

Evolución de la 3G a la 4G en las redes inalámbricas

KIBHAT DALEINE SUSPENS¹

¹Estudiante en Maestría de Telemática, kibhat@electronica.cujae.edu.cu, daleine2000@yahoo.fr

RESUMEN

Con la evolución vertiginosa de las tecnologías, surge una nueva generación denominada cuarta generación (4G), que tiene el objetivo de perfeccionar la eficacia y extender la capacidad del número de móviles en la misma célula y ofrecer velocidades de transmisión más elevadas que las generaciones anteriores y garantizar la movilidad a grandes velocidades, así como facilitar la interconexión y la interoperabilidad entre tecnologías. Este artículo se concentra en la evolución de la 3G a la 4G en las redes inalámbricas.

Palabras clave: Red Inalámbrica, UMTS, WiMAX.

Quick evolution of the wireless net with 4G o'clock in the world

ABSTRACT

With the vertiginous evolution of the technologies of the wireless network, they are getting ready the arrival of a new generation denominated fourth generation (4G). The same one has the objective to perfect the effectiveness and to extend the capacity of the motive number in the same cell, he spreads to offer speeds of higher transmission that the previous generations and it guarantees the mobility to big speed, also to facilitate the interconnection and the interoperability among technologies. This article concentrates on the evolution from 3G to 4G in the wireless network.

Key words: Wireless, UMTS, WiMAX.

Introducción

El mercado de dispositivos móviles (teléfonos, iPhones, portátiles, iPads, tabletas etc.) [1] está creciendo rápidamente. Con las redes inalámbricas, los usuarios pueden acceder a la información sin tener que buscar una conexión con dificultad. La red inalámbrica 802.11 ha crecido mucho en los últimos años. Los sistemas de comunicación inalámbricos están cada vez más presentes en nuestra vida cotidiana y tienden a reemplazar el uso excesivo de cables, aunque las conexiones de alta velocidad como ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) que se están multiplicando en el mundo, no permiten las proporcionadas por una red inalámbrica, para mejorar la calidad de servicio que ofrecen la red.

En la actualidad se implementa aún la 3G de la red inalámbrica, pero esta no ha tenido mucho éxito como las anteriores como por ejemplo, la tecnología GSM, pero ya los diseñadores están trabajando en la llegada de la 4G de la red inalámbrica. A continuación, se presenta la evolución de la 3G a la 4G de las redes inalámbricas [2].

TERCERA GENERACIÓN DE REDES INALÁMBRICAS, 3G: UMTS [3], [4], [5],

Cuando se habla de la tercera generación de la telefonía móvil, se refiere principalmente a la UMTS (Universal Mobile Telecommunication System). La UMTS es un sistema de comunicación móvil que utiliza protocolo de transferencia de datos en modo de paquetes, lo que le permite brindar servicios multimedia. Es una mejora de los estándares GSM y GPRS.

A continuación se muestran 4 mejoras sustanciales de la UMTS en relación con GSM:

- La convergencia entre la informática, telecomunicación y audiovisual (extensión a los datos y la mezcla de voz/datos).
- El uso de nuevos recursos en la frecuencia con la velocidad de transmisión es mayor
- La migración de aplicaciones y servicios más desarrollados.
- Las evoluciones tecnológicas (la red, sistemas, etc.)

La tecnología de la 3G tiene los siguientes objetivos:

- Unir las capacidades multimedia de alta velocidad de transmisión para los datos.
- Proponer los servicios vocales, pero también la transmisión de datos.

ARQUITECTURA Y FUNCIONAMIENTO DE UMTS [5]

« UMTS es una actualización de GSM y GPRS. Se define la UTRAN (UMTS Radio Terrestre Acceso a la Red) y la UE (User Equipment). La UE se comunica con la UTRAN a través de la tecnología de radio WCDMA. UMTS se compone de entidades lógicas entre las funciones de prestación específica, dichas entidades se agrupan en la UTRAN, que es responsable de las funciones de radio.

« La UE se compone de los ME (Equipo Móvil) que es la terminal utilizada para la comunicación de radio en la interfaz WCDMA aire, y USIM (Módulo de Identidad del Suscriptor UMTS). La tarjeta inteligente que preserva la identidad del suscriptor, realiza los algoritmos de autenticación, y almacena la información requerida por el terminal.

« La UTRAN presentó el Nodo B y el RNC (Controlador de Radio Network), que se compone de uno o más RNS (Radio Network Systems), y cada RNS es controlado por un RNC. Este RNC está conectado a uno o más Nodos B, y cada uno cubre una celda. El Nodo B convierte las señales de la interfaz de radio

en el flujo de datos y los transmite a la Convención Nacional Republicana. En la dirección opuesta, el Nodo B prepara los datos recibidos de RNC para el transporte en la interfaz de radio.

« El RNC es el nodo central de la UTRAN, que controla uno o más Nodos B, y es responsable de controlar los recursos de radio en su campo. CN (Core Network), ya se ha definido para redes GSM y GPRS, y está compuesto por el PS (Red de Conmutación de Paquetes), el CS (Circuito de Conmutación de Red) y el HLR (Home Location Register).

« La red está compuesta por el MSC CS / VLR (Mobile Switching Service / Visitor Location Register), que actúa como un interruptor y una base de datos de almacenamiento. El MSC es responsable de la señalización. El VLR es controlado por el MSC y se utiliza en el caso de los usuarios móviles.

« El CS está integrado por el GMSC (Gateway MSC), que es similar a la GGSN y sirve como puerta de entrada a las redes externas basadas en conmutación de circuitos PSTN.

« El CS también incluye el HLR (Home Location Register) que es una base de datos que se encuentra en el sistema administrado por el operador principal del usuario (sistema de inicio del usuario), el HLR mantiene toda la información del usuario. También consta de las AUC (Authentic Center) que almacena los datos (clave) que permiten a los suscriptores autenticarse. Finalmente, el CS está integrado por el EIR (Equipment Identity+ Register) base de datos con las características de la arquitectura de móviles UMTS.

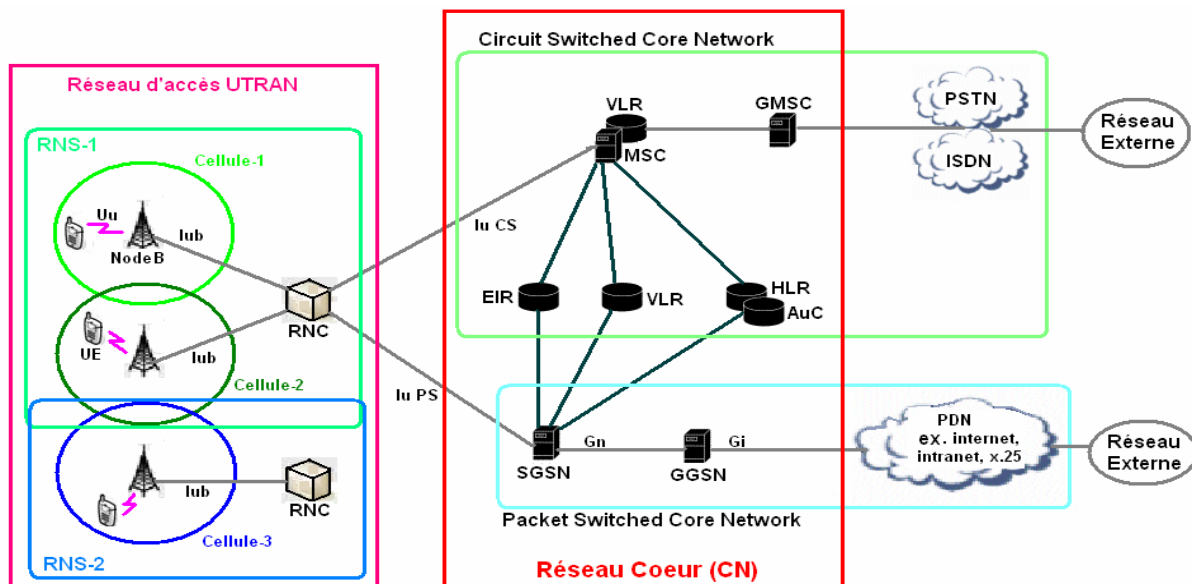


Figura 1. Arquitectura de la UMTS

CUARTA GENERACIÓN DE REDES INALÁMBRICAS, 4G [6], [7], [8]

El usuario de la cuarta generación de móvil (4G) tiene varias tecnologías de acceso inalámbricas a su disposición. Este usuario necesita conectarse mejor a cualquier lugar o red de acceso. Para él, las diferentes tecnologías inalámbricas, deben relacionarse entre sí, para emplearse, según el perfil del

usuario, para cada tipo de aplicación y servicio que él demande. En este contexto, en los equipos terminales debe buscarse la mejor conexión en la red de acceso según las necesidades del usuario.

La 4G es la mejor opción en cuanto a eficiencia espectral, ya que aumenta la capacidad de gestión de la cantidad de teléfonos móviles en la misma celda. También intenta ofrecer altas velocidades de datos en movimiento y una movilidad completa para el usuario en el establecimiento de la interoperabilidad entre diferentes tecnologías.

Su objetivo es hacer la transición entre redes transparentes para el usuario, a fin de evitar la interrupción de los servicios durante la entrega y cambiar el uso de todo-IP. Entonces, se concluye que la Red de cuarta generación, aún en fase de investigación, es una norma de futuro que tiene como objetivo general mejorar la calidad de servicio en términos de velocidad, movilidad, etc., en el caso de intercambio de tráfico en tiempo real sensible al retardo de los abonados. Sin embargo, hay algunos de los objetivos de cuarta generación que son muy difíciles de alcanzar, tales como proporcionar velocidades de datos muy altas para los usuarios que se mueven a gran velocidad, o la garantía al usuario de forma transparente y sin interrupción. La cuarta generación, soluciona los problemas de la QoS (calidad de servicio) y la movilidad.

LA NORMA WiMAX [9]

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) es una norma de 4G, la solución para redes MAN inalámbricas está usando el acceso WiMAX, que teóricamente puede alcanzar un rendimiento de hasta 70 Mb / s con una distancia de 50 km. WiMAX utiliza la tecnología de microondas con mayor frecuencia.

Comparado con el modelo OSI, como IEEE 802.16 que enfoca todas las normas de IEEE en la capa 1 y 2, WiMAX permite la transferencia de ATM y tipo IP. Para esto, emplea una capa de convergencia que permite la conversión de la información con fin de la explotación de la capa MAC.

WiMAX cubre grandes áreas geográficas sin tener que instalar una costosa infraestructura para enviar la conexión con el usuario.

El primer elemento de la arquitectura es la estación base WMAN (BS), que abarca un área geográfica determinada, donde los usuarios están estacionarios o en movimiento relativamente lento, que se comunican con el BS en el principio de punto a multipunto.

Esta red puede proporcionar altas velocidades de flujo y la capacidad de escalar por el canal flexible.

Ofrece una amplia cobertura, a los servicios con los requisitos de calidad, y una seguridad importante.

El estándar 802.16 incluye el uso de bandas de frecuencias de 10 a 66 Gigahertz.

ARQUITECTURA Y FUNCIONAMIENTO DE WiMAX

La arquitectura de WiMAX móvil (figura 2) se compone de terminales móviles (MS) que se comunican a través de un enlace de radio con una estación base (BS), que actúa como un nexo, con una infraestructura terrestre basada en IP.

El BSS está conectado a un elemento de red llamado ASN-GW utilizado como pasarela (Gateway) para administrar la conexión de BSS con la red IP.

El IEEE 802.16e se compone también de PAN (Proveedor de Acceso a la Red), que es la entidad responsable de proporcionar la infraestructura necesaria para el acceso inalámbrico a uno o más proveedores de servicios y controla uno o más ASN (Red de Acceso al Servicio), que está formado por uno o más BS, y uno o más ASN-GW.

El componente final de la IEEE 802.16e es el NSP (Proveedor de Servicio de Red). Esta entidad proporciona el acceso a la red IP y suministra a los suscriptores el acceso a los servicios de red. El NSP controla uno o más CSN (servicio de conectividad de red) que es el corazón de la red WiMAX. Las funciones de los diferentes elementos que forman la arquitectura de red WiMAX móvil se describen a continuación, [10]:

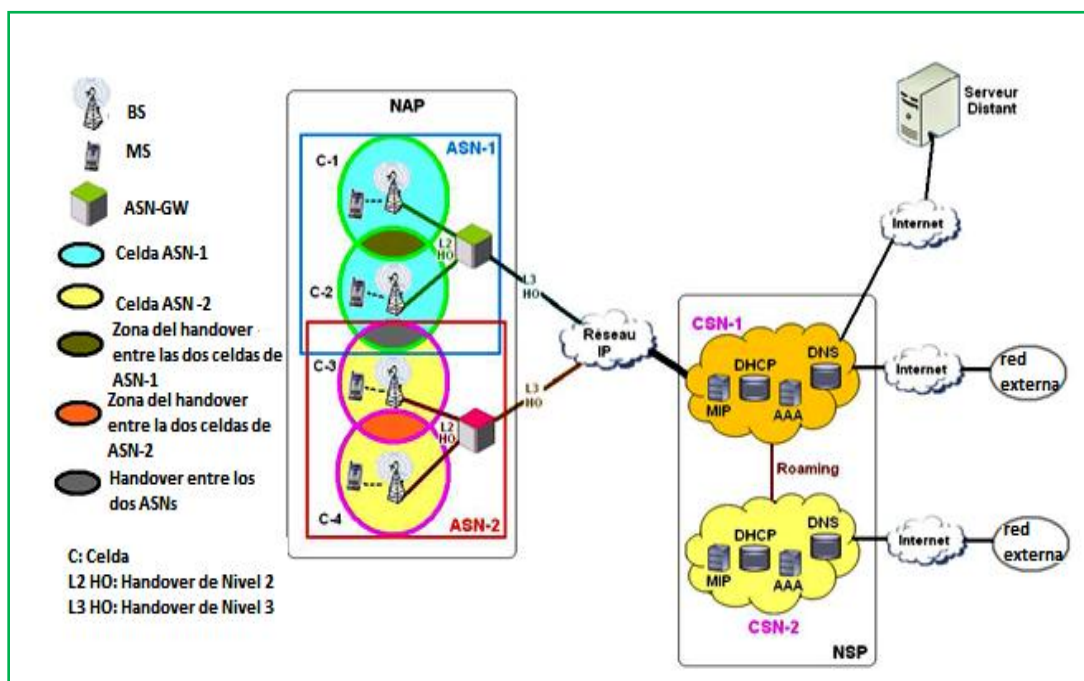


Figura 2. Arquitectura de WiMAX móvil

De una estación base (BS), los clientes móviles (MS) se mueven a menos de 120 km / h. Cuando pasa de una antena a otra, el IEEE 802.16e le ofrece para la transmisión de datos, velocidades de hasta 30 Mb / s sobre un área que cubre un radio de menos de 3,5 km. Para beneficiarse de los servicios de esta tecnología, los dispositivos móviles incorporan un componente específico. En la interfaz física, utiliza el estándar IEEE 802.16e OFDMA (Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia) que permite adaptar cada canal de forma dinámica. [10]

- La IEEE 802.16e

En las funciones relativas a la circulación de la EM hay tres funciones principales de la gestión del movimiento de la estación móvil:

- Ruta de Datos: Soporta la configuración de la transmisión de ruta y datos.
- Contexto MS: Gestiona el intercambio de información sobre la EM en el núcleo de la red.
- Entrega: La característica más interesante, que se encarga de la señalización y toma decisiones sobre el paso entre las células.

• La IEEE 802.16m

- IEEE 802.16m es una mejora de la tecnología WiMAX (802.16-2004) y WiMAX móvil (802.16e) para ser compatible con ambos sistemas. Las velocidades teóricas que ofrece esta versión son hasta 100 Mb / s en movimiento, y 1 Gb / s cuando la estación del abonado es fijo.

- El sistema de 802.16m puede operar en frecuencias por debajo de 6 GHz. IEEE 802.16m usará MIMO (Múltiple Input / Múltiple Output) como WiMAX móvil, proporciona la tecnología de antena mejorada para lograr un mayor ancho de banda.

- Se puede apreciar que el 802.16m es una tecnología que aprovecha las ventajas de la 3G y 802.16m para proporcionar una gama de servicios con alta velocidad de transmisión (video streaming, IPTV, VoIP). La comparación de UMTS y WiMAX se muestra a la tabla 1.

Tabla 1. Comparación entre UMTS e WiMAX [3], [6]

	UMTS	WIMAX
Extendiendo	Cobertura	Cobertura
Cobertura típica	Entre 1.5 y 7 km, Los Pico-célula: hasta 50m Macro- células: hasta 500m Macro-célula: Hasta 7 km. <i>Mientras más aumenta la distancia, más disminuye la velocidad de transmisión</i>	Entre 1.5 y 5 km, Hasta 3.5 Km en la zona densa y hasta 15 km en la zona de cultivo
Frecuencia	Aproximadamente 2 GHz (entra en 1.8 y 2.1)	Entre 2 et 6 GHz
Velocidad de transmisión	hasta 2 Mb/s (y hasta 10 Mb/s con la tecnología HSDPA) <i>Depende de la velocidad del móvil y la distancia respecto al Nade/BS</i>	Hasta 15 Mb/s (voir plus)
Movilidad	Baja la movilidad simple y plena	Baja la movilidad simple y plena
Voz	La conversación: Conserva el tiempo de relación (la variación) entra las entidades de información	Servicio: para transmitir los flujos a tiempo real con un tamaño específico en intervalos irregulares
Video	el flujo continuo	Tiempo: Inconstante en intervalos irregulares para transmitir los flujos en tiempo real
Navegación Web	Interactivo: Los servicios con un mínimo de errores y tolera los retrasos	El mejor esfuerzo : el servicio sin cualquier garantía

LTE

LTE (Evolución a Largo Plazo) [10], [11], [12] es el estándar de comunicación móvil de la más reciente propuesta por la organización 3GPP en el contexto de 4G. A medida que el IEEE 802.16m, ofrece altas velocidades de datos de tráfico en tiempo real con una amplia gama, en teoría, el LTE puede alcanzar una velocidad de 50 Mb / s de enlace ascendente y en el descendente, 100 Mb / s. De hecho, toda esta red se denomina EPS (Sistema Evolved Packet) y se compone de dos partes: la evolución de acceso de radio LTE y SAE, red de núcleo evolucionado llamado (Evolución de la Arquitectura del Sistema).

La única desventaja de esta nueva tecnología es la instalación de un nuevo equipo que es diferente de las normas anteriores, y el desarrollo de dispositivos adecuados. OFDMA (Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia) en el enlace descendente y SC-FDMA (Single Carrier Acceso Múltiple por División de Frecuencia) en el enlace ascendente.

Esta tecnología permite la movilidad del usuario mediante la conexión a velocidades de hasta 350 km / h. LTE ha apoyado la interconexión y la interoperabilidad con los estándares 2G, 3G y CDMA-2000. A diferencia de la 3G que tiene que asignar una banda de frecuencia de 5 MHz, LTE ofrece varias bandas de frecuencias que van desde 1,25 a 20 MHz, lo que permitirá cubrir grandes áreas. A diferencia del núcleo de la red, SAE estándar 2G y 3G, ofrece dos áreas de conmutación de circuitos y paquetes. SAE ofrece sólo un único dominio basado en paquetes IP y se denomina EPC (Evolved Packet Core).

LTE es un sistema móvil avanzado que facilita flujos de orden superior, y un buen nivel de calidad de servicio para los suscriptores, es apoyado por la Unión Europea y la propuesta por la organización 3GPP ya se ha asegurado una amplia gama de teléfonos móviles en el mundo, para obtener una ventaja en comparación con WiMAX, sin embargo, su expansión a gran escala se ve obstaculizado por la incompatibilidad con equipos UMTS que ya están desplegados.

ARQUITECTURA Y FUNCIONAMIENTO DE LTE [11]

En comparación con la 2G y 3G, la arquitectura de la LTE es más sencilla. En particular, la nueva entidad eNodeB reemplaza las funciones del Nodo B y el RNC, componentes definidos en la 3G.

LTE se compone de:

- UE: el equipo del usuario.
- ENodeB: responsable de la transmisión y recepción de radio con la UE.
- MME (Entidad de Gestión de la Movilidad): MME es responsable de la gestión de la movilidad y la autenticación de usuarios, también se ocupa de la comunicación con el usuario y administra el dominio entre la entrega y la red de interrelaciones. Finalmente, se encarga de la señalización.
- Los servicios de GW (Servicio de puerta de enlace) y EPU (Entidad de usuario Plane) actúan como una puerta de entrada en el dominio entre la entrega y la red de interrelaciones.
- GW PDN (Packet Data Network Gateway) o IASA (Inter de anclaje del sistema de acceso): son los responsables de la movilidad entre los diferentes sistemas, que están compuestos por el elemento de anclaje del 3GPP y permite llevar a cabo la movilidad entre 2G/3G.
- HSS (Home Server suscriptor) es una base de datos, o sea, la evolución del HLR 3G. Contiene información de las suscripciones de GSM, GPRS, 3G y LTE.
- PCRF (Política funcional de cargas y reglamentos): establece las normas de los impuestos.
- EPDG (Packet Data Gateway evolucionado): un elemento de red que permite la interoperabilidad con las funciones de WLAN al proporcionar el enrutamiento de paquetes, haciendo un túnel además de la autenticación, autorización y encapsulación / decapsulación de los paquetes. La comparación de WiMAX y LTE se muestra a la tabla 2.

Tabla 2. Comparación entre WiMAX y LTE [6], [12]

	802.16e	802.16m	LTE
El corazón de red	IP	IP	IP
Comparativa de WiMAX y LTE	75 Mb/s 25 Mb/s	> 130 Mb/s > 75 Mb/s	100 Mb/s 50 Mb/s
La tecnología de acceso	OFDMA	OFDMA	OFDM, SC-FDMA
La técnica adelantada de las antenas	MIMO	MIMO, beam forming	MIMO
Paso del canal	1.25 à 20 MHz	5 à 20 MHz	1.25 à 20 MHz
La movilidad Apoyado	120 Km/h	350 km/h	> 350 Km/h
Movilidad total	si	si	Si
La economía de energía	si	si	Si
La cubierta de la célula (la zona denso)	2-7 Km	1-7 Km	5 Km
La capacidad de la célula	100-200 los usuarios	> 200	> 200 à 5 MHz > 400
La herencia	IEEE 802.16a hasta 802.16d	IEEE 802.16a hasta e	GSM/GPRS/UMTS/HSDPA
La moda de Dúplex	FDD + TDD	FDD + TDD	FDD + TDD
La eficacia Espectral	3.75 Bit/S	8 Bit/S	5 Bit/S

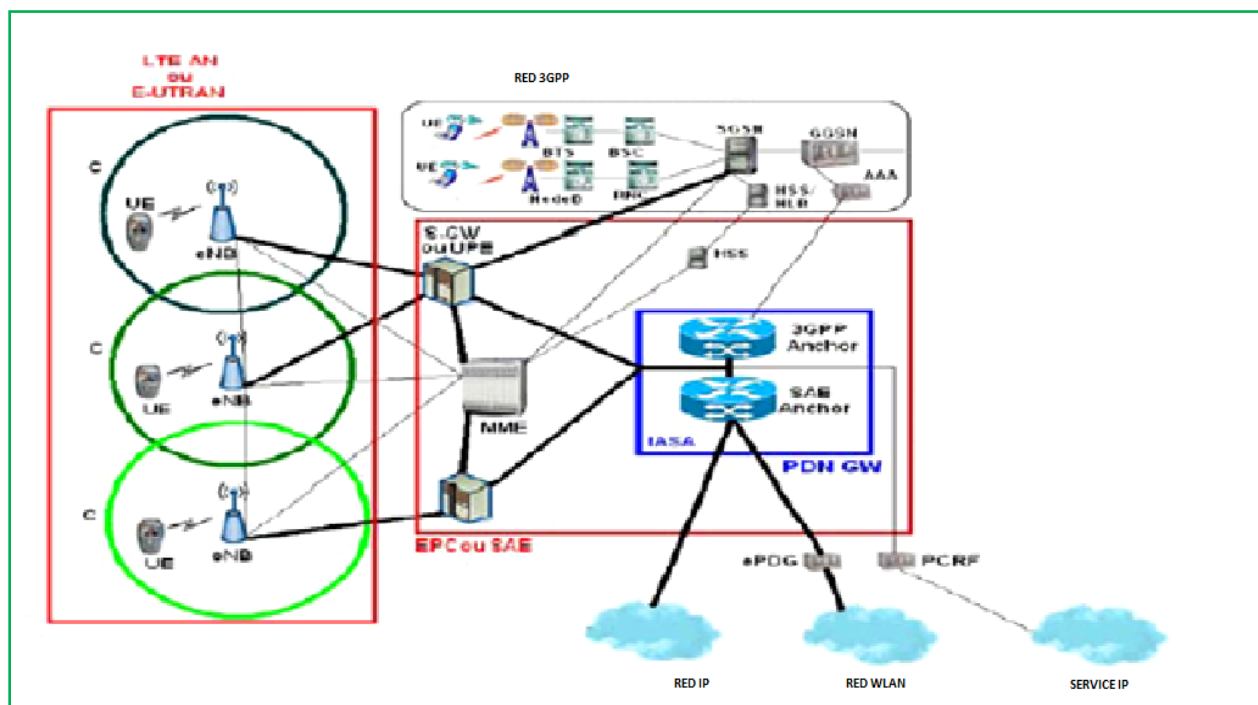


Figura 3: Arquitectura LTE

CONCLUSIONES

Se concluye que la red inalámbrica está creciendo todo los días, la red de cuarta generación, aún en fase de investigación, es una norma que tiene como objetivo general, mejorar la calidad de servicio en términos de velocidad, movilidad, etc., en tiempo real. Sin embargo, hay algunos de los objetivos de la cuarta generación que son muy difíciles de alcanzar, tales como proporcionar velocidades de datos muy altas para los usuarios que se mueven rápidamente, de forma transparente y sin interrupción. Entre los objetivos de la cuarta generación, esta solucionar los problemas de la QoS y la movilidad.

Se puede decir claramente, con la comparación entre el UMTS de 3G, WiMAX y LTE, que la cuarta generación se impondrá para mejorar las tecnologías anteriores.

REFERENCIAS

1. Bravo, A.M., Arquitectura de red de acceso móvil de cuarta generación: Mobile-IP RAN, in UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID. julio 2009, UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID.
2. IBRAHIMI, K., Gestion des ressources des réseaux mobiles de nouvelle génération par rapport à la mobilité des utilisateurs., in Docteur en Sciences de l'Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse France & Université Mohammed V-Agdal Rabat - Maroc 20 novembre 2009.
3. U. Barth (Septembre 2006) « 3GPP Long-Term Evolution / System Architecture Evolution Overview » Alcatel, Technical white paper Volume,
4. Wikipédi.mht, G.-. 3G UMTS. 2012 [cited; Available from: 3G - Wikipédi.mht.
5. EFORT, R.d.A.U.A.e.I., Réseau d'Accès UMTS Architecture et Interfaces. 2003.
6. Benmammar, B. and L.B.d.R.e. Informatique, Agents et mobiles de 3ème et 4ème génération. Janvier 2012.
7. Kukarni, M., « 4G Wireless and International Mobile Telecommunication (IMT) Advanced », in Paper 2008.
8. Salhani, M., Modélisation et Simulation des Réseaux Mobiles de 4ème Génération. Le 23 Octobre 2008, L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE. p. Pp 14-49.
9. Deneire, L., Telephonie Mobile de troisieme generation De GSM a HSPDA in Departement R. et T. Licence Professionnelle. Janvier 2008. p. Pp 9-123.
10. Ball, C., « LTE and WiMAX Technology and Performance Comparison » Nokia Siemens Networks, 2007.
11. Larmo, A.L., M.; Meyer, M.; Pelletier, G.; Torsner, J.; Wiemann, H, « The LTE link-layer design », in Communications Magazine. Avril 2009. p. pp. 52 59.
12. Motorola, « Long Term Evolution (LTE): A Technical Overview » 2007. p. Pp-17-42.