



Tesis de Maestría en Ingeniería de las Telecomunicaciones:

EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA DE LAS REDES DE NUEVA GENERACIÓN EN ENTORNO IMS

Carrera: MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE LAS TELECOMUNICACIONES

Alumno: Ing. Claudio Luis Almad

Director de Tesis: Ing. Christian Rapp

Lo importante es la comunicación entre las personas...
El resto es tecnología...

Dedicatoria

Para mi amiga, compañera y amor Silvina. Sin vos nada sería posible.

Agradecimientos

Tengo el firme convencimiento que no existen los logros individuales; para que alguien pueda hacer algo, indefectiblemente necesita de la ayuda de los demás.

Me es extremadamente difícil el hacer una enumeración de todas las personas que contribuyeren a la realización de esta tesis.

De todas formas me creo en la necesidad de nombrar a algunos de quienes contribuyeron para ésta desde su apoyo crítico y constructivo como mí Director de Tesis Ing. Christian Rapp; o quienes sufrieron conmigo como mi esposa Silvina Paula De Ceglia y mis suegros Magda y Mauro; o a quienes sin saberlo están junto a mi como mis hijos Nicolas, Soledad, Matias y Lucia.

Por ultimo no puedo dejar sin nombrar al Dr. Pablo Fierens cuya tenacidad para que yo escriba esta tesis dio finalmente frutos en mi dura cabeza.

A todos y a las innumerable personas que no nombro y contribuyeron para la realización de esta tesis mi infinito y eterno agradecimiento.

ÍNDICE

Abstrac:	6
Introducción:	6
Sobre qué versa la tesis:	7
Problema a analizar	8
Estado actual de la tecnología:	8
TDM	9
NGN	10
NGN Clase 4	11
NGN Clase 5	12
Accesos	13
Red de datos por par de cobre (XDSL)	13
Acceso por Fibra	15
Acceso HFC	16
Red móvil	17
GSM	19
3G	21
4G (LTE)	22
¿Porque IMS?	26
¿Qué es IMS?	27
Arquitectura del IMS	27
Capa de Acceso	28
Capa de Transporte	28
Capa de Control	28
Capa de Aplicación	28
Capas Según 3GPP / TISPAN:	29
Capa de control	30
¿Que gano operativamente con IMS?	32
¿Que gano en servicios con IMS?	39
IMS y los servicios OTT	39
IMS y los servicios de valor agregado	40

IMS y VoIP	41
¿Y ahora?	42
¿Que se haría con el acceso?	46
Acceso reutilizando el cobre:	46
Acceso acortando el bucle con FTTN y FTTC:	47
Acceso con IAD:	49
Acceso FTTH:	50
Acceso FWT :	51
Que pasa en nuestro país con el acceso	52
Que se haría con la arquitectura de la red	53
Comentarios sobre la legislación.	55
Conclusión	61
ANEXO	62
¿Cuánta conectividad necesita un cliente?	62
La experiencia del cambio tecnológico	66
Breve análisis económico	71
Modelo de Negocio de Canvas	71
Análisis Porter de las cinco fuerzas	72
Bibliografía	73

Abstrac:

Desde la década del 90 cuando la telefonía móvil y la internet, hacen su irrupción mundial cambiando para siempre las formas de comunicarse de las personas y las compañías sumándose así a la ya establecida telefonía clásica; se hizo evidente que sostener redes diferentes para cada uno de los servicios, no solo era engorroso sino que se hacía necesario la unificación de éstas para que a vistas del usuario su experiencia de cada servicio sea la misma sin importar cuál sea su acceso.

IMS viene a proveer esa plataforma de red común convergente, donde el servicio es agnóstico del acceso, acompañado de la evolución del acceso.

Introducción:

IMS (IP multimedia Subsystem) es una arquitectura creada por 3GPP (3rd Partnership Project), organismo de Estandarización del mundo móvil.

Originalmente, IMS fue definido por un congreso llamado 3G.IP en 1999. Este desarrolló la arquitectura original del IMS, la cual fue llevada a la 3rd Generation Partnership Project (3GPP), como parte de su trabajo de estandarización de sistemas 3G (3° generación) para celulares en la red de Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS en inglés). La primera versión de IMS fue en el Release 5 de 3G, donde fueron incluidos por primera vez servicios de multimedia basados en el protocolo SIP¹.

Inicialmente pensado para las redes de las operadoras de servicio móvil, IMS provee una estructura de capas que facilita y alienta la Convergencia Fijo-Móvil. Actualmente adoptada por ITU-T² y ETSI³ (TISPAN⁴).

Se trata de una arquitectura de red global que permite ofrecer servicios multimedia a distintos tipos de accesos y terminales, ya sean fijos o móviles, a través de un núcleo de Control (que enruta los mensajes) y los vincula con los servidores de aplicación donde residen los distintos servicios.

En los últimos años, las operadoras de los distintos servicios telefónicos, ya sea fijos y/o móviles, se encontraron ante la conjunción de dos fenómenos concurrentes. La obsolescencia de los equipamientos basados en tecnología TDM y en la demanda creciente de los usuarios que cada día esperan más de los servicios de telecomunicaciones y sienten atracción no sólo por el servicio de voz sino también busca

¹ Session Initiation Protocol

² Unión Internacional de Telecomunicaciones

³ European Telecommunications Standards Institute

⁴ Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking

acceso a un amplio abanico de información y entretenimiento multimedia de forma sencilla y, sobre todo, económica.

Aunque las redes actuales ya soportan este tipo de servicios, es todavía difícil que se puedan ofrecer servicios multimedia interactivos con una calidad suficiente para que resulten atractivos de cara al usuario final.

En esta situación, IMS es la solución que va a permitir que los operadores superen las dificultades técnicas y puedan simplificar y potenciar el despliegue de los servicios IP multimedia a la vez que explotan y torna rentable de forma eficaz las inversiones realizadas acompañadas de la evolución en los accesos.

Desde el punto de vista del usuario final, las redes de nueva generación con IMS va a hacer posible las comunicaciones persona-persona y persona-servicio con cualquier combinación de voz, vídeo, imágenes y/o mensajes, de una forma controlada y personalizada, pues gracias a esta tecnología, la telefonía tradicional se va a ver complementada por nuevas aplicaciones que permitirán compartir contenidos de forma sencilla.

Desde el punto de vista de las operadoras, las redes de nueva generación con IMS desembarca para darle un respiro en su creciente gasto de OPEX apalancado principalmente por la obsolescencia del parque de centrales TDM, si bien su desarrollo e implantación no esta falta de escollos y de problemas aún sin solucionar técnicamente, permite que las inversiones en infraestructura y el CAPEX estén enfocados avizorando nuevos negocios aprovechando la posibilidad de desarrollo de servicios por pequeñas empresa incluso por desarrolladores independientes.

Acompañando a este desarrollo del núcleo de la red, las redes de acceso tiene su propia evolución para que la denominada última milla, tenga la capacidad de acercarle al cliente final todas las potencialidades que la red es capaz de dar. De nada sirve tener una red multiservicio si el cuello de botella en el ancho de banda y en la tasa de transferencia lo tenemos al pie de la entrada de la casa del cliente. Sin importar la tecnología de acceso o la combinación de ellas, el acceso debe ser capaz de entregar toda la potencialidad de los servicios que la red puede brindar.

Sobre qué versa la tesis:

El objetivo de esta tesis es analizar las distintas alternativas y estrategias para realizar la migración de las distintas estructuras de redes actuales (sean estas fijas, móviles o combinadas) a una arquitectura convergente IMS. Analizando para cada posibilidad de migración ventajas, desventajas y sus posibles puntos conflictivos. Asimismo, se analizarán las distintas alternativas en el acceso evaluando en ellas, ventajas, desventajas y someramente los costos

Problema a analizar

El presente trabajo, se propondrá analizar las distintas alternativas que tendrán las operadoras para migrar sus redes hacia las redes de nueva generación con una arquitectura IMS; sean estas fijas, móviles o combinadas. Se estudiará el core de la red, su interacción y con los distintos tipos de accesos, con los servicios y con las demás capas que conforman el modelo. Asimismo se analizará someramente las implicancias regulatorias en la República Argentina y sus similares en la región.

El reto fundamental es establecer propuestas para el poder realizar esta migración con el menor impacto hacia el usuario, la adaptación de las plataformas de servicio legadas de las viejas redes y la progresiva migración a una red de nueva generación en un entorno IMS con capacidades multiservicio.

Estado actual de la tecnología:

Históricamente, cada vez que se implementó un nuevo servicio, se implantó una nueva red. Así nació por ejemplo las redes telegrafía, las telefónicas, las de datos, las de televisión por cable, las de telefonía celular, etc. Utilizando cada una de ellas su propia tecnología y de manera inconexa entre ellas.

Se puede decir que las tecnologías que se utilizan en telecomunicaciones han ido ingresando en distintos momentos en el tiempo, y por lo tanto siendo soportadas por diversas plataformas específicas, principalmente en concordancia con la tecnología que existía en el momento de los surgimientos de cada uno de los medios de comunicación.

En los últimos diez años y a partir del desarrollo de las redes de datos basadas en el protocolo IP, surgieron las tecnologías de telecomunicaciones, que aprovechando esta infraestructura, realizan comunicaciones. A estas redes se las denomina genéricamente NGN⁵.

Según la ITU-T: “Una Red de Siguiete Generación es una red basada en la transmisión de paquetes capaz de proveer servicios integrados, incluyendo los tradicionales telefónicos, y capaz de explotar al máximo el ancho de banda del canal haciendo uso de las Tecnologías de Calidad del Servicio (QoS) de modo que el transporte sea totalmente independiente de la infraestructura de red utilizada. Además, ofrece acceso libre para usuarios de diferentes compañías telefónicas y apoya la movilidad que permite acceso multipunto a los usuarios”.

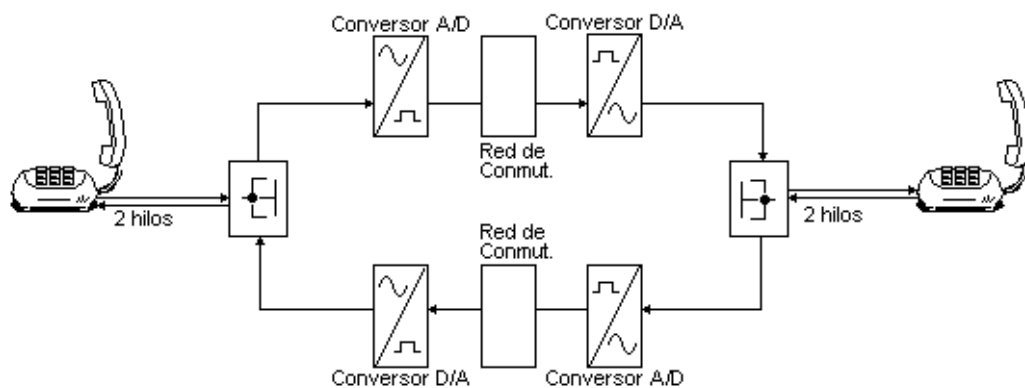
A continuación, se describirá sucintamente cada uno de las tecnologías que en la actualidad están en servicio en la mayoría de las operadoras del mundo

⁵ Next Generation Network en inglés o Red de Siguiete Generación o Red Próxima Generación

TDM

La tecnología TDM⁶ es a la que podríamos denominar “telefonía clásica”, la heredera de las redes de cobre existentes desde el principio de la telefonía y con la que en la actualidad, la mayoría de las operadoras telefónicas tiene su acceso físico a la casa del cliente.

En este tipo de telefonía, la comunicación llega por medio del par de cobre en forma analógica a la central telefónica en donde se realiza su digitalización.



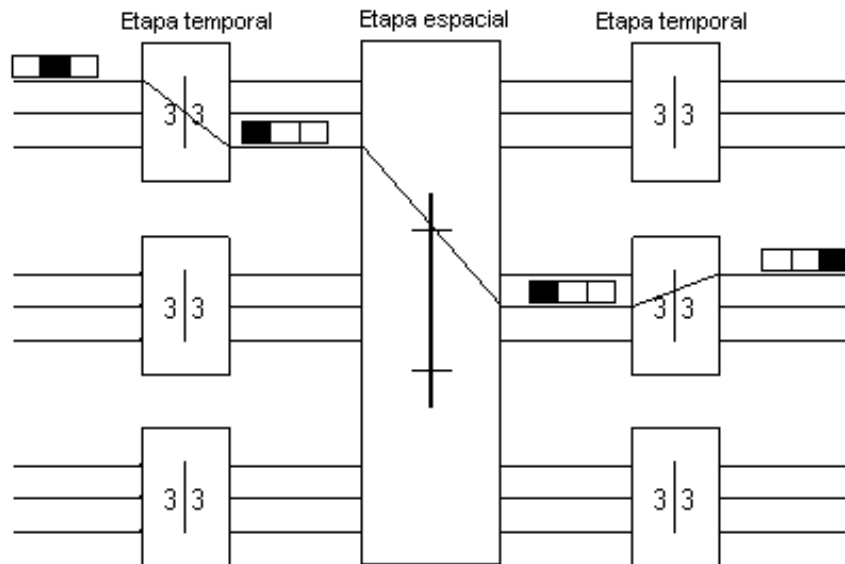
En la multiplexación por división de tiempo digitales cada comunicación proveniente de un cliente es asignada a un canal y el ancho de banda total del medio de transmisión es asignado a cada canal durante una fracción del tiempo total (intervalo de tiempo), distribuyendo así las unidades de información en ranuras ("slots") alternas de tiempo, proveyendo acceso múltiple.

Para que una comunicación sea posible en un sistema TDM, se cuenta con un conmutador quien es el encargado de la interconexión de ambos extremos de la comunicación.

Este conmutador “adapta las posiciones de tiempo (slots) dentro del conjunto de estos en el ancho de banda total de ambos extremos.

Para que esto sea posible es imprescindible una referencia de clock de manera que se pueda sincronizar el sistema.

⁶ Del inglés Time Division Multiplexing multiplexación (Multiplexación por división de tiempo)



NGN

Se denomina NGN⁷ Red de Siguiete Generación a la evolución de redes de telecomunicación y acceso telefónico clásico con el objetivo de lograr la convergencia tecnológica de los nuevos servicios multimedia (voz, datos, video...). La idea principal que se esconde debajo de este tipo de redes es el transporte de paquetes encapsulados de información a través de Internet.

Estas nuevas redes son construidas a partir del protocolo IP (Internet Protocol), siendo el término "all-IP" comúnmente utilizado para describir dicha evolución.

Según la ITU-T:

Una Red de Siguiete Generación es una red basada en la transmisión de paquetes capaz de proveer servicios integrados, incluyendo los tradicionales telefónicos, y capaz de explotar al máximo el ancho de banda del canal haciendo uso de las Tecnologías de Calidad del Servicio (QoS) de modo que el transporte sea totalmente independiente de la infraestructura de red utilizada. Además, ofrece acceso libre para usuarios de diferentes compañías telefónicas y apoya la movilidad que permite acceso multipunto a los usuarios.⁸

La NGN se caracteriza por los siguientes aspectos fundamentales:

- Transferencia basada en paquetes
- La separación de las funciones de control entre las capacidades portadoras, llamada / sesión, y aplicación / servicio
- Separación entre la prestación de servicios de red, y la provisión de interfaces abiertas

⁷ En inglés Next Generation Network

⁸ ITU-T Study Grup 13. NGN Working definition

- Soporte para una amplia gama de servicios, aplicaciones y mecanismos basado en módulos de servicios (incluyendo / servicios en tiempo no real tiempo real / transmisión y multimedia)
- capacidades de banda ancha con calidad de servicio y la transparencia de extremo a extremo
- Interfuncionamiento con redes heredadas a través de interfaces abiertas
- movilidad generalizada
- El acceso no restringido a los usuarios de diferentes proveedores de servicios
- Una variedad de esquemas de identificación que puede ser resuelta a las direcciones IP para los propósitos de enrutamiento en redes IP
- características de los servicios unificados para el mismo servicio que percibe el usuario
- servicios de convergencia entre fijo / móvil
- Independencia de las funciones relacionadas con los servicios de tecnologías de transporte subyacentes
- Cumple con todos los requisitos reglamentarios, por ejemplo relativas a las comunicaciones de emergencia y seguridad / privacidad, etc.

En cuanto a la arquitectura y para las aplicaciones de voz, uno de los dispositivos más importantes en NGN es un Softswitch, dispositivo programable que controla las llamadas de voz sobre IP (VoIP). Éste habilita la correcta integración de los diferentes protocolos en la NGN. Su función más importante es la de crear la interfaz para la actual red telefónica, PSTN, a través de Puertas de Señalización (Signalling Gateways - GC) y Puertas Multimedia (MG Media Gateways).

Aquí nos detendremos y dividiremos la arquitectura de la NGN en dos:

NGN Clase 4

Fundamentalmente enfocada al transporte. Es decir. Una arquitectura superpuesta sobre la red TDM existente.

Accesos

Red de datos por par de cobre (XDSL)

Durante la década del 90, los requerimientos de conexiones de datos, habían dejado el ambiente laboral, para hacer su desembarco en las casa de familia. Para poder conectarse a la insipiente internet a través de un proveedor se servicio, los usuarios utilizaban los sencillos módems de audio, muchos de estos ya integrados a las nuevas PC que poblaban los hogares.

Claro, el modem tiene intrínsecamente sus limitaciones para realizar las transferencias de datos, lo que hacía lenta la “bajada” de hasta las más sencillas páginas, haciéndole perder la paciencia a más de un usuario.

Para calmar los nervios de los usuarios y abrir una nueva línea de negocio a las operadoras telefónicas, aprovechando el clásico par de cobre hace su aparición las tecnologías DSL⁹

En 1988, los empleados de Bellcore (ahora Tellcordia Technologies) desarrollaron la Línea de Suscripción Digital Asimétrica (ADSL) y registraron una patente colocando señales digitales de banda ancha por encima de la señal análoga de voz de banda base transportada entre la compañía de teléfono, la central telefónica y clientes en instalaciones de cableado de par trenzado convencional.

Ahora, el usuario no tiene que conectarse. Está conectado todo el día y sus requerimientos de conectividad fueron creciendo a medida que los servicios over de top independientes de la red crecían.

Ya los usuarios no se conformaban con chequear los mails y leer los diarios como en las primeras épocas, querían escuchar y bajar música y con el advenimiento de Google, quien destronó todos los buscadores precedentes, cada duda fue consultada a internet.

La etapa siguiente fue el video, donde una empresa denominada YouTube tímidamente comenzó siendo el lugar donde se compartían videos caseros hasta convertirse en el mayor repositorio de videos. Pero claro también existe el negocio y este es explotado por las distintas operadoras que ofrecen contenidos bajo demanda o la independiente Netflix.

Las distintas variantes del xDSL fueron saliendo al mercado a medida de las necesidades del mercado y la competencia con la operadoras de cable que también ofrecen el servicio de internet. Estas son:

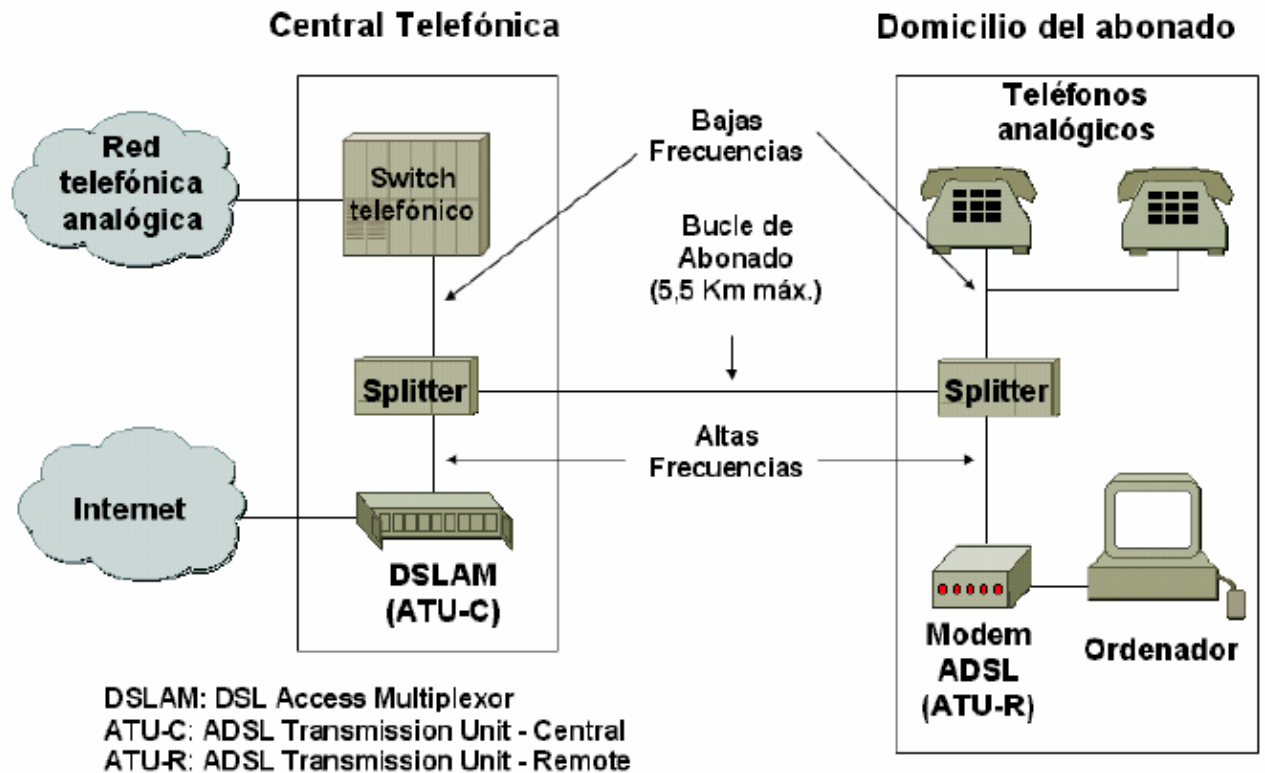
- ADSL son las siglas de Asymmetric Digital Subscriber Line (“Línea de Suscripción Digital Asimétrica”). ADSL es un tipo de línea DSL. Consiste en una transmisión de datos digitales (la transmisión es analógica) apoyada en el par simétrico de cobre que lleva la línea telefónica convencional o línea de

⁹ Digital Subscriber Line (línea de abonado digital)

abonado, siempre y cuando el alcance no supere los 5,5 km. medidos desde la Central Telefónica, o no haya otros servicios por el mismo cable que puedan interferir.

- ADSL2 y ADSL2+ son unas tecnologías preparadas para ofrecer tasas de transferencia sensiblemente mayores que las proporcionadas por el ADSL convencional, haciendo uso de la misma infraestructura telefónica basada en cables de cobre. Así, si con ADSL tenemos unas tasas máximas de bajada/subida de 8/1 Mbps, con ADSL2 se consigue 12/2 Mbps y con ADSL2+ 24/2 Mbps. Además de la mejora del ancho de banda, este estándar contempla una serie de implementaciones que mejoran la supervisión de la conexión y la calidad de servicio (QoS) de los servicios demandados a través de la línea.
- HDSL es el acrónimo de High bit rate Digital Subscriber Line o Línea de abonado digital de alta velocidad binaria.
Ésta es una más de las tecnologías de la familia DSL, las cuales han permitido la utilización del clásico bucle de abonado telefónico, constituido por el par simétrico de cobre, para operar con tráfico de datos en forma digital. Los módems HDSL permiten el establecimiento por un par telefónico de un circuito digital unidireccional de 2,048 Mbps (E1), por lo que para la comunicación bidireccional son necesarios dos pares. En este caso por cada par se transmite y recibe un flujo de 1024Kbps.
- VDSL (o VHDSL) son las siglas de Very high bit-rate Digital Subscriber Line (DSL de muy alta tasa de transferencia). Transmiten los impulsos sobre pares de cobre.
Se trata de una evolución del ADSL, que puede suministrarse de manera asimétrica (52 Mbit/s de descarga y 12 Mbit/s de subida) o de manera simétrica (26 Mbit/s tanto en subida como en bajada), en condiciones ideales sin resistencia de los pares de cobre y con una distancia nula a la central. La tecnología VDSL utiliza 4 canales para la transmisión de datos, dos para descarga y 2 para subida, con lo cual se aumenta la potencia de transmisión de manera sustancial.
- VDSL2 (Very-High-Bit-Rate Digital Subscriber Line 2) Línea digital de abonado de muy alta tasa de transferencia, que aprovecha la actual infraestructura telefónica de pares de cobre.

Las distintas tecnologías xDSL están limitadas fundamentalmente por dos factores. Por la distancia del usuario a la central y por la calidad en el estado del par del cobre. Resumidamente atenuación sumado el ruido. Estos factores sumados pueden tornar inútil a cualquier tipo de acceso de banda ancha utilizando el bucle de abonado.



Acceso por Fibra

Dados los requerimientos crecientes de ancho de banda y de tasas de transferencia mayores por parte de los usuarios, en los últimos años la fibra óptica comenzó a ser utilizada para el acceso haciendo uso de la técnica de fibra pasiva denominada PON¹⁰ en su variante GPON¹¹.

Utilizando estas técnicas pasivas de fibra óptica se utilizan distintas metodologías de acceso denominadas genéricamente FTTx que según la proximidad a la casa del cliente se denominan: FTTN¹², FTTC¹³, FTTB¹⁴ y FTTH¹⁵.

En FTTH, la fibra llega directamente a la casa del usuario con lo que queda eliminado el enlace de cobre y sus limitaciones. En cambio en las otras la idea es llegar lo más próximo al usuario con la fibra para luego terminar en la acometida final en cobre acortando en lo más posible en bucle metálico, reduciendo con esto sus limitaciones.

¹⁰ Passive Optical Network (Red óptica Pasiva)

¹¹ Gigabit-capable Passive Optical Network

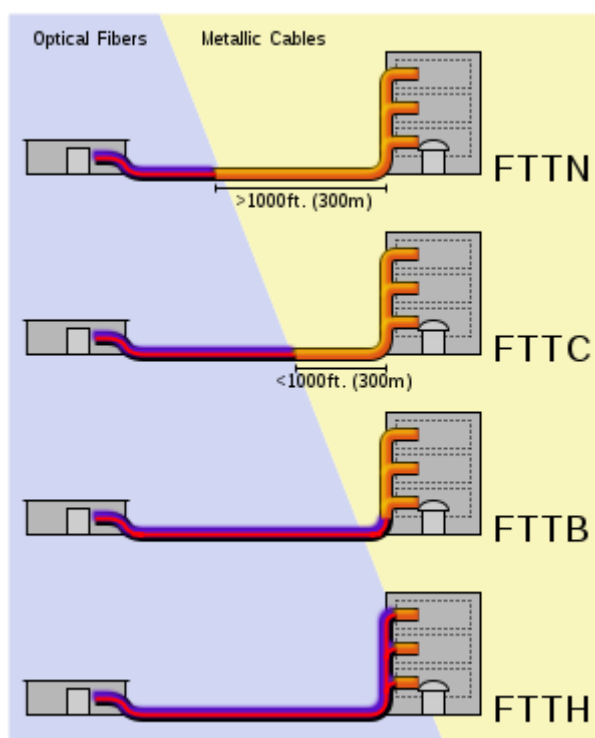
¹² Fiber-to-the-node

¹³ Fiber-to-the-cabinet o fiber-to-the-curb

¹⁴ Fiber-to-the-building

¹⁵ Fiber-to-the-home

Las operadoras telefónicas en Argentina, están desplegando mayormente FTTN y FTTC con el objetivo de aprovechar la capilaridad instalada de la red de cobre, incrementando la velocidad de los accesos con el objetivo de poder competir en igualdad de condiciones con los cable operadores brindando servicio de televisión y video on demand.



Acceso HFC¹⁶

Las operadoras de cable que en un principio brindaban solamente el servicio de televisión, a mediados de la década del 90 comenzaron a brindar acceso de datos aprovechando una propiedad de sus redes; el canal de retorno.

Obviamente los requerimientos de ancho de banda y tasas de transferencias más altas creció al igual que lo que sucedió en los accesos por cobre y esta demanda no podía ser satisfecha con redes puras de coaxil. Las redes troncales de coaxil tuvieron que ser reemplazadas por fibra óptica y al igual que lo que sucede con FTTC y FTTN la acometida final continua siendo alámbrica, en este caso coaxil

A través del uso de cada una de estas tecnologías fibra óptica y coaxil, la red es capaz de aprovecharse de los beneficios y minimizar el impacto de las limitaciones inherentes a cada una.

¹⁶ Hybrid Fibre Coaxial (Híbrido de Fibra-Coaxial)

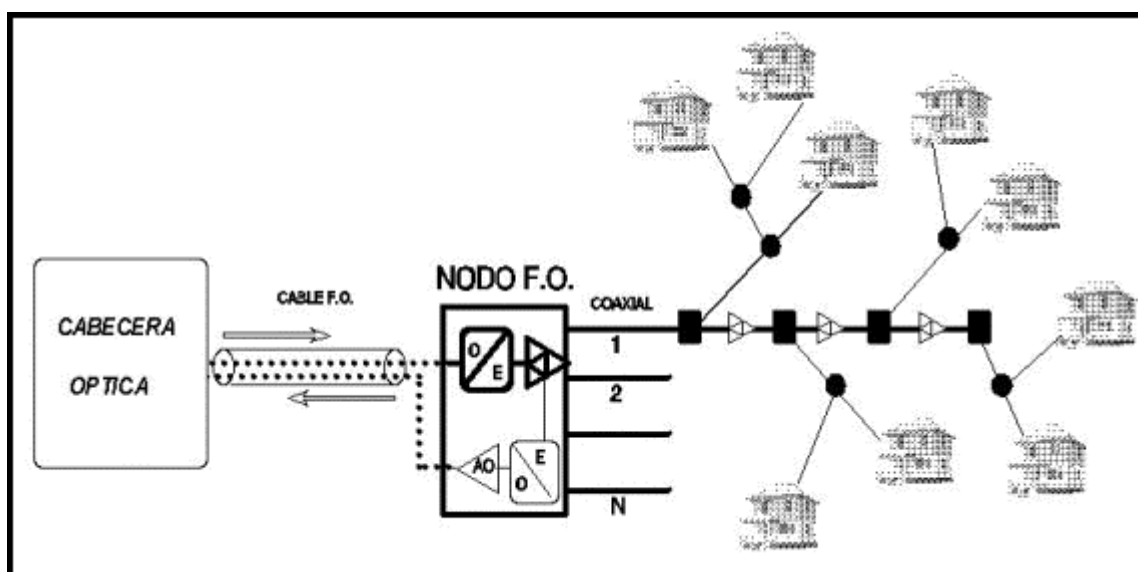
La fibra óptica proporciona la ventaja de cubrir distancias razonablemente largas con un mínimo de amplificación y regeneración de la señal. Sin embargo, debido a la naturaleza de esta tecnología, el costo y tamaño de los multiplexores/demultiplexores ópticos, rara vez se utiliza para conectar los nodos directamente a los clientes.

En lugar de eso, la fibra óptica termina en un dispositivo de la red llamado puerta de enlace (gateway), el cual contiene, al menos, un transformador óptico (normalmente, dos) que permite la transición de la señal a la red de cable coaxial.

El cable coaxial proporciona una capacidad de ancho de banda considerable, mientras que también permite que la señal se extraiga y se inserte con una mínima interferencia a cualquier cliente o equipo. Las limitaciones de este sistema son que a veces la señal necesita ser amplificada y además es susceptible a interferencias externas.

A diferencia de las redes CATV en donde la transmisión es unidireccional (desde la central hacia los abonados), en HFC la transmisión es bidireccional.

Al ser bidireccional le abrió la puerta a los cable operadores a brindar el servicio de telefonía siendo en Argentina los primeros (y hasta ahora los únicos) en brindar el servicio de triple play, que está vedado a las operadoras de telefonía dado que tienen expresamente prohibido el brindar servicio de televisión.



Red móvil

Desde el comienzo de la telefonía, se ansió darle a esta movilidad. La solución a este paradigma fue aunar la tecnología telefónica a una más antigua a ésta, que es la radio.

El primer antecedente técnico de la telefonía móvil fueron los servicios de comunicación públicos de radiotelefonía establecidas en algunas ciudades estadounidenses durante los años 1940. Así, AT&T estableció un servicio de ese tipo en la ciudad de San Luis (Misuri) en 1946, que usaba un único transmisor y ofrecía seis canales de transmisión, la popularidad del servicio hizo que rápidamente quedara bloqueado, pero en 1947 AT&T dio con la solución, en lugar de utilizar un único transmisor, creó una red de transmisores de baja potencia, cada uno para un área concreta o "célula" (de ahí derivó el término teléfono celular que en muchos países es la forma de referirse a la telefonía móvil).

“En la Argentina, la prestación de servicios de comunicaciones móviles comenzó en 1989, cuando la empresa Movicom (Bell South) obtuvo la licencia para prestar el servicio de radiocomunicaciones móviles en la Ciudad de Buenos Aires, el Conurbano y la Plata. En 1993, se suma la empresa Miniphone (perteneciente a Telecom y Telefónica) que obtuvo licencia para prestar el servicio solamente en el AMBA.

En el interior del país, dividido en regiones norte y sur, los servicios móviles fueron brindados por la empresa CTI (Compañía de Teléfonos del Interior) desde 1995. Asimismo, a partir de 1996, las empresas Telecom y Telefónica obtuvieron licencias para prestar servicio de telefonía móvil en las zonas geográficas donde brindaban el servicio básico telefónico (telefonía fija), compitiendo con CTI.

A esa altura, las empresas fueron implementando tecnologías digitales que les permitieron aumentar fuertemente el número de usuarios en las distintas áreas. Asimismo, la evolución tecnológica permitió reducir tanto el tamaño como el peso de los equipos así como también volverlos ergonómicos y más funcionales. La introducción del sistema Calling Party Pays o Abonado Llamante Paga (CPP) en el año 1997, contribuyó a bajar los altos costos iniciales del servicio y ampliar el número de usuarios de telefonía móvil. Hacia 1998 el mercado de telefonía móvil contaba con más de 2,5 millones de terminales móviles y con una red que alcanzaba a todas las localidades de más de 500 habitantes del país.

A partir de 1999 los operadores del interior del país tuvieron acceso al AMBA, Miniphone se escindió entre sus propietarias, mientras que Movicom –único prestador del AMBA- tuvo acceso a operar en el interior del país. Se configuró un mercado en el que CTI, Personal (de Telecom), Unifón (de Telefónica) y Movicom comenzaron a operar en todo el país, y en el que los usuarios pudieron elegir libremente entre los diferentes prestadores autorizados a brindar el servicio en cada área.

Como resultado de la crisis, entre 2001 y 2002, se produjo una baja en la cantidad de terminales móviles, sin embargo la tendencia se revirtió muy rápidamente a partir del año 2003.

Actualmente, en nuestro país, el servicio de telefonía móvil es brindado por tres principales empresas: Personal (Telecom), MOVISTAR (de Telefónica, ex Unifón y Movicom) y Claro (América Móviles, ex CTI). El cuarto operador es Nextel, que se concentra en el mercado corporativo.

Cabe aclarar que las tarifas finales de las comunicaciones móviles, a diferencia de las de telefonía básica, no se encuentran reguladas, lo que ha generado un mercado con una fuerte competencia de precios.

Luego de superar el 80% de penetración del servicio durante el año 2006, los operadores, que utilizaban diversas tecnologías de origen norteamericano, migraron hacia la norma europea GSM siguiendo la tendencia mundial. También comenzaron a instalar redes de tercera generación (3G), cuyo despliegue está actualmente muy avanzado. Con el desarrollo de estas nuevas tecnologías, los operadores pudieron mejorar el servicio de transmisión de voz, así como comenzar a ofrecer nuevos servicios avanzados y de mayor calidad, como Internet de alta velocidad y multimedia móvil.

Desde sus inicios, la telefonía móvil en Argentina se ha desarrollado considerablemente, posibilitando el servicio de comunicaciones móviles en todo el territorio a más de 45 millones de teléfonos móviles y alcanzando una penetración del servicio de 117%.¹⁷

GSM

En la conferencia de telecomunicaciones CEPT del año 1982 fue creado el grupo de trabajo Groupe Spécial Mobile o GSM, cuya tarea era desarrollar un estándar europeo de telefonía móvil digital. El estándar GSM fue desarrollado a partir de ese año. En el grupo GSM participaron 26 compañías europeas de telecomunicaciones.

En 1990 se especificó el primer estándar GSM-900, al que siguió DCS-1800 un año más tarde.

En 1992 las primeras redes europeas de GSM-900 iniciaron su actividad, y el mismo año fueron introducidos al mercado los primeros teléfonos móviles GSM, siendo el primero el Nokia 1011 en noviembre de este año. En los años siguientes, el GSM compitió con otros estándares digitales, pero se terminó imponiendo también en América Latina y Asia

GSM se considera, un estándar de segunda generación (2G), por su velocidad de transmisión y otras características.

Arquitectura del GSM

Es importante describir la arquitectura del GSM pues ella es el punto de partida de la arquitectura base del IMS

¹⁷ CNC. La Telefonía Móvil en Argentina

Radio base o BS. / Controlador de estaciones base o BSC

Al emplear celdas el estándar GSM introduce una novedad de los sistemas anteriores el controlador de estaciones base, o BSC, (Base Station Controller) que actúa de intermediario entre el “core” de la red y las antenas, y se encarga del reparto de frecuencias y el control de potencia de terminales y estaciones base. El conjunto de estaciones base coordinadas por un BSC proporcionan el enlace entre el terminal del usuario y la siguiente capa de red, ya la principal, que veremos más adelante. Como capa de red, el conjunto de BSs + BSC se denomina subsistema de estaciones base, o BSS¹⁸.

Además, normalmente varias estaciones base al mismo tiempo pueden recibir la señal de un terminal y medir su potencia. De este modo, el controlador de estaciones base o BSC puede detectar si el usuario va a salir de una celda y entrar en otra, y avisa a ambas MSCs¹⁹ y al terminal para el proceso de salto de una BS a otra: es el proceso conocido como handover o traspaso entre celdas, una de las tres labores del BSC, que permite hablar aunque el usuario se desplace.

Central de conmutación móvil o MSC.

La central de conmutación móvil o MSC²⁰ se encarga de iniciar, terminar y canalizar las llamadas a través del BSC y BS correspondientes al abonado llamado. Es similar a una centralita telefónica de red fija.

El MSC está conectado a los BSCs de su área de influencia, pero también a su VLR, y debe tener acceso a los HLRs de los distintos operadores e interconexión con las redes de telefonía de otros operadores.

Registros de ubicación base y visitante (HLR y VLR).

El HLR²¹ es una base de datos de los usuarios dentro de la red, si está conectado o no y las características de su abono (servicios que puede y no puede usar, tipo de terminal, servicios, etc.). Es de carácter permanente; cada número de teléfono móvil está adscrito a un HLR determinado y único, que administra su operador móvil.

¹⁸ Base Station subsystem

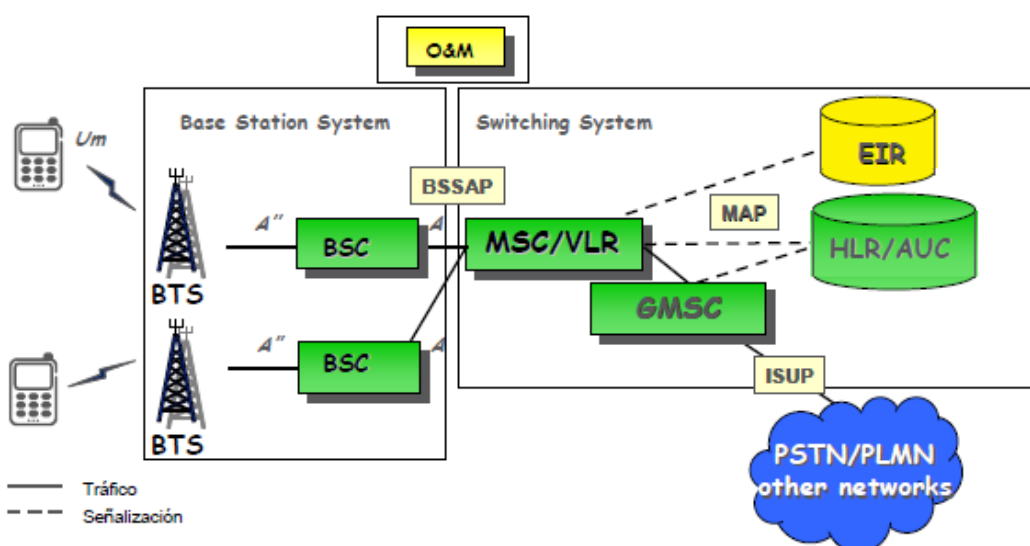
¹⁹ Mobile Switching Center, Central de Conmutación Móvil

²⁰ Mobile switching central

²¹ Home location register

Al recibir una llamada, el MSC pregunta al HLR correspondiente al número llamado si está disponible y dónde está (es decir, a qué BSC hay que pedir que le avise) y enruta la llamada o da un mensaje de error.

El VLR²² es una base de datos volátil que almacena, para el área de cobertura de un MSC, posee los datos de todos los usuarios activos en ese momento y en ese tramo de la red. Cuando un usuario se registra en la red, el VLR del tramo al que está conectado el usuario se pone en contacto con el HLR de origen del usuario y verifica si puede o no hacer llamadas según su tipo de abono. Esta información permanece almacenada en el VLR mientras el terminal de usuario está encendido y se refresca periódicamente para evitar fraudes (por ejemplo, si un usuario de prepago se queda sin saldo y su VLR no lo sabe, podría permitirle realizar llamadas).



3G

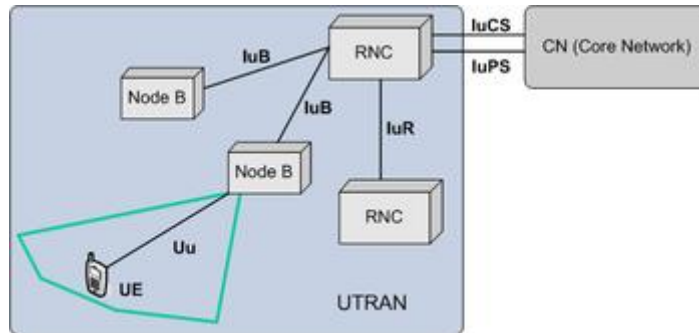
3G es la abreviación de tercera generación de transmisión de voz y datos a través de telefonía móvil mediante UMTS.²³

Las redes 2G se construyeron principalmente para transmisiones de voz y la transmisión de datos era lenta. Dados los cambios rápidos en las expectativas de los usuarios, no cumplían las necesidades inalámbricas en crecimiento. La evolución del 2G al 3G se realizó en etapas.

²² Visitor location register o registro de ubicación de visitante

²³ Universal Mobile Telecommunications System

3G proporciona una velocidad de transferencia de información de al menos 200 kbit / s. Esto asegura que se puede aplicar a la telefonía inalámbrica de voz, acceso a Internet móvil, conexión a Internet inalámbrica fija, llamadas de video y tecnologías de TV móvil.



4G (LTE²⁴)

Ante el aumento del uso de datos móviles y la aparición de nuevas aplicaciones y servicios como televisión móvil, web 2.0, flujo de datos de contenidos han sido las motivaciones por las que 3GPP desarrollase el proyecto LTE.

Alrededor del 2010, las redes UMTS llegan al 85% de los abonados de móviles. Es por eso que LTE 3GPP quiere garantizar la ventaja competitiva sobre otras tecnologías móviles. De esta manera, se diseña un sistema capaz de mejorar significativamente la experiencia del usuario con total movilidad, que utilice el protocolo de Internet (IP) para realizar cualquier tipo de tráfico de datos de extremo a extremo con una buena calidad de servicio (QoS) y, de igual forma el tráfico de voz, apoyado en Voz sobre IP (VoIP) que permite una mejor integración con otros servicios multimedia. Así, con LTE se espera soportar diferentes tipos de servicios incluyendo la navegación web, FTP, video streaming, voz sobre IP, juegos en línea, video en tiempo real, pulsa y habla (push-to-talk) y pulsar para ver (push-to-view, PTV).

Arquitectura de 4G

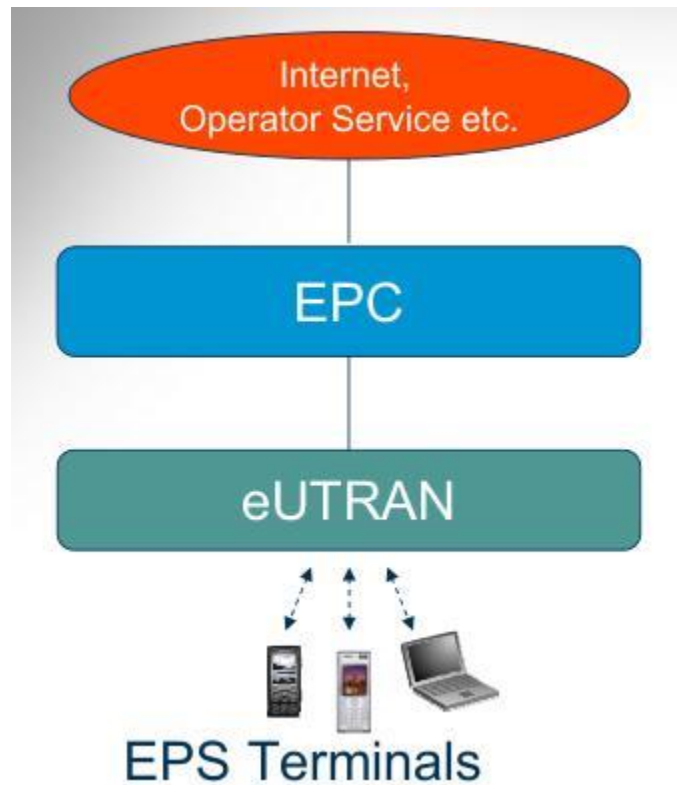
La arquitectura de esta nueva tecnología se denominada “System Architecture Evolution” (SAE) o también EPC²⁵.

La arquitectura SAE presenta varias ventajas con respecto a las tecnologías que se han desarrollado anteriormente para redes celulares, mejorando la capacidad de la red especialmente en el núcleo, donde presenta simplicidad en la arquitectura optimizando el tráfico de los servicios, los cuales son totalmente basados en IP.

²⁴ Long Term Evolution

²⁵ Evolved Packet Core

La arquitectura LTE consta de dos partes la EPC y la EUTRAN²⁶. La EUTRAN es la encargada de todas la funciones relacionadas a la interfaz de radio y el control de los móviles, por otro lado, la EPC brinda acceso a otras redes de paquetes IP y donde se gestiona los aspectos relacionados a la seguridad, calidad de servicio, gestión de recursos y movilidad.



La eUTRAN está compuesta por los eNodosB que interactúan con la EPC por medio de los MME²⁷ para el control de la movilidad, gestión y otros aspectos.

Algunas de las funciones del eNodeB son:

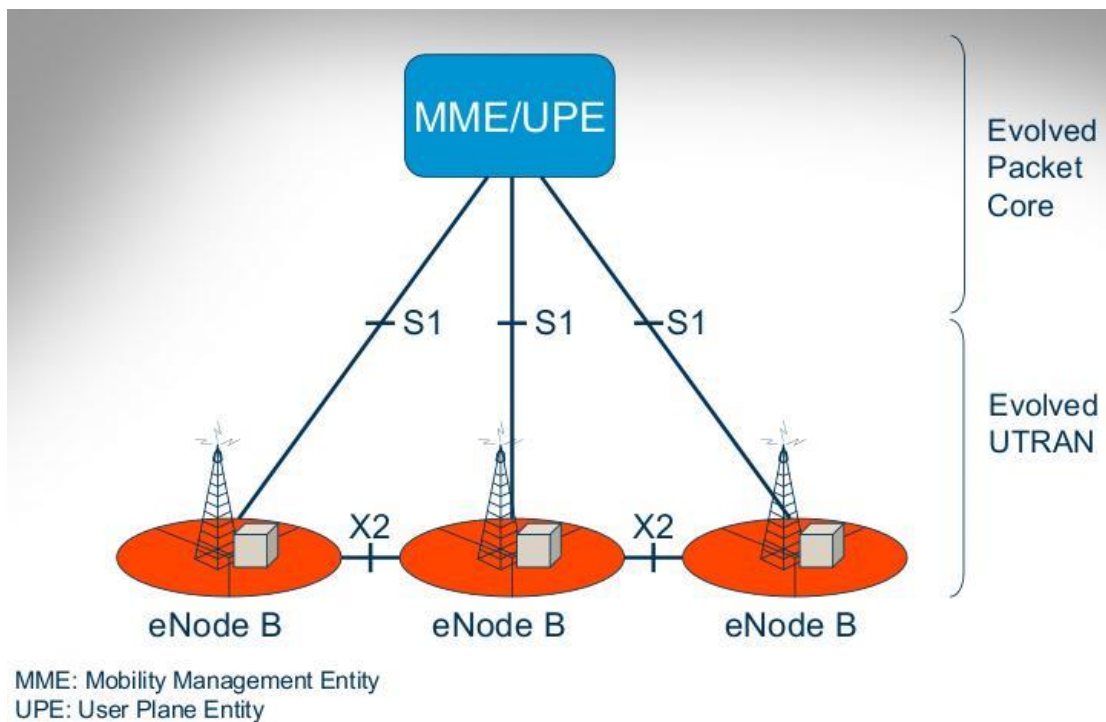
- Funciones de gestión de recursos de radio como conexión, control de admisión de radio, control de movilidad en el plano de usuario.
- Compresión de encabezados IP y encriptación de datos de usuario.
- Enrutamiento en el plano de usuario.
- Transmisión de información broadcast.
- Reportes de configuración para movilidad.

Las funciones de la MME son:

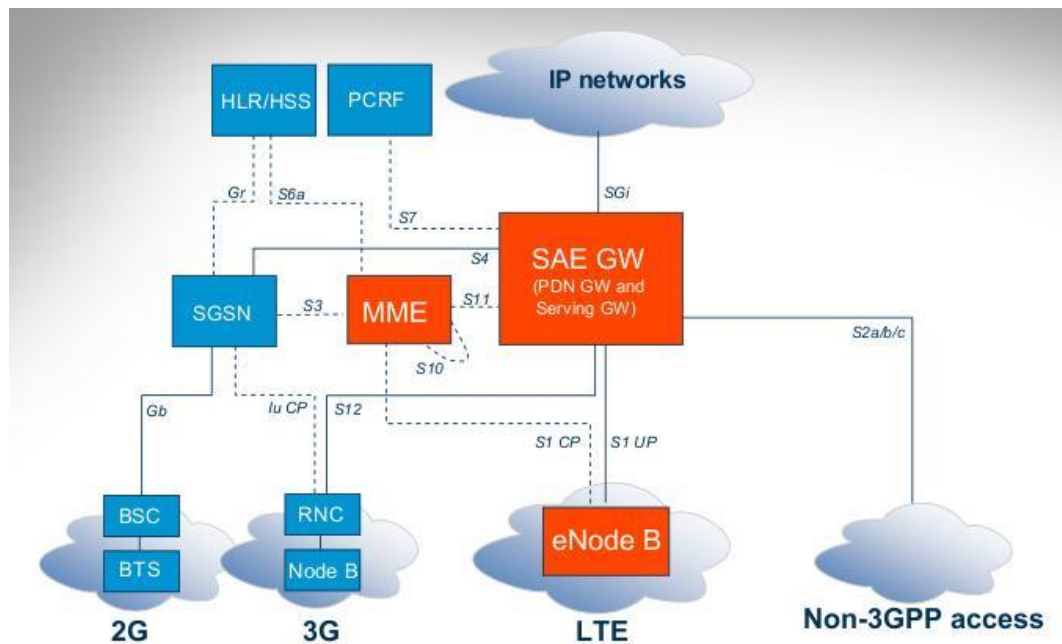
²⁶ Envolved UTRAN

²⁷ Mobility Management Entity

- Proveer señalización, seguridad y control de la seguridad.
- Proveer señalización entre los nodos para gestionar la movilidad entre nodos.
- Es el encargado de administrar tarifas para cobros.
- Gestiona la movilidad entre otras redes como 2G y 3G.



En una visión más amplia de la arquitectura planteada por LTE se aprecia la interacción con diversos tipos de redes como GSM, UMTS, IP y otras. En color naranja se presenta los bloques funcionales que representan los elementos que conforman la SAE, los cuales son: los eNodosB, MME y SAE GW (también denominado SWG, “Serving Gateway”), en este último bloque se han incluido el PGW (PDN Gateway, “Public Data Network Gateway”). El dicha figura las líneas continuas representan el flujo de datos por medio de las interfaces correspondientes y con líneas discontinuas se representa la señalización entre los diferentes bloques funcionales o equipos.



El MME obtiene información del abonado a través de la información almacenada en el HSS para autorizar al usuario a los servicios a los que tiene acceso. El MME autentica, autoriza y selecciona el PDN²⁸ apropiado para establecer el enlace entre el EUTRAN a las redes o servicios externos, al mismo tiempo gestiona la movilidad y obtiene información de cobro. El MME proporciona conectividad entre el eNodeB y una red GSM o UMTS a través del SGSN²⁹. En general se puede decir que MME tiene toda la responsabilidad por las operaciones concernientes al plano de control, además, es el primer contacto de LTE con GSM o UMTS

El SGW es controlado por el MME, es un punto donde se monitorizan las políticas de conexión y servicio establecidas en el PCRF³⁰ para poder administrar QoS, además, es responsable de la organización del tráfico y los buffers para almacenamiento de paquetes. El PGW gestiona la asignación de direcciones IP a los UE ("User Equipment"), tiene que ver con todo lo relacionada a la inspección de paquete IP y realiza las funciones que en GSM realizaba el GGSN³¹ pero además tiene la función de control de la movilidad. Por otro lado, el HSS almacena y administra todo lo relativo a los datos de suscripciones de los usuarios.

²⁸ Public Data Network

²⁹ Serving GPRS Support Node

³⁰ Policy and Charging Rules Function

³¹ Gateway GPRS Support Node

¿Porque IMS?

Históricamente cada vez que quisimos desplegar un nuevo servicio, creamos una red específica con sus correspondientes protocolos y plataformas, tal como vimos anteriormente. Muchas redes, prácticamente inconexas y dificultosamente interconectadas.

Todas las tecnologías que se utilizan en telecomunicaciones ingresaron en distintos momentos en el tiempo, por lo tanto son soportadas por redes y plataformas específicas para cada una de ellas, de acuerdo con la tecnología que existente al momento del surgimiento de cada uno de los medios de comunicación.

Las arquitecturas tecnológicas que soportan cada una de las redes de comunicación están separadas, y utilizan protocolos distintos. Por ejemplo, la televisión usa altas frecuencias y ultra altas frecuencias, los teléfonos móviles usan GSM y los computadores personales internet (a través del protocolo TCP/IP en la mayoría de los casos). Sin embargo los equipos de acceso a estas redes incorporan cada vez más tecnología que permite obtener diversos contenidos multimedia. Los teléfonos móviles comenzaron a incorporar imágenes, música y video. Además existe un desafío en poder mantener las sesiones de los teléfonos móviles cuando cambiaban de red, ya sea a otra del mismo proveedor u otro diferente a través de Roaming. Por ejemplo llegar a mi casa y continuar en el teléfono fijo, la comunicación que había iniciado en el teléfono móvil y viceversa.

Con la intención de unificar todas la redes, el grupo 3rd Generation Partnership Project se planteó crear el IMS que pretende ser una arquitectura que soporte el tráfico de voz, datos y multimedia mediante la conmutación de paquetes a direcciones IP con independencia del medio de acceso ya sean teléfonos móviles, fijos; computadores personales; y todo dispositivo que pueda tener una dirección IP en la red. Sólo requiere que los equipos utilicen el protocolo de sesión SIP³² que permite la señalización y administración de sesiones.

Además, dada la necesidad de reducir costos y al mismo tiempo aumentar coberturas y servicios, ha hecho que cada vez más la industria de telecomunicaciones migre hacia sistemas operados casi totalmente en infraestructura IP, esto explica porque miran con interés ideas integradas de convergencia de datos y voz sobre infraestructuras basada en IP, como IMS.

El IMS es más que un sistema técnico, es un modelo para realizar una integración convergente de servicios de comunicación, tecnologías de redes, de acceso, contenido, ingreso y control. Generando así nuevas amplias y concretas posibilidades de negocios ya sea para proveedores de plataforma así como para las empresas operadoras, proveedores de contenido y prestadoras de servicios, que tendrán a su disposición un nuevo y amplio abanico de posibilidades de negocios.

³² Session Initiation Protocol

IMS no solamente sirve para proporcionar nuevos servicios. Lo que realmente pretende es servir para todo tipo de servicios, tanto actuales como futuros, que se puedan prestar por Internet. IMS permitirá que los operadores puedan controlar y facturar cada uno de los servicios.

IMS hace que cuando los usuarios se desplacen puedan utilizar todos los servicios que disponen cuando están en ubicaciones fijas. Dicho en otras palabras. No importa el acceso ni el dispositivo utilizado, el servicio siempre puede ser brindado con calidad.

Para conseguirlo, utiliza protocolos estandard, aprobados por IETF³³. De modo que una sesión multimedia entre dos usuarios IMS, un usuario IMS y otro que esté en Internet, o entre dos usuarios que estén en internet se efectúa usando los mismos protocolos. Además, los que desarrollen aplicaciones o servicios también lo harán sobre el protocolo IP. De este modo IMS realmente hace que el mundo IP de Internet sea el elemento convergente de las distintas redes de telecomunicaciones.

¿Qué es IMS?

IMS o IP Multimedia Subsystem es un conjunto de especificaciones que describen la arquitectura de red capaz de soportar telefonía y servicios multimedia a través de IP. Define una arquitectura para tráfico de voz, datos, video, servicios e imágenes conjuntamente a través de infraestructura basada en el ruteo de paquetes a través de direcciones IP. Esto permite incorporar en una red todo tipo de servicios de voz, multimedia y datos accesibles a través de cualquier medio con conexión a internet, ya sea fija, o móvil. Sólo requiere que los equipos utilicen el protocolo de sesión SIP (Session Initiation Protocol) que permite la señalización de sesiones.

Éste concepto necesita que cada dispositivo conectado a la red que requiera sesiones multimedia, de voz y de datos, posea una dirección IP.

Arquitectura del IMS

La arquitectura IMS (IP Multimedia Subsystem) está concebida en niveles o capas, teniendo cada capa sus elementos de red y funcionalidades.

El gran logro del IMS y su estratificación es el hacer que el servicio sea agnóstico del acceso. Eso quiere decir que son importar cuál sea el acceso, el usuario puede tener la misma experiencia del servicio.

Las capas se describen a continuación:

³³ Internet Engineering Task Force. En español: Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet

Capa de Acceso

La capa de acceso puede representar todo acceso de alta velocidad, tal como: xDSL (x Digital Subscriber Line), Redes de Cable, Wi-Fi (Wireless Fidelity), Wi-Max, LTE (Long Term Evolution), etc.

Capa de Transporte

La capa de transporte representa una red IP. Esta red podrá integrar mecanismos de calidad de servicio con MPLS³⁴, DiffServ³⁵, RSVP³⁶, entre otros tantos. La capa de transporte está compuesta por routers (“edge routers” para el acceso y “core routers” para el tránsito), conectados a través de una red de transmisión.

Capa de Control

Está formada por diversos controladores de sesión (Session Controllers) responsables del encaminamiento de la señalización entre usuarios y de la invocación de los servicios. Estos nodos se llaman “Call Session Control Function” o CSCF. También aquí se encuentra la Base de Datos (HSS) y el “Multimedia Resource Function” (o “MRF”) que los proveedores llaman Servidores de Media IP (“IP Media Server” o “IP MS”). El MRF se divide en dos partes, el MRFC (MRF Control), ubicado en la Capa de Control, y el MRFP (MRF Processor), ubicado en la Capa de Transporte. La interconexión entre ambos es a través del protocolo H.248. Podemos hacer una analogía (bastante forzada pero a los fines del entendimiento) y decir que esta capa cumple las funciones similares a una central de conmutación o a un Service Switching de una red inteligente.

Capa de Aplicación

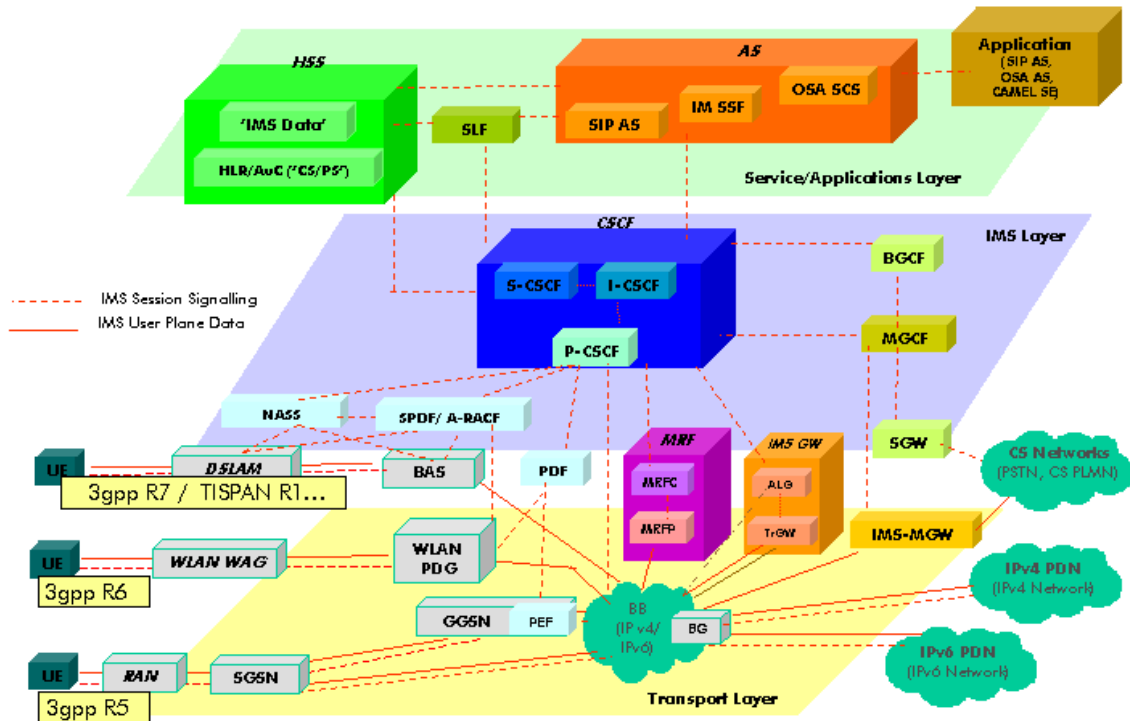
La capa de aplicación introduce las aplicaciones (servicios de valor agregado) propuestas a los usuarios. Gracias a su capa de control, El operador puede posicionarse como integrador de servicios ofrecidos por él mismo o bien por terceros. Esta capa está formada por servidores de aplicación (“Application Server” o “AS”). En esta capa residen TODOS los servicios. Aquellos que alguna vez estuvieron integrados junto con el control en las redes monolíticas, hoy están a disposición de cualquier usuario sin importar cuál es su acceso

³⁴ Multi Protocol Label Switching

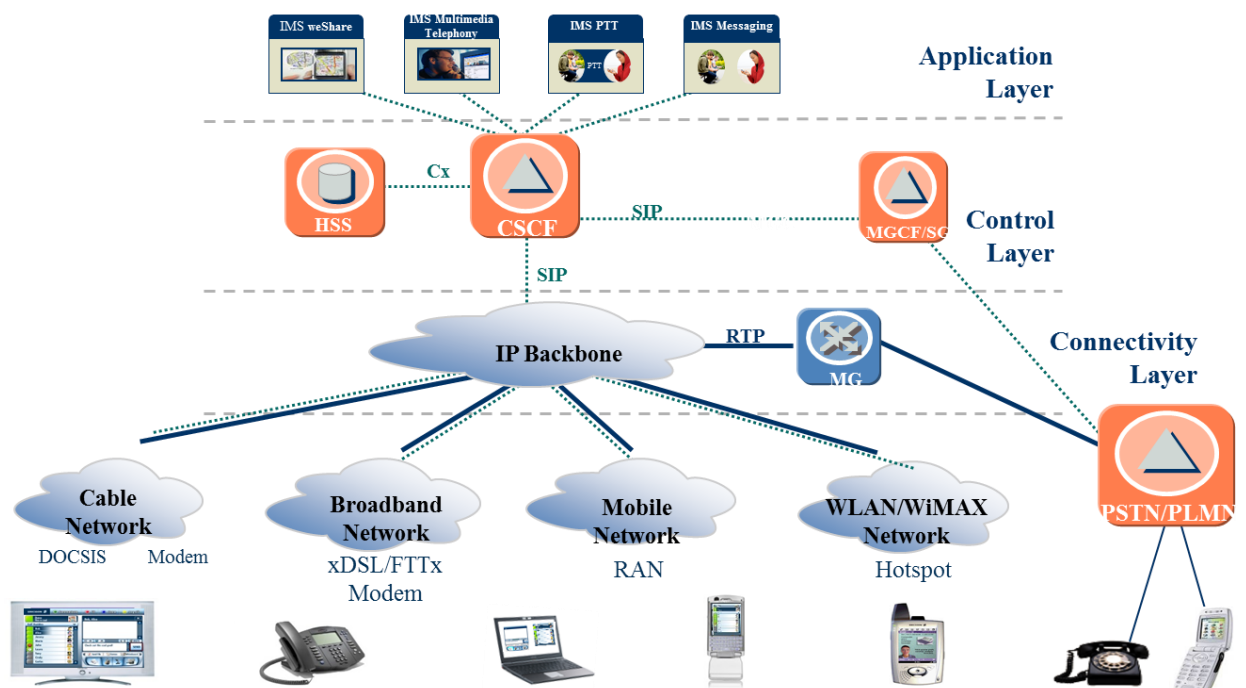
³⁵ Differentiated Services

³⁶ Resource Reservation Protocol

Capas Según 3GPP / TISPAN:



O de una forma un poco más didáctica y simplificada:



A continuación, describiremos las capas más importantes para el desarrollo de esta tesis, especialmente la capa de control en donde reside el core

Capa de control

IMS incorpora un elemento de red como pilar en la capa de control, que es el CSCF³⁷. Este elemento de red a su vez se subdivide en 3 funciones para repartir las tareas de forma ordenada y poder. En los casos de redes de gran tamaño, estas funcionalidades se pueden separar en diferentes equipos físicos, vinculándolos mediante interfaces bien definidas y funcionando en un escenario multi-proveedor.

La arquitectura IMS fue diseñada para dar soporte amplio y complejo a los servicios multimedia IP para un alto número de usuarios. A la vez, provee una arquitectura escalable independiente del nivel de tráfico; es decir, los servidores CSCF pueden ser asignados dinámicamente a los usuarios.

La estructura en capas permite independizar las funciones de cada miembro de la arquitectura. Por ejemplo, los mencionados servidores CSCF tienen la función de redirigir los paquetes que llevan la señalización SIP desde y hacia los terminales y las aplicaciones donde se ejecutarán las lógicas de los servicios; es decir, los servidores CSCF no resuelven los servicios, ni estandarizan las aplicaciones, ya que las mismas se ejecutan en otra capa superior.

Resumidamente, la capa de control (básicamente los servidores CSCF) es que facilita el acceso de las aplicaciones multimedia a los distintos tipos de terminales y tecnologías de acceso (sean fijos o móviles).

Los componentes del CSCF son P-CSCF (Proxy CSCF), S-CSCF (Serving CSCF) e I-CSCF (Interrogating CSCF).

P-CSCF: Es la interfaz de entrada de la señalización de los clientes hacia el Core IMS. Trabaja como un servidor Proxy SIP de IMS para todos los usuarios. Éste acepta todos los requerimientos SIP que se originan en el equipo terminal o van hacia él, y los procesa internamente o bien los reenvía a otro servidor. También posee funciones de control y administración de recursos de todas las sesiones creadas a través de él. Puede estar ubicado en una red local o visitada (en el caso de las redes móviles). Cuenta con una interfaz hacia el PDF (Policy Decision Function), al cual le provee de información para la autorización de la media y para ejercer el control de las políticas de calidad de servicio dentro de la red.

³⁷ Call Session Control Function

S-CSCF: Constituye “el elemento central” de la red IMS en el plano de la señalización. El S-CSCF es el único componente del CSCF que es obligatorio en la red. El S-CSCF es el punto de control dentro de la red, que permite a los operadores controlar todas las sesiones y toda prestación de servicios. Es un servidor SIP que siempre reside en la red local del suscriptor. El S-CSCF crea un enlace entre la identidad pública del usuario (dirección SIP) y la dirección IP del terminal e interactúa con la base de datos de clientes (HSS - Home Subscriber Server³⁸) para obtener desde ahí el perfil de usuario y vectores de autenticación. Todos los mensajes SIP originados por el terminal o destinados hacia él pasan por el S-CSCF. Aquí se procesan los mensajes y se determinan las tareas subsiguientes a partir del contenido de éstos. El S-CSCF es quien tiene la responsabilidad de permitir que el usuario entre en contacto con el servidor de aplicaciones adecuado, e interactúa con los servidores de aplicación y reenvía mensajes SIP entre ellos. La dirección IP del S-CSCF se puede incorporar en el campo “Service Route” del mensaje SIP en el proceso de registración, pudiendo de esta manera, desde el P-CSCF, acceder directamente al S-CSCF sin pasar por el I-CSCF.

I-CSCF: Es un servidor Proxy SIP que constituye el enlace del CSCF con las redes externas. Este módulo selecciona un S-CSCF para un usuario y retransmite los mensajes SIP entre ellos. La selección del S-CSCF se basa en las capacidades requeridas y las disponibles junto con la topología de la red, con lo cual realiza un balanceo de carga entre S-CSCFs con la ayuda del HSS. Si el Core contara con varios HSS, el I-CSCF necesitaría contactarse inicialmente con el SLF³⁹ a los efectos de obtener la dirección de un HSS para servir al suscriptor.

HSS⁴⁰: La arquitectura IMS incluye otra entidad funcional de suma importancia, el servidor HSS, ya mencionado anteriormente. El HSS utiliza el protocolo DIAMETER para comunicarse con el S-CSCF, y también se conecta con los AP (Application Servers) a través de dicho protocolo. Si hay más de un HSS en la red, un SLF (Subscriber Location Function) puede indicar la dirección del usuario a los correspondientes servidores HSS. El HSS contiene la información de suscripción relacionada mediante perfiles de abonado. Realiza la autenticación y autorización del usuario, y puede proporcionar información sobre la ubicación del abonado y la información de IP. Es similar al Home Location Register (HLR) en GSM y al Authentication Center (AUC) de las Redes Móviles.

Todas las aplicaciones y servicios en el Core IMS son ejecutadas en Servidores de Aplicaciones SIP.

La Capa de Servicio/Aplicación

³⁸ Funciones de base de datos heredadas del HLR de las redes 3G

³⁹ Subscription Locator Function

⁴⁰ Home Subscriber Server

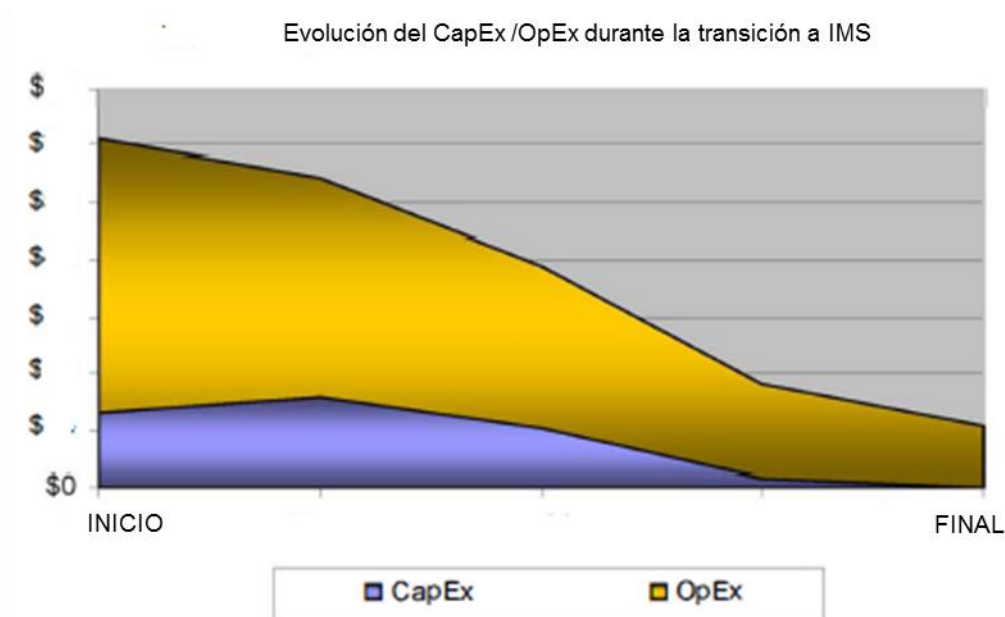
El Servidor de Aplicaciones SIP (Application Server - AS) es el elemento de red en donde se ejecuta la lógica de los servicios. Estos Servidores pueden estar dedicados a un único servicio o albergar varios. En el Core IMS también es posible combinar servicios de diferentes Servidores de Aplicaciones a los efectos de crear una experiencia unificada al usuario final. A título de ejemplo, un usuario podría combinar simultáneamente servicios de presencia y de video llamada, aunque los servicios en sí mismos se encuentren alojados en diferentes Servidores de Aplicaciones SIP. El beneficio fundamental del uso de Servidores de Aplicaciones es la facilidad y la rapidez con las cuales se pueden brindar los servicios de forma centralizada. La centralización de los servicios en uno o en pocos Servidores de Aplicaciones facilita los procesos de actualización y mejora de los servicios para todos los usuarios, evitando que existan problemas derivados de incompatibilidades por el manejo de versiones o datos antiguos.

Es importante destacar que en el estándar ETSI/TISPAN, correspondiente a la arquitectura IMS para redes fijas, también se suele considerar al Servidor HSS (comentado en la capa de control) como un componente de esta capa.

¿Que gano operativamente con IMS?

En los últimos años, la líneas de cobre de los operadores telefónicos denominado servicios PSTN han experimentado una disminución de los ingresos y en la cantidad de líneas conectadas. Como esta tendencia continúa y el costo de mantenimiento de la red PSTN base existente está aumentando, mientras que el personal de mantenimiento cualificado se retira dejando huérfano el mantenimiento. Por ejemplo los operadores en Europa proyectan que su costo por línea se triplicará en los próximos 5 años, si se sigue manteniendo la status quo. El efecto combinado de estas tendencias resulta en un margen estrecho que es insostenible a largo plazo.

Si hacemos un análisis económico sobre una operadora que realiza la migración partiendo de su base de PSTN. El horizonte de planificación se supone que es 5 años. El gráfico siguiente muestra los siguientes resultados:

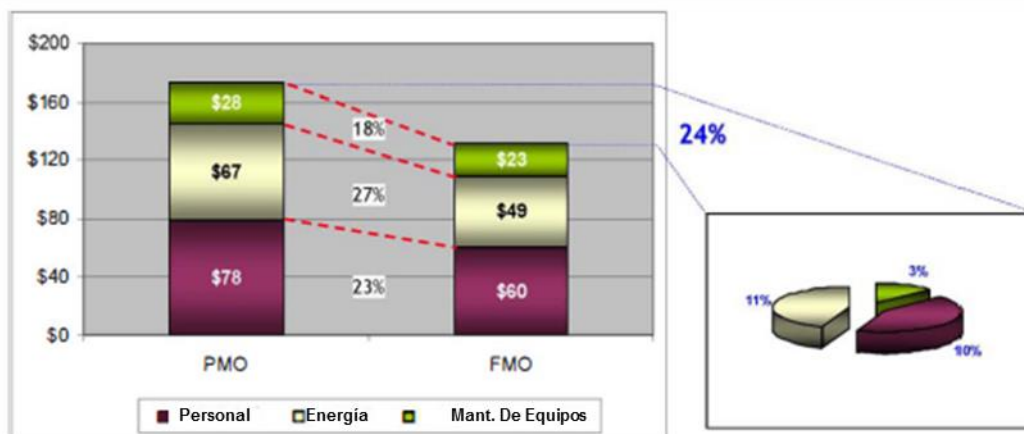


Esto es:

- La inversión de capital (CapEx) que el operador incurre en el despliegue y el crecimiento de la red NGN para apoyar la POTS / migrado líneas RDSI. Para casi el final de la migración, la red NGN tiene capacidad suficiente para soportar la parte restante de la PSTN entonces, el operador desde ahí migra con una mínima inversión.
- Los gastos de operación (OPEX) para mantener tanto la NGN y la parte restante de la PSTN que tiene todavía se van a migrar. A medida que el operador migra las líneas POTS a la NGN, los activos correspondientes en la PSTN quedan fuera de servicio. Además, el operador sigue línea de la experiencia cae en la PSTN, que se traducen en mayor desmantelamiento de activos TDM. Además, el operador incurre en gastos para la migración (migración de la física PSTN y reaprovisionamiento en IMS) las líneas PSTN a la NGN. Sin embargo, el operador ve una reducción de los gastos operativos en curso por línea en la NGN, debido principalmente a la tanto las operaciones son simplificadas, la reducción de mantenimiento y el menor gasto en personal. El efecto combinado del crecimiento de la red IMS el desmantelamiento de la PSTN genera en el operador la reducción en los gastos operativos.

El reto para el operador, sin embargo, es ser capaz de pagar por el CapEx adicional asociado con el despliegue NGN con el ahorro en gastos operativos se realiza por gracias a la reducción del gasto sobre la PSTN en el período de estudio.

El próximo gráfico, resume comparativo del desglose los gastos operativos para el Modo actual de Operaciones (PMO) (continuando con la PSTN) en relación con el modo futuro de las Operaciones (FMO). Muestra que el operador sería capaz de realizar ahorros en gastos operativos en el orden del 24% (o \$ 42M) durante 5 años.



Se puede apreciar que:

El ahorro total en gastos operativos se distribuye de la siguiente manera:

- Reducción del consumo de energía: 27% (o 11% del total ahorros)
- El personal de operaciones: 23% (o 10% del total de ahorros)
- Mantenimiento de Equipos: 18% (o el 3% del total de ahorros)

Como vemos en este caso testigo, un área importante de ahorro para el operador es la reducción de consumo de energía. Un conmutador típico TDM consume alrededor de 2,3 Wh por línea POTS (8 Wh para una línea ISDN BRI), mientras que para un MSAN típico el consumo de energía estimado es aproximadamente 0,43 Wh por línea.

Este caso fue conservador en el que no incluía otras áreas afectadas de gastos tales como: espacio ocupado, ahorro en el aire acondicionado, el cierre de las oficinas, lo que habría dado lugar a más ahorros en gastos operativos para el operador.

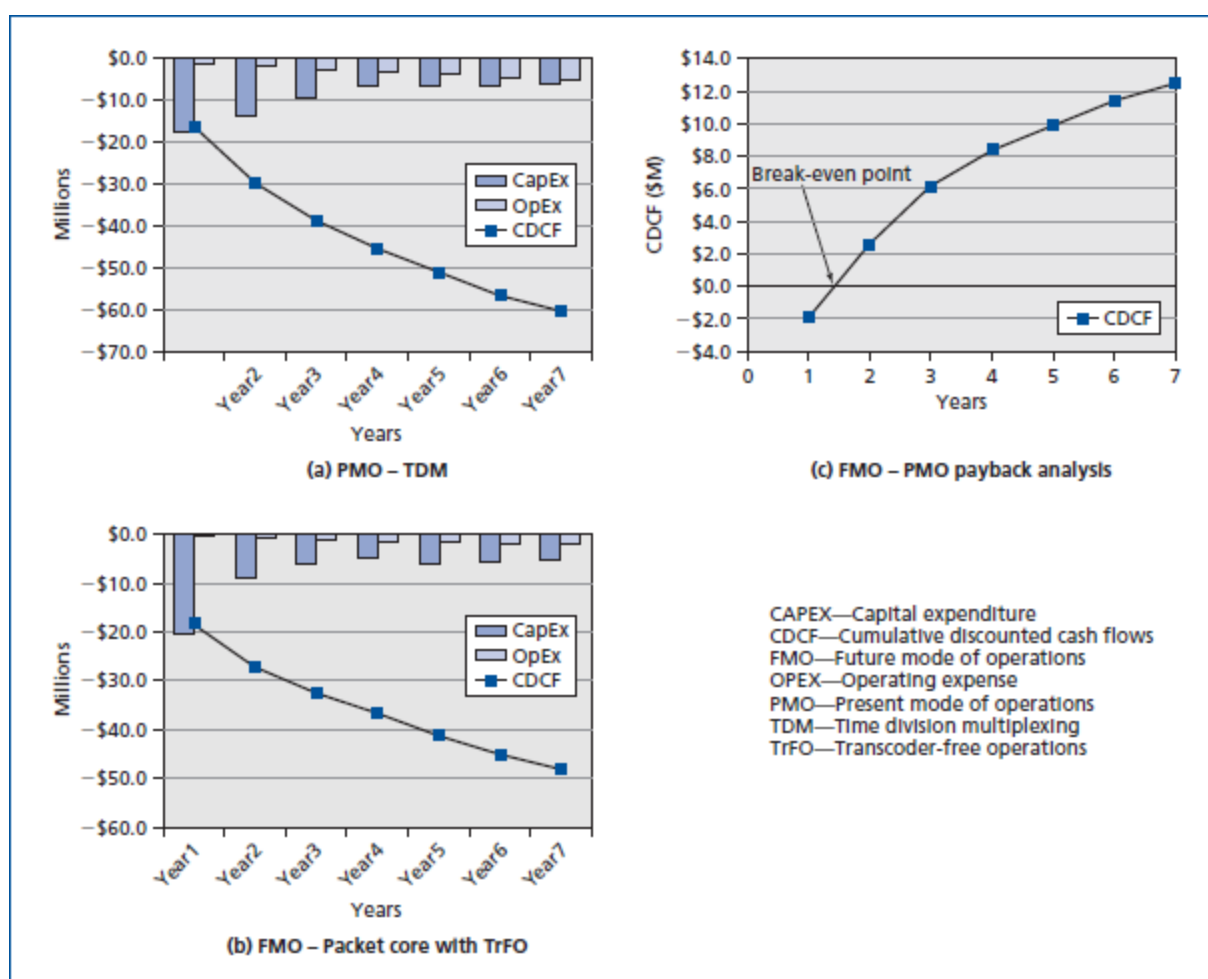
En una operadora, con un plan de reconversión tecnológica en un plazo razonable de 7 años, donde presupone una tasa de crecimiento de suscriptores anual del 15% con un tráfico promedio generado por abonado inalámbrico de 0.031 Erlang y de 0.044 Erlang por cada línea fija sin compresión de voz.

Se ven la evolución de los resultados basados en los gastos totales de capital (CAPEX) y los gastos de operación (OPEX) que el operador incurre en el despliegue de la nueva tecnología y en la operación la red (por ejemplo, los equipos e instalaciones) durante todo el período de transición y durante un siete años horizonte de planificación.

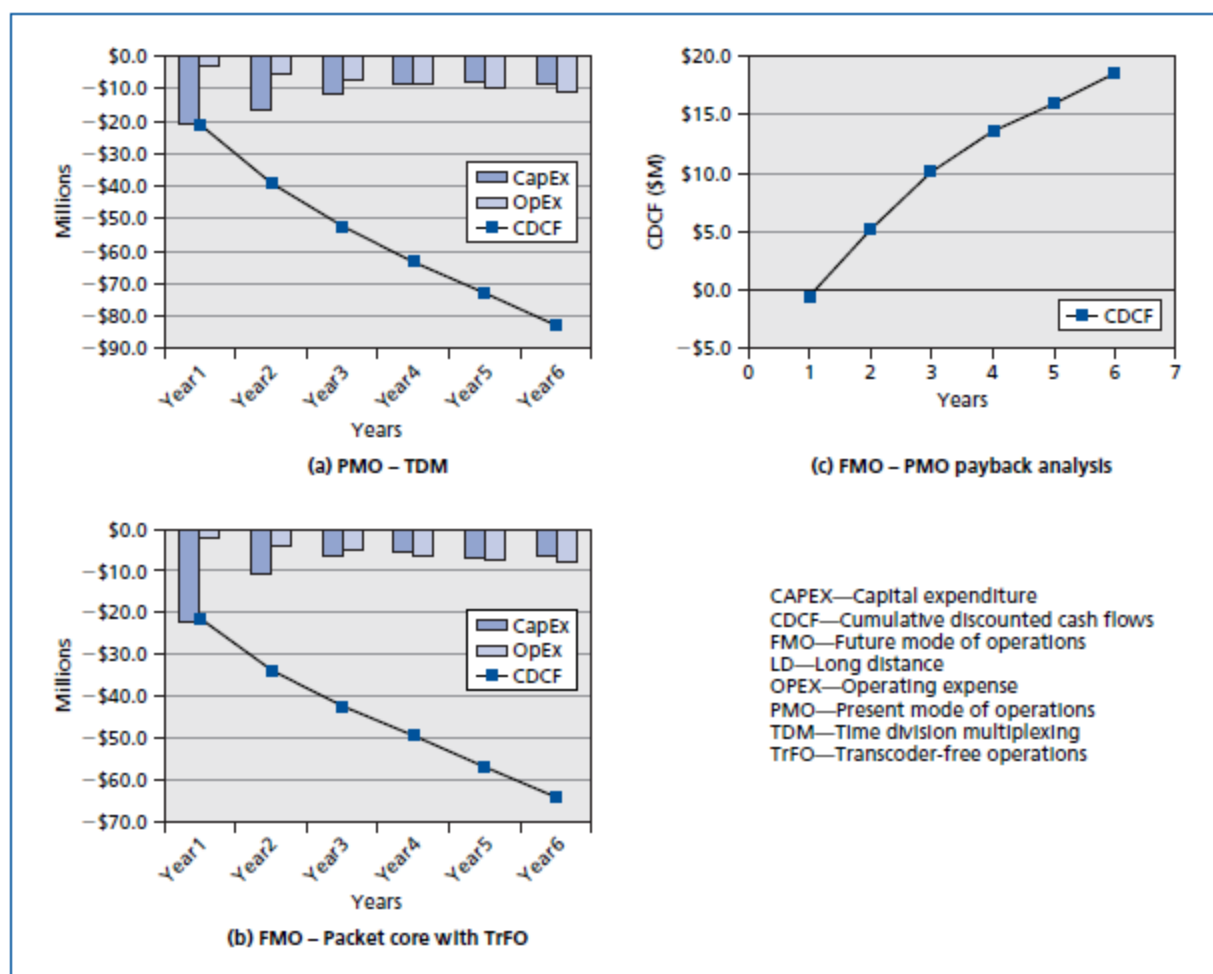
Si utilizamos un enfoque comparativo que compara los escenarios de evolución del Modo actual de operación (PMO) y el Modo futuro de operación (FMO). Vemos desarrollado el periodo de despliegue en dos pasos. En primer lugar, se aprecia el CAPEX y OPEX obligados a soportar sólo la conexión inalámbrica el tráfico intra y externo. A continuación, añadimos el LD tráfico de telefonía fija para desarrollar la telefonía fija inalámbrica convergente.

En la siguiente figura se resume el descuento acumulado el flujo de caja (FCDC) para el caso del tráfico inalámbrico.

La figura a muestra el CAPEX y OPEX para el PMO mediante el descuento. La Figura b es la correspondiente para el escenario de FMO. En la Figura c se ilustra la diferencia entre el FMO y PMO. Esto demuestra que el despliegue inalámbrico permite que el operador pueda iniciar la realización de ahorros en el primero años y alcanzar un ahorro acumulado del orden de \$ 12,5 millones durante el período supuesto de 7 años.



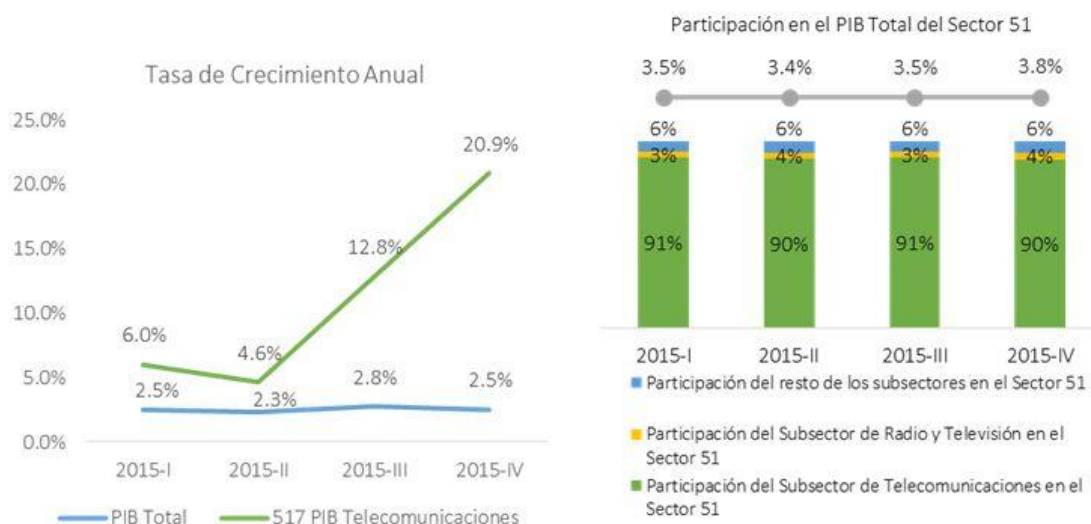
Si le sumamos el tráfico LD tradicional al núcleo de paquetes y el uso de los softswitches inalámbricas a apoyar a las aplicaciones de las líneas fijas, vemos en la figura al pie el resumen de los flujos de caja acumulados (DCFC) para la telefonía fija inalámbrica convergente. La figura a muestra el CAPEX y OPEX para el escenario del Modo actual de operación (PMO). La figura b es la vista correspondiente a la Modo futuro de operación (FMO). En la figura c, se ilustra la diferencia entre los escenarios FMO y PMO. Muestra que el entorno de convergencia permite al operador alcanzar un ahorro acumulado del orden de \$ 20 millones en el período de 7 años supuestos.



Adicionalmente, mejora el rendimiento de las telecomunicaciones en el desarrollo del país donde es desplegado como es el caso de Colombia donde durante el 2015, el 90% del PIB generado por el sector 51⁴¹ provino del subsector de Telecomunicaciones y el 4% del subsector de Radio y Televisión. Resalta que el subsector de Telecomunicaciones

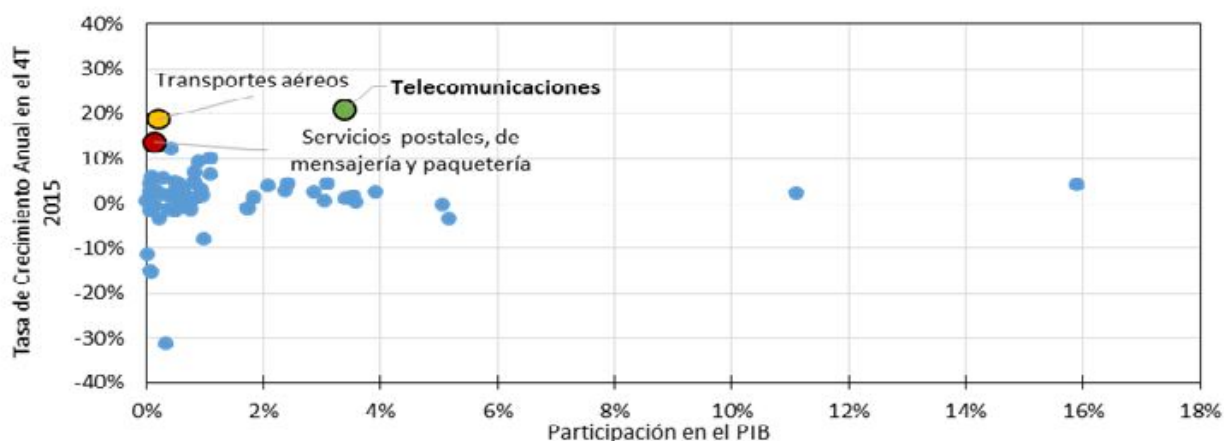
⁴¹ Información de Medios Masivos

creció un 20.9% y el de Radio y Televisión un 2.9% del 4T 2014 al 4T 2015, en comparación con el PIB total que creció un 2.5% durante el mismo periodo.



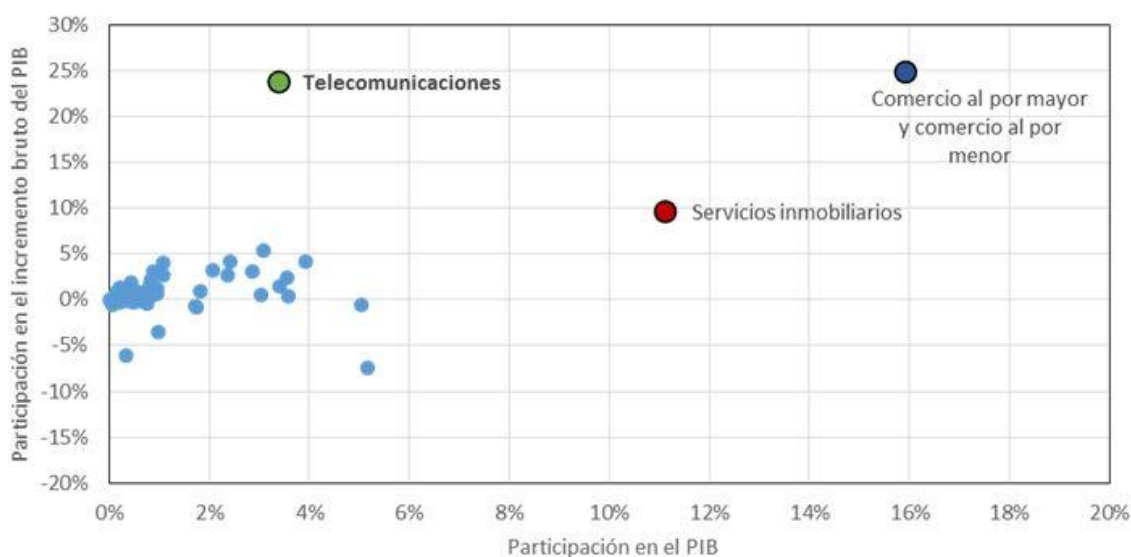
Nota: Tasas de Crecimiento calculadas sobre el PIB a precios constantes de 2008. El nombre completo del subsector 517 es “Otras telecomunicaciones”, pero está conformado por los subsectores de telecomunicaciones regulados.

Adicionalmente, en el cuarto trimestre de 2015 el subsector de Telecomunicaciones tuvo el mayor crecimiento anual con 20.9% con respecto al cuarto trimestre de 2014, por encima de otros subsectores como Transporte aéreo (18.7%), Servicios postales, de mensajería y paquetería (13.6%), Fabricación de prendas de vestir (12.2%), y Servicios de preparación de alimentos y bebidas (10%)



Asimismo, durante el 2015 el PIB del subsector de Telecomunicaciones se posicionó en tercer lugar en términos de tasa de crecimiento anual con 11.1%, solo por debajo de los subsectores Transporte aéreo (17.0%) y de Servicios postales, de mensajería y paquetería (12.2%), mientras que la economía nacional creció un 2.5%.

Finalmente, durante el cuarto trimestre de 2015 el subsector de Telecomunicaciones fue la segunda actividad económica que más aportó al incremento bruto del PIB de México, con una participación del 24% en el crecimiento de la economía mexicana, solo por debajo y muy cercano del subsector de Comercio al por mayor y al por menor, el cual obtuvo una participación del 25% durante el mismo periodo.



¿Que gano en servicios con IMS?

Hace ya varios años la arquitectura IMS se presentó como la idónea para que los operadores pudieran lanzar servicios multimedia de forma ágil. Parecía que serían los operadores móviles los que aprovecharían mejor esta arquitectura para lanzar nuevos servicios avanzados de mensajería y comunicaciones. La 3G no fue un elemento precursor de IMS, a pesar de que se intentó que los operadores invirtieran en la arquitectura para lanzar servicios avanzados de comunicación y mensajería a través de Rich Communications Suit (RCS).

Pero donde fracasó RCS parece estar triunfando VoLTE. IMS ha visto un nuevo empujón con la llegada de LTE y la necesidad de los operadores móviles de ofrecer servicios de voz a través de su nueva red IP inalámbrica.

Queda reafirmada en Latinoamérica la misma tendencia que se ve en mercados internacionales, donde VoLTE está siendo un precursor de las inversiones IMS. Los operadores están viendo la necesidad de que el servicio de voz tenga continuidad en las redes LTE, especialmente teniendo en cuenta el crecimiento de LTE en los mercados donde se ha lanzado. Recientemente el ente regulador de Brasil, Anatel, anunciaba un crecimiento de más del 400 por ciento en 2015 en la base de usuarios LTE con lo que la cifra de conexiones a través de esta tecnología habría ya superado los cinco millones. Brasil no es el único mercado donde el crecimiento de usuarios LTE se está acelerando. En Colombia el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia (Mintic) reportaba haber terminado el tercer trimestre de 2015 con más de 800.000 usuarios LTE.

VoLTE y RCS no se idearon para colaborar entre ellos, por lo que son servicios independientes. Operadores que ya ofrecen ambos, pero esta falta de interoperabilidad entre ambos servicios es un problema, especialmente para RCS, el servicio al que más le está costando despegar.

IMS y los servicios OTT⁴²

Los servicios OTT es la entrega de audio, vídeo y otros medios de comunicación a través de Internet sin la intervención de un operador que solo realiza la distribución del contenido. El proveedor de Internet puede estar al tanto de los contenidos de los paquetes de protocolo de Internet, pero no se hace responsable, ni es capaz de controlar la

⁴² Over The Top

visualización de las capacidades, derechos de autor y / o de otro tipo de redistribución del contenido.

Podemos nombrar como servicios típicos OTT a Mercado Libre, Google, Facebook, Netflix e incluso operadoras de servicio telefónico como Skype; que utilizan las redes de las operadoras, incluso requiriendo cada vez más ancho de banda y mayores tasas de transferencia, si dar a quienes brindan el acceso ningún tipo de redito por el uso.

A pesar de esto, los operadores están tardando bastante en incorporar a su arquitectura mecanismos que les permitan innovar a la misma velocidad a la que lo hacen los proveedores over the top (OTT), la realidad, tanto en la región como a nivel internacional, es que los operadores creen que IMS, VoLTE y su interoperabilidad con RCS, serán herramientas fundamentales para hacer frente a la competencia de los OTT en el mercado de los servicios. Si bien es cierto que las inversiones no están yendo a la velocidad más adecuada, la apuesta por IMS se considera casi ineludible para que los operadores puedan competir con los OTTs ofreciendo servicios parecidos pero con capacidades carrier grade. Este ideario sobre IMS encuentra alguna resistencia de empresas que aducen que IMS ha llegado ya muy tarde y que por lo tanto los operadores deben buscar nuevas formas para hacer frente a los OTTs. No parece que vaya a ser el caso con la llegada de VoLTE.

IMS se considera una inversión estratégica a largo plazo y una herramienta para competir contra los OTTs, y los próximos años deberían ser bastante fértiles en cuanto a las inversiones en IMS en Latinoamérica.

IMS y los servicios de valor agregado

Los cable operadores aprovechando el marco regulatorio argentino, establecido por la ley 27.078 y las modificaciones efectuadas por el Decreto 267/2015 donde las operadoras del servicio telefónico tienen expresamente prohibido el brindar el servicio de televisión del tipo broadcast, avanzaron sobre el negocio de las operadoras telefónicas brindando servicio de televisión junto con datos y telefonía por IP, comúnmente denominado 3Play. A partir de los decretos que modificaron la ley 27.078, se amplió la capacidad de oferta potencial de los operadores de cable, permitiendo que estos adquieran licencias de operador móvil con la potencial capacidad de lograr el 4play, por la sencilla razón que al no poseer licencia de operadores de telefonía básica, no están obligados a brindar el servicio básico telefónico con lo que la telefonía la pueden brindar por IP sin ningún tipo de restricción.

En otros países de la región como por ejemplo Chile y Perú donde la legislación no es restrictiva, existen compañías que también operan en Argentina como Claro que ofrecen el servicio de 3Play a un precio altamente competitivo.

Las empresas argentinas de telefonía básica, se encuentran técnicamente preparadas para brindar video del tipo broadcast complementando el servicio ya existente

de video on demand entrando, cuando la legislación las habilite que será el 1º de enero de 2019 según lo establece el artículo 10 del Decreto 267/2015.

Esa veda temporal ha sido utilizada en otros países del mundo para que la industria del cable se fortalezca y no sea absorbida por las telefónicas. En el Reino Unido, por ejemplo, se implementó una veda de 10 años para que las telefónicas pudieran entrar al negocio del cable.

En Chile y México, en tanto, se estableció que las telefónicas ingresaran a ese negocio una vez que las cableoperadoras, como compensación a futuro, tuvieran un determinado porcentaje en market share de las telefónicas. En Argentina, en tanto, la veda será de tres años es casi injustificada porque las operadora de cable ya están brindando el servicio desde hace mucho tiempo.

IMS y VoIP⁴³

Voz sobre protocolo de internet o Voz por protocolo de internet, también llamado voz sobre IP, es un conjunto de recursos que hacen posible que la señal de voz viaje a través de Internet empleando el protocolo IP (Protocolo de Internet). Esto significa que se envía la señal de voz en forma digital, en paquetes de datos, en lugar de enviarla en forma analógica a través de circuitos de la telefonía convencional.

VoIP no es un servicio, es una tecnología existente desde mucho antes del advenimiento del IMS, pero sin la cual IMS no sería viable.

En muchos países del mundo, IP ha generado múltiples discordias, entre lo territorial y lo legal sobre esta tecnología, está claro y debe quedar claro que la tecnología de VoIP no es un servicio como tal, sino una tecnología que usa el protocolo de internet (IP) a través de la cual se comprimen y descomprimen de manera altamente eficiente paquetes de datos o datagramas, para permitir la comunicación de dos o más clientes a través de una red como la red de internet. Con esta tecnología pueden prestarse servicios de Telefonía o Videoconferencia, los que insertos en la arquitectura IMS pudiesen ser alcanzados por cualquier tipo de dispositivo.

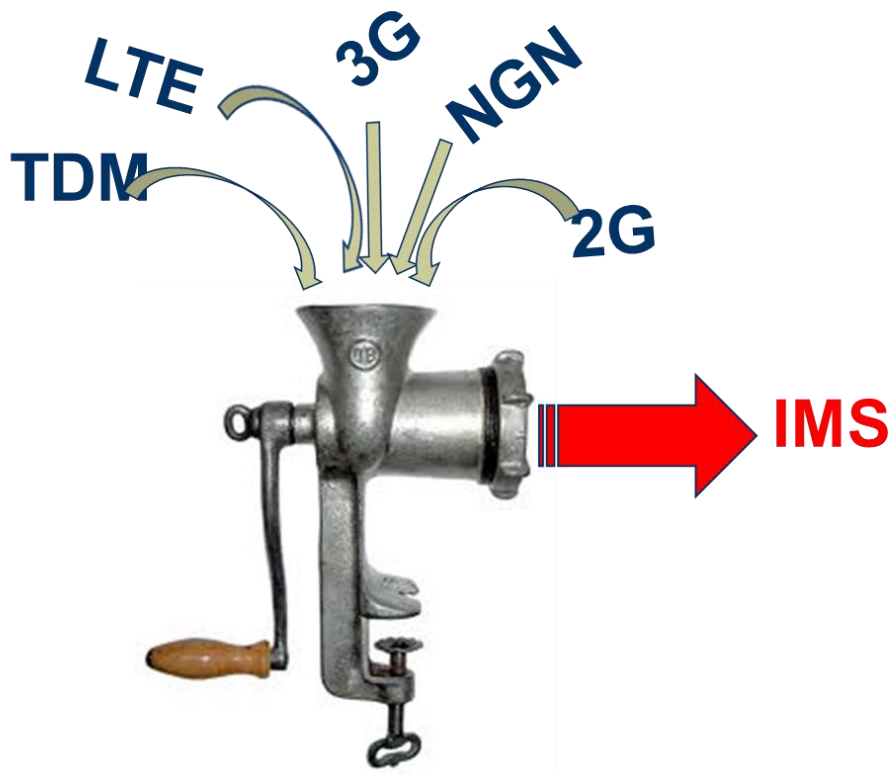
El IMS aporta al VoIP dos factores diferenciadores a las redes existentes hasta ahora. Como es la tecnología para brindar el servicio telefónico disponible al público, por tanto se identifica al usuario con numeración E.164⁴⁴ y al ser una arquitectura integrada es capaz de garantizar el QoS (Quality of Service) de los servicios de voz en tiempo real.

⁴³ voice over IP (voz por IP)

⁴⁴ Recomendación de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) para la asignación de número telefónico

¿Y ahora?

Evidentemente las redes convergerán hacia una arquitectura lo más parecido a un modelo IMS. La pregunta es: cómo? Como hacemos que las redes legacy que hoy existen puedan integrarse al IMS de la manera lo menos traumática



Obviamente una de las maneras y solamente la nombro por ser utópica es la de nominaríamos: “El gran apagón” en una noche determinada, ya sea todos los sistemas legacy a la vez o uno por uno se irían apagando y sus cliente y servicios pasarían a operar en un entorno IMS. Eso no va a ocurrir. Al menos no de forma drástica.

Lo que debería suceder es de una forma gradual, involucrando sistema legacy por separado hasta integrar una única red en el entorno IMS.

Analicemos por cada sistema:

RED MÓVIL

La red móvil esta sufriendo su propia transformación en camino a ser una red de paquetes. Esto hará que al momento de integrarse al esquema de una red IMS, este pueda hacerse de una manera casi natural. No es casualidad que esos así suceda no nos olvidemos que quienes formularon la premisas para la arquitectura IMS son quienes venían del mundo móvil y para ella fue creada.

En nuestra humilde opinión, las 2G tienen su certificado de defunción firmado. La conclusión es sencilla. Ninguna de las operadoras serias invierte en ella. Obviamente si de lo que hablamos es el acceso de datos. Sería bueno aquí rendir un pequeño homenaje a los SMS que nos cambió la vida a todos.

Las redes de datos en el acceso en lo que respecta a los datos y hasta que el despliegue de 4G sea lo suficientemente masiva, será 3G. Aun después que todos los accesos de radio sean 4G, los accesos 3G no podrán ser sacados de servicio debido a la inmadurez actual para realizar llamadas de voz sobre redes 4G, comúnmente llamado VoLTE.

Si bien las llamadas VoLTE son más claras, con un menor ruido de fondo y una conexión más confiable (al menos en teoría), lo que el cliente móvil percibirá como alta definición de voz (HD) y para las operadoras permite llamadas de voz a través de redes LTE. Esto todavía no sucede, al menos en forma comercial.

Para que una llamada vocal sea viable en una red LTE, se realiza un fallback o replique de la red 4G a la red 3G o lo que sería de una red de paquetes a una red de circuitos.

El fallback a conmutación de circuitos funciona cuando un dispositivo móvil está funcionando en modo LTE y recibe un paging en el dispositivo de una llamada entrante. El dispositivo móvil que recibe esto, envía una solicitud de servicio de vuelta a la red. La red envía una señal al dispositivo para caer de la red 4G a una red 2G o 3G para aceptar la llamada entrante. Esencialmente, la misma solicitud de servicio se utiliza para mover el dispositivo a 2G o 3G para realizar la llamada.

Con lo que 4G llegó para quedarse y formar parte por derecho de nacimiento del IMS y el 3G formará parte de este hasta que VoLTE esté lo suficientemente maduro como para hacer su propio camino.

NGN

Cuando la NGN fue concebida, se la vio como la solución hacia una red de paquetes. Por esta razón y además por ser el vínculo de enlace con la red de circuitos, esta tiene ganado su lugar dentro del IMS; en teoría hasta que no existan más redes de circuito. En nuestra opinión será durante muchos años, porque aunque la red del operador de una arquitectura IMS, no posea ya equipamientos legacy, todavía existirán las interconexiones con otros operadores no evolucionados o a clientes que posean PBX cuya evolución seguramente deberá ser subvencionada por el operador.

TDM

Aquí tenemos el verdadero problema. La red TDM es por definición una red de circuitos y si bien la voz es transportada en forma digital y posee capacidad para realizar transferencias de datos; jamás se la pensó paquetizarla, simplemente porque ese tipo de redes al momento de la concepción del TDM o no existían o estaban en sus primeros pasos.

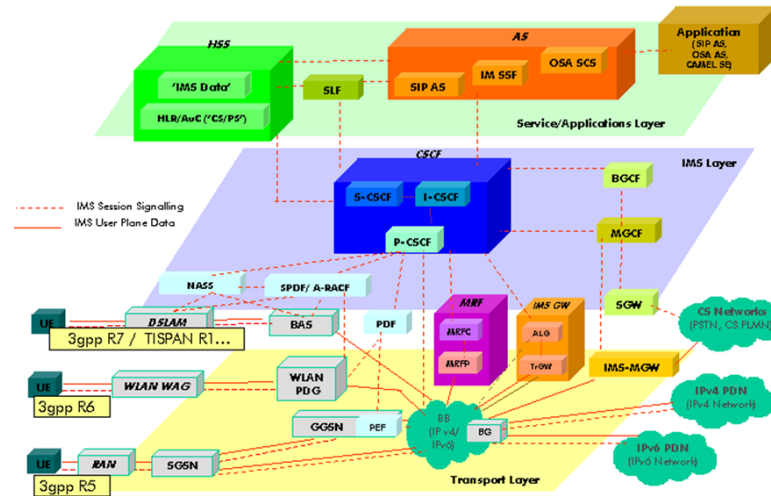
Qué hacer con el TDM? Claramente no encaja dentro de una arquitectura IMS, pero es quien está brindando el acceso a la red telefónica de la mayoría de los hogares en todo el mundo.

Descartado ya que el TDM como tal no es integrable, en las primeras etapas de integración, una de las alternativas es reemplazar las centrales clásicas de conmutación por otras IP en su concepción, TDM en su acceso (eso quiere decir que conserva su par de cobre alimentado hasta la casa del cliente) y en esta primera etapa conservando su propia base de datos de clientes y sus propios servicios. En esta etapa su integración con el IMS sería solamente para su interconexión.

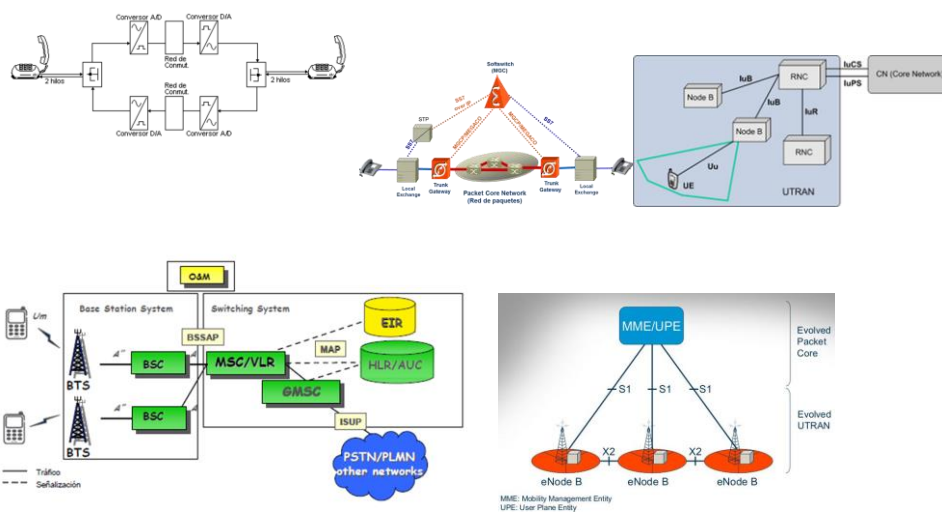
Ahora bien. Una vez que el IMS se encuentre en un estado maduro, será el tiempo que esos switches “híbridos” TDM-IP dejen en manos del IMS sus bases de datos y sus servicios. Claro, siempre y cuando las regulaciones exijan el acceso de cobre telealimentado a los clientes de telefonía básica.

Una vez superadas las restricciones regulatorias, la telefonía será un servicio más accedido al cliente por un acceso de fibra pasiva.

Entonces? Como llegamos a esto:



Partiendo de esto:



Mejor no empecemos en el TDM que es lo más complicado y engorroso por más de un aspecto.

La primera etapa será la desaparición de la red 2G ésta desaparecerá inexorablemente por su obsolescencia. Las redes 2G no cumplen con las necesidades que el acceso móvil hoy necesita.

En cuanto a las redes móviles, estas sufrirán su propia metamorfosis camino al IMS, si bien en esta la red que más se parece a IMS es la de 4G, la red 3G persistirá hasta que la voz sobre LTE funcione decentemente. Durante ese periodo, equipamiento de ambas redes coexistirán incluso con datos y funcionalidades similares como el HLR y el HSS.

En ese camino hacia el IMS es altamente probable que la red móvil realice un core dedicado a los paquetes de datos, este es comúnmente denominado Packet Core quien contendrá un MME dedicado a los datos y un HSS que puede ser distinto al del IMS.

En cuanto a la NGN, esta será absorbida por el IMS. lo que en la NGN es el MGC, en el IMS se transforma en el MGCF que realiza las mismas funciones de controlar e interconectar los MG, pero funciona mancomunadamente con el CSCF para el acceso a la capa superior de servicios.

La migración del TDM hacia el IMS, deberá ser gradual, no solo por las implicancias técnicas involucradas, sino por el enorme volumen de clientes finales que esto incluye.

Hay que tener en cuenta que lo que más desea un cliente TDM es mantener subjetivamente lo que hoy posee y por sobre todas las cosas conservar su número.

¿Que se haría con el acceso?

Podemos plantear varias alternativas donde inevitablemente tenemos que involucrar el acceso que como es tradicional en telefonía es quien se lleva los mayores costos.

Acceso reutilizando el cobre:

Se migrarán las antiguas centrales TDM a una que posea las características de TDM hacia el cliente conservando los servicios y sus propias bases de datos, para luego etapas sucesivas, migrar los servicios a la capa de servicio y las bases de datos de los clientes al HSS, donde serán tratados al igual que los accesos móviles. En esta alternativa, el acceso al cliente sería desde la central hasta el domicilio del usuario, íntegramente de cobre.

Este tipo de migración es recomendada es zonas donde la densidad de clientes es baja en las cuales no es económicamente rentables la instalación de un nuevo tipo de tendidos de redes.

Por otro lado, con este tipo de migración, se mantienen las premisas de la definición del servicio básico universal telefónico que las operadoras telefónicas en la Argentina están obligadas a respetar para cumplir con los contratos de concesión del servicio.

El tendido de los pares de cobre tiene uno de los más altos costos de la industria de las telecomunicaciones, razón por lo cual, en donde estos existan y posean la calidad adecuada, deben ser aprovechados. Este acceso, es casi la única posibilidad económicamente viable para acceder a zonas rurales donde, si bien los tendidos pueden llegar a ser extremadamente largos con sus consecuencias eléctricas en la atenuación, es muchas veces lo que está ya instalado y se aprovecha.

En estos momentos, este tipo de acceso, es utilizado por las operadoras Argentinas en el conurbano de la ciudad de Buenos Aires, para reemplazar las viejas centrales TDM con la intención de utilizar a estas últimas para incrementar el cada vez más escaso parque de repuestos (lo que usualmente se denomina canibalizar). En este caso, la única inversión es el reemplazo tecnológico de la central, se cumplen con las normas del servicio básico universal y por sobre todas las cosas, se conserva el costosísimo tendido de cobre.

Acceso acortando el bucle con FTTN⁴⁵ y FTTC⁴⁶:

Apoyándonos en la tecnología de accesos de fibra pasiva, se desplegaría mayormente FTTN y FTTC con el objetivo de aprovechar la capilaridad instalada de la red de cobre teniendo entonces, una red de acceso híbrida donde la fibra llegaría hasta un armario en las proximidades del cliente donde se haría la conversión de fibra al par de cobre que realiza la acometida final donde el cliente conservaría su clásico teléfono y su modem xDSL como acceso de datos, pero con mejores prestaciones dado que el tramo de cobre, que es el limitante, sería muy corto.

Este tipo de despliegue si bien implica un costo elevado en el tendido de la fibra óptica hasta los armarios de acceso, se evita la distribución domiciliaria heredada de la red existente, teniendo como beneficio para las operadoras el ofrecer mejores performances en el acceso de los datos sin tener que migrar todos los equipamientos en las casas de los clientes.

En cuanto a la telefonía está sería IP hasta el armario y desde ahí al cobre por medio de un ATA, las bases de datos de los clientes residirán en el HSS y los servicios en la capa de servicio.

Esta combinación de tecnologías es la elegida por la amplia mayoría de las operadoras telefónicas del mundo con las restricciones normativas de llegar a la casa del cliente con un par físico de cobre.

Si bien el tendido de la fibra óptica y la instalación de los armarios ya sea en la calle como en lo sótanos de los edificios es de un costo elevado, a las operadoras le permite

⁴⁵ Fiber-to-the-node

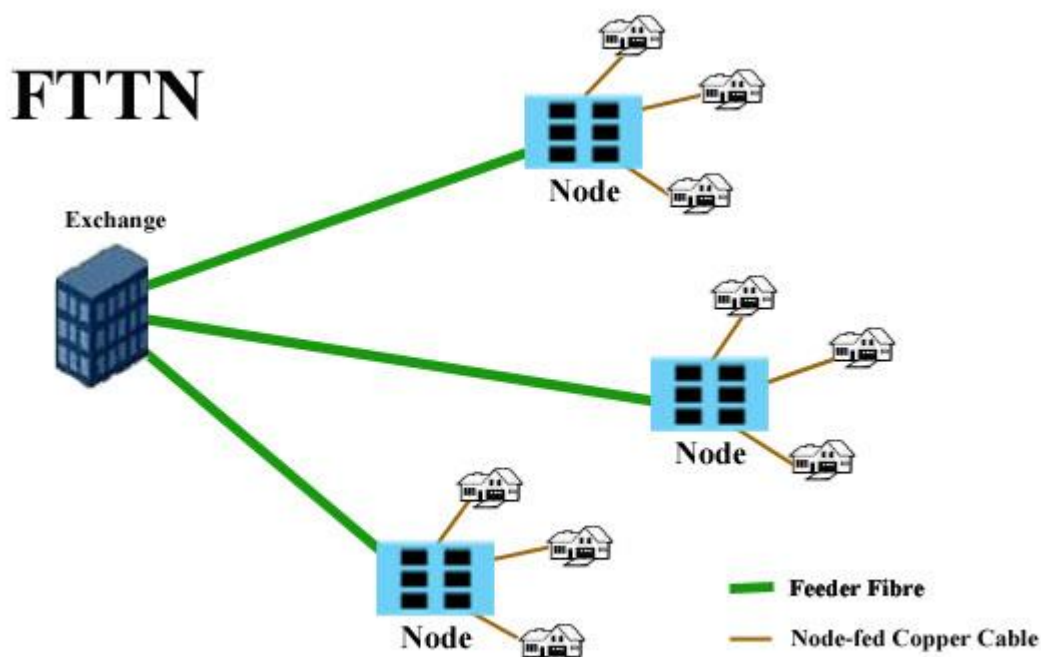
⁴⁶ Fiber-to-the-cabinet o fiber-to-the-curb

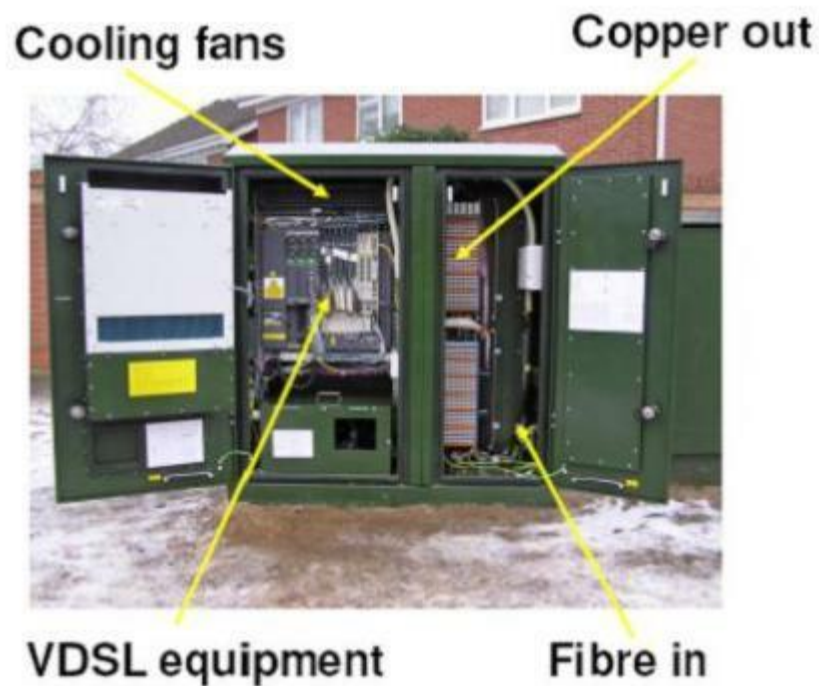
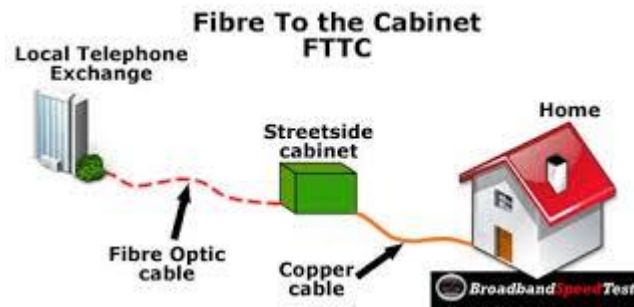
competir en el competitivo mercado del acceso a internet pudiendo el cliente gozar de altas tasas de transferencia y seguir utilizando su teléfono clásico.

Obviamente este tipo de acceso es rentable donde la densidad de clientes es de mediana a alta. Esto es áreas múltiples y ciudades altamente pobladas de podes adquisitivo tal exista demanda de altas tasas de transferencia que harían rentable el despliegue.

En argentina, las operadoras fijas, están realizando en barrios de densidad media de distintas ciudades del país este tipo de despliegue con la finalidad de incrementar la tasa de transferencia de los accesos de datos para poder ser competitivo con las ofertas de conexión de datos de las cableras.

Si bien el costo es elevado porque se deba realizar el tendido de F.O. (costoso en su obra civil); emplazar los armarios (que en el caso de estar en la vía pública deben tener permisos municipales y en algunos casos pagar un canon) y proveer de energía eléctrica al armario; este tipo de acceso le permite a la operadoras mantener a sus clientes de datos y ser la puerta de acceso para futuros servicios que requieran elevadas tasas de transferencia.





Acceso con IAD⁴⁷:

Al igual que en la alternativa anterior, se desplegaría mayormente FTTN⁴⁸ y FTTC⁴⁹ con el objetivo de aprovechar la capilaridad instalada de la red de cobre donde la fibra

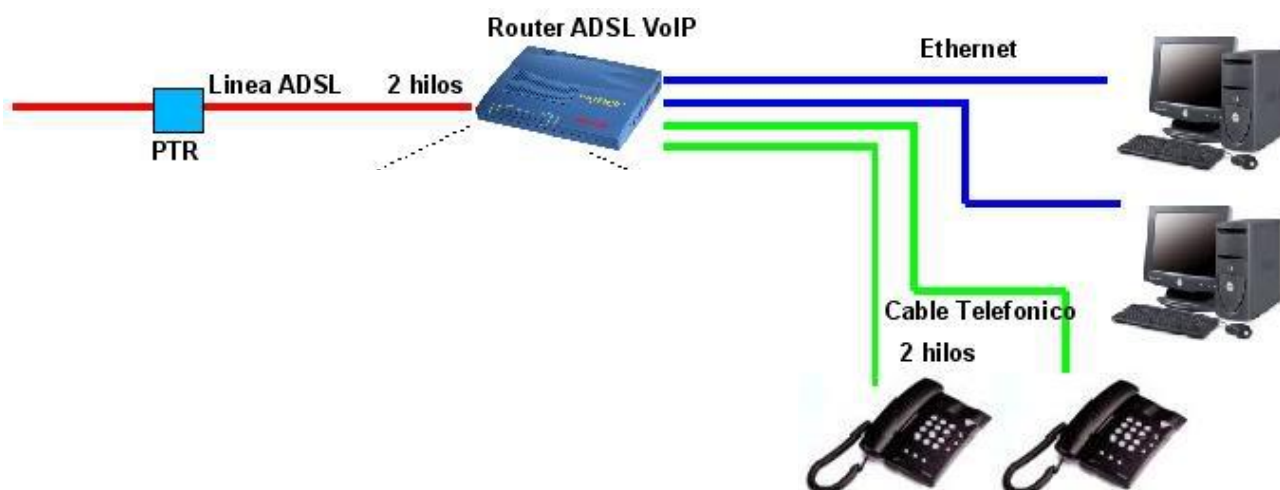
⁴⁷ Integrated Access Device

⁴⁸ Fiber-to-the-node

llegaría hasta un armario en las proximidades del cliente en el cual se haría la conversión de fibra al par de cobre que realiza la acometida final donde el cliente tendría un IAD al cual se conectarían los accesos de datos y el teléfono clásico que el IAD se encargará en convertirlos en VoIP.

Al igual que la alternativa anterior implica un costo elevado en el tendido de la fibra óptica hasta los armarios de acceso y la instalación de estos en la calle o en los edificios, a las operadoras le permite competir en el competitivo mercado del acceso a internet pudiendo el cliente gozar de altas tasas de transferencia y seguir utilizando su teléfono clásico, conservando su número, pero en realidad es un servicio VoIP.

Este tipo de acceso es rentable donde la densidad de clientes es de mediana a alta como en el caso anterior. Esto es áreas múltiples y ciudades altamente pobladas de poder adquisitivo tal exista demanda de altas tasas de transferencia que harían rentable el despliegue y puede coexistir con otros tipos de acceso denominados acortamiento de blucle. En este caso el servicio telefónico ya no puede considerarse un servicio básico; según la legislación Argentina sería considerado como un servicio de valor agregado, indistintamente de su valor comercial.



Acceso FTTH⁵⁰:

Llevando la tecnología de accesos de fibra pasiva a su máxima expresión, esta llegaría directamente a la casa del cliente, tecnología denominada FTTH.

⁴⁹ Fiber-to-the-cabinet o fiber-to-the-curb

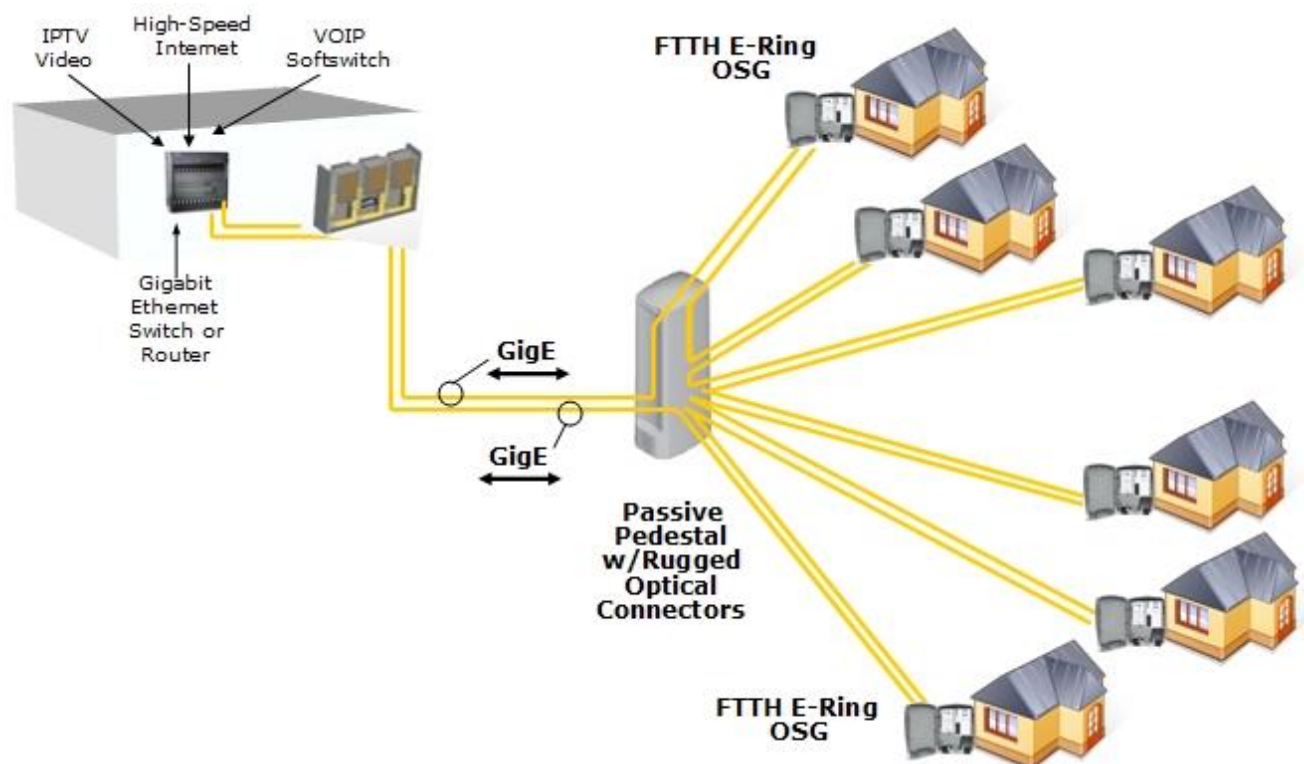
⁵⁰ Fiber-to-the-node

Este tipo de despliegue representa un elevado costo en el tendido de la fibra óptica dado que involucra la distribución domiciliaria que debe realizarse con el cuidado necesario por personal idóneo de forma tal que no se pierda por la instalación lo que se gana con la tecnología. Además es necesario migrar todos los equipamientos en las casas de los clientes.

Esta sería una solución total IP, aunque la mayoría de los dispositivos de cliente vienen preparados para que este conecte su teléfono tradicional.

El despliegue puede realizarse en forma aérea, subterránea o dentro de Edificios, y todos sus componentes son ópticos. Sin la necesidad de cables de Cobre o Energía para su alimentación.

Como comentario adicional, está comprobado que en aquellos lugares donde no existe red y se tiene la intención de instalarla (nuevos poblado, Barrios cerrados, etc.), el FTTH es la elección más conveniente dado que el costo de la FO es similar y en algunos casos menor al del cobre y la obra civil (zanjeo o posteo) de todas formas hay que realizarla, ergo es mejor desplegar aquello que mejor se puede aprovechar en el futuro.



Acceso FWT⁵¹ :

Alguien hace poco dijo que el mundo será inalámbrico; entonces, porque no olvidarse de los costosos zanjeo y echar mano a las tecnologías de acceso inalámbricas

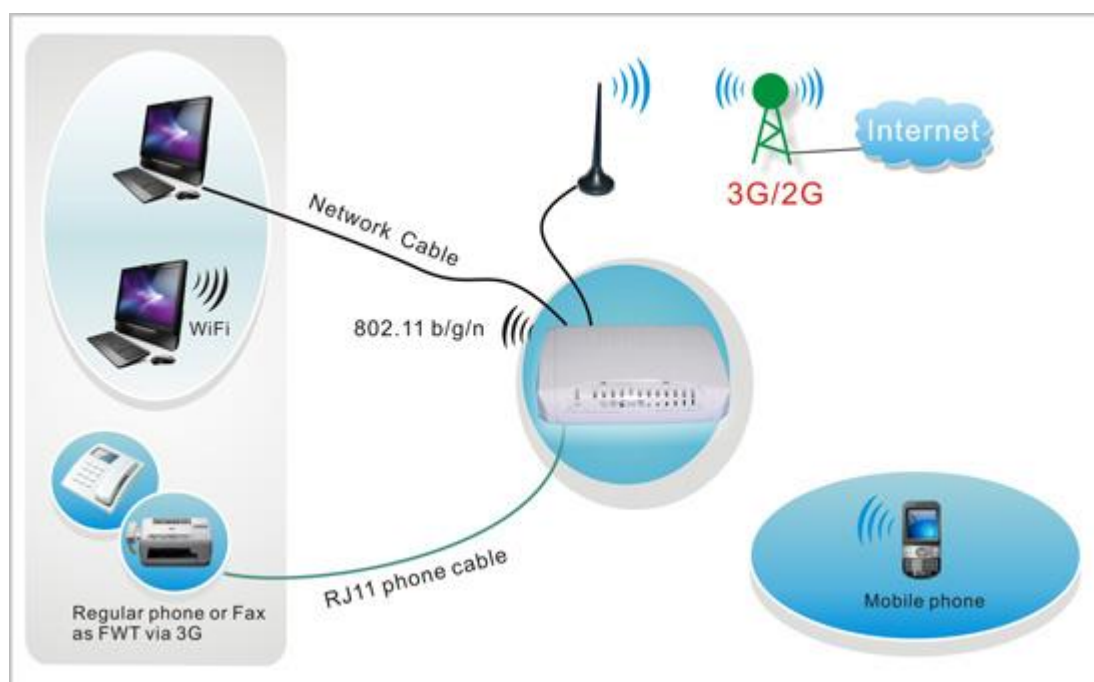
⁵¹ Fixed wireless terminal

para los accesos de los clientes como el FWT? ésta le proveerá un acceso a la telefonía utilizando la red móvil, acceso de datos a través de 3G o en su defecto un modem 4G le proveerá acceso de datos de alta velocidad.

Este tipo de acceso es el recomendado donde el tendido de fibra óptica no es rentable, pero si existe señal de celular incluso ayudada para elevar la performance por medio de un antenamiento externo en las zonas rurales.

Este tipo es también utilizado por las operadora en zonas urbanas, incluso en las áreas múltiples en donde la capacidad del cobre está agotada y existe una demanda insatisfecha o donde aún no se realizaron los tendidos de fibra óptica.

Si bien este tipo de acceso, no cumple con ninguna normativa del servicio básico universal, es el más barato, porque si bien los terminales pueden llegar a ser onerosos, no existe tendido hacia la casa del cliente.



Que pasa en nuestro país con el acceso

En Telefónica de Argentina, con respecto al acceso, se está realizando no una sino la combinación de varias tecnologías antes descriptas enmarcadas en un proyecto denominado "Migración Tecnológica". En este se combinan accesos FWT donde el cliente es inaccesible con cobre, en donde el cobre está en buen estado, se instalan en las

centrales las denominadas “placas combo” que poseen integradas en el punto de ingreso de par de cobre a la central la capacidad de splitear (separar las frecuencias de datos y de telefonía), ser un DSLAN y dar telefonía básica.

En donde el cobre no esté en buen estado o donde los requerimientos de ancho de banda y tasas de transferencia sean elevados, se realiza algo denominado acortamiento de bucle, esto consiste en el despliegue armarios en la vía pública con placas ADSL y posibilidad de dar VoIP con la posibilidad de mantener el número del cliente de voz fija.

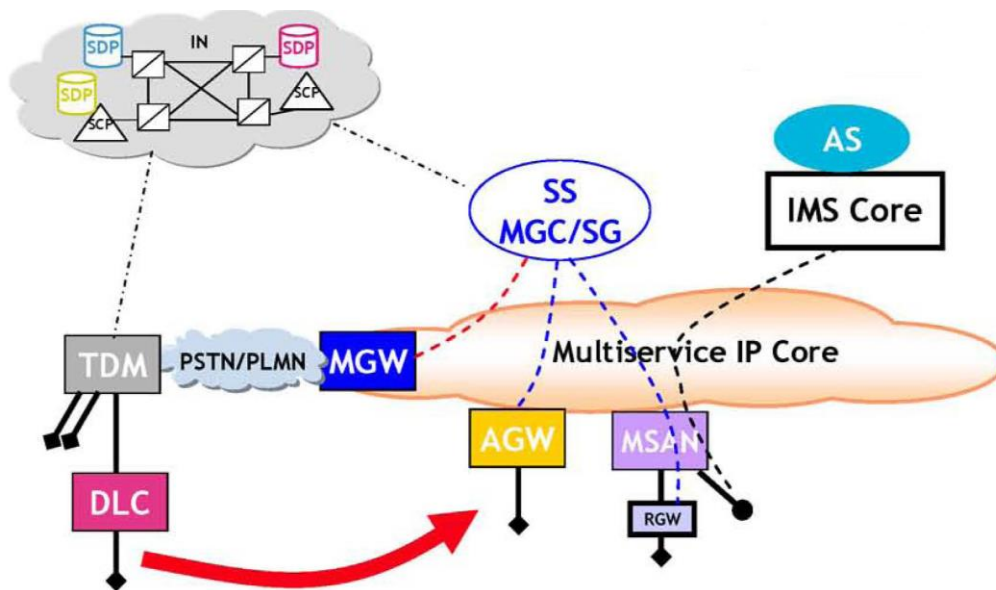
Todo este tipo de despliegue, se realiza con el horizonte de que en un corto plazo el acceso al cliente sea por FTTH.

Este tipo de despliegue de acceso no es novedoso dado que fue exitosamente sudado en Japón y España, donde la legislación les permite brindar telefonía básica por IP sin impedimentos; experiencia repetida en países de la región donde la normativa ha evolucionado como Brasil, Chile o Perú.

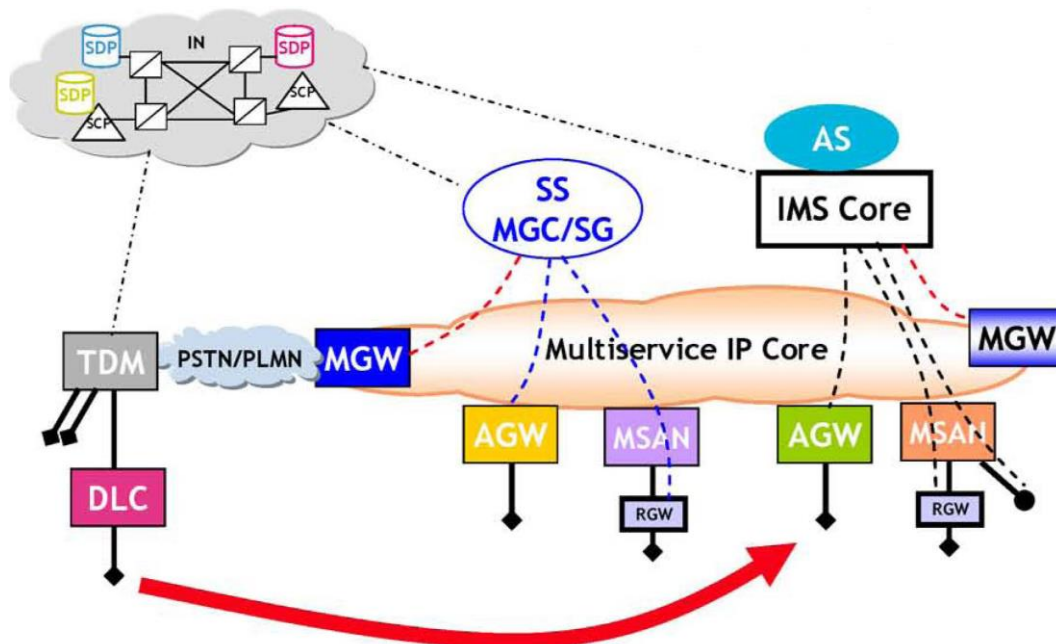
Que se haría con la arquitectura de la red

Evaluemos la evolución de control de llamadas al IMS desde el punto de vista de la coexistencia de un SoftSwich como plataforma de control de llamadas VoIP con la PSTN. Por lo tanto, las opciones para la evolución de control de llamadas son las siguientes:

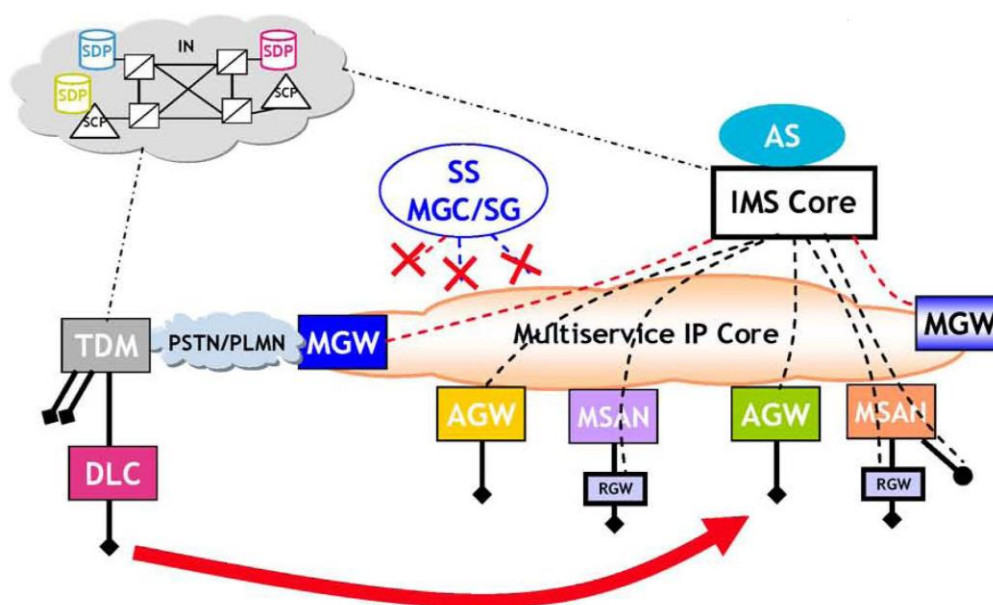
Utilizando el SoftSwich existente para el crecimiento y la sustitución de la PSTN incorporando al core IMS dedicado a apoyar los servicios no vocales de la NGN. Esta opción implica que todos los disparadores de servicios existentes en la red son colocados en el SoftSwich.



Todo crecimiento es soportado con el SoftSwitch existente y apoya la sustitución de la PSTN superponiendo el core IMS. Para esta opción, los disparos de la red inteligente, deben estar implementados tanto del el SoftSwitch como en el core IMS que les brindaran a sus respectivos terminales. Sin embargo, los servicios de la NGN en el dominio IMS, solamente puede utilizados por los terminales VoIP en el dominio IMS, y no los que están en el dominio del SoftSwitch.



Desplegar un core IMS soportando todo el crecimiento y la sustitución tanto del SoftSwitch y la PSTN. El core IMS se implementan los disparos para el interfuncionamiento con la red inteligente.



Comentarios sobre la legislación.

Dado el marco regulatorio argentino, establecido por la ley 27.078 denominada “Argentina Digital”⁵² y las modificaciones efectuadas por el Decreto 267/2015; las operadoras del servicio telefónico tienen expresamente prohibido el brindar el servicio de televisión del tipo broadcast, por el contrario a los cable operadores no le está vedado brindar servicio de telefonía cosa que realizan ofreciendo lisa y llanamente el servicio de triple play.

A partir de los decretos que modificaron la ley 27.078, se amplió la capacidad de oferta potencial de los operadores de cable, permitiendo que estos adquirieran licencias de operador móvil con la potencial capacidad de lograr el 4 play.

⁵² http://www.enacom.gob.ar/ley-27-078_p2707

La legislación no modifica la definición clásica del denominado “Servicio Básico Universal Telefónico” que obliga a los poseedores las originales licencias de operadores de telefonía llegar a la casa del cliente con un par de cobre tele alimentado con lo que restringe el despegue hacia la telefonía por IP, considerándola a ésta como un servicio de valor agregado. Los nuevos jugadores en el mercado de la telefonía en Argentina están libres de esta obligación con lo que su desarrollo hacia la telefonía IP es mucho más rápido, no por novedoso sino porque les resulta más económico al final de las cuentas en ancho de banda total de la red.

Hasta el dictado de la Ley 27.078, no existía en nuestro país una regulación para los Servicios de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Servicios de TIC), como el mismo texto legal los denomina

Ahora bien, es interesante señalar que mientras los prestadores de servicios de telecomunicaciones y de tecnologías de la información no se encuentran alcanzados por una regulación de los contenidos, en los términos establecidos por la Ley 27.078, los prestadores de servicios de comunicación audiovisual tienen una doble fuente de obligaciones:

a) en lo referente a los contenidos, se rigen por la Ley de Servicios de Comunicación Audiovisual y

b) en lo que respecta a la red de telecomunicaciones que emplean para brindar ese servicio, deben respetar tanto la Ley de Servicios de Comunicación Audiovisual como la nueva Ley Argentina Digital.

En este sentido podemos decir que la Ley 27.078 sancionada en diciembre de 2014 es convergente en lo que refiere a la regulación de las redes de telecomunicaciones pero mantiene la separación jurídica previamente existente entre los servicios de comunicación audiovisual y los servicios de telecomunicaciones, conservando autoridades de aplicación diferenciadas y criterios distintos para el acceso a las licencias y la prestación de los distintos servicios.

En términos más gráficos, podemos decir que se mantiene en nuestro país la “muralla china” que divide a los servicios de telecomunicaciones, alcanzados por la Ley 27.078 y aquellos por la Ley 26.522. Esta separación obsta a la convergencia de servicios, especialmente de todos aquellos desarrollados sobre un único medio tecnológico como ocurre con los servicios brindados por medio de Internet.

Así, según la legislación, el “Servicio de Telecomunicación: es el servicio de transmisión, emisión o recepción de escritos, signos, señales, imágenes, sonidos o información de cualquier naturaleza por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otros sistemas electromagnéticos, a través de redes de telecomunicaciones”. Donde la novedad reside en la regulación de los “Servicios de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Servicios de TIC): son aquellos que tienen por objeto transportar y

distribuir señales o datos, como voz, texto, video e imágenes, facilitados o solicitados por los terceros usuarios, a través de redes de telecomunicaciones”.

Un punto a destacar de la Ley 27.078 es que establece la neutralidad de red. El artículo 1° de la Ley Argentina Digital manifiesta: “Declárase de interés público el desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, las Telecomunicaciones y sus recursos asociados, estableciendo y garantizando la completa neutralidad de las redes”. Asimismo, el artículo 56 completa esta declaración en los siguientes términos: “Se garantiza a cada usuario el derecho a acceder, utilizar, enviar, recibir u ofrecer cualquier contenido, aplicación, servicio o protocolo a través de Internet sin ningún tipo de restricción, discriminación, distinción, bloqueo, interferencia, entorpecimiento o degradación.”

Por su parte, impone como conductas prohibidas para los licenciarios:

a) Bloquear, interferir, discriminar, entorpecer, degradar o restringir la utilización, envío, recepción, ofrecimiento o acceso a cualquier contenido, aplicación, servicio o protocolo salvo orden judicial o expresa solicitud del usuario.

b) Fijar el precio de acceso a Internet en virtud de los contenidos, servicios, protocolos o aplicaciones que vayan a ser utilizados u ofrecidos a través de los respectivos contratos.

c) Limitar arbitrariamente el derecho de un usuario a utilizar cualquier hardware o software para acceder a Internet, siempre que los mismos no dañen o perjudiquen la red.

La consagración legal de la neutralidad de red es tal vez el punto más destacable de la Ley, en tanto se alinea con la defensa de la libertad de expresión en Internet y la protección de los usuarios, tal como propone la Declaración Conjunta sobre Libertad de Expresión de Internet, del año 2011, emitida por el Relator Especial de las Naciones Unidas (ONU) para la Libertad de Opinión y de Expresión, la Representante para la Libertad de los Medios de Comunicación de la Organización para la Seguridad y la Cooperación en Europa (OSCE), la Relatora Especial de la Organización de Estados Americanos (OEA) para la Libertad de Expresión y la Relatora Especial sobre Libertad de Expresión y Acceso a la Información de la Comisión Africana de Derechos Humanos y de los Pueblos (CADHP)

Como es habitual, la comunidad europea, a sabiendas que la unidad de criterios, no solo es políticamente correcto sino que también y por sobre todas las cosas abarata costos. Creo en el 2010 el ORECE⁵³, que en su acepción inglesa se conocerá como BEREC⁵⁴ que sustituyó la cooperación informal del "European Regulators Group". Se estableció un Marco regulador de las comunicaciones electrónicas, con el objetivo formal de acompañar la apertura del mercado de las telecomunicaciones a la competencia, que se ajusta a los avances tecnológicos y a las necesidades del mercado.

⁵³ Organismo de Reguladores Europeos de las Comunicaciones Electrónicas

⁵⁴ Body of European Regulators for Electronic Communications

Esta «Directiva marco» pretende fundamentalmente:

- Reforzar la competencia en el sector de las comunicaciones electrónicas;
- Estimular las inversiones;
- Fomentar la libertad de elección de los consumidores y permitir que se beneficien de los servicios innovadores, la calidad y precios más bajos.

En concreto, establece las tareas de las autoridades nacionales de reglamentación (ANR) y los principios que forman la base de sus operaciones.

La Directiva establece un marco armonizado para la regulación de las redes de las comunicaciones electrónicas, es decir, los sistemas de transmisión que permiten el transporte de señales mediante cables, ondas hertzianas, medios ópticos u otros medios electromagnéticos, incluidas las redes por satélite, las redes terrestres de fijas y móviles, los sistemas de cables eléctricos, las redes utilizadas para la radiodifusión sonora y televisiva y las redes de televisión por cable, con independencia del tipo de información transportada.

Asimismo, incluye los servicios de las comunicaciones electrónicas, que están formados por la transmisión de señales por estas redes, y los recursos y servicios asociados a las redes o a los servicios de las comunicaciones electrónicas, que permiten o apoyan la prestación de servicios mediante esa red o servicio.

Se excluye, por el contrario, del ámbito de aplicación de la Directiva el contenido de los servicios prestados a través de las redes de comunicaciones electrónicas, como los contenidos de radiodifusión. Lo mismo ocurre con los equipos terminales de telecomunicación, con la excepción de aquellos aspectos que facilitan el acceso de los usuarios con discapacidad.

En España, se adaptó a las normas europeas estableció La Ley General de Telecomunicaciones plantea una simplificación administrativa para el despliegue de nuevas redes, la eliminación de trabas a la concesión de licencias y el fomento del uso compartido de infraestructuras entre compañías.

Además, el Gobierno se compromete a garantizar que todos los hogares españoles tengan acceso a una velocidad mínima de Internet de 10 megabits por segundo (Mbps) en el año 2017 y a que, tres ejercicios más tarde, la banda ancha llegue a los 30Mbps y al menos la mitad del hogares puedan disponer de acceso a servicios de velocidades superiores a 100Mbps. Llegando a definir como servicio Básico Universal al “Suministro de la conexión a la red pública de comunicaciones electrónicas desde una ubicación fija y prestación del servicio telefónico y del servicio de acceso a Internet de banda ancha a 1 Mbps”⁵⁵

También pone en marcha políticas coordinadas con las comunidades autónomas para incrementar la adopción y uso de la banda ancha ultrarrápida entre ciudadanos,

⁵⁵ Ministerio de Industria Energía y Turismo. Gobierno de España

empresas y administraciones, y de forma "prioritaria" en los centros de salud comarcales, las universidades públicas, los centros de Secundaria públicas y todas las bibliotecas públicas en la ciudad y comarcales, para que en 2016 tengan una capacidad de acceso funcional mínima de 30Mbps y de 100Mbps en 2020.

En América del sur, no existe un marco regulatorio común con lo que cada país se desarrolla, según sus recursos y sus pretensiones.

Como el caso de Colombia con su plan Vive Digital con el objetivo de realizar lo que denominan un ecosistema digital, es decir, en infraestructura, servicios, aplicaciones y usuarios.

El plan Vive Digital desarrolla el ecosistema digital del país conformado por 4 grandes componentes: Infraestructura, Servicios, Aplicaciones y Usuarios. El Ecosistema Digital ofrece un modelo de Oferta y Demanda para el mercado digital. La Oferta está compuesta por la Infraestructura y los Servicios que son ofrecidos por los operadores, mientras que la Demanda se genera por parte de los Usuarios que usan las Aplicaciones.

El plan cuenta con una Estrategia de Comunicaciones Ministerio TIC y Vive Digital, que se encarga definir y presentar a los distintos usuarios internos y externos la siguiente información: quiénes somos, qué hacemos y qué ofrecemos de manera clara, simple y persuasiva. El plan cuenta con un sitio web en el que se pueden acceder a un canal multimedia, los eventos, convocatorias, foros y noticias. La estrategia de Comunicaciones Ministerio TIC y Vive Digital consiste en una comunicación interna, externa y sectorial a cargo de la oficina asesora de prensa.

Se establecen iniciativas que promueven el desarrollo de la infraestructura:

- Expansión de la Red Nacional de Fibra Óptica
- Asignación de espectro para International Mobile Telecommunications
- Estimular a las compañías de Content Distribution Networks para instalar servidores de réplicas locales y compañías de hosting para que instalen o lleguen a los data center nacionales
- Infraestructura para zonas rurales
- Estándares de Infraestructura de telecomunicaciones en hogares
- Facilitación del despliegue de Infraestructura de telecomunicaciones
- Universalización del acceso al servicio de televisión pública
- Radio digital
- Red de telecomunicaciones para prevención y atención de desastres
- Fortalecimiento de contenidos de radio y tv pública
- Fortalecimiento de la Radio Nacional
- Desarrollar el Modelo de Vigilancia y Control Integral de todo el Sector

- Impulso al desarrollo de aplicaciones móviles (APPS.CO)

Características de la infraestructura y del equipamiento

La infraestructura está compuesta por el backbone y backhaul nacional, las conexiones internacionales, la conectividad para zonas rurales, las conexiones de última milla e incluso las redes al interior de edificaciones. Las tecnologías más comunes son la fibra óptica, enlaces satelitales, microondas, inalámbricos fijos, inalámbricos por red celular, por pares de cobre telefónicos y por cable coaxial.

En el caso chileno que van camino del año 2020 con el objetivo de aumentar de capacidad de acceso a Internet internacional para el país, realizar una red Nacional de Infraestructura de Telecomunicaciones con capilaridad y Redes de Acceso Institucionales y para Comunidades Organizadas. Chile un país no tan vasto como el nuestro pero compartiendo nuestro problemas en la diversidad de la geografía.

La política de desarrollo sectorial en esta materia se basa en favorecer el desarrollo de servicios convergentes basados en plataformas multiservicios manteniendo como principio pilar la neutralidad de red.

Alineados con el Plan de Gobierno, Agenda Digital 2020 y a la Agenda de Productividad, Innovación y Crecimiento (PIC), se centran en financiar proyectos de inversión tendientes a mejorar y aumentar la capacidad de transmisión de datos a nivel internacional, aumentar la cobertura de fibra óptica nacional y reducir los costos para los usuarios.

En este contexto el plan nacional de Infraestructura de Telecomunicaciones se tiene como objetivo aumentar la oferta de conectividad de transporte de datos, permitiendo así disminuir sustancialmente los costos de los enlaces internacionales, desarrollar despliegues regionales de fibra óptica, de acceso abierto, conectados a una columna vertebral de redes en todo el territorio nacional, junto con conectar a regiones de Los Lagos, Aysén y Magallanes según las políticas de zonas extremas.

El impacto que causa el plan, es una disminución precio al usuario final. Aumento de Calidad para mejorar y garantizar los niveles de velocidad de acceso hacia Internet desde 3.3 Mbps a 9 Mbps. Y afectará la masificación de acceso al aumentar la competencia del mercado mediante el impulso del operador de infraestructura de telecomunicaciones con el propósito de disminuir las barreras de entrada de proveedores de servicios, para masificar el acceso hacia Internet. Como también impactará sobre la competitividad y modernización del país.

Por último; es curioso que por lo leído, las distintas legislaciones en general confunden calidad con disponibilidad y no se establece ningún parámetro de calidad del servicio de dato ni de la calidad en la voz del servicio de telefonía.

Conclusión

Es inexorable el destino de las redes de telecomunicaciones hacia el IMS como core integrando el mundo móvil con el mundo fijo; esto no solo como un paso tecnológico producto de la evolución y de la desaparición de las comunicaciones de circuito a manos de la paquetización ya no solo de los datos sino también de la voz, esta tratada de forma tal que se convierte en un dato más.

La evolución de las redes móviles serán la punta de lanza en la implantación de la evolución, a donde las demás redes arribarán cada una a su tiempo en búsqueda de más y mejores servicios para poder ser competitivos en un mercado donde el cliente final exige cada día más y mejores productos.

La etapa más engorrosa y complicada de la migración será seguramente la de las redes PSTN, entre otras razones por su enorme capilaridad y por los volúmenes de base de datos de clientes asociados a ellas. Es extremadamente probable que la migración de la PSTN no sea impulsada por los servicios, sino por la obsolescencia de los equipos que desde hace bastante tiempo están carentes de repuestos para continuar funcionando.

De todas formas la integración de las redes para su funcionamiento integrado todavía se encuentra en su etapa de evolución. Falta bastante tiempo para lograr el ansiado sueño de comenzar una comunicación en un terminal y poder pasarla a otro termina sin que esta se interrumpa.

Podemos hacer esta analogía. El viejo rey (las redes de circuito) está viejo y necesita un sucesor, pero el príncipe (IMS, VoLTE, etc.) todavía no aprendió a caminar bien.

ANEXO

¿Cuánta conectividad necesita un cliente?

Ante la pregunta "qué ancho de banda necesitamos en nuestros hogares" lo más inmediato es responder cuanto más mejor, el cliente frente a sus necesidades de conectividad tiene comportamientos similares a un adicto que merecerían un análisis psicológico y sociológico fuera de los alcances de esta tesis; aunque seguro que hay un mínimo que nos hará poder disfrutar de todos los servicios de Internet sin desesperarnos.

Según el más reciente Ipsos Technology Net Tracker, los hogares mantienen, en promedio, 2,4 dispositivos conectados permanentemente a su red doméstica, y el 30% de los hogares tiene más de tres dispositivos. A medida que la oferta de smartphones, tabletas, consolas y 'gadgets' de hogar conectado aumenta, esa cifra seguirá creciendo.

El problema es que nuestra red doméstica sigue siendo la misma de hace varios años. La velocidad de 2 o 4 Mbps, que nos parecía suficiente para los momentos en los que internet era patrimonio exclusivo del computador, sigue soportando las conexiones de los dispositivos que van llegando. Además, los usuarios están demandando servicios que requieren mucho más ancho de banda: el estudio muestra que, el streaming está reemplazando la descarga de contenidos como la manera en la que se están consumiendo música y video.

Además, estos servicios se pueden consumir desde muchas pantallas, lo que implica que, en ocasiones, más de un usuario va a querer usarlos al mismo tiempo: mientras en una habitación alguien se da un banquete de videos de YouTube; en otra, otro usuario escucha música por streaming mientras trabaja; y alguien más puede estar viendo una película en la sala de estar. Esto no se puede hacer sin una conexión robusta.

Y de todos modos, así no se trate de un hogar muy grande, entre más rápida la conexión, mejor es la experiencia. ¿Quién paga streaming para ver una película en una calidad terrible, que se detiene cada 15 minutos porque el internet simplemente no da?

En el futuro esto será aún más crítico. Estamos a punto de entrar a un mundo en el que todos los equipos del hogar están o estarán conectados a la red. Televisores, computadores, heladeras, lavadoras, smartphones y hasta lámparas y cerraduras. Esto solo va a ser posible y útil si 'cabalga' sobre el ancho de banda suficiente.

Un estudio elaborado por Ciena y ACG Research estima que, durante los próximos 5 años, este será el porcentaje promedio en que crecerá la demanda en los hogares residenciales.

El movimiento de los consumidores de ver televisión a través de servicios de video de suscripción a una cablera a mirar videos de Internet a través de una banda ancha o una conexión Wi-Fi, así como la creciente popularidad de ver videos en una amplia gama de

dispositivos, los hogares de la actualidad están presionando a las redes residenciales como nunca antes.

El estudio reveló que los requisitos de ancho de banda promedio de los hogares están a punto de aumentar en un 31 por ciento anualmente durante los próximos cuatro años. Esto llevará al uso promedio en horas pico por hogar de 2,9 Mbps en 2015 a 7,3 Mbps en 2018.

Además, el tráfico “unicast” del OTT se prevé que sea 4,6 veces mayor que el tráfico de multidifusión tradicional en 2018. El uso de videos por Internet, que incluye a los Smart TVs, se espera que crezca desde un 12 por ciento del pico promedio global de ancho de banda en 2015 al 25 por ciento en 2018, una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 56 por ciento. El uso de video por Internet representará el mayor contribuyente al consumo de ancho de banda de los hogares en 2018.

Otros factores que impulsan el aumento de los requisitos de ancho de banda incluyen la tendencia hacia múltiples dispositivos habilitados para Internet en los hogares que consumen contenido de forma simultánea, el uso de consolas de streaming, Tablets y smartphones habilitados con Wi-Fi, la creciente adopción de televisores de pantalla grande y una mayor penetración de la televisión de alta definición y la aparición de la TV de ultra alta definición 4K.

La investigación encontró que el uso de servicios de streaming de video 4K –que consumen de tres a cuatro veces más ancho de banda que el HDTV- crecerá del 2 por ciento en 2015 al 12 por ciento en 2018. La infraestructura 4K se está desplegando actualmente en muchos estudios, así como equipos de proyección 4K en decenas de miles de salas de cine en todo el mundo. Esto proporciona la base para una rápida adopción de los consumidores de televisores 4K, una vez las empresas de electrónica de consumo pueden reducir el costo de los aparatos. En consecuencia, la televisión 4K es probable que se convierta en la oferta principal dentro de cinco años.

La explosión de servicios OTT, así como la creciente demanda de contenido de vídeo, está empujando a los proveedores de servicios a reevaluar su infraestructura existente y a tomar medidas para mejorar sus redes. La expectativa del usuario final de una experiencia más “On Demand” es un cambio dramático para las redes y requiere que la infraestructura subyacente evolucione con el fin de darles a los usuarios la experiencia que esperan

Como vemos, dentro de las OTT, especialmente las proveedoras de video son un factor determinante en los requerimientos de un hogar.

A modo de ejemplo, estas son las cifras oficiales que nos da la propia Netflix acerca de los anchos de banda recomendados:

- 3 Megabits por segundo para vídeos en SD. Viene a ser un consumo de 0,7 GB por hora.
- 5 Megabits por segundo para vídeos en HD. Aproximadamente 3 GB cada hora.
- 25 Megabits por segundo para vídeos 4K. Unos 7 GB por hora.

Evitemos confusiones: estamos hablando de Megabits por segundo, no Megabytes por segundo. Por lo tanto, con la gran mayoría de conexiones tendremos suficiente para disfrutar de Netflix. Pero cuidado, porque hay que tener en cuenta varios factores. Y el más importante de ellos es la variación de velocidades de algunas conexiones.

Quien usa internet principalmente para entretenerse y consumir videos, o para hacer videoconferencias, va a requerir una mejor conexión que quien tiene como principal actividad las redes sociales y la navegación web. Si se requiere, además, subir y bajar archivos de gran tamaño –como los que se usan en la producción de audio y video–, un internet más veloz redundará directamente en la productividad.

Y en beneficio para los operadores en las redes, porque a mayor posibilidad de uso, más uso y si además tenemos la posibilidad de cobrar por el uso o la cantidad de datos que transiten por nuestras redes, podemos sacarle una tajada a las enormes ganancias de las OTT.

Algunas cifras para que tenga en cuenta: una película en HD se ‘come’ 3 GB por hora, los servicios de música consumen 1 GB cada 15 horas, y un álbum de iTunes puede pesar más o menos 100 MB. Los videojuegos en línea consumen, según foros de usuarios en línea, unos 25 o 35 MB por hora, pero una conexión rápida asegura una experiencia más fluida y con menos retraso e incentiva el uso y consumo.

El consumo de los servicios de nube y las descargas depende del peso de los archivos, pero para un teletrabajador que mantiene una copia de todo lo que hace en Dropbox, Google Drive o One Drive, una conexión rápida se traduce en mayor usabilidad y mayor consumo.

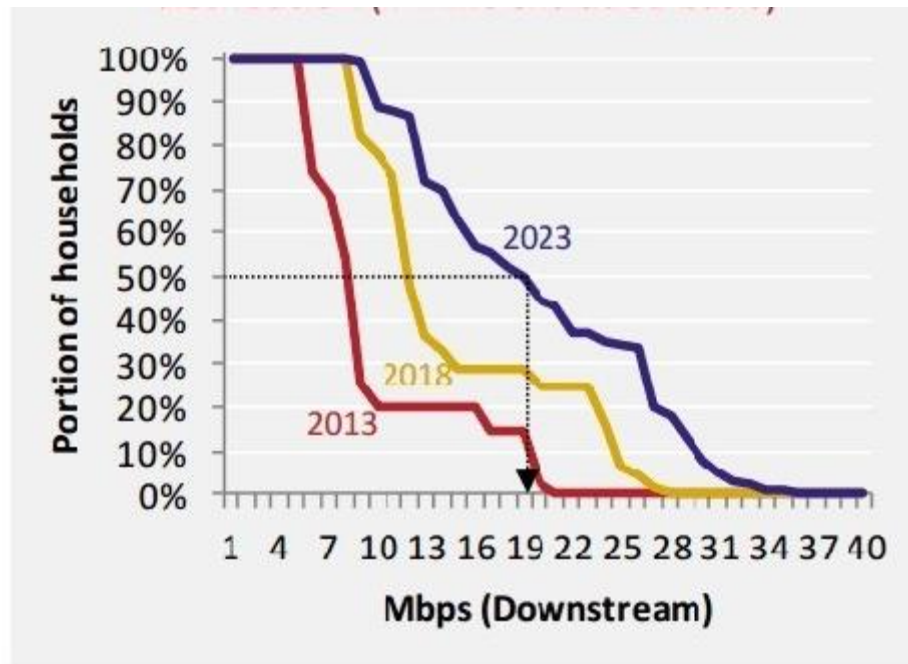
Ante la pregunta "qué ancho de banda necesitamos en nuestros hogares" lo más inmediato es responder cuanto más mejor, aunque seguro que hay un mínimo que nos hará poder disfrutar de todos los servicios de Internet sin desesperarnos.

Una asociación británica formada por operadoras, fabricantes y productores de contenidos, que han realizado un análisis en el Reino Unido para determinar cuál es el ancho de banda mínimo hoy para un hogar medio y cuál será dentro de 10 años.

Para el estudio han utilizado 3 tipos de hogares que van desde el hogar unipersonal con bajo uso de Internet hasta un hogar con 4 personas, televisión a 4K y gran uso de los servicios de la Red.

También ha asumido ciertos “umbrales de tolerancia”, como una espera máxima de 3 segundos para que se cargue una web o 10 minutos para que se descargue una aplicación.

Con todo ello se han puesto a hacer cálculos y han obtenido que un hogar medio necesita a día de hoy entre 8 y 10 Mbps mientras que en 2023 se necesitarán 19 Mbps. El 10% de los hogares requerirá 30 Mbps o más.



Los hogares que hacen un uso intensivo de la Red necesitan a día de hoy unos 38 Mbps, cifra que podría llegar a incrementarse hasta los 71 Mbps para un 1% de los hogares.

Por supuesto, todos estos cálculos los han hecho con los parámetros antes comentados, de forma que cambiando cualquiera de ellos (por ejemplo el tiempo de espera para descargar un archivo o el número de habitantes del hogar) se modifica la velocidad necesaria.

La experiencia del cambio tecnológico

En España, la evolución de las redes vino apalancada, como ha sucedido en casi todo el mundo, de la mano de las necesidades de las redes móviles, en estos tuvieron que hacer frente a retos técnicos, tales como la falta de interoperabilidad de los distintos sistemas para garantizar una experiencia satisfactoria al usuario y acelerar la adopción generalizada de servicios aportados por una estructura IMS.

La transición a las nuevas tecnologías supuso un cambio fundamental en el ecosistema de las redes y permitió nuevas funcionalidades mucho más allá de la voz tradicional y los servicios de datos. Gracias a las redes LTE los operadores móviles pueden cuadruplicar la eficacia de transmisión de datos y disponer de un rendimiento de red sin igual, con un gran ancho de banda y una calidad muy superior al de otras redes actuales. El gran ancho de banda de la red LTE mejora significativamente la experiencia del usuario, el cual demanda cada vez mayor velocidad que soporte las aplicaciones de los nuevos Smartphone.

Si nos centramos en las ventajas que van a impulsar el desarrollo de las redes LTE, la opinión general hace una clara alusión a los beneficios que tienen las redes de alta velocidad para el consumidor. Según una encuesta llevada a cabo por Sybase 365 en el World Mobile Congress de Barcelona el pasado mes de febrero 2016, el 80% de los entrevistados opina que los operadores móviles van a poner en marcha iniciativas de redes LTE para ofrecer mejor servicio a sus clientes. Los entrevistados creen que el mayor beneficio de las redes LTE es el mayor ancho de banda de las mismas que permitirá mejores apps (41%), mejor calidad de servicio para los consumidores (19%) y la ventaja que supone para el consumidor de tener siempre conectividad (20%).

Los beneficios de estas tecnologías resultan evidentes, pero también tenemos que tener en cuenta los retos y dificultades a los que se enfrentaron, y a los que los operadores y resto de actores implicados están dando respuesta para favorecer su implantación definitiva. La encuesta llevada a cabo por Sybase 365 pone de manifiesto cómo un 29% de los españoles entrevistados piensan que la falta de dispositivos compatibles con LTE está impidiendo el desarrollo de redes LTE en España.

Un 22% de los entrevistados afirma que las redes LTE no son una prioridad estratégica para los operadores. Otro dato que se desprende de la encuesta es que los entrevistados (51%) también consideran que el hecho de que las compañías estén todavía valorando el precio, las frecuencias y las necesidades en los dispositivos, está impidiendo el desarrollo y la adopción del LTE a gran escala en España. Pero una amplia mayoría de los entrevistados consideró que debería ser prioritario en acceso a internet para todas las familias, cumpliendo el servicio básico de telefonía más internet.

A medida que los operadores móviles invierten en tecnología LTE, se enfrentan a problemas de implementación, tanto comerciales como técnicos, a la hora de compatibilizar la red LTE con sus infraestructuras ya existentes, incluido el roaming y especialmente en la implementación de VoLTE.

Se espera que en España se pueda llegar a tener 90 millones de usuarios que utilizan el estándar 4G a finales de este año y mil millones para el año 2017, de acuerdo con Google Analytics, mientras que se estima que en 2020, el 100% de la población alcance una velocidad de 30 megas y un 50% los 100 megas.

En cuanto al despliegue en España, Telefónica ya presta servicios LTE a sus clientes de Madrid y Barcelona y continuará desplegando progresivamente LTE en el resto de las capitales de provincia, llevando los servicios 4G a todos los segmentos de mercado, ya sean Grandes Clientes, pequeñas y medianas empresas, o clientes particulares.

Vodafone por su parte, se encuentra ensayando por diferentes ciudades. Su red LTE soportada por una arquitectura IMS ya ha llegado a Málaga, Madrid, Barcelona y Santander aunque las pruebas piloto se continuarán extendiendo a otras áreas donde haya alta demanda de tráfico y así prepararse para su próxima comercialización. Las primeras pruebas en entornos reales han alcanzado velocidades de entre 85 y 90 Mbps.

Otro de los grandes operadores, Orange, ha elegido Valencia para comenzar el despliegue de su red LTE/IMS y asegura que las primeras ofertas comerciales llegarán al público en general muy pronto. Por último, poco se sabe de los planes de Yoigo sobre LTE; Johan Adsjö se ha limitado a decir que preparan sorpresas relacionadas con LTE en España que darán a conocer próximamente.

Por lo tanto, en España se está a las puertas del despegue definitivo del LTE: por una parte, los operadores están deseando lanzar sus redes IMS y ya están desarrollando proyectos piloto en las principales ciudades españolas; por otra parte, los consumidores están demandando mayor velocidad en sus dispositivos fijos y móviles.

En América latina, Perú, realizó la puesta en marcha comercial de la primera red de subsistema multimedia IP de voz IMS VoLTE en Latinoamérica.

Perú lidera la industria de las telecomunicaciones en la región, superando las altas exigencias de sus usuarios en Perú y mejorando su competitividad en el mercado de América Latina.

En 2012, Telefónica de Perú modernizó su red de telefonía fija con el despliegue de una red central IMS para reemplazar los interruptores por división de tiempo TDM. La solución IMS de ZTE da soporte a la mayoría de los servicios de red (PSTN / ISDN) y múltiples interfaces de usuario final heredado, como la interfaz de velocidad básica (BRI), interfaz de velocidad primaria (PRI), el servicio telefónico ordinario (POTS) o llamadas de señalización basada en la red (NCS). Esto ayuda a Telefónica del Perú a superar con éxito

los retos de gestionar la herencia de los conmutadores TDM y a disminuir los gastos operativos manteniendo las terminales tradicionales y la integridad del servicio. La solución IMS de ZTE soporta el acceso de banda estrecha y tecnologías de acceso de banda ancha tales como LTE y xPON. Estas capacidades permiten a Telefónica del Perú sentar las bases de una futura red básica unificada.

En agosto de 2015, tras comercializar la red IMS fija, Telefónica del Perú comenzó a implementar proyectos FMC e IMS VoLTE con el fin de mejorar su competitividad en la era de Internet móvil. Eligiendo a ZTE como proveedor único para implementar la tecnología IMS para este proyecto FMC. ZTE actualizó las entidades en la red IMS existente y construyó un nuevo servicio VoLTE SBC.

La solución IMS de ZTE ofrece un amplio conjunto de servicios convergentes de voz junto a los servicios ya ofrecidos por la red existente. Debido a este proyecto, la red IMS de Telefónica del Perú duplica las llamadas de voz y los servicios suplementarios ya disponibles en la red CS. Añadiendo, además, servicios de valor agregado tales como "llámame ahora" (CMN), "servicio de buzón de voz" (VMS), "red privada virtual" (VPN), "llamadas perdidas" (MCA), "tono de llamada" (RBT), "y cobro revertido" (CC). La solución proporciona sonido y video high definition VoLTE, así como de voz y datos combinados LTE.

Al ser mono vendedor, todo el proyecto ha sido implementado de forma rápida y casi sin problemas de interoperabilidad. Ahora, el nuevo reto para Telefónica Perú es la evolución de la red hacia tecnologías de virtualización.

Pero en América Latina el verdadero precursor en la evolución tecnológica en los últimos años, es Colombia con su plan Vive Digital.

Al iniciar el Plan Vive Digital 2010 – 2014, se veían grandes retos como: conectar el país facilitando el acceso a internet y banda ancha a estratos bajos, por lo que se identificó la necesidad de avanzar en el componente de infraestructura del Ecosistema Digital que permitiera la evolución estos servicios. En el año 2010, se comenzaba a observar el crecimiento potencial de servicios de valor agregado, nombre con el que se identificaban en ese momento a los servicios de datos e internet.

La cadena de valor del sector TIC se destacaba principalmente por la infraestructura que provee el acceso a los servicios de telecomunicaciones, el auge de contenidos y uso de aplicativos de software específicos donde la industria TI, tenía una proporción pequeña del mercado.

Luego de cinco años, se observó un sector evolucionado, donde aparecen términos como el de Economía Digital e Internet de las Cosas para ofrecer nuevos retos en el mercado. La evidente transformación del sector TIC, hace que hoy su crecimiento no se refleje en la manera como se mide actualmente dentro del Producto Interno Bruto de Colombia.

Hoy la cadena de valor del sector TIC en Colombia se compone de cinco grandes dimensiones:

1. La infraestructura que soporta la utilización de los servicios y productos
2. La fabricación y/o venta de los bienes TIC
3. La producción de los servicios de telecomunicaciones, donde el servicio de Internet comienza a ser el punto de surgimiento de una nueva industria
4. La industria de las plataformas digitales.
5. Investigación, desarrollo e innovación necesarias para la continua evolución del sector.

En el año 2010 el panorama del sector TIC en Colombia se encontraba rodeado de retos, expectativas y un mercado emergente para los servicios de telefonía móvil e internet banda ancha principalmente.

Para el primer trimestre de 2015 se observa un sector que ha alcanzado metas como es el caso de conexiones Banda Ancha. También se observa que el mercado de telefonía móvil presente un nivel de penetración del 116,5%, es decir, por cada 100 habitantes 116 están haciendo uso del servicio de telefonía móvil. Además, hoy la regulación que está enfocada a aumentar la competencia en el mercado de los servicios de comunicaciones comienza a evidenciar resultados.

En nuestro país, a finales de 2016 se prevé que habrá 16 millones de líneas funcionando con tecnología 4G LTE, es decir, más del 40% del total de líneas activas que hay en la Argentina, estimadas en 36,2 millones. Se trata del crecimiento más rápido que haya experimentado la adopción de una tecnología móvil en el país, impulsado principalmente por la disponibilidad de dispositivos que ya funcionan en esa red.

Un repaso a las cifras es bien gráfico sobre el ritmo explosivo de crecimiento del 4G: a fines de 2015, había 3 millones de líneas, pero en este momento ya se registran 6 millones, y en lo que resta del año se espera que se agreguen otras 10 millones.

La Argentina, pese a ser uno de los últimos países de América latina en iniciar el despliegue de 4G, ya presenta un 10,3% de penetración del servicio, por encima del promedio de la región, que es de 8,9%. Esto no sólo se vincula con el impulso que las compañías imprimieron a la construcción de la nueva infraestructura sino que, además, los usuarios, cuando advierten las ventajas de la velocidad comienzan a darle más usos a sus conexiones móviles.

Que el país se encuentre en tan buena posición depende, en gran parte, de la cantidad de dispositivos móviles que soportan LTE.

Las empresas de telecomunicaciones están invirtiendo más de \$30.000 millones este año en el despliegue de las nuevas redes y el mantenimiento de las anteriores.

En el mundo ya hay más de 1.000 millones de conexiones LTE, con un ritmo de crecimiento de 107% anual. Y se prevé, en ese marco, que hacia 2020 haya 4.000 millones de líneas funcionando bajo esas redes.

Si bien LTE tiene un impulso sumamente ágil, siempre lo hace con la red 3G como soporte. El 4G no transporta voz aún y de ese modo se hace necesario contar con redes 3G robustas que permitan volcar por allí ese servicio y destinar a las más avanzadas todo lo vinculado con el transporte de datos.

Así, se observa que hacia 2020 la penetración de las redes 4G pasarán del 11% actual al 35%, mientras que las 3G también avanzarán y se moverán entre un 50% y un 53% de participación en el mismo lapso.

El próximo paso para las redes móviles, será la voz en 4G o VoLTE, epro este tipo de tecnología no está lo suficientemente madura como para considerarla seriamente como un método de acceso, al menos en el corto plazo.

En lo que respecta a la red fija, se está desplegando de manera sostenida la ultra banda ancha con nuevas tecnologías que reemplazan el cobre por la fibra óptica en diferentes puntos de la red (FTTC o Fibra a los armarios, FTTB o Fibra a los edificios y FTTH o Fibra a los hogares). Esto se complementa con la introducción de nuevas tecnologías de acceso (VDSL/GPON), que permitirán ampliar el portfolio de banda ancha con velocidades de hasta 2,5 Gbps.

La renovación de la red de acceso es acompañada por mejoras sustanciales en la red de transporte, es decir la red que permite conectar a máxima velocidad los sitios entre sí y con las centrales, el backbone IP de la compañía (columna vertebral de toda la red fija y móvil) y, por ende con el mundo. En 2016 las empresas de telecomunicaciones, prevén sumar más de 4.000 kilómetros de fibra óptica interurbana a los 22.000 kilómetros a los ya existentes, ampliando la capacidad de la red en todo el país, además de otorgarle mayor seguridad y robustez a las comunicaciones.

En cuanto al VoIP, se continúa desplegando con la esperanza por parte de las empresas de telefonía básica de erradicar el cobre como acceso telefónico. Con un horizonte del año 2020, tienen la intención de tener reemplazado todo en antiguo parque de centrales TDM, cosa que según nuestra opinión no sucederá, al menos en esa fecha, por dos factores; las restricciones normativas que las obligan a llegar a la casa del cliente con un par de cobre portando tensión y porque existe una resistencia interna al reemplazo tecnológico entre otras razones, porque la inversión, es difícil de amortizar en los plazos que habitualmente se manejan en el mercado argentino.

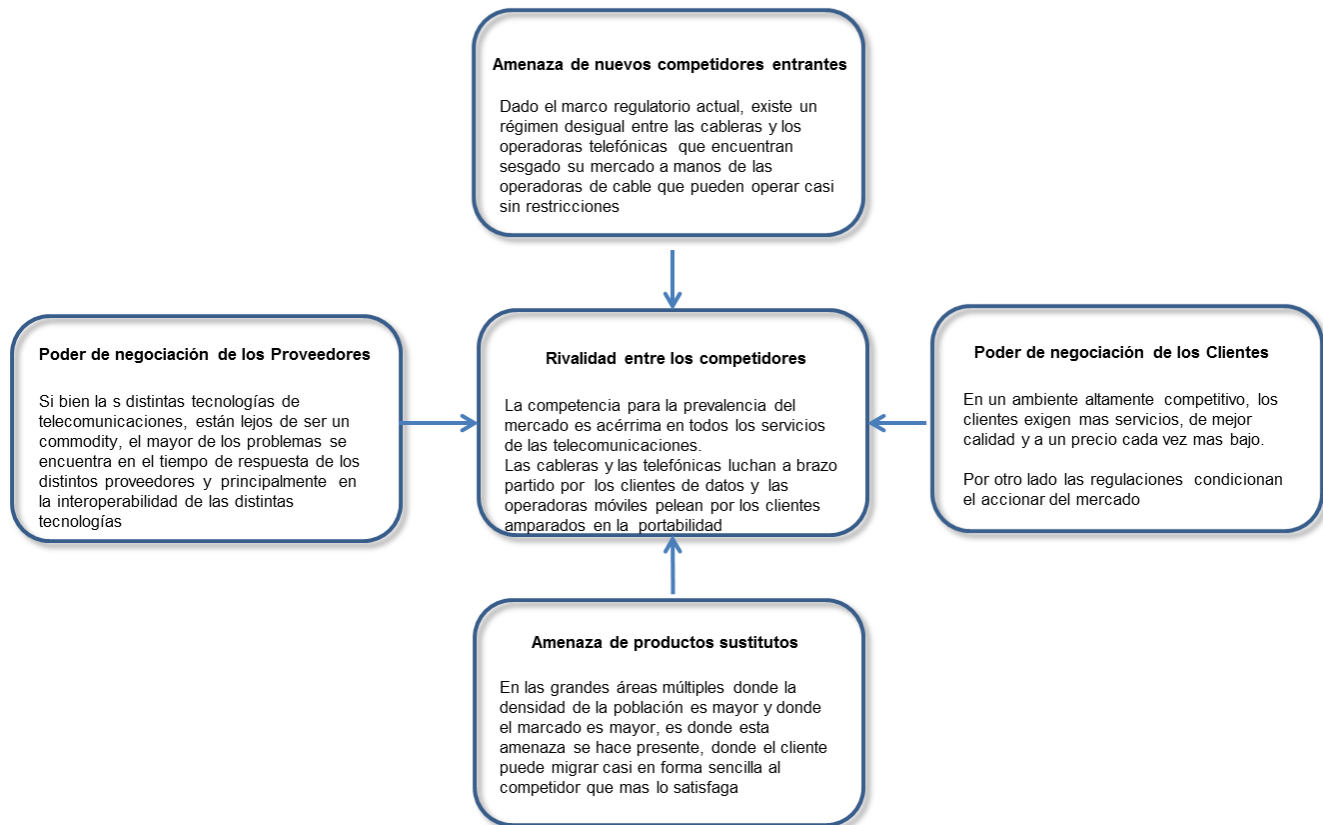
Breve análisis económico

A continuación se realiza un muy breve análisis económico con la intención de englobar someramente lo expuesto en esta tesis. Para ello se realizó un modelo de negocios Canvas y un cuadro denominado de las amenazas de Porter

Modelo de Negocio de Canvas

Socios clave	Actividades clave	Propuestas de valor	Relaciones del cliente	Segmentos de clientes
Proveedores de tecnología de core Proveedores de tecnología de acceso Proveedores de tecnología de fibra pasiva Proveedores de equipos domiciliarios de fibra óptica Proveedores de DSLAN Proveedores de xDSL Proveedores de equipos FTTH	Fibrado de sectores de distribución domiciliaria para FTTH Despliegue de sitios 4G Interconexión de radiobases con fibra óptica Implantación de Core IMS Migración de centrales TDM Puesta en funcionamiento de VoLTE	Desafectar equipos obsoletos Dar cobertura 4G ilimitada Lograr una red IP total Poder brindar comunicaciones unificadas Igual servicio para todo tipo de dispositivo Reducción drástica del OPEX Abaratar el costo de transmisión	Proponer cambio de terminales móviles a 4G Propender cambiar el tipo de acceso fijo Fomentar el uso de nuevos servicios Estimular la autogestión del servicio	El negocio esta enfocado en dos etapas: La primera etapa en las áreas múltiples y de ellas las zonas de mayor densidad. La segunda etapa en áreas de menor densidad de las áreas múltiples
	Recursos clave Inversión para el despliegue de radiobases con capacidad 4G Inversión para la instalación de fibra óptica en lugares estratégicos		canales Impulsar el uso de la red 4G Estimular el paso a utilizar telefonía IP Difundir el uso de los servicios integrados	
Estructura de costo El principal costo destacado es el despliegue de radio bases 4G. Este se compone por el arrendamiento del sitio la construcción de la torre, el equipamiento y el antenamiento. No es menor el costo de instalación y el tendido de Fibra Óptica donde su mayor costo está en la obra civil Equipamiento de Core Equipamiento de acceso		flujos de ingresos Los ingresos están focalizados en todo lo que no sea servicios regulados Es posible cobrar por servicio activado y por veces de utilización de estos Es posible cobrar por flujo de datos utilizados en la red móvil y fija		

Análisis Porter de las cinco fuerzas



Bibliografía

- **Camarillo, Gonzalo 2006**, *"The 3G IP Multimedia Subsystem (IMS): Merging the Internet and the Cellular Worlds"*, Segunda Edición - Editorial John Wiley and Sons, Ltd – West Sussex – Inglaterra.
- **Chakraborty, Shyam 2007**, *"IMS Multimedia Telephony over Cellular Systems: VoIP Evolution in a Converged Telecommunication World"*, Primera Edición - Editorial John Wiley and Sons, Ltd – West Sussex – Inglaterra.
- **Oguejiofor, Edward 2007**, *"Developing SIP and IP Multimedia Subsystem (IMS) Applications"*, 2007, Primera Edición, IBM RedBooks, Estados Unidos.
- **Poikselkä, Miika 2009**, *"The IMS IP Multimedia: Concepts and Services"*, Tercera Edición - Editorial John Wiley and Sons, Ltd – West Sussex – Inglaterra.
- **Russell, Travis, 2008**, *"The IP Multimedia Subsystem (IMS): Session Control and Other Network Operations"*, Primera Edición - Editorial Mc Graw Hill - Estados Unidos.
- **Sauter, Martin, 2009**, *"Beyond 3G – Bringing Networks, Terminals and the Web Together"*, Primera Edición - Editorial John Wiley and Sons, Ltd – West Sussex – Inglaterra.
- **Biga, Daniel, 2010**, Proyecto de investigación **"Estudio de Estado del Arte en Transporte de Servicios de Voz y Video sobre IP y detección de Nichos de Desarrollo"**. Códigos de Identificación: ING0016/2007 y 55/C081. Institución en la que se realizó la investigación: UNLaM. Director: Ing. Lupi, Codirector: Daniel Biga. Participante: Horacio Del Giorgio
- **Roca, José Luis** Proyecto de investigación **"Determinación de las mejores prácticas para la implementación de la arquitectura de redes y servicios convergentes"** Codirector: Daniel Biga, Participantes: Horacio Del Giorgio, Fernando Dufour, Ariel Serra.
- **Schmidberg, Eduardo. 2009**. "Redes de telecomunicaciones totalmente opticas. Nuevas tecnologías". IEEE
- **Cammisa, Marcelo. Zalazar, Guillermo , 2015** "Análisis del status de los servicios de telecomunicaciones y proyección de la inversión para el período 2016-2025" Camara Argentina de la Construcción
- **Jean-Philippe Joseph, Paul Justl, Francis R. Magee, Jr., Amit Mukhopadhyay, Dong Sun. 2004** "Converged Wireline-Wireless Network Evolution: Opportunities and Challenges "Bell Labs Technical Journal 10(2), 57–80 (2005) © 2005 Lucent

Technologies Inc. Published by Wiley Periodicals, Inc. Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com). • DOI: 10.1002/bltj.20094

- **Ericsson White Paper. 2007.** “Introduction to IMS” 284 23-8123 Uen Rev A © Ericsson AB 2007 Public
- **Muñoz Jimenez, Laura. 2013** Proyecto final de Carrera “Evolución de las redes de transmisión de acceso móvil desde TDM a ALL-IP” Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicaciones. Universitat Politecnica de Valencia.
- **Vanesa Čačković.; Ivan Gagro, B.Sc.E.E.; Riko Luša.** “Network Architecture Evolution Strategy in Fixed Networks” Ericsson Nikola Tesla d.d., Zagreb, Croatia
- **Jean-Philippe Joseph 2010** “PSTN Services Migration to IMS Are SPs finally reaching the tipping point for large scale migrations?” 978-1-4244-6705-1110 ©2010 IEEE
- **Lescano, Esteban 2015** “Análisis de la Ley 27.078 “Argentina Digital”, reguladora de los Servicios de Telecomunicaciones” Editorial Albrematica S.A. Ciudad Autónoma de Buenos Aires – Argentina
- **Whitepaper 2014 LTE** © Iquall Networks Iquall S.A. www.iquall.net
- **Nicholas M. DeVito, Richard T. Emery, Kristin F. Kocan, William D. Roome, Byron J. Williams 2005** “Functionality and Structure of the Service Broker in Advanced Service Architectures” Bell Labs Technical Journal 10(1), 17–30 (2005) © 2005 Lucent Technologies Inc. Published by Wiley Periodicals, Inc. Published online in Wiley InterScience (www.interscience.wiley.com). • DOI: 10.1002/bltj.20076
- **Ericsson White Paper. 2005** “Softswitch in fixed networks” 284 23-3008 Uen Rev A © Ericsson AB 2005