Universidad Francisco José de Caldas

SERVICIO DE VOZ SOBRE DIRECCIONAMIENTO IP APLICADO A REDES MÓVILES LTE

Diego Matiz - Paola Cortes

Abstract - This article shows the main characteristics of the implementation of Ip for the transport of Voice in LTE. It is also shown. It is about the solution. It is a question posed for the development of the article, taking into account the main protocols, layers, servers and other conditions for its funtionability.

Resumen - Este artículo muestra las principales características de la implementación de Ip para el transporte de Voz en LTE Adicionalmente se presentan IMS como la solución a la pregunta problema planteada para el desarrollo del artículo, teniendo en cuenta los principales protocolos, capas, servidores y demás condiciones necesarias para su funcionamiento.

Palabras Claves - IMS, 3GPP, Protocolo, VoLTE

I. INTRODUCCIÓN

El servicio de voz sobre Ip ya se ha venido utilizando sobre las conexiones ADSL y FTTH tanto para el uso corporativo, como en el mercado residencial. El reto actual es poder tenerlo de forma directa en las redes móviles de 4ta generación (LTE); para ello una posible solución es la implementación del subsistema Ip multimedia (IMS)
Teniendo en cuenta las características de IMS se busca determinar si es posible el transporte de Voz sobre LTE. Para ello se documentará en qué consiste el estándar LTE, la tecnología VoIp, el subsistema multimedia de protocolo de Internet (IMS), los protocolos que utilizan y las formas en que se se establece una llamada de voz en LTE; así definir las ventajas y desventajas del uso de direccionamiento IP para el servicio de Voz.

II. PROBLEMA

El estándar para redes móviles LTE a logrado seducir al mercado con la promesa de altas velocidades de navegación, con la implementación de un core EPC construyendo una red all Ip que permite garantizar dichas velocidades en la transmisión de paquetes de datos. Sin embargo el tema de transmisión de voz sobre esta red está ligado al uso de la tecnología VoIp.

Por lo anterior se desea realizar un estado del arte para determinar si es posible la transmisión de Voz sobre direccionamiento IP en los servicios de Redes móviles LTE.

III. JUSTIFICACIÓN

La finalidad de este este artículo es plasmar las principales características del transporte de Voz sobre direccionamiento

IP lo cual es pertinente dentro de la situación actual de las redes móviles, las cuales se ven obligadas a realizar cambios es su core para poder atender la demanda mediante la red de datos de LTE.

Para ello debemos entender como es el servicio de llamadas usando CS en LTE vs el soporte a tráfico de voz que puede ser brindado combinando IMS y LTE obteniendo un servicio de alta calidad utilizando una red de paquetes de datos compartida.

IV. MARCO TEÓRICO

INTRODUCCIÓN A LTE

Es un estándar de comunicaciones móviles desarrollado por el 3GPP, la interfaz de radio o el nivel físico de LTE es algo completamente nuevo, el cual implementa una interfaz radioeléctrica basada en OFDMA (enlace descendente - DL) y SC-FDMA (ascendente UL). Adicional la modulación elegida por el estándar 3GPP hace que las diferentes tecnologías de antenas (MIMO) tengan una mayor facilidad de implementación, convirtiendo a LTE en una nueva generación respecto a UMTS (tercera generación o 3G) y a su vez GSM (segunda generación o 2G). Sin embargo, la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones) no considera que la tecnología LTE que se está desplegando por el mundo sea tecnología 4G.

LTE nace como solución a las necesidades de:

- Ofrecer una alta velocidad en la conexión de datos.
- Cubrir la demanda por parte de los operadores que pedían un estándar menos complejo y que les ayudará en la reducción de los costos.
- Asegurar la competitividad del 3G en el futuro frente, por ejemplo, a WiMAX.

Las características principales de la tecnología LTE son:

- Permite altas tasas de bits con baja latencia.
- Separa el plano de usuario y el plano de control utilizando interfaces abiertas.
- Cuenta con un ancho de banda adaptativo.
- Arquitectura simple de protocolo.
- Es compatible con otras tecnologías de 3GPP.
- Mejora y flexibilidad del uso del espectro (FDD y TDD) haciendo más eficiente la gestión del mismo, lo cual incluye servicios unicast y broadcast.
- Reducción en TCO (coste de análisis e implementación) y alta fidelidad para redes de Banda Ancha Móvil.

ARQUITECTURA LTE

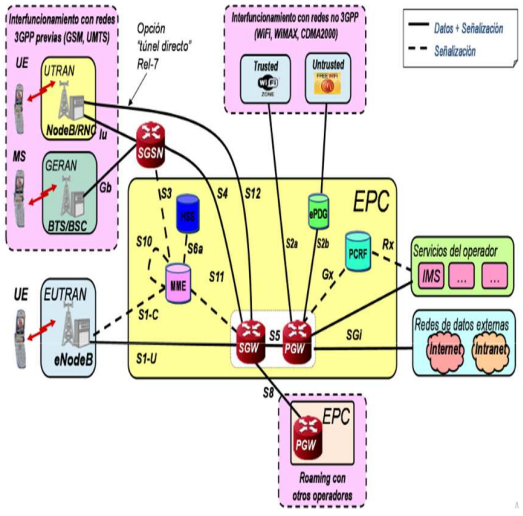


Figura 1. Arquitectura LTE

1. QUÉ ES VOZ SOBRE IP?

Es la tecnología que permite el muestreo y digitalización de la voz para poder modificarla en paquetes y ser transmitidos por medio de la red de datos. Para lograr esto se utilizan protocolos de señalización como SIP (protocolo de inicio de sesión) el cual sigue el modelo cliente /servidor.

La idea de aprovechar LTE para la transmisión de voz nace debido a su Core de Paquetes (EPC), el cual es una auténtica red "All-IP" y por lo tanto debe llevar a todos los tipos de tráfico: voz, video y datos. Sin embargo a la fecha actual se sigue transmitiendo voz sobre las redes tradicionales.

2. IMS

Una posible solución para la pregunta problema de si se podría realizar una transmisión de Voz sobre direccionamiento IP en los servicios de redes móviles es el uso del subsistema IP Multimedia (IMS) para el uso de arquitecturas de redes de siguiente generación, ya que soportan Voz sobre IP (VoIP) a través de redes LTE directamente.
Esta opción aprovecha Radio Voice Call Continuity (SRVCC) para abordar las brechas de cobertura en redes LTE.
Cuando una llamada de voz se establece en la red LTE pero luego el usuario sale del área de cobertura LTE, esta es entregada a la CS principal a través del core IMS. Esta opción brinda una estrategia de despliegue para los operadores que tienen un fuerte núcleo IMS, debido a que permite hacer la transición a VoIP desde el principio y adicionalmente se aprovechan los activos existentes para garantizar la continuidad de voz fuera de las áreas de cobertura LTE.

Podemos describir a IMS como una arquitectura global de control de servicio y conectividad IP, la cual está situada entre las capas de transporte y de aplicación y se basa en protocolos de Internet comunes para permitir diversos tipos de servicios multimedia para el usuario final.

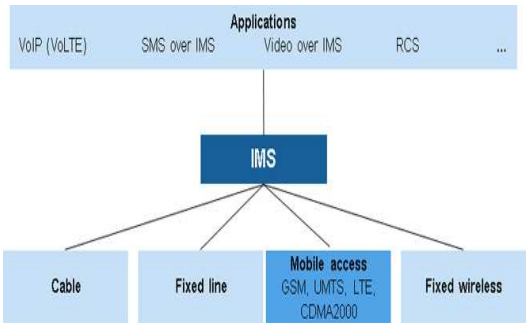


Figura 2. Estructura IMS

Además de proporcionar los mecanismos de control necesarios para la provisión de servicios de comunicación multimedia basados en implementación del protocolo IP a los usuarios de la red LTE, IMS se materializa mediante el despliegue de infraestructura constituida por servidores, bases de datos, pasarelas, etc; los cuales se comunican entre sí mediante diversos protocolos (fundamentalmente estándares del IETF) permitiendo la gestión de la provisión de servicios tales como voz y video sobre IP, presencia y mensajería instantánea, servicios de llamadas en grupo, etc.

El acceso de los usuarios o terminales a dicha infraestructura se realiza a través de los servicios de conectividad IP con los cuales cuenta LTE. La provisión de servicios en redes de comunicaciones móviles a través de IMS pretende sustituir a medio-largo plazo los servicios equivalentes ofrecidos actualmente en modo circuito, teniendo en cuenta que la nueva red de acceso E-UTRAN ya ha sido diseñada de forma que no proporciona acceso al dominio de circuitos.

El subsistema IMS tiene sus orígenes en el conjunto de especificaciones correspondientes a la Release 5 de UMTS. Posteriormente, la implementación del IMS se incluyó en otras tecnologías de red, tanto móviles (LTE, redes 3GPP2, Mobile WiMAX, etc.), como fijas (ADSL, cable, etc.).

Como se mencionaba anteriormente, otra característica importante de IMS es que contempla mecanismos que permiten la interoperabilidad de sus servicios con servicios equivalentes por las redes de conmutación de circuitos como la red telefónica convencional. De esta forma, se asegura que un usuario de la red LTE pueda establecer una llamada de voz a través del subsistema IMS con un usuario de la red telefónica conmutada. Cuando se genera una llamada de este tipo, la transmisión de voz del usuario LTE se soporta mediante una solución de voz sobre IP a través del servicio de conectividad proporcionado LTE, y es el subsistema IMS quien se encarga de realizar la conversión de códecs necesaria y del establecimiento del circuito telefónico.
La interconexión con redes de circuitos se realiza a través de las denominadas pasarelas de medios (Media Gateway, MGW) las cuales proporcionan la conectividad entre el plano de transporte de la red de paquetes (conexiones voz sobre IP) y los circuitos (e.g., canalizaciones de 64kbps). La pasarela de medios se controla desde un nodo de control (Media Gateway Controller Function, MGCF) a través del protocolo H.248 y es en el controlador de la pasarela de medios donde se realiza la conversión de la señalización SIP a la señalización utilizada en la red telefónica (e.g., ISDN Signalling User Part, ISUP).

IMS integra también funciones de recursos multimedia. Una aplicación para estas funciones es poner locuciones o tonos a usuarios de los servicios IMS, todo bajo control de los servidores SIP. También permiten realizar la agregación de tráfico en sesiones SIP con más de dos interlocutores así como conversiones de códecs. Estas funciones se soportan en las entidades de red denominadas como Media Resource Function Controllers (MRFCs) y Media Resource Function Processor (MRFPs). El MRFC actúa como un agente de usuario SIP y controla los recursos del MRFP vía una interfaz H.248. Finalmente, la lógica y datos de los servicios proporcionados por IMS se ubican en los servidores de aplicación. Básicamente, un servidor de aplicación (denominado como Application Server, AS, en el contexto del subsistema IMS) es el servidor que contiene la lógica y ejecuta los servicios SIP.

El sistema IMS identifica tres tipos diferentes de servidores de aplicación: SIP AS (SIP Application Server), OSA-SCS (Open Service Access-Service Capability Server) y IM-SSF (IP Multimedia Service Switching Function).
El servidor de aplicaciones *SIP (SIP AS)* representa un servidor SIP genérico encargado de la provisión de un determinado servicio final. Es importante destacar que la especificación de servicios finales basados en SIP queda fuera del ámbito de 3GPP.

Para garantizar la interoperabilidad de diferentes servicios entre plataformas IMS, la organización Open Mobile Alliance6 (OMA) se encarga de establecer el marco funcional apropiado que facilite el desarrollo de servicios IMS. lo que se busca es especificar habilitadores de servicio (“Service Enablers”) con la finalidad de fomentar la adopción global de servicios de datos en redes móviles y así

garantizar la interoperabilidad de servicios de datos en redes móviles entre dispositivos, ubicaciones, proveedores de servicio, operadores móviles y redes. A modo de ejemplo, OMA se encarga de especificar la arquitectura funcional de servicios tales como Mensajería Instantánea y Presencia, Push to Talk Over Cellular (PoC), y servicios Push sobre IMS. Mediante el servidor de aplicaciones OSA-SCS, el subsistema IMS brinda también la posibilidad de interaccionar con el entorno de provisión de servicios OSA/Parlay. Asi mismo, a través del servidor IM-SSF IMS permite que los servicios IMS puedan interaccionar con los mecanismos de red inteligente que soportan las redes 3GPP (servicios CAMEL, Customised Applications for Mobile network Enhanced Logic).

2.1 CAPAS MODELO DE PROVISIÓN DE SERVICIOS IMS

El modelo de provisión de servicios en base al subsistema IMS se estructura en tres capas: transporte, control y aplicación.

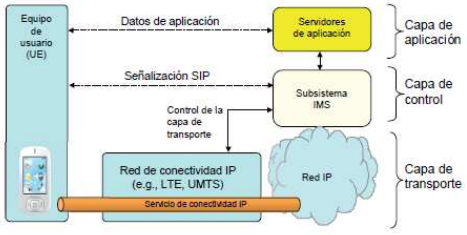


Figura 3. Modelo de Provisión de Servicios IMS

Transporte

La capa de transporte se ve representada por la infraestructura de red IP, dependiente de la tecnología de acceso, la cual proporciona el encaminamiento de los flujos IP entre terminales y demás elementos de la red. Por tanto, el servicio de conectividad IP que ofrece la red LTE constituye claramente una realización válida de la capa de transporte en este modelo de provisión de servicios.

Control

En la capa de control se ubican los elementos especializados en la gestión de sesiones tales como los servidores de señalización SIP, así como otros elementos específicos para la interacción con redes telefónicas convencionales (pasarelas VoIP, controladores, etc.).
Esta capa de control es materializada mediante el subsistema IMS. Como dato importante cabe mencionar que los servicios de conectividad IP (proporcionados por la capa de transporte), pueden ser controlados desde la capa de control.

Aplicación

En la capa de aplicación se encuentran los servidores de aplicación los cuales albergan la lógica y los datos asociados a los diferentes servicios proporcionados a través de IMS (e.g., servicio de mensajería instantánea y presencia, etc.).
En esta capa también se encuentran elementos ligados a otras plataformas de servicios como redes inteligentes y pasarelas Parlay/OSA. Las cuales posibilitan la provisión de servicios desde proveedores de aplicaciones externos, denominados como Application Service Providers, ASPs.

2.2 NÚCLEO IMS

El núcleo del subsistema IMS está conformado por entidades denominadas CSCF (Call Session Control Function).

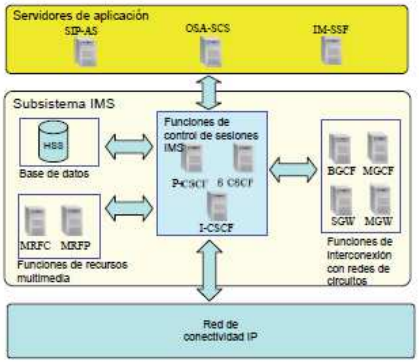


Figura 4. Núcleo IMS

Básicamente, este núcleo se conforma de servidores SIP que proporcionan las siguientes funciones:

El ***Serving CSCF (S-CSCF)*** actúa como el nodo central de la señalización en sesiones IMS. El S-CSCF actúa como servidor de registro SIP (SIP Registrer) de forma que, cualquier mensaje de señalización SIP dirigido al usuario mediante la dirección SIP correspondiente, siempre debe pasar por el S-CSCF donde el usuario se encuentra registrado. S-CSCF puede proporcionar por si solo algunos servicios al usuario (e.g.,servicio de redireccionamiento de llamadas, listas de marcado, etc.) o bien encaminar la señalización SIP hacia los servidores de aplicación correspondientes (e.g., servidores que implementan un servicio de mensajería instantánea).

El ***Proxy CSCF (P-CSCF)*** es un servidor SIP que actúa como la puerta de entrada al subsistema IMS desde la red de conectividad IP. La señalización SIP de los terminales LTE/UMTS transcurre a través de este servidor. Entre otras funciones, el P-CSCF es el elemento que interacciona con las funciones de PCC (Policy and Charging Control) de la red de conectividad. Por tanto es el servidor P-CSCF, quien permite que IMS pueda controlar la operatividad de la capa de transporte (i.e., servicios portadores EPS en el caso del sistema LTE).

El ***Interrogating CSCF (I-CSCF)*** es un servidor SIP que actúa como puerta de entrada de la señalización SIP proveniente de redes externas. En este sentido, la dirección IP del servidor I-CSCF es la que está incluida en los servidores de nombres de las redes externas (e.g., servidores DNS de Internet) de forma que la resolución de nombres de dominio (e.g., usuario@operadorLTE.com) conduce al envío de los mensajes SIP a la dirección IP del servidor I-CSCF quien, posteriormente, redirige los mensajes a los servidores S-CSCF correspondientes.

Los servidores CSCF tienen acceso a la base de datos HSS. En dicha base de datos, junto con la información necesaria para acceder a las redes 3GPP también se almacena información necesaria para soportar sesiones multimedia sobre IMS (e.g., servidor S-CSCF asignado a cada usuario).

Para el establecimiento de una sesión de voz sobre IP (VoIP) utilizando IMS, la señalización de nivel de aplicación en IMS se realiza mediante el protocolo SIP.
En el caso de un servicio VoIP, los mensajes SIP son intercambiados entre el terminal LTE y el equipo remoto con el que se esté estableciendo la sesión de voz. La señalización SIP fluye a través de los servidores de control CSCF del dominio IMS. En particular, el servidor P-CSCF es el que actuaría como la entidad AF definida en el sistema PCC, a partir de la señalización SIP cursada, el servidor P-CSCF conoce las características del servicio final que se está negociando y puede informar a la entidad PCRF de las características del mismo. La información sobre el servicio final puede ir acompañada de un registro para la recepción de notificaciones asociadas a eventos que

puedan acaecer en la sesión IP-CAN relacionada que soporta dicho servicio.

3. PROTOCOLOS PARA EL TRANSPORTE DE VOZ SOBRE IP EN LTE

La adopción de protocolos desarrollados en IETF para la provisión de servicios multimedia en sistemas de comunicaciones móviles permite reducir considerablemente el ciclo de desarrollo de terminales y equipos, dada la relativa madurez tecnológica con que ya cuentan muchos de estos protocolos en otros contextos (e.g., Internet, redes de área local, etc.). Además, su adopción facilita en gran medida la interconexión de diferentes redes de telecomunicación ya sean móviles o fijas, públicas o privadas, que también se basan en dichos protocolos. Este enfoque ha ido cobrando fuerza en organizaciones como 3GPP, a diferencia del planteamiento adoptado en el desarrollo normativo de los primeros sistemas como GSM en ETSI, donde los protocolos utilizados se diseñaron específicamente para GSM. En particular, 3GPP escogió el protocolo SIP (Session Initiation Protocol) definido en la recomendación RFC3261 de IETF como protocolo de base para soportar la señalización asociada al subsistema IMS.

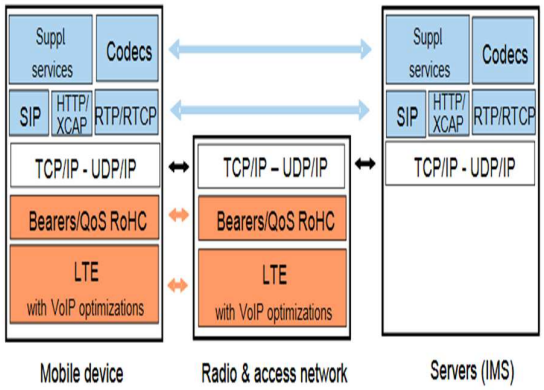


Figura 4. Representación de las pilas de protocolo de red y UE en el perfil IMS para voz

Protocolo de datagramas de usuario (UDP)

UDP es un protocolo simple, no orientado a la conexión, funciona en la capa de transporte del modelo de redes TCP/IP, cuenta con la ventaja de proveer la entrega de datos sin utilizar muchos recursos. Las porciones de comunicación en UDP se llaman datagramas. Este protocolo de la capa de transporte envía estos datagramas como "mejor intento", con lo cual garantiza que los paquetes llegarán a su destino lo más pronto posible. Entre las aplicaciones que utilizan UDP se incluyen: Vídeo y Voz sobre IP (VoIP).

Protocolo RTP

RTP (por sus siglas en inglés, *Real-time transport Protocol*) este protocolo de transporte en tiempo real es el estándar por defecto para los servicios de voz basados en VoIP. El objetivo de RTP es brindar un medio uniforme de transmisión sobre IP. este se encapsula sobre UDP y Incluye números de secuencia para detectar pérdidas dentro de un flujo.

Protocolo RTCP

Es un protocolo de control para el flujo RTP, que permite transmitir información básica sobre los participantes de la sesión y la calidad de servicio.

El protocolo subyacente, en este caso el UDP, se encarga de multiplexar los paquetes de datos RTP y los paquetes de control RTCP. El paquete RTCP sólo contiene la información necesaria para el control de transporte y no transporta ningún contenido.

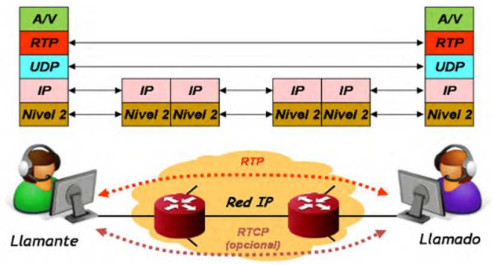


Figura 5. Esquema de comunicación de llamada audio/video utilizando VoIP.

Protocolo IP

Es el protocolo principal de la capa de red del modelo TCP/IP. Las cabeceras IP contienen las direcciones de las máquinas de origen y destino (direcciones IP), direcciones que serán usadas por los enrutadores (routers) para decidir el tramo de red por el que volverán a enviar los paquetes.

Mobile IP (IETF RFC 3344)

Es un protocolo estándar creado por la Internet Engineering Task Force (IETF) y diseñado para permitir a los usuarios de dispositivos móviles moverse de una red a otra manteniendo permanentemente su dirección IP. El protocolo Mobile IP se describe en la IETF RFC 3344.

Un nodo móvil puede tener dos direcciones, una permanente (home) y una dirección dinámica (care-of address), es decir, respectiva al nodo móvil cuando visita la red. Hay dos tipos de entidades en Mobile IP:

Un agente inicial (Home Agent, HA) que almacena la información sobre el nodo móvil cuya dirección permanente es la de la red del agente.

Un agente externo (Foreign Agent, FA) almacena información sobre cada nodo móvil visitado en su red. Los agentes externos también cuidan la dirección que está siendo usada por el móvil IP.

El protocolo Mobile IP define lo siguiente:

- Un procedimiento de registro de autenticación por el cual el nodo informa a su agente (home) de su Care of Address.
- Una extensión ICMP Router Discovery, el cual permite que los nodos móviles descubran agentes caseros anticipados y agentes extranjeros,
- Las reglas para enrutar paquetes hacia y desde nodos móviles, incluyendo la especificación de un mecanismo obligatorio de hacer túnel y de varios mecanismos opcionales para también, hacer túnel.

Megaco (Protocolo H.248)

(Media Gateway Control Protocol), definido por el IETF, presenta muchas similitudes con el protocolo MGCP (Media Gateway Control Protocol). Se trata de un protocolo de control entre las entidades MGC (Media Gateway Controller) y MGW. (Media Gateway) MEGACO se denomina H.248 en el ITU-T y está por tanto definido conjuntamente entre el IETF y el ITU-T. La especificación MEGACO está escrita utilizando ABNF (Abstract Backus-Naur Form) mientras que H.248 está descrito basándose en ASN 1 (Abstract Syntax Notation 1). El protocolo MEGACO permite a estas dos entidades (MGC y MGW)

intercambiar transacciones. Cada transacción se expresa por el envío de una transactionRequest por una de las entidades y el envío de una transactionReply por la otra entidad. Una transactionRequest está formada por un conjunto de instrucciones, y una transactionReply contiene el conjunto de respuestas correspondientes.

Protocolo de señalización SIP

El establecimiento y liberación de sesiones a través del IMS se basa en el protocolo de señalización SIP complementado con una serie de extensiones definidas por el 3GPP. Un terminal conectado a través de, por ejemplo, LTE, utiliza SIP para su interacción con IMS. SIP es un protocolo que se concibió en un principio para controlar el establecimiento y liberación de sesiones multimedia (telefonía, videoconferencia, etc.) sobre redes IP entre dos o más participantes. Gracias a su flexibilidad, actualmente el ámbito de aplicación de SIP abarca una gama de aplicaciones mucho más extensa: mensajería instantánea y presencia, juegos distribuidos, control remoto de dispositivos, etc. Se trata pues de un protocolo en auge, ampliamente respaldado por organismos de normalización y por la industria, y en continua evolución. Además de SIP, en el IMS se emplean otros protocolos de señalización, tales como Diameter, y MEGACO/H.248, para escenarios de comunicación en los que intervienen pasarelas de medios (por ejemplo, pasarelas VoIP para interconectar redes IP con redes telefónicas convencionales).

Diameter

Es un protocolo de red para la autentificación de los usuarios que se conectan remotamente a Internet a través de la conexión por línea conmutada o RTC, también provee de servicios de autorización y auditoría para aplicaciones tales como acceso de red o movilidad IP. El concepto básico del protocolo DIAMETER, cuyo desarrollo se ha basado en el protocolo RADIUS, es de proporcionar un protocolo base que pueda ser extendido para proporcionar servicios de autenticidad autorización y auditoría, (denominados por los expertos por sus siglas AAA) a nuevas tecnologías de acceso. DIAMETER está diseñado para trabajar tanto de una manera local como en un estado de alerta, sondeo y captura, que en inglés se le denomina roaming de AAA, que le permite ofrecer servicios sumamente móviles, dinámicos, flexibles y versátiles.

El protocolo de señalización Diameter se ha convertido en un protocolo indispensable en las redes LTE (Long Term Evolution) e IMS (IP Multimedia Subsystem), soportando funciones críticas, tales como la autenticación, autorización, contabilidad, gestión de movilidad, control de políticas de usuario y facturación. Así, Diameter, junto a SIP (Session Initiation Protocol), son los sustitutos del protocolo SS7 (Signaling System numer 7) de las redes 2G y 3G: SIP se encarga de establecer sesiones de comunicación y Diameter del intercambio de datos del perfil del abonado.

4. SERVIDOR VOIP

VoIP (Voz sobre Protocolo de Internet, o Voice over Internet Protocol en inglés) es un estándar de telefonía que permite la transmisión de voz sobre una red basada en IP. El uso de una red de VoIP permite que las personas y negocios usen su red IP existente para gestionar sus necesidades de telefonía. Para que esto

sea posible debe existir un servidor de VoIP o puerta de enlace para gestionar el tráfico de VoIP y para distribuir las llamadas de la misma forma en la que lo haría un sistema de teléfono análogo. Existen numerosos tipos diferentes de servidores de VoIP pero tienen la misma funcionalidad básica: proporcionar servicios de VoIP a las personas.

El servidor de VoIP proporciona servicios de telefonía tanto a los suscriptores SIP como a los suscriptores VoIP. Algunos de los servicios son:

La capacidad de hacer uso de claves para la instalación de los servicios soportados por el Servidor de VoIP (CFU, CFNR y restricciones)

Los servicios proporcionados junto con el Servidor de VoIP y la terminal: Llamada en espera, Identificación de llamada, Transferencia de llamada. 100% de los servicios de terminal: Llamada en espera, No molestar y discado directo.

Empresas como Claro, Movistar utilizan este protocolo para sus plataformas que ofrecen datos.

5. ESTABLECIMIENTO DE UNA LLAMADA EN LTE

Para realizar una llamada sobre la red LTE se puede realizar de varias formas. Una de ellas es mediante el paso a circuitos CS Fallback, en este proceso se realiza una conmutación temporal a UMTS o GSM como vemos en la figura

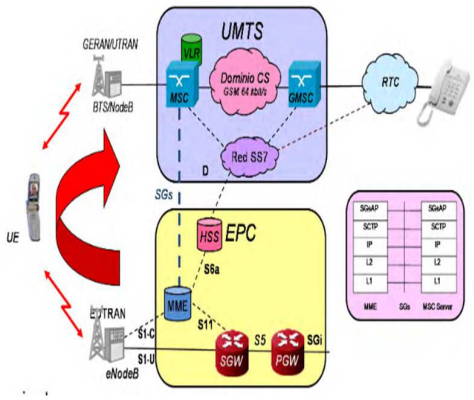


Figura 6. esquema de traslado de llamada con CS Fallback

Las desventajas de este método es que se presenta un retardo en el establecimiento de la llamada, y la sesion de datos es interrumpida.

En el caso de usar VoLTE para el establecimiento de una llamada el suscriptor indica en su teléfono que desea realizar una llamada de, la red LTE, identifica una puerta de enlace (gateway) PDN (P-GW) que ofrezca una conexión a la red IMS así establecer un portador predeterminado para SIP desde el suscriptor hasta la P-GW seleccionada; El portador EPS predeterminado es establecido con un valor de Identificador de clase de QoS (QCI) de 5 (el valor de QCI necesario para la señalización SIP).

La terminal móvil envía un mensaje SIP "invite" hacia la red IMS, un protocolo de descripción de sesión (SDP) que lleva el requisito sobre QoS está contenido en el mensaje SIP y el IMS extrae el ajuste de QoS requerida del mensaje SIP. Si se aplica una política de tarificación, entonces la red IMS envía una solicitud inicial de control de crédito (CCR) de Diameter al OCS, sobre la interfaz Ro y se reserva un monto inicial de crédito anticipando la necesidad de medir con precisión los datos de flujo durante la llamada. El requisito de QoS es enviado desde la red IMS a la

PCRF a través de la interfaz Rx (utilizando el protocolo Diameter).

La PCRF crea reglas sobre tarificación y calidad de servicio, y las transmite a través de la interfaz Gx a la Función de Cumplimiento de Políticas y Tarificación (PCEF) que reside con la P-GW en la red LTE. Ahora este elemento envía una solicitud para establecer un "portador dedicado" independiente (con un valor QCI de 1) al teléfono inteligente. Después de que el teléfono inteligente confirma que LTE puede dar soporte al nuevo portador dedicado, envía un mensaje SIP "UPDATE" (actualizar) a la red IMS. La red IMS completa el proceso de configuración y establece la llamada. y los paquetes bidireccionales de llamada VoIP fluyen dentro de la red LTE (a la P-GW) y al teléfono inteligente.

Cuando termina la llamada, el teléfono inteligente envía un mensaje SIP "BYE" (adiós) a la red IMS. La red IMS envía una petición de terminación de CCR en Diameter al OCS, que termina la medición de tarificación y activa las acciones a fin de recolectar los registros de facturación del SIV. La red IMS notifica a la PCRF acerca de la terminación de la llamada. La PCRF indica a la PCEF que cierre la facturación, así mismo se instruye a la P-GW a descartar el portador dedicado establecido para la llamada de VoIP. A continuación se detalla un esquema de cómo sería el proceso.

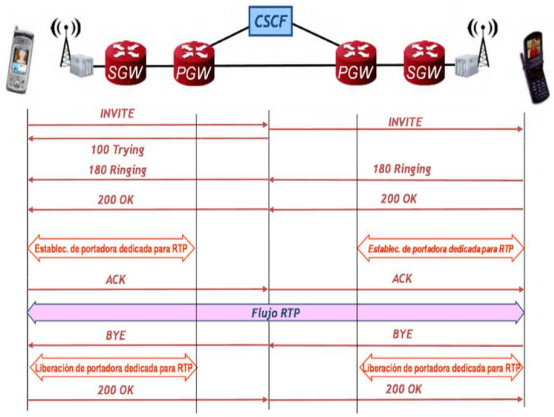


Figura 7 sesión de llamada entre usuarios ims

7. VENTAJAS DEL USO DEL DIRECCIONAMIENTO IP PARA SERVICIO DE VOZ sobre LTE

- **Voz en alta definición.**
  Actualmente el método utilizado para la compresión en las llamadas tradicionales emplea un códec de 8 kbps; en cuanto a VoLTE adicional a manejar un método de compresión más moderno, su códec aac-eld puede llegar a tener 13 kbps. Respecto a el rango de frecuencias en LTE también se tiene un aumento, donde pasamos de tener 300-3400 Hz a 50-7000 Hz.
  Lo anterior nos lleva a concluir que la calidad de las llamadas presentan una gran mejora con la implementación de VoLTE; lo que se traduce para el usuario en una llamada mucho más clara, con menos ruido de fondo y donde se resalta la voz humana; lo cual implica una gran diferencia en comparación a una llamada móvil tradicional.

- **Conversaciones enriquecidas.**
  Junto a la llamada, los operadores de telefonía móvil podrán ofrecer un conjunto de servicios conocidos como

RCS (Rich Communications Services).
Estos servicios pueden incluir funciones adicionales como videollamadas, transferencia de datos, adjuntar localización o imágenes a la conexión de la llamada e incluso traducción simultánea durante la misma.

- **Conexiones más rápidas.**
  Ahora mismo el tiempo de establecimiento de una llamada con 2G toma unos unos siete segundos, tiempo que puede verse reducido a la mitad con la implementación de VoLTE.

- **Menos consumo de batería.**
  Al no ser tan exigente con sus requisitos de red y al tener un consumo de energía más moderado en comparación con los servicios de volte tradicionales. VoLTE es un gran aliado para disminuir el consumo de energía durante una llamada, mucho menos energía que una llamada de voz por Skype.
  Otro punto de gran importancia para los usuarios, lo cuales actualmente buscan un buen rendimiento de la batería de su teléfono celular.

- **Integración con Wi-Fi.**
  VoLTE puede ser utilizado no solo sobre la red 4G si no que también a través de cualquier conexión Wi-Fi, con el consiguiente ahorro en nuestra tarifa de datos.

- **Uso de internet 4G durante llamadas de voz.**
  Con VoLTE puedes usar internet en 4G mientras estás en una llamada de voz y la velocidad en DL y UL no se verán afectadas.
- **Videollamadas en alta definición.**
  Sin necesidad de una “App” podremos establecer videollamadas en alta definición.

8. DESVENTAJAS DEL USO DEL DIRECCIONAMIENTO IP PARA SERVICIO DE VOZ SOBRE LTE

- **Pérdida de la llamada.**
  Como ya se ha mencionado, VoLTE es una tecnología nueva y la red 4G todavía no tiene una extensión suficiente para garantizar una llamada sin desconexiones ya que utiliza antenas totalmente diferentes al resto de tecnologías.
  Por lo anterior la continuidad a las llamadas en todo momento presenta problemas en cuanto a los handover que se producen entre tecnologías. Para contrarrestar esto, se plantea el uso de un tecnología complementaria al VoLTE como VoWiFi. Adicionalmente la 3GPP presenta el SRVCC (Single Radio Voice Call Continuity), que permite el traspaso de llamadas entre las diferentes tecnologías todo con el fin de minimizar las interrupciones durante las llamadas de los usuarios.

- **Limitado a ciertos dispositivos.** No todos los dispositivos móviles pueden aprovechar las ventajas de VoLTE, esto debido a que las únicas terminales que soportan las llamadas cobre esta tecnología serán los que cuenten con tecnología 4G.

- **Sin comunicación entre operadoras.**
  En principio sólo se puede llamar a través de VoLTE entre clientes del mismo operador, es decir llamadas por

ejemplo entre un cliente de Claro y otro de Movistar no se podrán realizar a través de VoLTE.

- **Cambio de precios.**
  Con el cambio de la tecnología las llamadas VoLTE circulan a través de la red de datos. Por lo tanto el cobro de estas llamadas las encontraremos en la parte sobre uso de datos de la facturación pero tendrán el mismo costo que una llamada tradicional.

V. CONCLUSIONES

1. Gracias a la implementación de IMS sobre el core de la red LTE si es posible realizar llamadas de voz utilizando conmutación de paquetes (**VoLTE**).

2. Con la integración total de IMS la conmutación de circuitos desaparece, pero no lo hacen los servicios que dicha arquitectura ofrecía y que siguen siendo los más importantes en cuanto a ingresos de los operadores; por lo que este subsistema contempla también mecanismos que permiten la interoperabilidad de los servicios IMS con servicios equivalentes ofrecidos a través de redes de conmutación de circuitos como la red telefónica convencional.

3. El Servidor de VoIP también permite la entrega de mensajes sobre SIP.

4. IMS es una tecnología indispensable para la integración de servicios de voz en una red LTE.

5. Si no se garantiza la cobertura el servicio de VoLTE en LTE no se podrán apagar las redes de 2 y 3 Generacion.

6. VoLTE se es un factor bastante relevante en esta nueva generación; ya que sin la implementación de este, un operador puramente LTE no podría ofrecer servicios de voz a sus usuarios.

7. En los operadores nacionales que brindan el servicio de Voz 4G (VoLTE), incluyen este sin costo adicional en los plan. Cuando los usuarios lo usen solo se descontarán minutos de voz como pasa con una llamada normal.

8. Para el usuario que realice una llamada en VoLTE el proceso para llamar es el mismo, no se necesita una marcación especial; sin embargo, podrá ver algunos cambios en la pantalla de su dispositivo como símbolos de Vo LTE, HD o 4G.

9. Cuando los usuarios a una línea que también cuente con Voz 4G, las voces se escucharán más claras y el indicador de Red 4G no cambiará; lo que significa que se podrá mantener una conexión de internet 4G en todas las aplicaciones (streaming, videollamadas, realidad virtual, aplicaciones de navegación para tu vehículo, entre otras.), sin afectar la calidad de la misma.

10. En caso de que un usuario realice una llamada a una persona que no tenga un equipo compatible, que no haya activado la funcionalidad, que no se encuentre dentro de la cobertura 4G o que pertenezca a otra compañía celular, esta se conecta a través de la red 2G o 3G (dependiendo de la cobertura), y continuará en la misma red hasta que finalice la llamada.

VI. REFERENCIAS

[1] GSM Association (03 March 2013). *IMS Profile for Voice and SMS Version 7.0.* De: https://www.gsma.com/newsroom/wp-content/uploads/2013/04/IR.92-v7.0.pdf

[2] Cardona Caicedo, Jose Ignacio (28 may. 2017). *Tecnología 4G Long Term Evolution (LTE).* De: https://www.youtube.com/watch?v=lMdNBoi0VKY

[3] No indica. *LA VoIP.* De: http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11379/fichero/memoria%252F3.pdf

[4] Rohde Schwarz. *Fundamentos de la tecnología "Voz sobre LTE".* De: https://www.rohde-schwarz.com/lat/soluciones/comunicaciones-inalambricas/pruebas-de-audio-y-volte/fundamentos-de-la-tecnologia-volte/fundamentos-de-la-tecnologia-voz-sobre-lte_230004.html

[5] Stanyer, Ed. *¿Qué son los servidores de VoIP?.* De: https://techlandia.com/son-servidores-voip-info_338604/

[6] Wasi Ahmad DDG (LTE -II) Laxmi Dir (LTE) LTE Division, TEC (2016-17). *Study Paper on Voice over LTE: New Voice Dynamics*. De: http://tec.gov.in/pdf/Studypaper/Study%20Paper%20on%20VoLTE%20-%20Final%20(1).pdf

[7] No indica. (15 jul 2019). *LTE (telecomunicaciones).* De: https://es.wikipedia.org/wiki/LTE_(telecomunicaciones)#Arquitectura

[8] No indica. (7 jul 2019). *Telefonía móvil 4G.* De: https://es.wikipedia.org/wiki/Telefon%C3%ADa_m%C3%B3vil_4G

[9] Lozano, Mauricio (23 mayo 2018). *Diferencias entre 3G y 4G LTE.* De: https://www.whistleout.com.mx/CellPhones/Guides/difrencias-entre-3g-y-4g-lte

[10] 3CX. *Definición de VoIP.* De: https://www.3cx.es/voip-sip/voip-definicion/

[11] No Indica. *¿Que es VoIP? ¿Que es la Telefonía IP?.* De: http://www.telefoniavozip.com/voip/que-es-la-telefonia-ip.htm

[12] Millar Tejedor, Ramón Jesús. (2016). *IP Multimedia Subsystem, Convergencia total en IMS***.** De: https://www.ramonmillan.com/tutoriales/ims.php

[13] No Indica. *INTRODUCCIÓN TEÓRICA AL IP MULTIMEDIA SUBSYSTEM, IMS.* De: http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11794/fichero/04+-+Cap%C3%ADtulo+2.pdf+

[14] Cipagauta Pedraza, Edgar Alfonso. Ferro Escoba, Roberto. (09/08/2012). De: https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/REDES/article/view/6386/7911 [15]http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11794/fichero/04+-+Cap%C3%ADtulo+2.pdf+

[16] No se necesita una marcación especial.No se necesita una marcación especial. https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/696/digital_17333.pdf?sequence=1

[18] Hernández S., Miguel Ángel. (19 de Marzo 2015). *Voz sobre LTE, el siguiente 'campo de batalla' en Colombia.* De: https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15428972

[19] Alvarez-Campana, Manuel. *Curso LTE 4. Interfuncionamiento y Servicios.* De: http://catedraisdefe.etsit.upm.es/wp-content/uploads/2015/04/Manuel-Alvarez-Campana-T4.pdf

[20] No indica. *CAPÍTULO 2: LTE O LA CUARTA GENERACIÓN (4G) DE COMUNICACIONES MÓVILES.* De*:* http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11983/fichero/Cap%C3%ADtulo+2+-+LTE.pdf

[21]
Protocolo RTCP
https://www.ecured.cu/RTP/RTCP

[22] Movistar Perú**.** *Conoce Movistar VoLTE: La nueva tecnología para llamadas.* De: https://www.movistar.com.pe/movil/volte

[23] Movistar Colombia. *Para todo lo que nos separa, una tecnología que nos acerca: Voz 4G Movistar.* De: https://descubre.movistar.co/Voz_HD1/

[24] SANCHEZ LEDESMA ROSA ISABEL Análisis de la tecnología IMS para la unificación del core de voz mediante mediciones usando el programa Nemo Handy. De: http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/7313/1/T-UCSG-POS-MTEL-62.pdf

[25] Claro Colombia.*Revoluciona tus llamadas con Voz 4G.* De: https://www.claro.com.co/personas/servicios/servicios-moviles/volte/

[26] Tigo Colombia. *¡Llega el 4.5G a Tigo! | Móvil.* De: https://ayuda.tigo.com.co/hc/es/articles/360001093748--Llega-el-4-5G-a-Tigo-M%C3%B3vil

[27] Curso LTE Interfuncionamiento y Servicios De:

http://catedraisdefe.etsit.upm.es/wp-content/uploads/2015/04/Manuel-Alvarez-Campana-T4.pdf