

El crecimiento explosivo en el número de usuarios de telefonía móvil, unido al estado tecnológico actual hace pensar en una fuerte demanda de aplicaciones móviles de banda ancha, entre las que podríamos destacar la navegación por Internet de alta velocidad; el envío y recepción de e-mail; la televisión en el móvil; la descarga rápida de contenidos multimedia o los juegos interactivos. Satisfacer dicha demanda, consiguiendo que los servicios ofertados resulten atractivos para el usuario al mismo tiempo que los operadores puedan reducir sustancialmente los gastos de operación, requiere continuar avanzando en el desarrollo de las redes móviles actuales.

LTE/SAE, una apuesta segura en la evolución de las redes móviles

Alfonso Miñarro López. *Ingeniero Técnico de Telecomunicación. Soporte Técnico de Núcleo de Red – Negocio Móvil – Telefónica España*

En este sentido el 3GPP(*) lleva tiempo trabajando en LTE, un nuevo interface de acceso radio de alta velocidad significativamente diferente a las tecnologías empleadas en las redes de tercera generación, combinando esquemas de modulación OFDMA(*) en el enlace descendente (de Estación Radio a terminal de usuario) y SC-FDMA(*) en el ascendente (de terminal de usuario a Estación Radio) e incorporando técnicas avanzadas de antenas como MIMO(*) o SDMA(*).

En la figura 1 se puede observar el salto cuantitativo de velocidad de las últimas versiones tecnológicas de la familia de sistemas celulares MAP(*), hasta llegar a LTE.

EL CAMINO HACIA LA ESTANDARIZACIÓN DE LTE

El detonante para que el 3GPP comenzase a trabajar en el desarrollo de LTE fue reconocer la necesidad de dar respuesta a la demanda en banda ancha



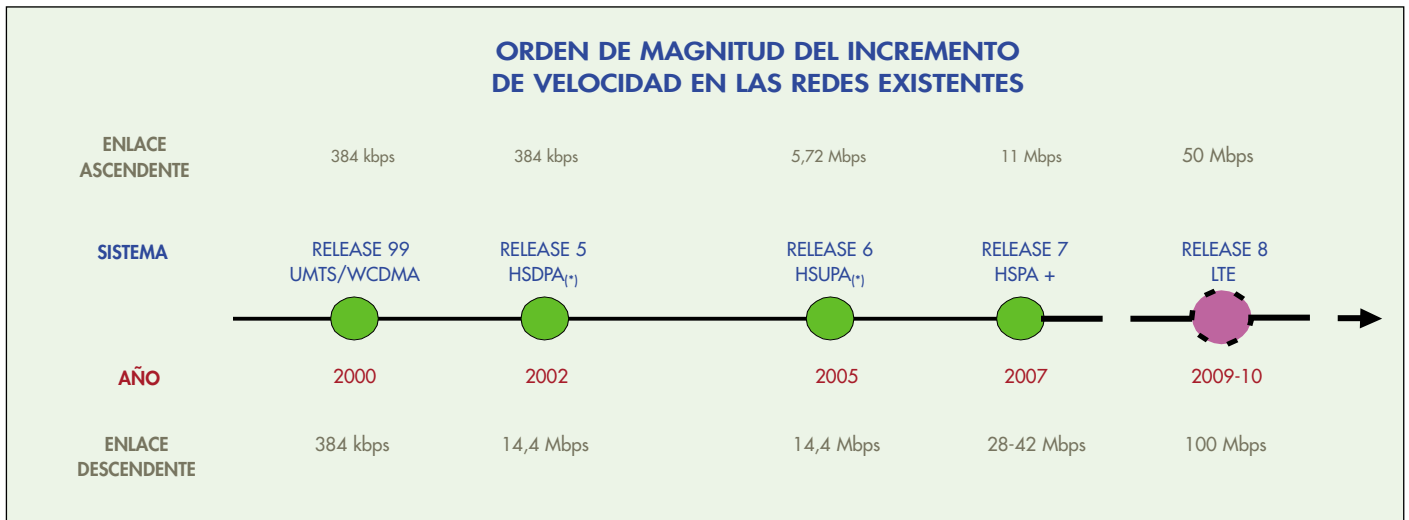


Figura 1: Diferentes tecnologías MAP y sus respectivas velocidades.

móvil, mejorando el servicio prestado hasta el momento y reduciendo el coste por bit, siendo su punto de partida el Workshop celebrado en Toronto sobre la evolución de la Red de Acceso Radio en noviembre de 2004.

Un mes después comenzó la fase de estudio para certificar que LTE cumplía una serie de requisitos, especificados en el Technical Report 3GPP TR 25.913 «Requirement for Evolved UTRAN_(*)», entre los que destacan los siguientes:

- Velocidad pico de 100 Mbs en el enlace descendente y de 50 Mbs en el ascendente, para un espectro de 20 MHz, siempre y cuando el equipo del usuario disponga de dos antenas receptoras y una transmisora.

- Flexibilidad en la elección del espectro de frecuencias empleado (1.25 MHz; 2.5 MHz; 5 MHz; 10 MHz; 15 MHz y 20 MHz), permitiendo al operador la

posibilidad de diseñar su red acorde con los recursos espectrales disponibles.

- Eficiencia espectral 3 a 4 veces superior que en el Release 6 para el enlace descendente y de 2 a 3 veces mejor para el ascendente.

- Reducción de la latencia en la red de acceso radio (tiempo que tardan los paquetes en viajar por la red) a 10 ms.

- Cobertura o tamaño de celda entre 5 y 100 Km, con una ligera degradación a partir de 30 Km.

- Compatibilidad de interconexión con sistemas heterogéneos como las redes 3GPP existentes y entornos no especificados por el 3GPP como pueden ser WLAN o WIMAX.

- Garantía de la calidad de servicio extremo a extremo.

La figura 2 muestra los momentos principales del proceso de estandarización de LTE.

Tanto los operadores como suministradores de equipos están anunciando que LTE estará disponible en el mercado en el año 2010. Para cumplir este objetivo, la tecnología LTE debe madurar en los próximos años a base de pruebas de campo y el empleo de redes precomerciales. En este sentido tiene mucho que aportar el consorcio conocido como LSTI_(*), puesto en marcha en mayo de 2007 inicialmente por un reducido grupo formado por operadores de red junto con fabricantes de infraestructura de red, al que progresivamente se están uniendo más operadores y fabricantes de equipos de medida y terminales, tal y como se puede observar en la tabla 1.

Entre los objetivos de LSTI están los de demostrar la capacidad e interoperabilidad de los sistemas de banda ancha LTE, promoviendo su desarrollo y acelerando su disponibilidad comercial.

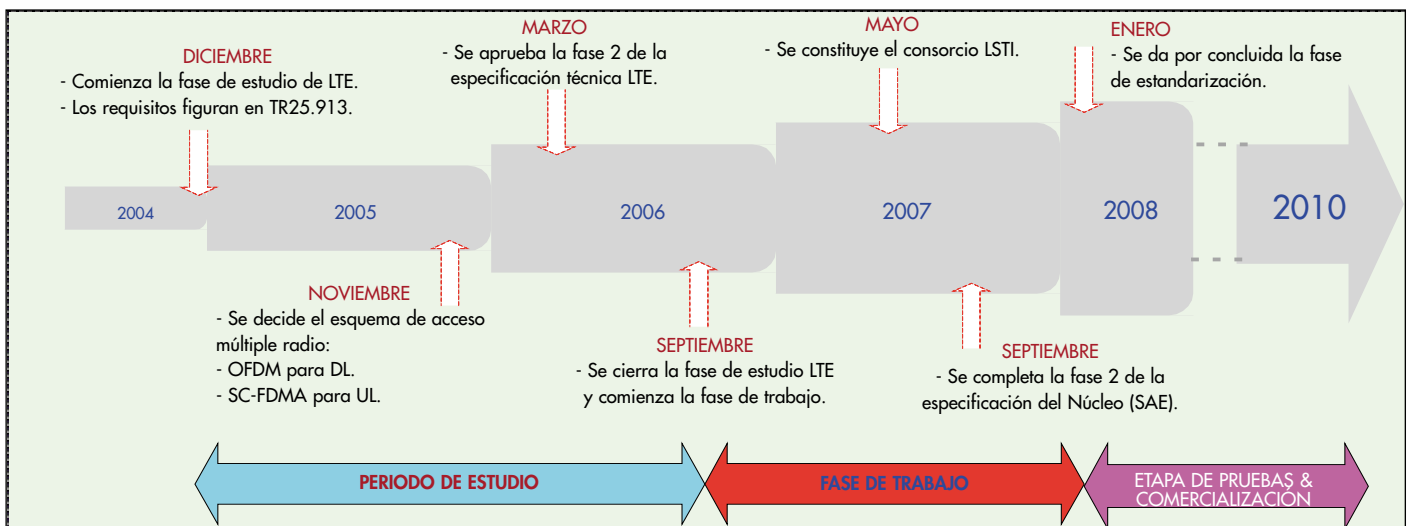


Figura 2: Hitos más relevantes en el proceso de estandarización de LTE.

TABLA 1: Relación de miembros que forman parte del LSTI

	OPERADORES	SUMINISTRADORES <i>(Infraestructuras, equipos de medida, terminales)</i>
MIEMBROS FUNDADORES		
NUEVAS INCORPORACIONES		

A su vez LSTI trabaja estrechamente con la alianza NGMN^(*) colaborando en el desarrollo de la industria móvil futura, teniendo en cuenta que no todos los miembros de LSTI lo son de NGMN, ni todos los miembros de NGMN forman parte de LSTI.

DIFERENCIAS DE TOPOLOGÍA ENTRE UMTS Y LTE

La red de acceso radio presenta algunas diferencias sustanciales:

— En UMTS^(*) la arquitectura de acceso radio o UTRAN básicamente está compuesta por las Estaciones Base o nodos B, conectadas mediante el interface Iub al RNC^(*). Por su parte el RNC se conecta al Núcleo de Red mediante los interfaces Iu-CS e Iu-PS a los dominios de circuitos y paquetes respectivamente.

— En LTE se propone la introducción de EUTRAN^(*), cuya arquitectura se describe en las especificaciones técnicas 3GPP TS 36.300 y TS 36.401 y donde la diferencia más significativa con UTRAN es la eliminación de los RNCs al incorporar nodos B evolucionados a los que se les añaden las funcionalidades que hasta ahora realizaban estos.

Dichos eNBs^(*) se conectarán a través del interface S1 al Núcleo de Paquetes evolucionado o EPC^(*), mientras que mediante el interface X2 se interconectan con otros eNBs adyacentes para permitir los trasposos intercelulares o Inter-handover.

Desde el punto de vista del Núcleo de Red, si bien las redes precedentes al desarrollo de LTE son híbridas al disponer de los dominios de Conmutación de Circuitos y de Conmutación de Paquetes, una de las novedades que presenta LTE consiste en que la convergencia de los

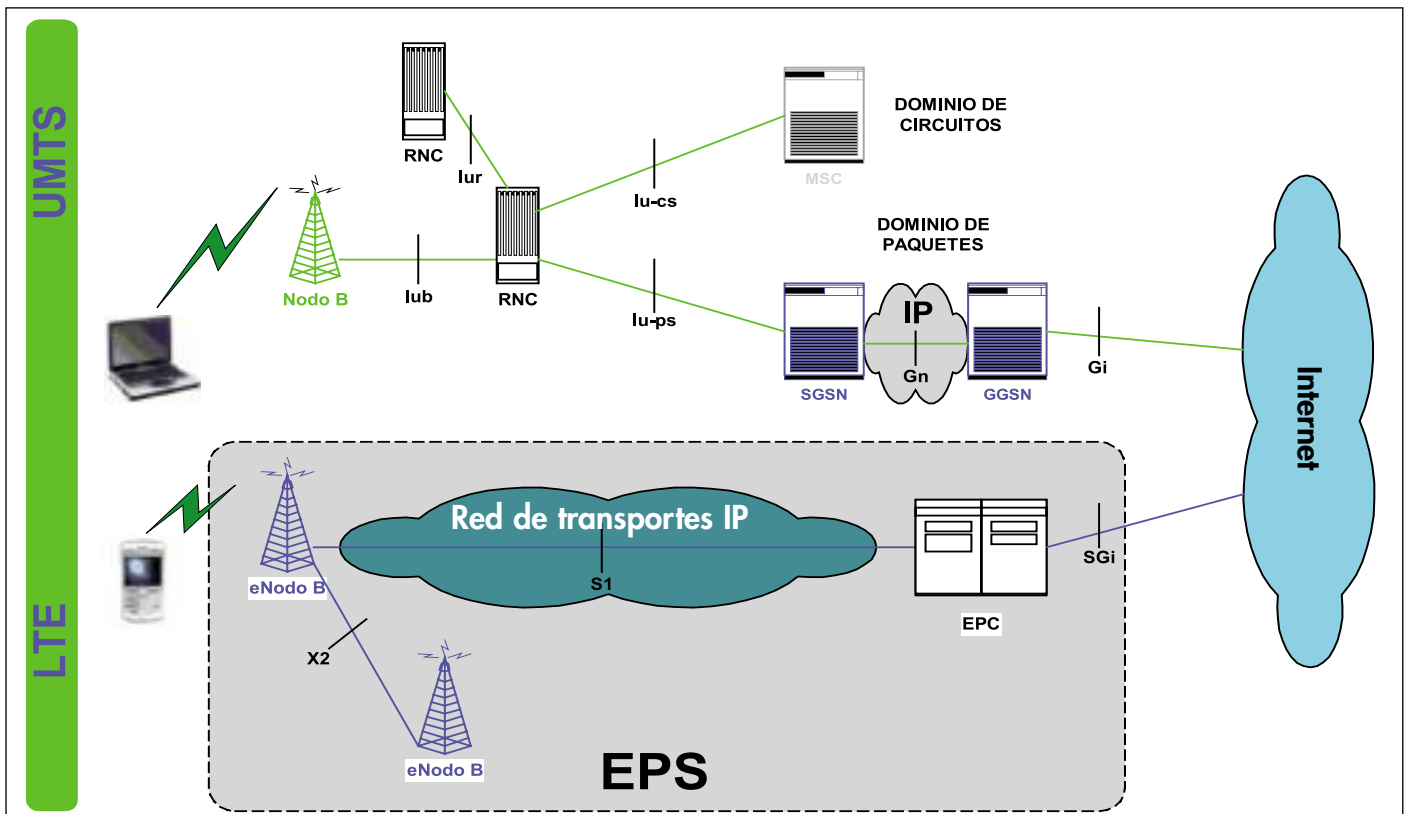


Figura 3: Diferencias entre la arquitectura de LTE y UMTS Release 99.

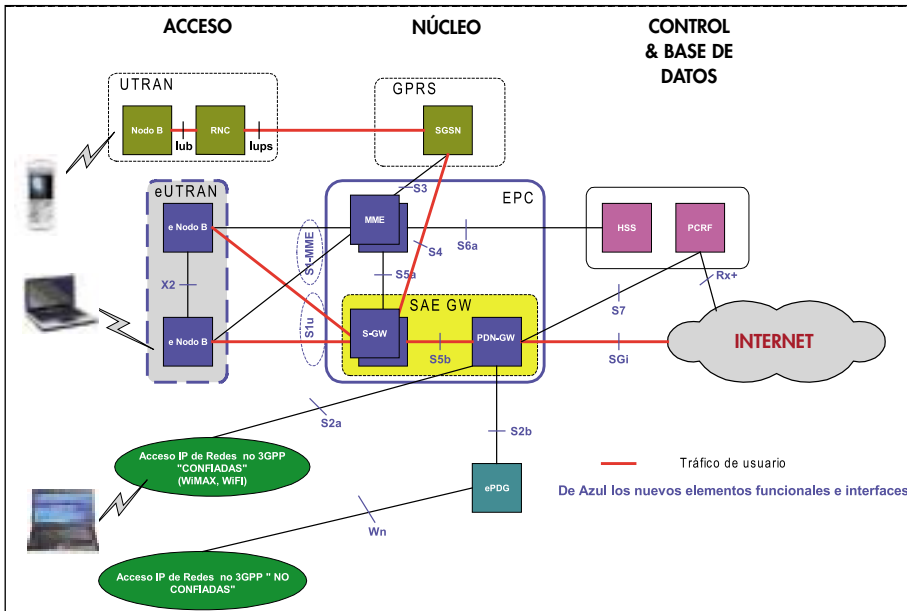


Figura 4: Elementos funcionales e interfaces del EPS.

servicios de voz y datos proporciona el transporte de todo tipo de tráfico mediante una arquitectura basada en IP, lo que supone la eliminación del dominio de Circuitos e incorpora el concepto de «red plana».

En la figura 3 se puede ver un resumen de lo descrito anteriormente, siendo importante percatarse que la arquitectura LTE está más optimizada debido a la reducción del número de elementos empleados en la red y que mientras en UMTS sólo

que forman parte del EPS y su relación con otras redes de acceso, describiéndose a continuación:

1. Red de Acceso Radio Evolucionada

Para LTE la Red de Acceso Radio Evolucionada consta de un único elemento, el eNB que actúa de interface con el terminal del usuario. Entre sus funcio-

«Los operadores y suministradores de equipos anuncian que el nuevo interface LTE estará disponible en el mercado el año que viene»

lo se habla de IP en el interface Gn (entre el SGSN(*) y el GGSN(*)), en LTE la red IP se extiende desde el eNB hasta el núcleo de Paquetes evolucionado, de ahí que podamos hablar de un entorno «all IP».

El 3GPP denomina a este nuevo concepto de arquitectura de Núcleo de red, como SAE(*)/EPC, mientras que la unión de la red de acceso EUTRAN con el Núcleo de Paquetes Evolucionado es conocida como EPS(*).

DESCRIPCIÓN DE LA ARQUITECTURA LÓGICA

La figura 4, representa tanto los elementos funcionales como los interfaces

nes se encuentran las de gestionar los recursos radio, encriptación/descriptación de la información de los planos de usuario y control, así como la compresión/descompresión de las cabeceras de paquetes en los enlaces descendente/ascendente en el plano de usuario.

2. Núcleo de Paquetes Evolucionado

Tres son las entidades básicas para soportar la movilidad: el MME(*), el Serving Gateway y el PDN(*) Gateway. Mientras que el MME es el responsable de la señalización, los dos Gateways se emplean para los datos del usuario.

Por medio del interface S1 la red de acceso radio se interconecta con el núcleo de la red o EPC. Dicho interface consta del plano de control *S1-mme* entre el eNB y el MME y del plano de usuario *S1-u* entre el eNB y el Serving Gateway. La relación múltiple de este interface S1 proporciona redundancia y reparto de carga, creándose «pools» que permiten conectar cada eNB a varios MMEs y SGWs.

2.1 SAE Gateway

Está formada por dos entidades lógicas del plano de usuario, el *Serving Gateway* y el *PDN Gateway*, sirviendo de interface entre la red de acceso y las diferentes redes de paquetes. En la práctica y en función de los escenarios desplegados, ambos gateways se pueden implementar como un único elemento de red.

El *Serving Gw* se encarga entre otras de las siguientes funciones:

- Interviene de forma activa en el proceso de movilidad cuando se produce un traspaso (handover) entre eNBs.

- Mediante el interface S4, basado en protocolo GTP(*) es la entidad involucrada con el tráfico de usuario en caso de movilidad entre LTE y otra tecnología 3GPP.

- En caso de ser necesario disponer de información del tráfico de usuario ante un requerimiento judicial, se encarga de replicar dicha información.

Por su parte el *PDN GW* se considera el punto de entrada/salida del tráfico hacia/desde el usuario, proporcionando conectividad hacia el resto de redes externas y destacando las siguientes tareas:

- A través del interface S7 se realiza la transferencia de las políticas de calidad de servicio y tarificación que se aplican al tráfico de usuario entre el PCRF(*) y el PDN GW.

- Facilita la movilidad transparente y la continuidad en las sesiones de usuario cuando éste se desplaza entre redes de acceso tecnológicamente heterogéneas, es decir desde una red alineada con el 3GPP (GSM, UMTS, HSPA) a otra red no alineadas con el 3GPP (Wimax o WiFi), o viceversa.

Entre las redes que no forman parte de la familia de estándares del 3GPP, se pueden distinguir dos tipos de acceso: «Confiable» y «Desconfiable», siendo el

operador el que decide de que tipo es cada una de las redes a las que les permite su conexión, teniendo en cuenta no sólo su tecnología de acceso, si no también basándose en aspectos de negocio.

La interconexión con una red de las consideradas «Desconfiada» se realiza empleando un ePDG_(*), que implementa protocolos de movilidad IP como por ejemplo PMIP_(*), siendo necesario para acceder a los servicios que ofrece el operador, que el terminal del usuario establezca un túnel IPsec con el ePDG mediante el interface Wn.

La interconexión con redes de «Confianza» no emplea el ePDG, por lo que se emplean directamente protocolos PMIP con el PDN-GW, mediante el interface S2a.

2.2 MME

Constituye una entidad del plano de control, encargada únicamente de la señalización por lo que por ella no transitan los paquetes con tráfico de datos de los usuarios. Mediante el interface S3 basado en protocolo GTP, al igual que el interface S4 se realiza el control de señalización para la movilidad con redes 3GGP e interactúa con el HSS_(*) a través del interface S6a, basado en Diameter como responsable de realizar el proceso de autenticación de los usuarios.

Disponer de un elemento de red dedicado a la señalización y separado funcio-

nalmente de los Gateways, aporta a los operadores la ventaja de poder crecer la capacidad de señalización de forma independiente del tráfico de usuario.

Gracias a la flexibilidad de la arquitectura es posible el empleo de un único nodo para implementar el SGSN y el MME, permitiendo disponer de una red con un núcleo de paquetes común para múltiples tecnologías como GSM, UMTS/HSPA y LTE.

EN RESUMEN

LTE es el último estándar en tecnología de redes móviles y asegurará la competitividad del 3GPP en el futuro, pudiendo ser considerada una tecnología puente entre las redes 3G -3,5G actuales y las futuras redes 4G, de las que se espera alcanzar velocidades de hasta 1 Gbs.

Desde el punto de vista de los servicios, las aplicaciones basadas en IP comienzan a dominar y en este sentido LTE proporcionará a los operadores una arquitectura simplificada pero robusta a la vez, soportando servicios sobre tecnología IP.

Con la intención de que en el transcurso de unos años LTE se encuentre disponible comercialmente, los objetivos que se persiguen con su implantación son ambiciosos, por una parte el usuario dispondrá de una amplia oferta de servicios de valor añadido con capacidades simila-

res a las que disfruta actualmente con accesos de banda ancha residencial y a precios competitivos, mientras que el operador dispondrá de una red basada en un entorno totalmente IP, reduciéndose la complejidad y el coste de la misma, lo que dará a los operadores que, por el motivo que fuese en su día no migraron sus redes de 2G a 3G, la oportunidad de migración a LTE directamente.

No menos importante es la ventaja que supone la armonización de LTE con las redes existentes, asegurando su interconexión con las mismas, aumentando la actual cobertura y permitiendo que una conexión de datos establecida por un usuario en el entorno LTE continúe cuando la cobertura LTE se desvanezca. Por su parte el operador tiene la ventaja de desplegar la red LTE de forma gradual, comenzando inicialmente por las áreas de gran demanda de servicios de banda ancha y ampliarla progresivamente en función de ésta.

LTE tiene a su favor que, tanto en la fase de estandarización como en la de posterior despliegue está siendo apoyado por suministradores de equipos, institutos de investigación y operadores, sentándose las bases para la creación de lo que podríamos llamar un ecosistema saludable, no obstante en su contra puede jugar el tiempo que transcurra hasta su total comercialización debido a la competencia con otras potenciales tecnologías como WiMAX. ●

Para saber más

Si el presente artículo le ha parecido interesante y su lectura ha conseguido despertarle la curiosidad de conocer más sobre el tema tratado, le animo a consultar los siguientes enlaces y documentos:

- <http://www.3gpp.org>
- <http://www.umts-forum.org>
- <http://www.ngmn.org>
- <http://www.lstiforum.com>
- <http://www.wcisdata.com>

— Erik Dalhman, Stefan Parkvall, Johan Skold, Per Beeming – 3G Evolution: HSPA and LTE for Mobile Broadband– Academic Press Oxford 2007.
— Pierre Lescuyer, Thierry Lucidarme – Evolved Packet System (EPS) – John Wiley & sons 2008.

Abreviaturas

3GGP: *Third Generation Partnership Project.*
eNode B: *evolved Node B; E-UTRAN Node B.*
EPC: *Evolved Packet Core.*
ePDG: *evolved Packet Data Gateway.*

EPS: *Evolved Packet System.*
EUTRAN: *Evolved UMTS Terrestrial Radio Access.*
GGSN: *Gateway GPRS Support Node.*
GTP: *GPRS Tunneling Protocol.*
HSDPA: *High Speed Down Packet Access.*
HSPA: *High Speed Packet Access.*
HSS: *Home Subscriber Server.*
HSUPA: *High Speed Uplink Packet Access.*
LSTI: *LTE/SAE Trial Initiative.*
LTE: *Long Term Evolution.*
MAP: *Mobile Application Part.*
MIMO: *Multiple Input Multiple Output.*
MME: *Mobility Management Entity.*

NGMN: *Next Generation Mobile Network.*
OFDMA: *Orthogonal Frequency Division Multiple Access.*
PCRF: *Policy and Charging Rule Function.*
PDN: *Packet Data Network.*
PMIP: *Proxy Mobile Internet Protocol.*
RNC: *Radio Network Controller.*
SAE: *System Architecture Evolution.*
SC-FDMA: *Single Carrier-Frequency Division Multiple Access.*
SDMA: *Spatial Division Multiple Access.*
SGSN: *Serving GPRS Support Node.*
UMTS: *Universal Mobile Telecommunication System.*
UTRAN: *UMTS Terrestrial Radio Access.*