

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCIÓN CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



XVIII Simposio internacional de Ingeniería Eléctrica “SIE 2019”

Título

**NÚCLEO DE TRANSPORTE PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE
4G EN LA RED MÓVIL DE ETECSA.**

Title

***TRANSPORTATION CORE FOR THE IMPLEMENTATION OF 4G
IN THE MOBILE NETWORK OF ETECSA.***

Autor: MsC. Ryder Turro Romero *e-mail:* ryder.turro@etecsa.cu

Compañía: ETECSA

País: Cuba

Resumen:

Las comunicaciones móviles han mostrado un creciente requerimiento de servicios de banda ancha, originados por la alta penetración de redes celulares, y el incremento de la demanda de acceso a datos, contenido multimedia y servicios. Las redes tradicionales 2G y 3G se han visto sobrepasadas en su capacidad sin lograr atender esta demanda y se congestionan, con impacto en la calidad de servicio al usuario. La tecnología LTE, surge como respuesta a estas necesidades, con una arquitectura de comunicación diseñada para brindar un acceso de banda ancha a través de una red móvil.

El objetivo de este proyecto fue diseñar un núcleo de transporte de la red, que agregue la red nacional con tecnología 4G LTE para la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba ETECSA. La implementación se basó en el despliegue de dos EPC, para garantizar la robustez de los sistemas y lograr una infraestructura desde los distintos nodos eNBs hasta su unión con el núcleo deseado. Se logra alcanzar los anchos de banda suficiente para la explotación de los nuevos servicios.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

Abstract:

Mobile communications has shown an increasing requirement for broadband services, caused by the high penetration of cellular networks, and the growing demand for access to data, multimedia content and services. Traditional 2G and 3G networks have been exceeded in their capacity, without meeting this demand, suffering from congestion, with an impact on the quality of service to the user. The LTE technology arose in response to these needs, presenting a communication architecture designed to provide broadband access through a mobile network. The objective of this project was to design a transport hub for the network, adding the national network with 4G LTE technology for the Telecommunications Company of Cuba ETECSA. This implementation was based on the deployment of two EPC ensuring the robustness of the systems and achieving an infrastructure from the different nodes eNBs until its union with the desired core. Achieving sufficient bandwidth for the exploitation of new services.

Palabras Clave: Dimensionamiento del núcleo de red de transmisión, Comunicaciones móviles, Cuarta generación, LTE.

Keywords: *Sizing of transmission network core, Mobile Communications, Fourth Generation, LTE.*

1. Introducción

La telefonía móvil o telefonía celular es un medio de comunicación inalámbrico a través de ondas electromagnéticas. Sus inicios datan por los años 1040 y su desarrollo se ha ido siendo más significativo en la sociedad. Un cambio notable fue a partir del año 2000, los teléfonos móviles han adquirido funcionalidades que van mucho más allá de limitarse a sólo llamar, traducir o enviar mensajes de texto, se puede decir que han incorporado las funciones de los dispositivos tales como, cámara de fotos y video, agenda electrónica, reloj despertador, calculadora, o reproductor multimedia, y que también pueden realizar una multitud de acciones en un dispositivo pequeño y portátil que llevan prácticamente todos los habitantes de los países desarrollados y un número creciente de habitantes de los países en desarrollo.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**



**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**

La red de telefonía celular en Cuba es operada por la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A. (ETECSA), la cual está disponible en 900 Mhz en todo el territorio nacional en GSM (sistema global para las comunicaciones móviles). En la isla los primeros pasos en estas tecnologías se dieron en 1993, con el nombre de Cubacel se comienza a brindar servicio celular con AMPS (Sistema Telefónico Móvil Avanzado) y DAMPS (Sistema Digital Telefónico Móvil Avanzado). En el 2001 CCOM comienza a brindar el servicio GSM, de forma comercial para el 2003 CCOM y CUBACEL se unen a ETECSA para formar la Unidad de Negocios Móviles de ETECSA. El 2004 fue un año de sueños ya que se impulsaban los servicios con GPRS (Servicio General de Paquetes vía Radio), lo que llevo al lanzamiento del servicio 4 años más tarde en el 2008. Se logró la configuración EDGE (Tasas de Datos Mejoradas para la Evolución del GSM) en el 2011, luego en el 2013 se implementó la tecnología 3G en los polos turísticos en el cayero Norte del país (La Habana, Varadero, Cayos de Villa Clara y Cayos de Ciego de Ávila).

El 2014 provoco un análisis técnico y vertiginosos de las redes móviles en el país, con la apertura del servicio nauta, la extensión del ciclo de vida de la recarga, y la extensión del 3G a las cabeceras provinciales se comenzó a notar cambios de funcionamiento en las redes.

La 3G es una tecnología de una generación superior a la 2G, por lo que ofrece ventajas en cuanto al acceso a la red, la calidad de la voz y el ancho de banda para transmitir datos, así como mayor velocidad de acceso.

La red de transporte SDH es una red de transporte de circuitos de banda estrecha orientada al transporte de servicios de 2Mbps, 48Mbps. Con la introducción de SDH de nueva generación se logró transportar Ethernet sobre SDH (ETH o SDH), agrupando canales de 2Mbps o 48 Mbps, por lo que para dar servicios de 150 Mbps es necesario agrupar más de 3 canales de 48 Mbps y disponer de puertos externos como internos

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



para soportar el servicio. Los puertos internos en ETH o SDH denominados VCTRUNK (Túnel de Circuitos Virtuales) son finitos, para que se tenga una idea, la tarjeta Ethernet donde terminan todos los servicios móviles 3G en Guantánamo solo tiene 64 VCTRUNK, por lo que en enlaces punto a punto solo permitiría 64 nodos B1 por lo que para agregar más nodos B es necesario una arquitectura de red EVPLAN (red de área local privada virtual) la cual dificulta la provisión y mantenimiento de los servicios además de introducir un salto más de latencia en la red, al haber más de un nodo de agregación en la red antes del nodo de agregación principal. Como SDH es una red orientada a circuitos es necesario migrar a una red de paquetes con velocidades mayor o igual a 1Gbps que sea escalable en el tiempo para soportar el crecimiento de los servicios.

La cantidad de nodos B existente en el país, no garantiza la calidad de los servicios para la demanda que se previó con el acceso internet con el móvil, a la par de esto se implementó una red de transporte basados en equipos ópticos a 50 Mbps lo que no es suficiente para garantizar el transporte a la nueva red LTE 4G.

2. Metodología

Por tales razones se plantea el siguiente problema científico: El núcleo de la red de transporte 3G no garantiza la calidad de los servicios por limitación del ancho de banda entre los nodos y el núcleo.

*En correspondencia con el problema planteado, se formuló como **objetivo general** del trabajo: Diseñar una red de transporte con ancho de banda suficiente que cubra las necesidades de transmisión entre los eNodos B2 y el núcleo de la red LTE 4G.*

¹Nodo B: Estaciones Bases 3G, gobernadas por un controlador de la red de Radio (RNC).

²eNodo B: Es una evolución de los nodos B de 3G, ahora son autónomas controlando los recursos de radio y la comunicación entre eNB.

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCIÓN CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

*Para dar cumplimiento al objetivo general, se plantean como **objetivos específicos**:*

- 1. Caracterizar los tipos de redes de transporte existente, enfatizando en la red 3G existente.*
- 2. Diseñar la red de transporte entre los eNodos B y el núcleo de la red 4G reutilizando el acceso al medio 3G actual como infraestructura más robusta en las comunicaciones móviles de cuarta generación.*
- 3. Establecer las tecnologías de comunicación sobre las que circulará el tráfico de la red inalámbrica de cuarta generación.*

Objeto de investigación:

Núcleo de la red 4G en la red móvil de ETECSA

Campo de Acción:

Diseño de la red de transporte de los nodos B al núcleo de la red.

Hipótesis:

Si se diseña la red de transporte con ancho de banda suficiente que cubra las necesidades de transmisión entre los eNB y el núcleo de la red LTE 4G, se garantizará la calidad del servicio demandado por la red LTE.

Aporte metodológico:

Al concluir la investigación se contará con las estrategias a seguir para la implementación del núcleo de la red de transporte de ETECSA, dicha experiencia servirá de base para las futuras migraciones en las redes actuales.

3. Resultados y discusión

4G ha marcado el comienzo de una nueva era en las comunicaciones móviles de banda ancha, al ofrecer una plataforma global para el soporte de las próximas generaciones de servicios móviles interactivos. LTE o 4G constituye una tecnología de acceso inalámbrico completamente IP, capaz de ofrecer altas velocidades de acceso (1 Gbps

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.



en el enlace ascendente y 500 Mbps en el enlace descendente), mejorar la eficiencia espectral y reducir el retardo (50 ms) con la cual se logra una mejor significativa en la QoS, para garantizar la entrega satisfactoria del servicio y aplicaciones a los usuarios finales.

3.1. Implementación de una red móvil 4G LTE.

Con el objetivo de cumplir los requerimientos de acceso a banda ancha móvil y mejora de los servicios de datos de los usuarios de reciben el servicio móvil, se ejecutó un proyecto de implementación de una red móvil con tecnología 4G LTE.

Se seleccionó una plataforma tecnológica que garantice robustez y alta disponibilidad en el núcleo de la red de datos, y una solución de radio acceso de alta capacidad, flexible, compacta, que se ajuste a diversos escenarios de instalación para un rápido despliegue.

El alcance general del proyecto consistió en el suministro de plataformas de hardware y software con tecnología HUAWEI, y servicios de gestión de proyectos e implementación de red, por parte del proveedor HUAWEI.

La implementación se basó en el despliegue de tecnología LTE en la capa E-UTRAN de radio acceso, en la banda de frecuencia de 1800 MHz, y la introducción de un EPC. El proyecto comprendió la implementación de 500 radiobases LTE eNodeB a nivel nacional, dos elementos de red MME y S-GW/P-GW, integrados por medio de una red de alta capacidad.

La figura 3.1 ilustra la solución desplegada para el EPC móvil, en dos alternativas de implementación física del EPC.

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

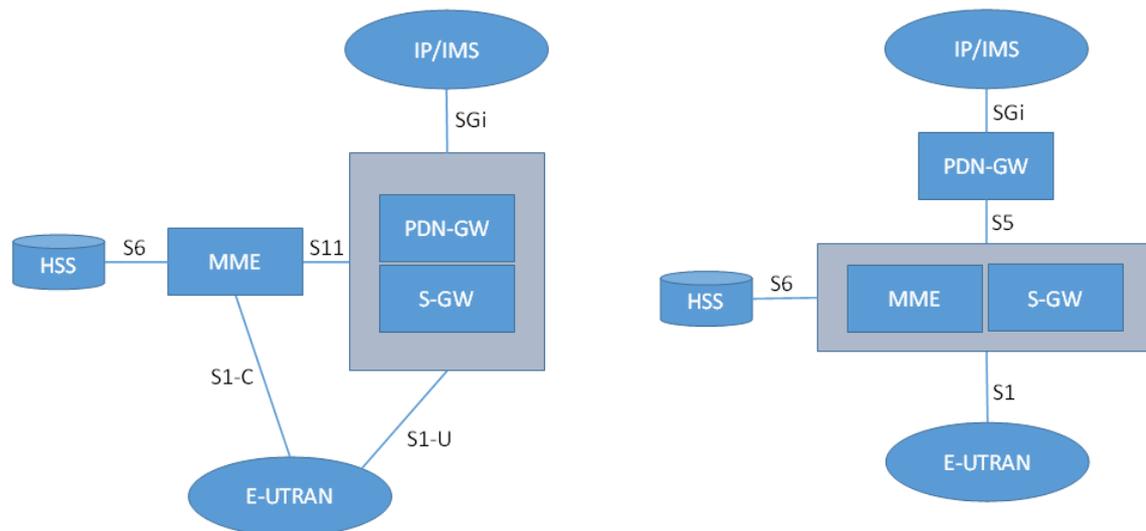


Figura 3.1. Alternativas de implementación física del EPC.

3.2 Servicios móviles (2G/3G/LTE).

Actualmente el tráfico de las radio bases 2G/3G es encaminado mediante VLANs a través de las Redes Metro hacia el PoP correspondiente para alcanzar el Backbone IP/MPLS, donde es trasladado mediante VPN L3 hasta alcanzar los elementos de Core (BSC y RNC respectivamente).

La evolución a LTE permite transportar tráfico móvil en condiciones similares a las del tráfico de banda ancha fija. LTE soporta una arquitectura RAN toda IP, con la interfaz X2 para la comunicación (handover) entre radio bases, y la interfaz S1 (S1-MME en el plano de control y S1-U en el plano de usuarios), como se muestra en la figura 3.2.

En una primera etapa LTE empleará un enfoque híbrido, en el que el tráfico de voz se transporta sobre TDM y los datos sobre paquetes, lo que permite aprovechar al máximo la infraestructura existente. En una segunda etapa debe analizarse la introducción de VoLTE para garantizar una alta calidad en la llamada, menor tiempo de establecimiento de la misma y menor utilización de los recursos de red.

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

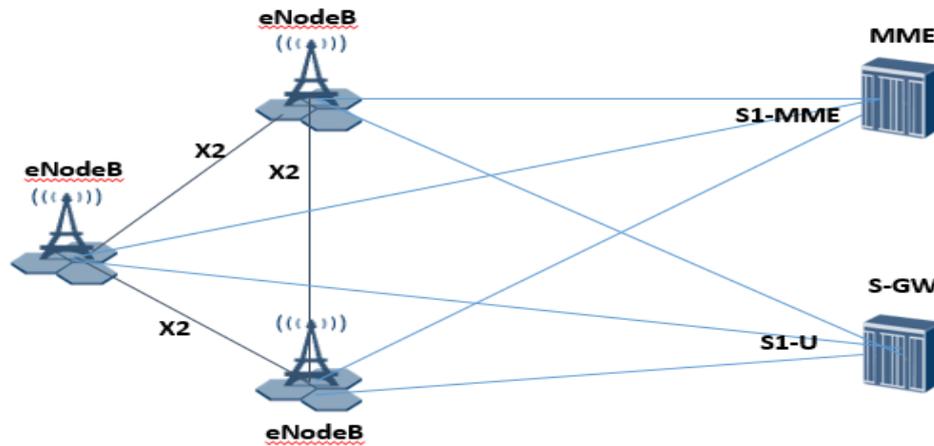


Figura 3.2. Topología RAN LTE

3.3 Implementación del núcleo de paquetes evolucionado.

El despliegue para la evolución del núcleo de paquetes se comprendió la implementación de la solución Huawei de EPC, con un configuración de EPC redundante, mediante elementos de red (MME) y NG (S-GW / P-GW).

Los elementos de red del EPC implementados fueron:

- 2 (MME)
- 2 NG (S-GW & P-GW)
- 2 HSS

Los elementos para conectividad del EPC fueron:

- Cisco ASR

Los elementos de gestión fueron:

- U2000

Características de elementos de red usados en el EPC:

La implementación de los elementos de red se realizó sobre dos estaciones diferentes, con el objeto de permitir redundancia tecnológica y geográfica. Con esto se garantizó

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

la disponibilidad del EPC ante fallas de la plataforma y ante eventos externos sobre la infraestructura física donde se ubican los elementos.

En ambas estaciones se instalaron tres racks para albergar a los equipos:
El gabinete flexible de los elementos del EPC implementados en las estaciones 1 y 2 del servicio móvil, y su conectividad, se ilustra en la figura 3.3.

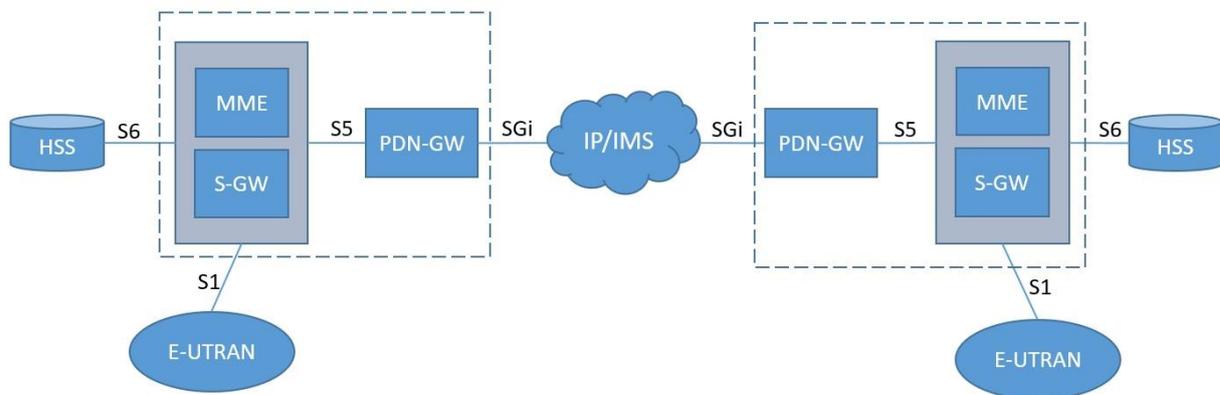


Figura 3.3. Solución integral RNC

La mayoría de las radio bases eNodeB soportan una manera flexible para esconder las aplicaciones eNB (Plano de control S1/X2-C, Plano de usuario S1/S2-U). De este modo existirán direcciones de interfaces o direcciones virtuales (loopback) de los eNB. Para este caso se utilizan interfaces lógicas (VLAN). El tráfico del plano de control y de usuario es terminado en direcciones IP virtuales individuales (loopback), las cuales se pueden alcanzar a través de una dirección de transporte dedicada. En este caso las configuraciones en el eNB son creadas usando la funcionalidad de ruteo interno de la radio base.

El tráfico de las RBs se encaminará a través de la Red Metro hasta llegar a un punto de presencia del Backbone IP/MPLS. En todos los casos el default Gateway será la dirección IP de la vlan interface configurada en el clúster S9306E del PoP correspondiente. Se implementará un esquema de alta disponibilidad para la conexión a las VPN en los PE basada en el establecimiento de peers BGP entre los Clúster de Switch y su PE local, así como una relación IBGP entre los clústeres de las parejas de

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

POP, solución descrita en epígrafes anteriores y que permitirá que las rutas de las VPN que intervienen en la solución y que deben corresponder con el direccionamiento que se establezca para cada servicio a transportar se anuncien dinámicamente entre estos elementos. En la figura 3.4 se muestra la solución para el servicio móvil (2G/3G/LTE), con la presencia del núcleo de red con su redundancia.

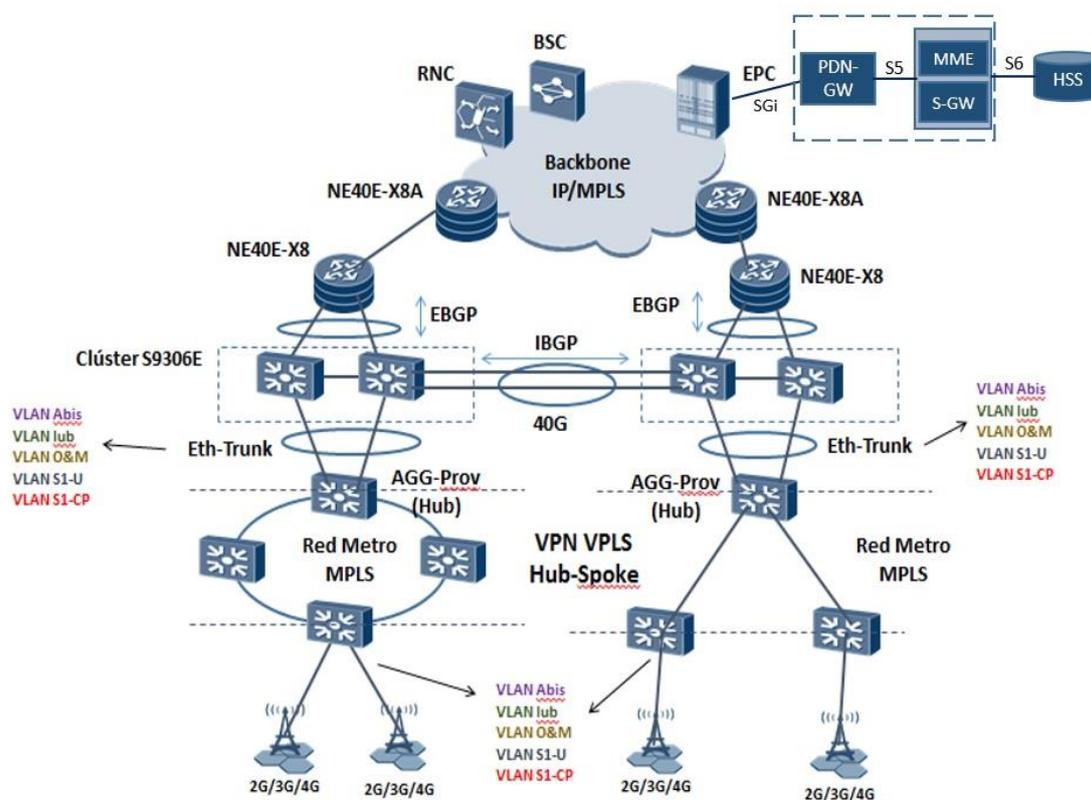


Figura 3.4. Solución integral para el servicio móvil (2G/3G/LTE)

4. Conclusiones

La propuesta de núcleo de red para la red móvil de ETECSA permitió ver que:

1. El núcleo de red implementado utilizando la versión anterior de las redes GSM y UMTS en Cuba tiene un camino migratorio directo y costo beneficio a 4G. En el proceso migratorio de las redes existentes se aprovecha las infraestructuras

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu

PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCION CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”



DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.

desplegadas para su reutilización en las nuevas soluciones y se logró ancho de banda suficiente entre eNodos B3 y el núcleo de la red LTE 4G.

2. *LTE es la tecnología apropiada para redes de mayor velocidad y funcionalidad.*
3. *4G muestra una integración de redes, con la que desaparecería la frontera de una red y otra, esto beneficia a los usuarios brindándole conexiones siempre encendido, adoptando la que le brinda mayor Q/S en el momento.*

5. Referencias bibliográficas

[1] González Torres, Alejandro. Así va la industria móvil en América Latina. Universidad de La Sabana. 2017. Disponible en: <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/cronica/Asi-va-laindustria-movil-en-America-Latina>

[2] La Empresa de telecomunicaciones de Cuba tiene la palabra. Periódico de Sancti Spíritus, Escambray. Cubadebate 2017. Disponible en: <http://www.escambray.cu/2017/la-empresa-detelecomunicaciones-de-cuba-tiene-la-palabra-infografias>.

[3] Cabrejas Pañuelas, Jorge. 3GPP. Hacia la 4G móvil. España 2011

[4] Revista Estrategia y Negocios. Hay más 1.100 millones de conexiones LTE en el mundo. 2018.

[5] Revista Telesemana. VoLTE está disponible en el 20% de las redes LTE del mundo.2017. Disponible en:<https://www.telesemana.com/blog/2017/08/25/volte-esta-disponible-en-el-20-delas-redes-lte-del-mundo/>

[6] www.4gamericas.com. Última visita febrero 2014.

[7] P. Lescuyet, and T. Lucidarme“Evolved Packet System (EPS): The LTE and the SAE Evolution of 3G UMTS”, John Wiley & Sons Ltd. 2015.

[8] Analysys Research Limited, "Global Mobile Broadband: Market potential for 3G LTE (Long Term Evolution)", Enero de 2008.

**PLANTILLA OFICIAL PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS
II CONVENCIÓN CIENTÍFICA INTERNACIONAL
“II CCI UCLV 2019”**

**DEL 23 AL 30 DE JUNIO DEL 2019.
CAYOS DE VILLA CLARA. CUBA.**



[9] 3GPP TR 36.913, “Requirements for further advancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) (LTE-Advanced)”, Abril de 2011.

[10] 4G Americas, "4G Mobile Broadband Evolution: 3GPP Release 10 and Beyond - HSPA+, SAE/LTE and LTE-Advanced", Febrero de 2011.

Información de contacto
convencionuclv@uclv.cu
www.uclv.edu.cu