados con sus características principales y el medio físico que emplean para la conexión.

Para el diseño de la red cableada del apartamento inteligente, la HAN, se empleó el estándar conocido como Ethernet, o sea, la especificación IEEE 802.3 [10] (Gigabit Ethernet), con una velocidad de 10 Gbps.

Con el propósito de asegurar el funcionamiento de los dispositivos en caso de un fallo en la red cableada y garantizar la movilidad de otros objetos inteligentes dentro del apartamento, se consideró también la comunicación a través de una red inalámbrica que cumple el estándar IEEE 802.11n (WiFi). Este estándar muestra entre sus características el bajo consumo de energía (aproximadamente 60mW en el estado de transmisión y de 5μW en el estado de reposo), posee un radio de acción hasta 250 metros y su velocidad máxima de transmisión es de 150 Mbps [10].

Objeto inteligente	Características	Medio Físico
Sensor de lámpara	Capaz de encender y apagar a través de internet	Cableada
Termómetro	Capaz de informar sobre la temperatura a través de internet	Inalámbrica - Cableada
Higrómetro	Capaz de informar sobre la humedad a través de internet	Inalámbrica - Cableada
Sensor energético	Capaz de informar sobre el consumo energético a través de internet	Inalámbrica - Cableada
Sensor de la puerta	Capaz de informar si la puerta está abierta o cerrada	Inalámbrica
Controlador de edificio (HSC)	Capaz de enviar/recibir la información a/de los sensores, actores, sistema interconectados y usuarios	Inalámbrica - Cableada
Controlador de habitación	Capaz de controlar los sensores de habitación	Inalámbrica - Cableada
Punto de acceso	Facilita la conexión inalámbrica	Inalámbrica
Lector RFID	Capaz de detectar nuevo objeto introducido al apartamento	Inalámbrica

Tabla 1. Objetos inteligentes, características y tipo de conexión. (Fuente: elaboración propia).

WBEM colecta la información de gestión de múltiples agentes WBEM y la almacena en el repositorio del gestor WBEM para su análisis. El gestor WBEM es una aplicación que constituye un cliente Web y cada agente WBEM es, a su vez, un servidor Web que provee la información de gestión en formato XML.

La arquitectura que se muestra en la figura 4 aplica el paradigma gestor-agente que comprende agentes de gestión basadas en Web (AGENTE WBEM) y gestores de gestión basados en Web (GESTOR WBEM). Los usuarios pueden acceder al gestor mediante una aplicación gestora.

La aplicación escogida para implementar la gestión en este escenario fue Pegasus debido a que es compatible con múltiples sistemas operativos y a que se encuentra diseñada en C++, un lenguaje ampliamente difundido que emplea un número considerable de soluciones.

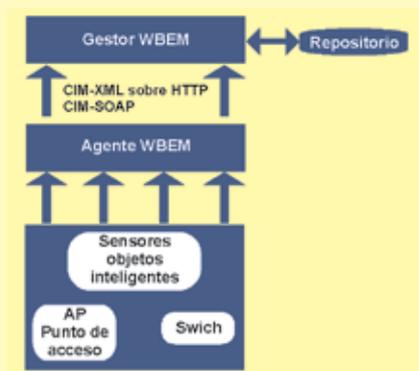


Figura 4. Arquitectura propuesta para la gestión. (Fuente: elaboración propia).

Antes de que los objetos inteligentes sean gestionados, deben ser descubiertos por la aplicación de gestión mediante el protocolo SLP.

En la figura 5 se ilustra la arquitectura que debe tener el agente WBEM para la gestión de IoT. El agente tiene un servidor y un cliente HTTP. El servidor es necesario para que el gestor pueda conectarse con el agente y el cliente es necesario para que el agente pueda enviar notificaciones o mensajes apropiados al gestor.

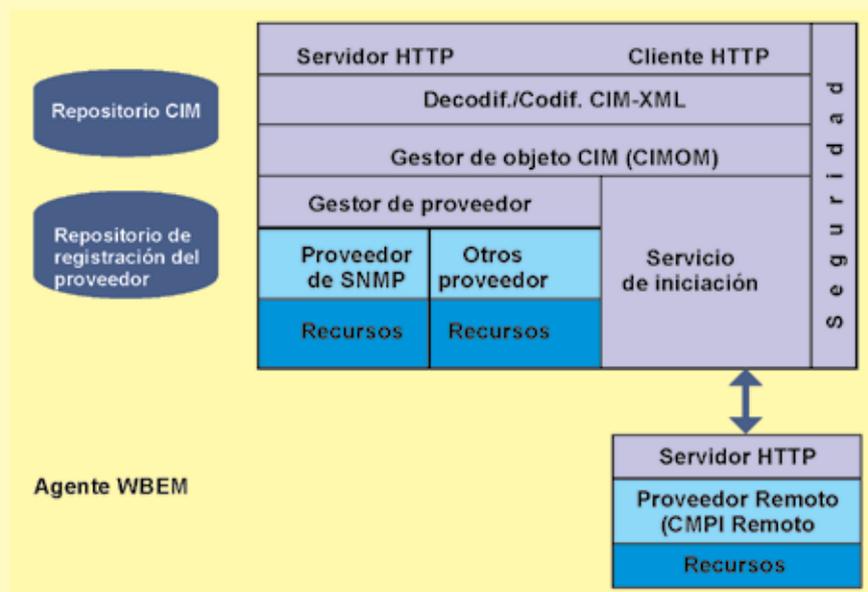


Figura 5. Arquitectura propuesta para el agente WBEM. (Fuente: [11]).

El agente convierte a CIM, con el decodificador CIM-XML, el mensaje que ha sido enviado desde el gestor WBEM y a continuación lo entrega a CIMOM. Este intenta recuperar los datos solicitados por el gestor en el repositorio CIM. Si los datos no se encuentran en este repositorio, CIM los obtiene desde el proveedor que mapea a la operación CIM que se solicita ejecutar. Esto es posible porque los datos son dinámicos.

El gestor de proveedor es un componente que puede controlar varios tipos de proveedores que soportan diferentes modelos de gestión, en particular, controla el proveedor SNMP para integrar los dispositivos SNMP existentes. El proveedor de SNMP funciona como una pasarela WBEM/SNMP que provee una traducción de especificación.

Para que los proveedores puedan controlar los recursos remotos utilizan la Interfaz de programación de gestión común —*Common Management Programation Interface* (CMPI)—. De esta forma, el agente WBEM puede obtener la información de un objeto SNMP accediendo a los recursos mediante un protocolo de gestión específico, por ejemplo, el protocolo SNMP, a través del proveedor o accediendo al proveedor remoto instalado en un dispositivo remoto. En la figura 6 se muestra la arquitectura del gestor WBEM.

Los principales componentes del gestor son:

- ◆ Gestor de servidor de gestión: maneja el ambiente de gestión. Este componente también se ocupa de las cuentas de operadores.
- ◆ Gestor de configuración de nodo: permite obtener y establecer la configuración del nodo gestionado.

- ♦ Gestor de registro: registra los datos obtenidos del ambiente de gestión en la base de datos y los analiza según la solicitud de los operadores.
- ♦ Manejador de indicación: recibe indicaciones desde los nodos gestionados, las almacena en las tablas de XMLDB (bases de datos XML) y envía la indicación al reportero de evento.
- ♦ Reportero de evento: genera los eventos apropiados y los envía al operador vía correo electrónico, bíper, fax o SMS.
- ♦ Analizador: analiza la información de gestión recolectada y la provee al operador.
- ♦ Presentador: genera documentos HTML.

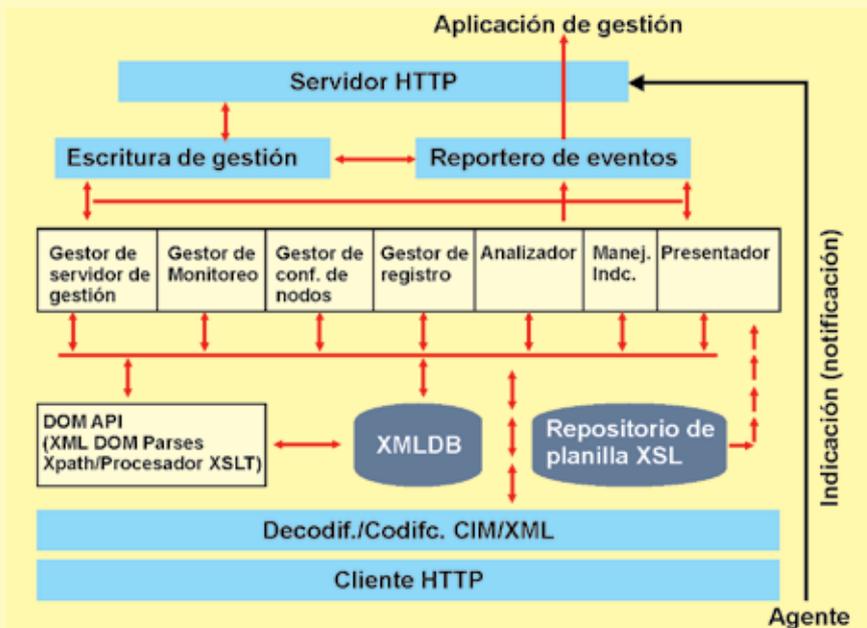


Figura 6. Arquitectura del Gestor WBEM. (Fuente: [11]).

La figura 7 resume la interacción entre el gestor WBEM y el agente WBEM.

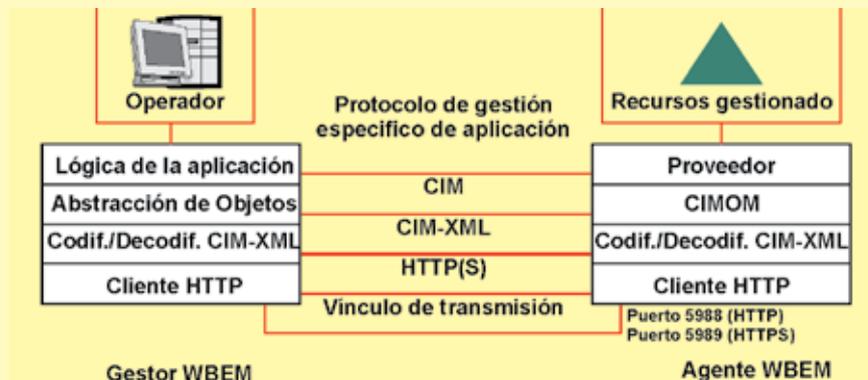


Figura 7. Interacción entre el gestor y el agente WBEM. (Fuente: [12]).

Los datos de gestión se transfieren sobre HTTP en forma de un documento de XML. Para la entrega de notificación, el modelo de comunicación tiene que proveer un método de comunicación asincrónico entre el agente y el gestor WBEM. Sin embargo, HTTP es un protocolo estricto

de solicitud-respuesta del cliente al servidor. Esto significa que el agente WBEM no puede enviar un mensaje de evento al gestor WBEM asincrónicamente, por lo que se decidió, como una solución, adicionar un cliente HTTP al agente y un servidor HTTP al gestor.

Otro aspecto importante relacionado con el modelo de comunicación es el direccionamiento de los objetos gestionados. En la propuesta se plantea el empleo del estándar XPath que es equivalente al identificador de objeto (OID) en SNMP y al identificador de nombre de distinción —*Distinguished Name* (DN)— en el caso de CMIP.XPath es una tecnología Web estandarizada para el direccionamiento de un documento XML, que ya está siendo utilizada en conjunto con XSLT —*eXtensible Stylesheet Language Transformations*— para identificar piezas de documentos XML. El gestor WBEM puede preguntar por los objetos gestionados al agente WBEM. Las expresiones de XPath se forman utilizando nombres, atributos y funciones del elemento. Cuando el gestor solicita la información de gestión tiene que especificar el nombre del objeto de gestión que se necesita recuperar.

La figura 8 muestra el modelo UML-CIM para los recursos interconectados del escenario que se analiza y las relaciones entre las clases.

Los dispositivos (lámpara, termómetro, higrómetro, seguridad y consumo energético) forman parte de la categoría que se clasifica como tipo de equipamiento sensorial. A su vez, el Equipamiento sensorial es un tipo de equipamiento y, finalmente, el equipamiento es un recurso de la red en el apartamento inteligente.

La relación entre las clases Sensor y Equipamiento sensorial es heredada (una generalización) lo que significa que la clase Sensor es una subclase de la clase Equipamiento sensorial y hereda todas las características del Equipamiento sensorial incorporando sus propias características. La relación entre Tipo de sensor y Sensor es una asociación. La clase Sensor no contiene la clase Tipo de sensor, pero sí comparte una relación especial de asociación. La clase Sensor puede asociarse o no a la clase Tipo de sensor.

Aunque el modelo CIM tiene muchas clases y atributos, no todos son utilizados obligatoriamente. Por ejemplo, las clases de la figura 8 pueden ser necesarias para el caso del apartamento que se analiza, pero en otra aplicación pudiera emplearse solamente una clase. Esto significa que la clase Lámpara puede aparecer como un elemento por separado o puede considerarse dentro de cualquiera de las clases a las que pertenece (Sensor, Equipamiento sensorial, Equipamiento o Recursos de red).

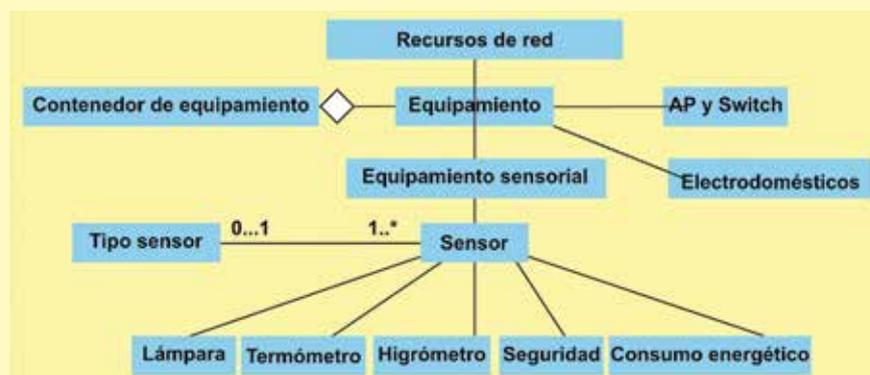


Figura 8. Modelo UML-CIM para los recursos de la red. (Fuente: elaboración propia).

Al escenario propuesto se le añadió una implementación SNMP debido a que es la solución más popular en la gestión de dispositivos de red en Internet. En la actualidad, la mayoría de los dispositivos de red están equipados con el agente de SNMP. Gracias a la integración de SNMP con la arquitectura propuesta, se preservan las ventajas de esta sin perder la funcionalidad de SNMP.

El agente SNMP sirve al agente WBEM como una interfaz real dentro de los dispositivos de red. La información de gestión emitida por el agente SNMP está definida en la MIB de SNMP y es recuperada por el protocolo de comunicación SNMP. Típicamente, WBEM confía en XML para el proceso de información de gestión siendo necesaria una pasarela de gestión SNMP-a-XML.

Para desarrollar esta pasarela, se necesita de la traducción de especificación y de la traducción de interacción. Para la traducción de especificación se aplicó el algoritmo de traducción que se implementa en el traductor MIB-a-CIM-a-XML que produce un esquema XML.

Conclusiones

El modelo WBEM para la gestión de IoT propuesto en este trabajo ofrece, en la actualidad, la solución más eficiente para gestionar los ambientes de redes inteligentes. Se destaca, además, por su compatibilidad con las tecnologías y los estándares de gestión ya existentes.

La gestión autónoma es considerada la forma más aceptada para la gestión de objetos inteligentes, pero aún está en fase de estudio. ▀

Reconocimiento

Los autores desean agradecer al Departamento de Información y Vigilancia Tecnológica de ETECSA por su contribución al desarrollo de este artículo, así como al Departamento de Telemática del ISPJAE.

Referencias bibliográficas

- [1]. Román Rodrigo. "Los Desafíos de seguridad en la Internet de los objetos". Datos de Informe Técnico, Málaga, España. Marzo 2012 <https://www.nics.uma.es> (acceso febrero 20,2013)
- [2]. Union Internacional de Telecomunicaciones. "The Internet of Things". Datos de Informe Técnico, Ginebra, Suiza, Noviembre 2005 <https://www.itu.int/wsis/tunis/newsroom/stats/The-Internet-of-Things-2005.pdf> (acceso marzo,2013)
- [3]. IETF. The Internet Engineering Task Force (IETF) "DMTF.CIM Simplified Policy Language (CIM-SPL)" Datos de Informe Técnico, EE UU,2009. <http://www.ietf.org/>. (acceso marzo,2013)
- [4]. Vergara JLD. "Gestión Semántica aplicando ontología en gestión de red" Datos de Informe Universidad Politécnica de Madrid, España, Julio 2003 ,<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.14.7266&rep=rep1&type=pdf> (acceso febrero,2013)

[5]. Michetti . "Modelo de gestión WBEM para administración de redes de datos". Datos de Informe Barquisimeto, Venezuela, febrero 2011. http://es.admonredesucia2011.wikia.com/wiki/MODELO_DE_GESTION_DE_REDES_DE_DATOS_A_TRAVES_DE_WEB_WBEM_%28WEB-BASED_ENTERPRISE_MANAGEMENT%29 (acceso marzo,2013)

[6]. IETF. The Internet Engineering Task Force (IETF) "DMTF.CIM Operations over HTTP" Datos de Informe Técnico, EE UU,2012. <http://www.ietf.org/>. (acceso marzo,2013)

[7]. IETF. The Internet Engineering Task Force (IETF) "Managed Object Format (MOF) " Datos de Informe Técnico, EE UU,2012. <http://www.ietf.org/>. (acceso marzo,2013)

[8]. García EM. "Creación de un entorno para gestión avanzada de red" Datos de Informe Técnico Universidad Politécnica de Catalunya; España, 2005 <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/3721> (acceso mayo,2013)

[9]. Gershenson C. "When Can we Call a System Selforganizing?" Datos de Informe Técnico Bruselas, Bélgica, julio 2008 <http://pespmc1.vub.ac.be/papers/WhenSelf-org.pdf>. (acceso mayo,2013)

[10]. Gonçalves P. "An ICT-oriented Management Solution for NGNs" Datos de Informe Técnico Aveiro ,Portugal, Septiembre 2012. <http://pespmc1.vub.ac.be/papers/WhenSelf-org.pdf> (acceso abril,2013)

[11]. Grønbæk. "Connecting objects in the Internet of Things (IoT)" Datos de Informe Técnico Aarhus, Dinamarca, julio 2008. http://www.researchgate.net/publication/237257046_Connecting_objects_in_the_Internet_of_Things_%28IoT%29 [en línea]. (acceso mayo,2013)

[11]. Grønbæk. "Connecting objects in the Internet of Things (IoT)" Datos de Informe Técnico Aarhus, Dinamarca, julio 2008. http://www.researchgate.net/publication/237257046_Connecting_objects_in_the_Internet_of_Things_%28IoT%29 [en línea]. (acceso mayo,2013)

(Artículo recibido en octubre de 2014 y aprobado en marzo 2015).

Aproximación al comportamiento del idioma en las revistas

científico-técnicas



Por: MSc. Diria Machín Reyes, Editora Revista Técnica Tono.

Resumen

La información desempeña un papel significativo en la creación del conocimiento. Las publicaciones, en particular las revistas, constituyen una ruta de acceso al saber científico y tecnológico que se genera cada día a nivel mundial. Sin embargo, esta información es transmitida en diferentes idiomas según el país en que surge. La tendencia actual hacia la utilización de una sola lengua o lengua franca puede limitar el impacto de la producción científica de una nación al desplazar a un segundo plano las lenguas nacionales e imponer la adopción de estilos discursivos y modelos culturales de investigación foráneos. El presente artículo propone un acercamiento a la evolución y el estado actual del comportamiento de los idiomas en las revistas científico-técnicas.

Palabras clave: Publicaciones, Revistas científico-técnicas, Idiomas, Telecomunicaciones

Abstract

The information plays a significant role in the creation of knowledge. Publications, specially, the Science and Technological Magazines constitute an access path to the science and technological knowledge generated everyday worldwide. However, this investigation work is published in the language of the country where it takes place, therefore, there is a linguistic diversity. The current tendency to use a single language or lingua franca can restrict the development and the scientific production of a nation by leaving the national language in a second place and imposing on researchers the adoption of discursive styles and cultural models coming from foreign researches. This article deals with the evolution and the current state of publication languages in science and technological magazines.

Keywords: Publications, science and technological magazines, publication languages, telecommunications

Introducción

Tradicionalmente, una de las formas más utilizadas para la transmisión de información han sido las publicaciones. “Los registros escritos —artículos de revistas, libros y otras publicaciones en que los científicos describen los hallazgos de sus investigaciones— son los medios básicos para el traspaso del conocimiento científico, en el tiempo y el espacio” [1]. Por medio de estas se oficializa la producción del conocimiento científico para ser validado por el resto de la comunidad que entra en contacto con los resultados de las investigaciones y las nuevas tecnologías por lo que se les considera parte integrante del proceso de creación de conocimientos.

Toda esta información se genera en diversos países, principalmente los más desarrollados, de ahí que los resultados de los descubrimientos, la creación de nuevas tecnologías y los hallazgos científicos se dan a conocer en el idioma del país en que tienen lugar¹. La tendencia actual hacia la utilización de una sola lengua o lengua franca (en este caso, el inglés) limita, en opinión de muchos expertos, el desarrollo y la producción científica de una nación ya que además de desplazar a un segundo plano las lenguas nacionales, impone a los autores la adopción de estilos discursivos y modelos culturales de investigación foráneos (anglófonos).

El presente trabajo propone un acercamiento preliminar al comportamiento del idioma en las publicaciones científico-técnicas, en particular las revistas. Se abordan, pues, desde una perspectiva histórica el origen del artículo y la evolución de las revistas especializadas. Se destaca, además, la influencia del inglés como lengua franca de las ciencias en la actualidad y las consecuencias de la expansión de su empleo dentro de la comunidad científica y la sociedad en general.

La evolución del artículo científico-técnico

La evolución del artículo científico-técnico está estrechamente ligada al comportamiento histórico de las revistas, como se explicará más adelante, si consideramos que son estos prototipos textuales los que conforman una determinada edición.

La correspondencia personal entre científicos fue el principal medio utilizado para comunicar los resultados investigativos hasta 1665 en que aparecen las primeras revistas científicas: *Journal des Scavants* en Francia

y *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, en Inglaterra. Los primeros artículos publicados poseían un estilo descriptivo de las observaciones o los pasos seguidos en una investigación, en un orden cronológico, acorde al tipo de ciencia que se reportaba en aquella época. A finales del siglo XVIII, la composición del artículo seguía un esquema encabezado por una introducción del fenómeno, a menudo acompañada de una breve historia del problema, una descripción cronológica de los experimentos realizados y las conclusiones [2]. En 1821, con la publicación de los informes anuales sobre los avances de las Ciencias Físicas, se encontró una nueva forma de sistematización y, en 1830, la aparición condensada de textos de la *Pharmazeutische Zentralblatt* (Revista Farmacéutica), significó una oportuna respuesta a la creciente demanda de información actualizada. Hacia la segunda mitad del siglo XIX, se convirtieron en textos normados en cuanto a forma y estilo y, por supuesto, limitados en cuanto a extensión. Con el acelerado desarrollo en este periodo, se generalizó un formato surgido de las ciencias experimentales que se uniformó en 1972 al adoptarse el formato IMRAD —*Introduction, Material & Methods, Results And Discussion*— como norma del American National Standard Institute (ANSI) [3]. Aunque este formato, está ampliamente extendido, no puede afirmarse que es empleado en todas las áreas de investigación, como ocurre en las telecomunicaciones y las ciencias de la computación debido a la relativa novedad de las mismas en comparación con otras de mayor tradición como las matemáticas o la medicina, por solo citar algunas.

Existen múltiples conceptos para definir el artículo científico-técnico. Según la UNESCO, su finalidad esencial es comunicar los resultados de una investigación, ideas y debates de una manera clara, concisa y fidedigna, por lo que el acto de publicar es uno de los métodos inherentes al trabajo científico [4]. Para Day es “un informe escrito y publicado que describe resultados originales de investigación”, pero que responde además a tres siglos de tradición de práctica editorial, ética científica y de los procedimientos de impresión y publicación [3]. Swales define el artículo como un texto escrito, aunque a menudo contiene elementos no verbales como gráficos, tablas y esquemas, generalmente restringido a un número de palabras que reporta acerca de una determinada

¹ Se estima que existen en el mundo alrededor de 6.000 lenguas. El inglés, por ejemplo, es la lengua materna del 8,6% de la población mundial, pero sirve como lengua vehicular a un 30% y en él se escribe el 50% de la literatura científica y técnica.

investigación llevada a cabo por su autor (o autores). Asimismo, el artículo se relaciona con los hallazgos de otras de la investigaciones y puede abordar aspectos teóricos y/o metodológicos. Es publicado en las revistas científico-técnicas o, en menor medida, en una compilación de artículos en forma de libro [5].

De manera general, se puede inferir que el artículo científico-técnico es un texto escrito acorde a la materia tratada y a la audiencia a la que va dirigida, que refleja la producción científica y tecnológica de un individuo o un grupo de individuos dentro de una comunidad determinada. Constituye la fase final del proceso investigativo y su medio de transmisión por excelencia son las revistas especializadas. Va a estar condicionado, por una parte, por rasgos intra y extralingüísticos que determinan su pertinencia al género y, por otra, limitado a las diferentes pautas editoriales de las publicaciones que estipulan su organización, longitud, empleo de imágenes, entre otras convenciones [6].

El comportamiento del idioma en las revistas científico-técnicas

Según el recorrido que hace Hamel por el desarrollo de las lenguas con relación a las ciencias, por lo general, siempre predominó una lengua vehicular, desde la aparición del sumerio, después el griego, el árabe y el latín. Posteriormente, en la modernidad son varias las lenguas nacionales que van a ir sustituyendo paulatinamente al latín. De este modo, a principios del siglo xx coexisten tres lenguas como articuladoras de la ciencia a nivel mundial. El alemán que, aunque nunca alcanzó una hegemonía total, sí ocupó una posición destacada en algunos campos científicos dentro de las ciencias naturales como la medicina y la química entre los años 1850 a 1920 debido al auge industrial que identificó a esta etapa. A partir de 1920, como consecuencia de la Primera Guerra Mundial y luego con el poderío nazi, el alemán se debilita significativamente. Lo mismo ocurre con el francés, idioma que sobresalió en los campos del derecho y la ciencia política —aunque en la actualidad, el francés muestra una presencia superior en comparación con otras lenguas como el español debido en gran parte a la tradición investigativa que han mantenido los países francófonos de Europa y Canadá

determinados por su condición de países desarrollados, y a una política lingüística bien definida en relación con la ciencia—. Por último, el inglés se va imponiendo en el mundo desde el estallido de la Revolución Industrial en Gran Bretaña, va ganando terreno en las ciencias naturales hasta imponerse como lengua hegemónica en la actualidad [7].

Un fenómeno similar tiene lugar con el desarrollo de las publicaciones. A partir del siglo xvii, el inglés y el francés se destacan como las primeras lenguas que incursionan en las publicaciones. Para el siglo xix, se une a estas el alemán y el italiano por sus aportes en las artes, la medicina y el derecho, aunque este último en menor cuantía. Otros idiomas como el español y el portugués quedaron rezagados debido al reducido desarrollo económico y tecnológico de ambos imperios. A partir de la década de los ochenta del siglo xx, el inglés se estabiliza en un 80% de las publicaciones registradas. “En 1989, las tres publicaciones (*Annales de l’Institut*) del famoso Instituto Pasteur en París pasan al inglés, el renombrado *Archiv für Kreislaufforschung* alemán se transforma en *Basic Research in Cardiology*, la *Monatszeitschrift für Psychiatrie und Neurologie* transita por el latín (*Psychiatria et Neurologia*) hacia el inglés (*European Neurology*) y las más tradicionales y renombradas obras de referencia alemanas *Chemisches Zentralblatt* (desde 1833) y *Physikalische Berichte* (desde 1845) fueron absorbidas por publicaciones US-americanas en la misma época” [8].

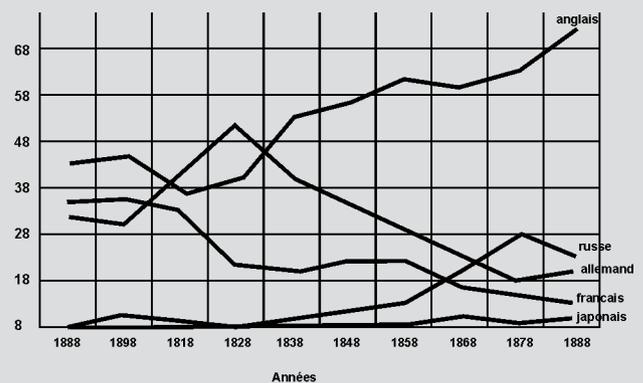


Figura 1. Porcentaje del uso de las lenguas en las publicaciones científicas en un siglo a partir de fuentes bibliográficas americanas, alemanas, francesas y rusas. (Fuente: [8]).

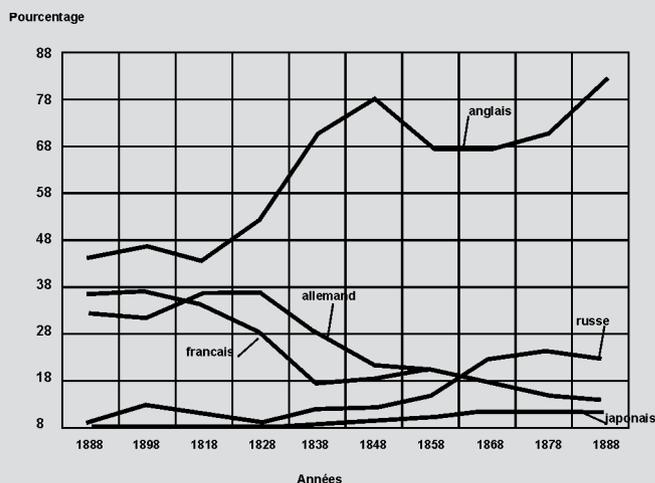


Figura 2. Porcentaje del uso de las lenguas en las publicaciones científicas en un siglo a partir de fuentes bibliográficas americanas. (Fuente: [8]).

Las figuras 1 y 2 muestran el comportamiento desigual en el uso de las lenguas que, a principios del siglo XIX, se perfilaban como vehiculadoras de las ciencias. En 1888, el inglés, el francés y el alemán se encontraban en relativo equilibrio que colapsa en la década de 1930, imponiéndose a partir de entonces y de manera creciente el inglés con casi el 90% de las publicaciones registradas en el transcurso de un siglo.

Durante la última década del siglo pasado, los Estados Unidos y Gran Bretaña producían juntos el 41 % de las publicaciones científicas (artículos en revistas) del mundo, pero el total de la difusión científica en inglés alcanzaba, de acuerdo a algunas fuentes, más del 74% o, según otras, entre el 82% para las ciencias sociales y humanas y el 90 % en las ciencias naturales.

No cabe duda de la primacía de esta lengua a nivel internacional en el ámbito referido, como se demuestra en algunas bases de datos consultadas. Por ejemplo, la lista del Science Citation Index Extended (SCI) de Thomson Reuters procesa alrededor de 6,650 revistas en 150 disciplinas, donde la mayor parte de las revistas indizadas se encuentran en idioma inglés y proceden de los Estados Unidos, Holanda y el Reino Unido. En la temática de telecomunicaciones, en particular, aparecen 81 entradas distribuidas en 11 países (Tabla 1).

País	Cantidad de revistas procesadas
Estados Unidos	48
Holanda	10
Reino Unido	9
Corea del sur	3
Suiza	3
India	2
Francia	2
Alemania	1
Japón	1
Taiwán	1
China	1
Total : 81 publicaciones	

Tabla 1. Revistas de Telecomunicaciones procesadas que aparecen en el SCI Extended, octubre de 2014. (Fuente: elaboración propia).

Como se aprecia en la tabla 1, las publicaciones estadounidenses dominan dicha base de datos y, por lo tanto, también el idioma de ese país es preponderante. Aunque no se puede afirmar que esta base de datos y otras de igual reconocimiento internacional como Current Contents, Springer, etc., constituyen un indicador cuantitativo de la producción real de textos científicos por países, si lo es por idiomas. Sin embargo, no deja de ser un hecho de connotación editorial que revistas de otros países en otros idiomas se incluyan en estas bases de datos.

Una opción para muchas revistas de alta calidad científica publicadas en otras lenguas distintas del inglés parece ser los directorios de revistas de acceso abierto que brindan la posibilidad de mayor accesibilidad y visibilidad a través de la red de redes. El directorio DOAJ —*Directory of Open Access Journals*— es una de ellas. Creado en 2003 con el objetivo de promover la consulta de las publicaciones seriadas científicas y académicas, así como para aumentar su factor de impacto, contabiliza un estimado de 9,102 revistas, de las cuales 4,644 están disponibles a nivel de artículo, y abarca todos los campos de la ciencia y la técnica. En una consulta en la materia de tecnología aparecen un total de 118 revistas con el siguiente comportamiento por países e idiomas.

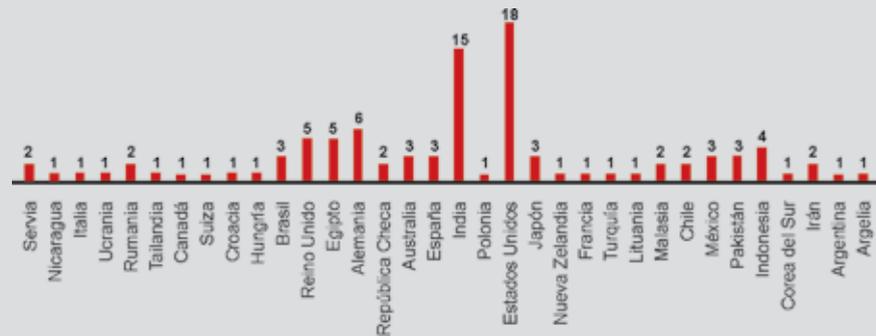


Figura 3. Revistas de Tecnología por países en DOAJ, octubre de 2014. (Fuente: elaboración propia).

La figura 3 hace referencia a la cantidad de revistas de ciencia y técnica que son publicadas en cada uno de los países, entre los que sobresalen los Estados Unidos y Alemania. Mientras que en la figura 4 se destaca la presencia de revistas de ciencia y técnica en idioma inglés en países como España, Brasil y Chile, donde existen otras lenguas de publicación.

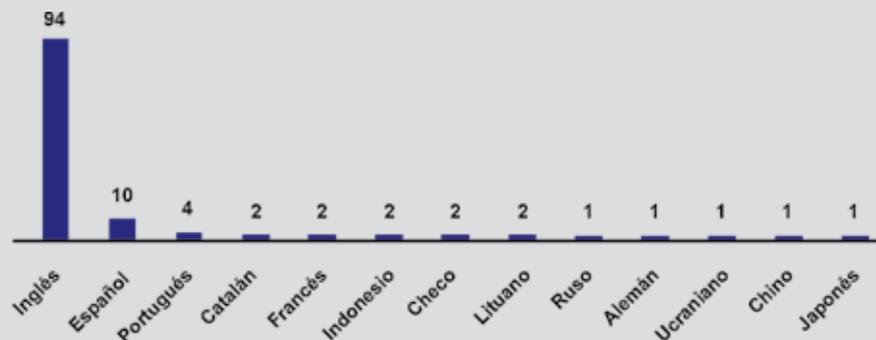


Figura 4. Incidencia de idiomas según la cantidad de revistas por países en DOAJ, octubre de 2014. (Fuente: elaboración propia).

En el caso de las publicaciones seriadas en materia de telecomunicaciones, el DOAJ reporta 17 revistas indizadas, de las cuales 16 se publican en idioma inglés y una en portugués. Como particularidad se destaca la revista *Computer Science and Telecommunications* que se edita en georgiano, ruso e inglés.

Aunque el inglés sigue apareciendo como el dominante (incluso aquellos países que no son anglófonos tienden a editar sus revistas en idioma inglés o en inglés y su lengua vernácula), las llamadas bases de acceso abiertas constituyen una alternativa para atenuar la disparidad por países e idiomas, lo que en gran medida contribuye a promover y difundir entre la comunidad internacional el conocimiento científico gestionado en el seno de cada país en sus lenguas nacionales. Aún así, los investigadores y especialistas tienden a publicar en idioma inglés en las revistas más importantes del sector, sobre todo europeas, que recogen el quehacer científico y tecnológico de toda esa región. Por ejemplo, la base de datos Springer ejournals abarca 2,700 títulos multidisciplinarios de publicaciones periódicas, de los cuales 2,200 están en idioma inglés. En el campo de telecomunicaciones registran alrededor de 33,723 artículos, con el siguiente comportamiento por idiomas:

- ♦ **Inglés: 30,086**
- ♦ **Francés: 3,219**
- ♦ **Alemán: 410**
- ♦ **Italiano: 4**
- ♦ **Holandés: 2**

Si analizamos las entradas por artículos de revistas líderes del sector como *IEEE Transactions on Communications* (Tabla 2), encontramos que la mayoría de los autores no son de origen anglosajón. Esto ratifica la idea de que “en el actual panorama investigador —dominado por el inglés como lengua franca— todos aquellos investigadores que aspiran a otorgar una amplia difusión a sus trabajos no tienen más remedio que publicarlos en esta lengua” [9].

Revista IEEE Transactions on Communications	Artículo	Autores
Volume: 61, Issue: 4 Publication Year: 2013, Page(s): 1201 - 1211	Advanced Information of Parity Bits for Decoding Short Linear Block Codes Using the A* Algorithm	Chang, Chia-Fu; Lin, Tien-Yu; Tai, Chao-Liang; Lin, Mao-Chao
Volume: 61, Issue: 4 Publication Year: 2013, Page(s): 1212 - 1221	An Efficient ML Decoder for Tail-Biting Codes Based on Circular Trap Detection	Wang, Xiaotao; Qian, Hua; Xiang, Weidong; Xu, Jing; Huang, Hao
Volume: 61, Issue: 4 Publication Year: 2013, Page(s): 1222 - 1230	Grobner Bases for Lattices and an Algebraic Decoding Algorithm	Aliasgari, Malihe; Sadeghi, Mohammad-Reza; Panario, Daniel
Volume: 61, Issue: 4 Publication Year: 2013, Page(s): 1231 - 1241	Signal Uncertainty in Spectrum Sensing for Cognitive Radio	López-Benítez, Miguel; Casadevall, Fernando

Tabla 2. Artículos de telecomunicaciones publicados en la revista IEEE Transactions on Communications. (Fuente: elaboración propia).

Las telecomunicaciones es un sector donde las publicaciones cubren amplias áreas de investigaciones y tienen un crecimiento rápido y, por lo tanto, un envejecimiento también rápido. El sistema de gestión de bibliotecas ALTAIR, implementado en el Departamento de Información y Vigilancia Tecnológica de ETECSA, procesa un estimado de 8 866 materiales hemerográficos, de los cuales 45 están directamente asociados al campo de las telecomunicaciones. De estos últimos, 32 se editan en idioma inglés, 12 en español y una en portugués.

Conclusiones

Las publicaciones científico-técnicas constituyen una parte integrante de la creación del conocimiento ya que no solo transmiten información sino que además mediante ellas se oficializa y valida la producción del conocimiento científico. Esto se debe, principalmente, a la necesidad del intercambio y actualización de la información científica y técnica que se genera constantemente debido al rápido desarrollo de sectores como las telecomunicaciones y la informática, entre otros. Los estudios sobre la ciencia contemporánea dependen en más de un 90% de lo que sale a la luz a través de las revistas o en lo que las bases de datos reflejan de su contenido.

En este contexto es indiscutible el papel que desempeña la lengua inglesa en la comunicación entre especialistas, tal y como afirman Bosch et al, “el inglés se ha convertido en la lengua franca de la actividad científica como antaño lo fueron el árabe, el griego o el latín. A pesar del gran y creciente número de población hispanohablante y de otras lenguas, este hecho no solo no tiene tendencia a disminuir, sino que va aumentando de manera progresiva” [10].

La publicación en revistas foráneas provoca un proceso de exportación de la producción científica e implica, además, una subvaloración de las revistas nacionales, al decir de los expertos. En los últimos años las revistas de muchos países latinoamericanos han comenzado a publicar en inglés. De acuerdo con el ranking de producción regional del Grupo Scimago en 2008, América Latina contribuye en forma limitada a la difusión del nuevo conocimiento científico en todas las áreas de la ciencia a nivel internacional, con un volumen de producción del 3%. Mientras que para la región Europea es del 42%, América del Norte el 28%, Medio Oriente, Asia y Oceanía del 26% y finalmente para África del 1% [11].

En consecuencia, se hace imprescindible un conjunto de medidas para fomentar la realización de revistas científico-técnicas en español, lo que además contribuiría a reflejar la producción investigativa de estos países que muchas veces pasa desapercibida. En pleno siglo XXI, las condiciones tecnológicas están creadas, se trata, entonces, de aunar voluntades para

explotar los recursos existentes a favor de las publicaciones. De este modo, el establecimiento de repositorios de contenidos en acceso abierto; la inserción, libre de burocratismos, de las publicaciones en Internet a fin de garantizar la visibilidad de los contenidos de calidad en nuestro idioma; la creación de un sistema de evaluación que tome en cuenta, además, las variaciones de estilo y edición según las nuevas formas para la transmisión del conocimiento que impone la modernidad; el apoyo gubernamental e institucional dentro del marco universitario y empresarial; y, en especial, un cambio de actitud de los investigadores para que presenten sus colaboraciones a las revistas nacionales, pues son estos, en última instancia, los responsables de difundir adecuadamente sus trabajos.

Desde hace diez años, nuestro país cuenta con una publicación de factura nacional especializada en el área de las telecomunicaciones y la informática, la revista técnica *Tono*, que refleja el quehacer investigativo de los especialistas del sector. En este sentido, constituye un paradigma que demuestra la posibilidad de realizar revistas científicas de calidad en lengua española. 

Referencias Bibliográficas

- [1] Mijailov, A. I. et al. *Curso Introductorio sobre Informática/Documentación*. Moscú-La Habana: Nauka-IDICT, 1973, p. 1-3.
- [2] Bazerman, C. *Shaping written knowledge*. Wisconsin: University of Wisconsin Press, 2012, p.12.
- [3] Day, Robert A. *How to Write & Publish a Scientific Paper*. Phoenix: The Oryx Press, 2008, p.8.
- [4] UNESCO. "Hacia las sociedades del conocimiento". Informe Mundial de la UNESCO. París: Ediciones UNESCO, 2005. <http://www.unesco.org/es/worldreport>. (acceso: enero 16, 2014).
- [5] Swales, John. *Genre Analysis. English in academic and research settings*. Cambridge: Cambridge University Press, 1998, p.93.
- [6] Machín Reyes, Diria. "La competencia intercultural y de transferencia en la traducción del artículo especializado en telecomunicaciones". Tesis de Doctorado, Universidad de La Habana, La Habana, febrero, 2015.
- [7] Hamel, Rainer Enrique. "El español como lengua de las ciencias frente a la globalización del inglés". *Diagnóstico y propuestas de acción para una política iberoamericana del lenguaje en las ciencias*. http://dti.unilat.org/cong_com_esp/comunicaciones_es/hamel.htm#a. (acceso: marzo 5, 2013).
- [8] Ammon, Ulrich. "L'allemand dans les sciences". Actas del Coloquio Internacional "Les français et les langues scientifiques de demain", Québec, Canadá, 1996. <http://www.csif.gouv.qc.ca/publications/PubK105/K105.pdf>. (acceso: enero 16, 2014).
- [9] Gamero Pérez, Silvia. *La traducción de textos especializados*. Barcelona: Ariel, 2001, p. 28-29.
- [10] Bosch, X. et al. "Edición en inglés por Internet. Un nuevo gran paso adelante de Revista Española de Cardiología". *Revista Española de Cardiología*, vol. 55, no.1, (2001):1-3.
- [11] Cabezas Clavijo, Álvaro. "El español como idioma científico: salto al vacío o salto a la red". *Apuntes de Ciencia y Tecnología*, no. 34, (Abril, 2010):11-13.

Abreviaturas

3GPP

3rd Generation Partnership Project
Proyecto Asociación de Tercera
Generación

A

AAA

*Authentication, Authorization and
Accounting*
Autenticación, Autorización y
Contabilidad

AS

Autonomous System
Sistema Autónomo

AGCF

Access Gateway Control Function
Función de Control de la Pasarela de
Acceso

AKA

Authentication and Key Agreement
Autenticación y Acuerdo de clave

API

Application Programming Interface
Interfaz de Programación de
Aplicaciones

AS

Application Server

Servidor de Aplicación

ASF

Advanced Systems Format
Formato Avanzado de Sistemas

ATCA

*Advanced Telecommunications
Computing Architecture*
Arquitectura Computada de
Telecomunicación Avanzada

B

BGP

Border Gateway Protocol
Protocolo de Pasarela Exterior

BGCF

Breakout Gateway Control Function
Función de Control de la Pasarela de
Salida

BTV

Broadcast Television
Televisión de Transmisión

C

CIDR

Classless Inter-Domain Routing
Enrutamiento de Interdominio sin
Clases

CIM

Common Information Model
Modelo de Información Común

CMPI

*Common Management Programation
Interface*

Interfaz para Programación de Control
General

CSCF

Call Session Control Function
Función de Control de Sesión de
Llamada

CSFB

Circuit Switched Fall Back
Repliegue de Conmutación de
Circuitos

CQI

Channel Quality Indicator
Indicador de Calidad de Canal

D

DCOM

Distributed Component Object Model
Modelo de Objeto de Componentes
Distribuidos

DHCP

Dymanic Host Control Protocol
Protocolo de Control de Host Dinámico

DMI

Desktop Management Interface
Interfaz de Control de Escritorio

DMTF

Distributed Management Task Force
Grupo de Trabajo de la Gestión
Distribuida

DN

Distinguished Name
Nombre Distinguido

DNS

Domain Name Server
Servidor de Nombre de Dominio

DOAJ

Directory of Open Access Journals
Directorio de Revistas de Acceso Libre

DoS

Denial of Service
Denegación de Servicio

DSL

Digital Subscriber Line
Línea de Abonado Digital

DSLAM

*Digital Subscriber Line Access
Multiplexer*
Multiplexor de línea de acceso de
abonado digital

E

EDGE

*Enhanced Data rates for GSM
Evolution*
Tasas de Datos Mejoradas para la
Evolución de GSM

eNB

enhanced Node B
Nodo B mejorado

eNSP

*Empresarial Network Simulation
Platform*

Plataforma de Simulación de Red
Empresarial

EPS

Evolved Packet System
Sistema Evolucionado de Paquetes

ETSI

*European Telecommunications
Standards Institute*

Instituto Europeo de Normas de
Telecomunicaciones

EUTRAN

*Evolved Universal Terrestrial Radio
Access*

Red de Acceso Terrestre Universal
Evolucionado

FDBET

*Frecuency Domain Blind Equal
Throughput*

BET de Dominio de Frecuencia

F

FDBET

*Frecuency Domain Blind Equal
Throughput*

BET de Dominio de Frecuencia

FDD

Frequency Division Duplex
Duplexación por División de
Frecuencia

FDMT

*Frecuency Domain Maximun
Throughput*

Rendimiento Máximo en Dominio de
Frecuencia

FTP

File Transfer Protocol
Protocolo de Transferencia de Archivos

G

GAA

Generic Authentication Architecture
Arquitectura Genérica de Autenticación

GBA

Generic Bootstrapping Architecture
Arquitectura de Inicialización
Genérica

GPRS

General Packet Radio Service
Servicio General de Paquete vía Radio

GSM

Global System for Mobile Communications
Sistema Global para las Comunicaciones Móviles

GOP

Group of Pictures
Grupo de Imágenes

GPON

Passive Optic Network
Red Óptica Pasiva

GW

Gateways
Pasarelas

H**HAN**

Home Area Network
Red de Área Local

HTTP

Hyper-Text Transfer Protocol
Protocolo de Transferencia de Hipertexto

HSC

Home Sensor Controller
Controlador de Sensor Local

HSPA

High Speed Packet Access
Acceso a Paquetes de Alta Velocidad

HSS

Home Subscriber Server
Servidor Local de Abonado

I**IAD**

Integrated Access Device
Dispositivo de Acceso Integrado

IANA

Internet Authority Number Assignment
Autoridad de Asignación de Número de Internet

IETF

Internet Engineering Task Force
Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet

IMS

IP Multimedia Subsystem
Subsistema Multimedia IP

IoT

Internet of the Things
Internet de los Objetos

IP

Internet Protocol
Protocolo de Internet

IPC

Inter Process Communication
Comunicación entre Procesos

IPSec

IP Security
Seguridad IP

IPTV

Internet Protocol Television
Televisión por Protocolo de Internet

ISIS

Intermediate System-Intermediate System

Sistema Intermedio a Sistema Intermedio

ISO

International Standardization Organization
Organización Internacional de Normalización

ISP

Internet Service Provider
Proveedor de Servicios de Internet

L**LDP**

Label Distribution Protocol
Protocolo para la Distribución de Etiquetas

LTE

Long Term Evolution
Evolución a Largo Plazo

LTE-A

LTE-Advanced
Evolución a Largo Plazo Avanzada

LSP

Label Switch Path
Camino Conmutado Mediante Etiquetas

M**MDU**

Multi-Dwelling Units
Unidades de Viviendas Múltiples

MGW

Media Gateway
Pasarela Media

MIMO

Multiple In Multiple Out
Múltiple Entrada Múltiple Salida

MOF

Managed Object Format
Formato Gestionado de Objetos

MPLS

Multiprotocol Label Switching
Conmutación de Etiquetas Multiprotocolo

MSAN

Multiservice Access Node
Nodo de Acceso Multiservicio

N**NAP**

Network Access Point
Punto de Acceso a la Red

NAT

Network Address Translation
Traducción de Dirección de Red

NLRI

Network Layer Reachability Information
Información de Accesibilidad de Capa de Red

NGN

Next Generation Network
Red de Próxima Generación

O**ODN**

Red de Distribución Óptica

OFDM

Orthogonal Frequency Domain Multiplex

Multiplicación de Dominio por División de Frecuencia

OLT

Terminal de Línea Óptica

PKI

Public Key Infrastructure
Infraestructura de Clave Pública

PLMN

Public Land Mobile Network
Red Pública Móvil Terrestre

PoC

Push to talk over cellular
Presionar para hablar sobre redes celulares

PON

Passive Optical Network
Red Óptica Pasiva

PSTN

Public Switched Telephone Network
Red Telefónica Pública Conmutada

Abreviaturas

R

RB

Resource block
Recurso de bloque

RFID

Radio-Frequency Identification
Identificación por Radio frecuencia

RMI

Remote Method Invocation
Invocación de Métodos Remotos

RNC

Radio Network Controllers
Controladores de Red Radio

S

SBC

Session Border Controller
Controlador de Borde de Sesión

SC-FDM

Single Carrier Frequency Domain Multiplex

Multiplicador de Dominio por Frecuencia de Operador Único

SCI Extended

Science Citation Index Extended
Índice Extendido de Citación Científica

SDH

Synchronous Digital Hierarchy
Jerarquía Digital Síncrona

SIP

Session Initiation Protocol
Protocolo de Iniciación de Sesión

SLF

Subscriber Location Function
Función de Localización de Suscriptores

SLP

Service Location Protocol
Protocolo de Localización de Servicios

SNMP
Simple Network Management Protocol
Protocolo Simple de Administración de Red

S

SOAP

Simple Object Access Protocol
Protocolo Simple de Acceso a Objetos

SPF

Short Path First
Primer Trayecto Corto

SSC

Support for Subscriber Certificates
Soporte para Certificados de Suscriptores

T

TDD

Time Division Duplex
Duplexación por División de Frecuencia

TDMT

Time Domain Maximun Throughput
MT de Dominio del Tiempo

TISPAN

Telecoms & Internet converged Services & Protocols for Advanced Networks
Servicios y Protocolos convergentes de Telecomunicaciones e Internet para Redes Avanzadas

TMN

Telecommunications Management Network
Red de Gestión de las Telecomunicaciones

TLV

Type-Length-Value
Tipo-Longitud-Valor

TTI

Time Transmission Interval
Intervalo de Transmisión de Tiempo

UE

User Equipment
Dispositivo de Usuario

UML

Unified Modelling Language
Lenguaje Unificado de Modelado

UMTS

Universal Mobile Telecommunications System
Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles

O

ONU

Optical Network Unit
Unidad de Red Óptica

OSI

Open System Interconnection
Interconexión de Sistemas Abiertos

VLL

Virtual Leased Line
Línea Virtual Alquilada

VoD

Video On-demand
Vídeo Bajo Demanda

V

VRF

Virtual Routing Forwarding
Enrutado Virtual y Reenvío

W

WiMax

Worldwide Interoperability for Microwave Access
Interoperabilidad Mundial para Acceso con Microondas

WLAN

Wireless Local Area Network
Red de Área Local Inalámbrica

WBEM

Web-Based Enterprise Management
Gestión Empresarial Basada en Web

X

XML

Extensible Markup Language
Lenguaje Extensible de Marcas

XSLT

eXtensible Stylesheet Language Transformations
Lenguaje de Hojas Extensibles de Transformación



Horizontales

3. Licencia para servicio inalámbrico que permite a los usuarios comunicarse con la combinación de movilidad terminal y personal. La asignación del espectro es en la banda de 1800-1980 MHZ. (Siglas en inglés).

5. Unidad funcional que interconecta dos redes de área local (LAN) que usan el mismo protocolo de control de enlace lógico pero que pueden usar distintos protocolos de control de acceso al medio.

8. Símbolo utilizado en algunos servicios Web.

9. Tipo de señal senoidal de alta frecuencia a la cual usualmente se hace que varíe alguno de sus parámetros (amplitud, frecuencia, fase), en proporción a la señal de banda base.

11. Software pirata que ha sido desprotegido.

13. Página principal o inicial de un sitio WEB. (Inglés).

14. Protocolo para aumentar la capacidad de transmisión de datos en una frecuencia de radio de 200 KHz

15. Dispositivo que permite conectar entre sí dos redes normalmente de distinto protocolo o un host a una red.

19. Charla que se realiza en línea.

20. Sistema de denominación de hosts en Internet.

21. Aparato mecánico o electrónico cuya función es crear, romper o cambiar el flujo de dirección de señales eléctricas u ópticas de un lado a otro.

Verticales

1. Par de cables que conecta la oficina central al set del teléfono.

2. Sistema que habilita el procesamiento y la vista de imágenes dentro de un departamento de medicina nuclear de un hospital o desde computadoras de casas o sitios remotos.

4. Uso de redes de datos para realizar negocios, especialmente solicitar, ordenar, pagar y distribuir.

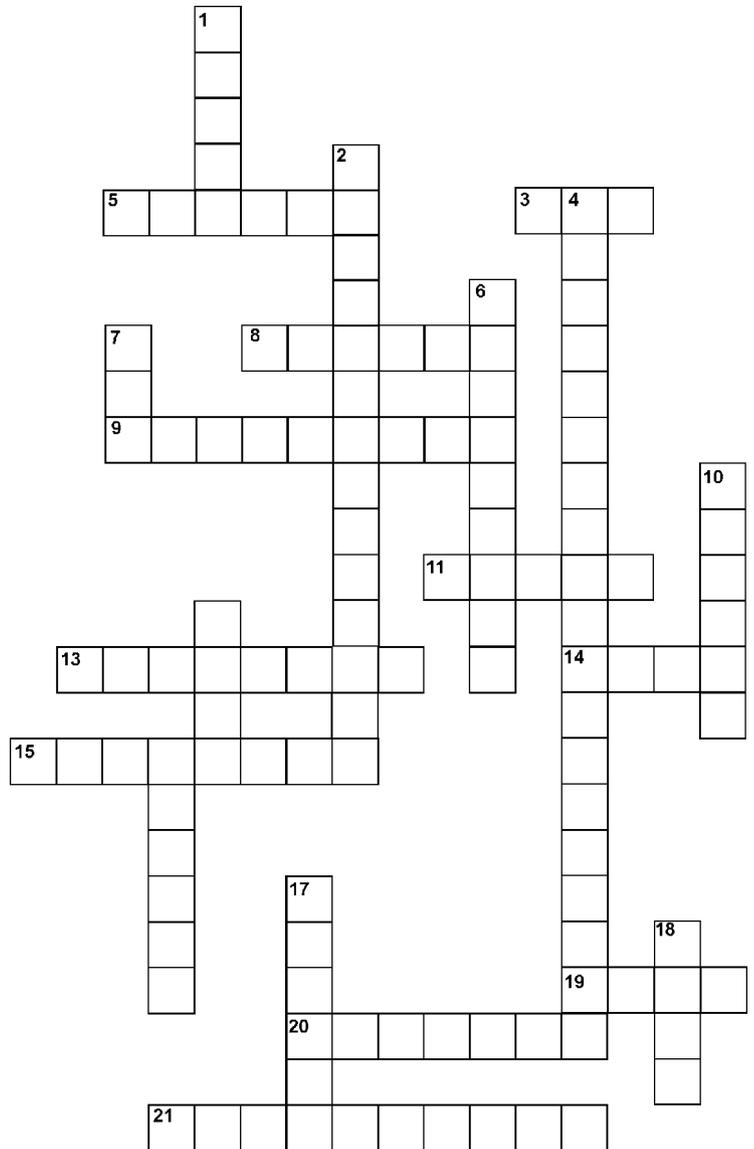
6. Usualmente se refiere a la estructura interna de un paquete de datos.

7. Protocolo de Información de Zona. (Siglas en inglés).

10. Capacidad de un dispositivo para operar de dos maneras. En comunicaciones se refiere normalmente a la capacidad de un dispositivo para recibir/transmitir.

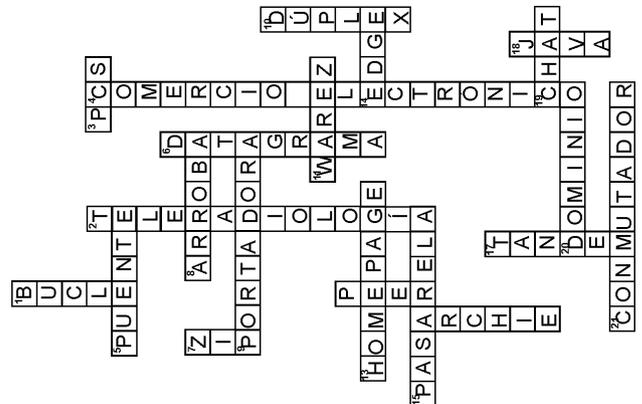
12. En una conexión punto a punto se refiere a cada uno de los extremos. (Inglés).

16. Software utilizado para localizar archivos en servidores FTP. A partir de 1994 entró en desuso debido a la aparición de WWW.



17. Interruptor especial que interconecta interruptores locales ILEC directamente sirviendo tono de marcado a usuarios con interruptores IXC o CLEC y/o redes.

18. Lenguaje de programación orientado a objeto. Usado en WWW para la telecarga y telejecución de programas en el computador cliente. Desarrollado por Sun Microsystems.





Revista Técnica de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A.

Declaración de originalidad del trabajo escrito

Título del artículo

Mediante esta comunicación, certifico que el artículo enviado para posible publicación en la revista técnica *Tono*, es de mi entera autoría debido a que sus contenidos son producto de mi directa y auténtica contribución intelectual. Además, este trabajo es una investigación inédita, es decir, que no ha sido postulado a otro espacio de difusión —revistas o como partes de capítulo de libro, entre otros—.

Los datos y referencias a la literatura especializada ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las referencias bibliográficas al final del trabajo.

Por todo lo anterior declaro que todos los materiales presentados para posible publicación están totalmente libres de derechos de autor y, en consecuencia, me hago responsable de cualquier litigio o reclamación relacionada con Derechos de Propiedad Intelectual.

En caso de que el artículo sea seleccionado para ser publicado por la revista técnica *Tono*, manifiesto que cedo plenamente al Departamento de Información y Vigilancia Tecnológica de ETECSA los derechos de reproducción, edición, distribución, exhibición y comunicación del mismo dentro y fuera del país, por medios impresos, electrónicos, CD ROM, Internet, etc., reconociendo siempre los derechos de autor correspondientes.

Para constancia de lo expuesto, firmo esta declaración a los _____ días, del mes de _____ del año _____, en la ciudad de _____.

Nombre y Apellidos del futuro colaborador

No. Carnet de Identidad: _____

Firma: _____

Normas para los colaboradores

Los autores interesados en publicar en la revista técnica *Tono* deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

- ♦ La revista solo aceptará trabajos inéditos y originales.
- ♦ Los autores deben firmar una carta titulada Declaración de originalidad del trabajo escrito donde den fe que los contenidos del artículo son producto de su directa contribución intelectual y los datos y referencias a materiales publicados están debidamente identificados e incluidos en las referencias bibliográficas.
- ♦ Los textos abordarán temáticas relacionadas con las telecomunicaciones y la informática. Pueden presentarse, también, temas sobre gestión empresarial dentro del sector con un sentido humano y práctico.
- ♦ Los trabajos han de mostrar resultados de proyectos de investigación, desarrollo o aplicaciones tecnológicas.
- ♦ La tipología de artículos aceptada es:

Artículo de investigación científica y tecnológica: documento que presenta, detalladamente, los resultados originales de proyectos terminados de investigación, desarrollo o aplicaciones específicas.

- ♦ Cada artículo será sometido a la evaluación de los Consultores Técnicos quienes decidirán acerca de la pertinencia de su publicación.
- ♦ Los autores enviarán el original de los trabajos en formato electrónico a la siguiente dirección de correo electrónico: tono@etecsa.cu.
- ♦ El formato será el siguiente:

Los artículos deben escribirse en el procesador de texto Microsoft Word para Windows; en la tipografía Times New Roman; con un tamaño de letra 11; un interlineado de 1,5; en hojas tamaño de papel carta; con margen superior, inferior, derecho e izquierdo de 2 cm; de 28 a 30 líneas por página; extensión máxima de 10 cuartillas y mínima de 8.

- ♦ Cada artículo debe contener los siguientes elementos:

Título: breve y que resuma la idea central del contenido.

Autor, título, cargo que ocupa o especialidad que desempeña. Institución a la que pertenece, correo electrónico y CV resumido.

Resumen: los trabajos incluirán un resumen breve —en un párrafo de 5 líneas— con el objetivo del trabajo, su alcance y los resultados, es decir, sus ideas principales.

Palabras clave: se identificarán las palabras esenciales, con un máximo de 10, que ayuden a identificar los temas principales del artículo.

Siglas o acrónimos: con su significado en inglés o en español, o en ambos idiomas si los tuviera.

Introducción: parte inicial del artículo donde se proporcionará una visión breve y suficiente de su objetivo y del entorno técnico de partida; también, la forma como está estructurado el resto del artículo; debe ser expositiva, redactada con claridad, sencillez, precisión y originalidad.

Desarrollo: parte principal del artículo donde se presentará el sustento teórico de la investigación, el planteamiento profundo del tema, el estado de la cuestión con su análisis y los resultados obtenidos; debe estar organizado en una secuencia lógica

de partes o secciones, con subtítulos que den claridad y guíen al lector.

Figuras, gráficos, tablas, cuadros: se mostrarán dentro del cuerpo del artículo y enumerados por orden de aparición; con un pie que recoja en síntesis su contenido y colocado exactamente debajo de la figura, el cuadro, gráfico, imagen o fotografía. Ha de incluirse la fuente de donde fueron tomados o aclarar si fueron elaborados por los autores.

Las figuras, gráficos, tablas, cuadros e ilustraciones se enviarán en formato de archivo vectorial modificable —Microsoft Excel, Corel Draw, Photoshop—; y las fotografías, en archivos de formato .TIF o .JPG en una resolución mayor a 300 dpi.

Ecuaciones: se enumerarán hacia el extremo derecho de la columna que las contienen, en la misma línea y entre paréntesis. Han de estar escritas de manera que puedan distinguirse claramente las mayúsculas de las minúsculas. Los subíndices, superíndices, letras griegas u otros símbolos se indicarán con precisión. En las expresiones o análisis matemáticos, debe explicarse cualquier símbolo —y la unidad en que se mide— no definido previamente en la nomenclatura.

La referencia a estos elementos se hará de la siguiente forma: en el cuerpo del texto debe aparecer (Figura 1) o (Tabla 3) o (Ecuación 15). Cuando la referencia comience en una oración, se presentará de este modo: “La figura 1” o “La tabla 3” o “La ecuación 15”.

Conclusiones: deben resaltar los aportes más importantes, pueden proponerse aplicaciones, y se evitará repetir innecesariamente lo dicho en el resumen.

Referencias bibliográficas: se incluirán solo las referencias bibliográficas utilizadas, de manera directa o indirecta, en la elaboración del artículo. No se incluirá la bibliografía general consultada.

La citación se hará al final del texto citado, directa o indirectamente, se colocará entre corchetes números consecutivos que aluden a la referencia bibliográfica; deben listarse por orden de aparición en el trabajo; los signos de puntuación de la frase donde se aloja la referencia deben quedar fuera de los corchetes. Ejemplo: “Un generador solar: compuesto por un conjunto de paneles fotovoltaicos (12, 24 ó 48 V) [8]”. “Las aplicaciones de WiMAX en zonas rurales [8], [12]”. “Las aplicaciones de WiMAX en zonas rurales [8-15]”.

La presentación de las referencias bibliográficas siempre irán al final del artículo, entre corchetes y enumeradas consecutivamente de acuerdo con el orden de aparición en el cuerpo del artículo. Ejemplos:

Formato impreso Artículos de Revistas

Apellidos, Nombres del autor o autora (o autores). “Título del artículo”. Nombre de la publicación en letra cursiva, número del volumen (vol.), número de la revista (no.), número de páginas (pp.), mes y año de publicación.

[1] Schmidt, Ralph O. “Multiple Emitter Location and Signal Parameter Estimation”. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol.34, no.3, pp.276-280, Marzo, 1986.

Formato digital

Apellidos, Nombres del autor o autora (o autores). “Título del artículo”. Nombre de la publicación en letra cursiva, número del volumen (vol.), número de la revista (no.) número de páginas, mes y año de publicación. Dirección electrónica. (acceso mes día, año).

[2] Sánchez Tarragó, Nancy. “El movimiento de acceso abierto a la información y las políticas nacionales e institucionales de autoarchivo”. *Acimed*, vol.16,no.3, pp. 23-30, septiembre, 2007. http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol.16_3_07/aci05907.html. (acceso febrero 27, 2008).

Libros

Formato impreso

Apellidos, Nombres del autor o autora (o autores). Título del libro en cursiva. Número de edición. Ciudad de edición o impresión: nombre de la editorial, año de publicación, páginas.

[3] Balcells, J., Daura, F., Esparza, R. y Pallás, R. *Interferencias Electromagnéticas en Sistemas Electrónicos*. 1ra ed. Barcelona: MarcomboBoixareu Editores, 1992, pp. 15-25.

Formato digital

Apellidos, Nombres del autor o autora (o autores). Título del libro en cursiva. Número de edición. Ciudad de edición o impresión: nombre de la editorial, año de publicación, páginas. Dirección electrónica. (acceso mes día, año).

[4] Tramullas, Jesús. *Introducción a la Documática*. Zaragoza: Kronos, 1999, p. 56. <http://tramullas.com/documatica/index.html>. (acceso octubre 5, 2007).

Formato impreso Informes Técnicos

Apellidos, Nombres del autor o autora (o autores). “Nombre del informe entre comillas”. Datos del Informe técnico, ciudad, país, mes y año.

[5] Conde del Oso, Luis E. “Instalación e integración del PLC – WiMAX. Informe técnico, ETECSA, La Habana, Cuba, febrero, 2006.

[6] Verucchi, C.; Benger, F. y Acosta, G. “Detección de faltas en rotores de máquinas de inducción: evaluación de distintas propuestas”. *X RPIC -Informe técnico de la Reunión de Trabajo en procesamiento de la información y control*, San Nicolás, Argentina, octubre, 2003.

Formato digital

Apellidos, Nombres del autor o autora (o autores). “Nombre del informe entre comillas”. Datos del Informe técnico, ciudad, país, mes y año. Dirección electrónica. (accesomesdía, año).

[7] Talleen, S.L. “The Intranet Architecture: Managing Information in the New Paradigm”. *Amdahl Corp.*, Sunnyvale, April, 1996. <http://www.amdahl.com/doc/products/bsg/intra/infra/html>. (acceso enero 31, 2009).

Conferencias y presentaciones

Formato impreso

Apellidos, Nombres del autor o autora (o autores). “Nombre de la conferencia o presentación entre comillas”. Datos del evento en que se presentó, ciudad, país, año.

[8] Ebehard, D., and Voges, E. “Digital Single Sideband Detection for Interferometric Sensors”. 2nd International Conference Optical Fiber Sensors, Stuttgart, Germany, 1984.

Formato digital

Apellidos, Nombres del autor o autora (o autores). “Nombre de la conferencia o presentación entre comillas”. Datos del evento en que se presentó, ciudad, país, año. Dirección electrónica. (acceso mes día, año).

[9] Luque, A. “Energía solar fotovoltaica: potencial y límites”. Conferencia en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UNED, Madrid, España, 20 noviembre, 2004. <http://www.teleuned.com/teleuned2001/directo.asp?ID=1194&Tipo=C>. (acceso julio 15, 2009).

Tesis de maestrías o doctorales

Apellidos, Nombres del autor o autora (o autores). “Nombre de la tesis entre comillas”. Tesis de Maestría/Doctorado, universidad o centro de estudio donde se presentó, ciudad, mes y año.

[11] Sánchez Tarragó, Nancy. “Conocimiento y aptitudes de los investigadores cubanos de institutos de salud sobre el Movimiento de Acceso Abierto a la Información”. Tesis de doctorado, Universidad de La Habana, noviembre, 2007.

Normas, recomendaciones y reglamentos

Formato impreso

Nombre de la norma, recomendación o reglamento. Fecha (mes, año).

[12] IEEE Standard C57.19.100-1995 - IEEE Guide for Application of Power Apparatus Bushings. Agosto, 1995.

Formato digital

Nombre de la norma, recomendación o reglamento. Fecha (mes, año). Dirección electrónica. (acceso mes día, año).

[13] IETF - RFC 2375 – Ipv6 MulticastAddressAssignments. Octubre, 2001. <http://www.ietf.org/rfc/rfc2375.txt>. (acceso marzo 3, 2006).

Resoluciones y leyes

Entidad o persona jurídica que emite el documento. Número de la ley y denominación oficial si la tiene. Título de la publicación en que aparece oficialmente. Lugar de publicación, Fecha (indicar día, mes y año). Especificar dirección electrónica si fue consultada en línea y acceso (mes día, año).

[14] Ministerio de la Informática y las Comunicaciones. Resolución No.148 Soberanía Tecnológica. Gaceta Oficial de la República de Cuba. La Habana, 10 de septiembre de 2007.

o

[15] ETECSA. Resolución No.37Inicio del proceso de Migración. La Habana, 18 de Agosto de 2008.<http://www.portal.etcসা.сu/index.php?sel=documentos&file>. (acceso septiembre 21, 2010).

Sitios o páginas web

Nombre oficial del sitio web. Dirección electrónica. (acceso mes día, año).

[16] IEC. <http://webstore.iec.ch/webstore/webstore.nsf/artnum/000022> (acceso diciembre 5, 2009).

tono



La arrancada



A la sombra de las redes en flor



El éxtasis de la velocidad



En todas partes



En busca de una seguridad razonable



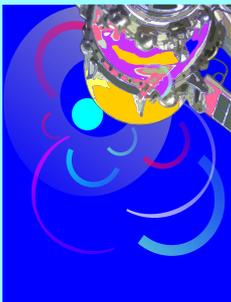
Arquitecturas convergentes



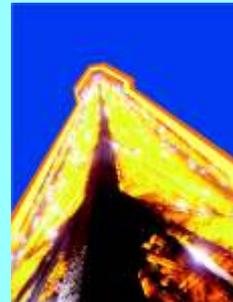
La educación regulatoria



El laberinto múltiple



Cualquier tecnología avanzada es indistinguible de la magia



Conmovidos por el llamado de la luz



El entorno protector



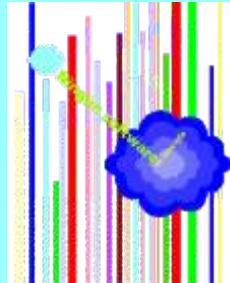
Redes sin límites



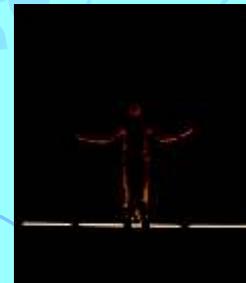
La información como un océano...



Escaleras al futuro



Ningún software es una isla



Los límites de lo posible



Epur se mouve



El secreto de las señales



Si nunca pensamos en el futuro, nunca lo tendremos



10 años a favor del viento

tono



[Regreso al futuro](#)

Juan Arel Ruiz Contino



Título: Radiante

Técnica: Óleo sobre lienzo

Medidas: 82 x 54 cm

Año: 2007