

6- Que es el protocolo LTE. Para que sirve. Ejemplifique

LTE (acrónimo de *Long Term Evolution*) es un estándar para comunicaciones inalámbricas de transmisión de datos de alta velocidad para teléfonos móviles y terminales de datos. El 3GPP está definida por unos como una evolución de la norma 3GPP UMTS (3G) y por otros como un nuevo concepto de arquitectura evolutiva (4G).

LTE se destaca por su interfaz radioeléctrica basada en OFDMA, para el enlace descendente (DL) y SC-FDMA para el enlace ascendente (UL).

La modulación elegida por el estándar 3GPP hace que las diferentes tecnologías de antenas (MIMO) tengan una mayor facilidad de implementación.²

La tecnología LTE ha aportado múltiples beneficios en todo el mundo:

- La conectividad LTE está *disponible* casi *universalmente* en todo el mundo, tanto para aplicaciones de consumo como comerciales e industriales.
- LTE proporciona *una continuidad de la red a largo plazo*, ya que las redes más antiguas, como la 2G y la 3G, están desapareciendo.
- En las regiones en las que el 5G no estará disponible durante algún tiempo, la tecnología 4G LTE, 4G LTE Advanced y 4G LTE Advanced Pro *soportará las necesidades de migración desde el 2G/3G durante los próximos años*.
- LTE ofrece *mayores velocidades*, así como importantes ventajas para las aplicaciones de bajo consumo y los dispositivos más sencillos y de bajo coste, proporcionando una base tecnológica única para una gran variedad de casos de uso.

LTE mejora la funcionalidad y el rendimiento de las redes más antiguas. Este breve Descripción de LTE de Keven Sookecheff ofrece una excelente visión general de LTE para ayudar a entender su funcionamiento:

LTE es un rediseño del estándar 3G para satisfacer la demanda de transmisión de datos de baja latencia. El rediseño incluye:

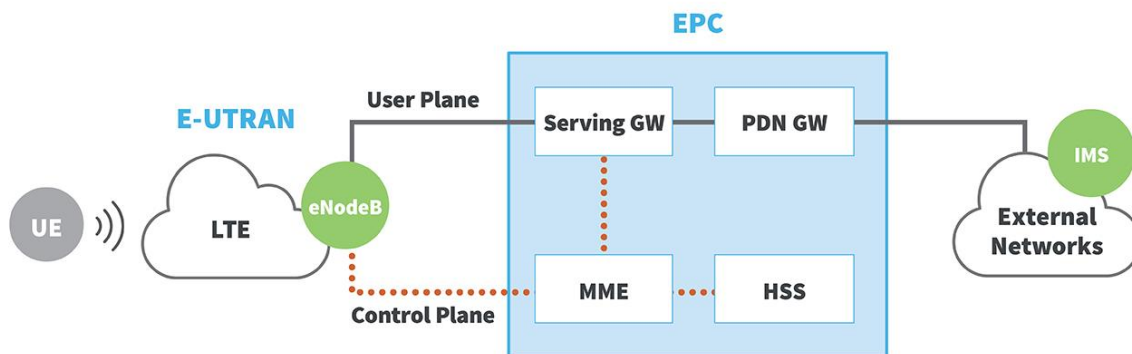
- *Una red central basada en direcciones IP*
- *Una arquitectura de red simplificada*
- *Una nueva interfaz de radio*
- *Un nuevo método de modulación*

- *Radios de entrada y salida múltiple (MIMO) para todos los dispositivos*

A continuación se exponen algunos datos importantes que hay que conocer sobre el funcionamiento de la LTE a alto nivel:

- *LTE ofrece una menor latencia y un mayor rendimiento en toda la red, lo que mejora notablemente el rendimiento de la red 3G.*
- *LTE funciona en un espectro distinto al de las redes 3G y requiere un nuevo hardware.*
- *LTE ofrece velocidades de descarga de datos de varias centésimas de megabits por segundo (Mbps), frente a varias décimas de Mbps de 3G, lo que significa que LTE es entre 5 y 10 veces más rápido que 3G.*
- *LTE puede admitir datos, voz (VoLTE), mensajería instantánea y vídeo en smartphones y tabletas a través de una única interfaz. Con 3G, esto se hacía a través de sistemas diferentes, y en algunas redes la voz y los datos eran mutuamente excluyentes.*

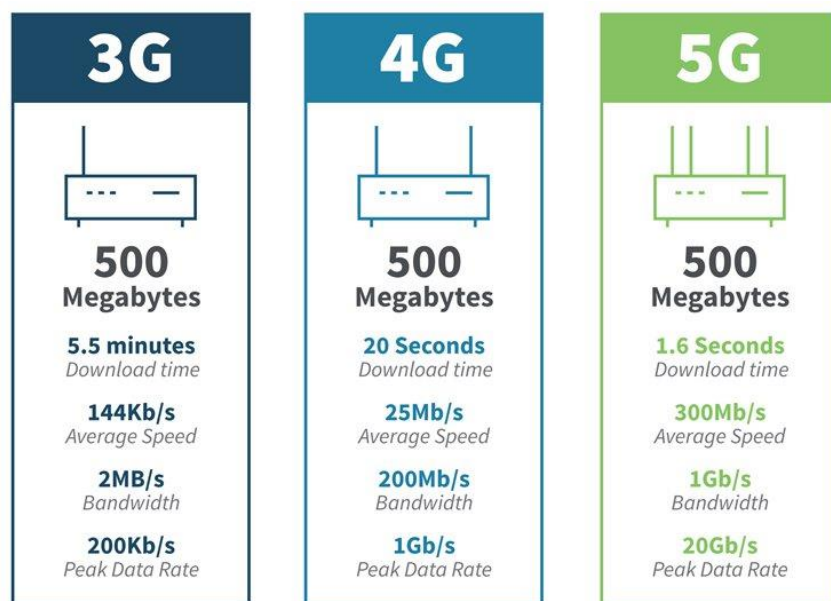
Cuando el 4G evolucionó a partir de su predecesor 3G, la arquitectura real de la red supuso pequeños cambios incrementales. El siguiente diagrama, extraído de nuestro Arquitectura de la red 5G muestra cómo funciona LTE desde el punto de vista de la arquitectura:



En la tecnología 4G LTE, los equipos de usuario (UE), como los teléfonos inteligentes o los dispositivos celulares, se conectan a través de la red de acceso radioeléctrico LTE (E-UTRAN) al núcleo de paquetes evolucionado (EPC) y luego a las redes externas, como Internet. El Nodo Evolucionado (eNodeB) separa el tráfico de datos del usuario (plano de

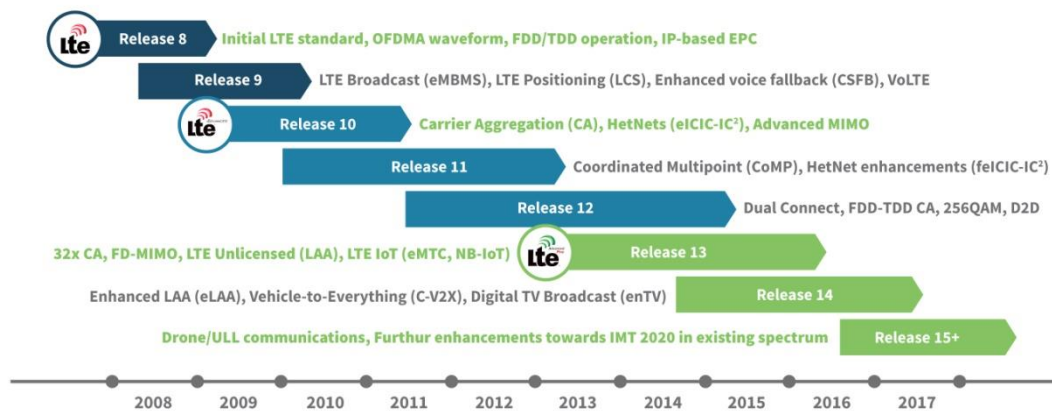
usuario) del tráfico de datos de gestión de la red (plano de control) y alimenta ambos por separado al EPC.

La evolución de la tecnología LTE



Aproximadamente cada década, el Sector de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-R) y sus socios definen una nueva generación de requisitos de velocidad, conectividad y espectro para los sistemas mundiales de comunicación móvil. Las generaciones más antiguas de tecnología se retiran o se extinguen periódicamente para que puedan transportarse más datos por el mismo espectro y más dispositivos puedan compartir el espectro disponible.

Las normas del UIT-R reflejan los avances de la tecnología y los plazos para su adopción se establecen para satisfacer las nuevas necesidades de las aplicaciones y de la industria. Otra organización llamada Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP) toma los requisitos del UIT-R y redacta especificaciones técnicas que se agrupan en una serie de libera.



A continuación se presenta una breve cronología de los principales hitos del desarrollo de LTE y de la tecnología LTE relacionada:

- La **3G se introdujo en 1998** y podría considerarse la base tecnológica de la LTE, ya que ésta se refiere específicamente a capacidades de rendimiento que superan a la 3G. 3G fue la primera tecnología con velocidades de datos en el rango de los Mbps.
- Las **normas de velocidad y conexión** de 4G fueron establecidas por la UIT-R en marzo de 2008. La norma 4G para móviles, incluidos los teléfonos inteligentes y las tabletas, especificaba que cualquier producto o servicio que se autodenominara 4G debía tener velocidades de conexión con un pico de al menos 100 Mbps, y al menos 1 Gigabit por segundo (Gbps) para usos estacionarios. Sin embargo, cuando se establecieron las normas, esas velocidades aún no eran posibles. En respuesta, el UIT-R permitió que los productos y la tecnología se etiquetaran como "4G LTE" si ofrecían una mejora sustancial respecto a la tecnología 3G.
- **LTE Advanced (LTE-A)** es una versión mejorada de LTE que ofrece velocidades más rápidas y mayor estabilidad que la LTE normal, pero aún no es tan rápida como la "verdadera" 4G. Se estandarizó en 2011. LTE-A consigue mayores velocidades mediante la agregación de canales, para que los usuarios puedan descargar datos de varias fuentes al mismo tiempo.
- Las especificaciones de **LTE Advanced Pro (LTE-AP)** se publicaron en 2016 y 2017. LTE Advanced Pro incluye tres grandes innovaciones técnicas: 1) la agregación de portadoras, que utiliza el espectro de diferentes bandas de portadoras LTE, 2) la modulación de orden superior, que utiliza el espectro disponible de forma más eficiente al transportar más bits de datos, y 3) las antenas de entrada-múltiple salida (MIMO), que transmiten y reciben datos en paralelo a mayor velocidad. La

tecnología MIMO mejora la cobertura y el rendimiento de la red, sobre todo en las zonas urbanas. LTE de clase Gigabit, una forma de LTE Advanced Pro, es teóricamente capaz de alcanzar velocidades de descarga superiores a 1 Gbps, aunque la mayoría de los usuarios no experimentarán velocidades tan rápidas. LTE de clase Gigabit es una opción atractiva para aplicaciones en el comercio minorista, el transporte y otros sectores que necesitan soluciones de alta velocidad y gran ancho de banda.

- **El 5G es el estándar más reciente**, que se lanzó entre 2019 y 2020. El 5G se está desplegando en todo el mundo. Cuando estén totalmente implantadas, las redes 5G ofrecerán velocidades de hasta 10 Gbps, además de una menor latencia, menores necesidades de energía y una capacidad de datos prácticamente ilimitada.

¿Qué es la LTE privada?

Es importante mencionar aquí también la "LTE privada" o "redes móviles privadas", que ofrecen una opción de despliegue para la tecnología LTE. Mientras que LTE se utiliza principalmente en redes públicas, Redes LTE privadas son pequeñas redes inalámbricas que funcionan con los mismos protocolos y tecnología que la LTE pública, utilizando espectro con licencia, sin licencia o compartido para dar cobertura a los teléfonos móviles y otros dispositivos. Los operadores de redes móviles (ORM) pueden conceder licencias de espectro y luego desplegar una red LTE privada aislada en ese espectro.

Las redes LTE privadas son una solución asequible para emplazamientos geográficamente definidos, como campos petrolíferos o explotaciones mineras remotas, o en áreas confinadas, como en grandes fábricas o puertos marítimos. Las redes LTE privadas también se ven en aeropuertos, estadios deportivos y campus universitarios o corporativos. Estos diversos casos de uso se benefician del tiempo de actividad casi constante que es posible con LTE privado.

El Servicio de Radio de Banda Ancha para Ciudadanos (CBRS) es una versión del LTE privado en Estados Unidos que utiliza el espectro compartido en la banda de 3,5 GHz (B48). El CBRS, que aborda casos de uso similares a los del Wi-Fi, es cada vez más popular

entre los clientes empresariales e industriales que quieren tener más control sobre su red inalámbrica. Ofrece una opción de red rentable para lugares de trabajo remotos y zonas rurales con mala o nula recepción celular pública.

¿Cuál es la diferencia entre 3G y LTE?

Las redes 3G empezaron a desplegarse comercialmente en 2002, aumentando gradualmente y sustituyendo después el anterior protocolo de red 2G. La funcionalidad de LTE se basa en parte en la tecnología 3G subyacente y funciona como una mejora de la 3G.

Estas son algunas de las principales diferencias entre 3G y LTE:

- **Velocidad:** la 3G es más lenta, con velocidades de datos que se miden en kilobits por segundo (Kbps) en lugar de megabits por segundo.
- **Latencia:** la latencia de la 3G (el tiempo que transcurre entre el envío de los datos y su recepción) es mucho mayor.
- **Uso de energía:** Los dispositivos LTE transfieren un mayor volumen de datos y, por tanto, pueden consumir las baterías más rápidamente que los 3G, lo que tiene implicaciones de coste y gestión de la energía que los desarrolladores y gestores de redes deben tener en cuenta.
- **Disponibilidad y fiabilidad:** hasta hace poco, las redes 3G estaban más disponibles. Hoy en día, las redes 4G están disponibles de forma casi universal y las diferencias de fiabilidad han desaparecido en gran medida.

¿Cuál es la diferencia entre 4G y LTE?

Los términos "4G" y "LTE" suelen utilizarse indistintamente y "4G LTE" aparece con frecuencia en la literatura del sector. Aunque el marketing de los operadores a veces sugiere que 4G LTE es una versión mejorada de 4G, en realidad 4G LTE se refiere a dispositivos y redes que están evolucionando *de* el estándar 3G más lento *a* capacidad total de velocidad y rendimiento de 4G. 4G LTE cubre toda la gama de velocidades de descarga desde los 10th de Mbps a los 100 de 4Gth de Mbps.

"4G" se refiere a la generación de la tecnología, mientras que "LTE" es la metodología para evolucionar esa generación a lo largo de múltiples versiones del 3GPP que establecen explícitamente los pasos técnicos que ofrecen un mejor rendimiento y más funcionalidad. Este proceso incremental mantiene la compatibilidad de los dispositivos y permite que la tecnología avance en una transición suave de una generación a la siguiente.

Por qué las redes LTE son importantes para IoT

Las redes LTE son muy utilizadas por las soluciones del Internet de las Cosas (IoT) para conectar maquinaria y equipos y permitirles enviar y recibir datos. Aunque el IoT existía antes de la introducción de la conectividad a nivel de LTE, la mayor velocidad y rendimiento de LTE hizo posible que los sistemas de IoT controlaran sistemas más grandes y complejos con mayor precisión.

IoT se utilizan en prácticamente todos los sectores. A continuación se exponen algunos de los ejemplos más extendidos de LTE IoT:

- **Tránsito:** Los autobuses, los trenes de cercanías y otras formas de transporte público dependen de los datos y la conectividad LTE para proporcionar información a los despachadores y administradores del sistema sobre el rendimiento de los vehículos, los niveles de pasajeros y para el Wi-Fi de los pasajeros.
- **Ciudades inteligentes:** Numerosas aplicaciones de IoT que utilizan LTE proporcionan una funcionalidad rentable para los municipios, incluidos los controladores de iluminación inteligentes para las calles y los espacios públicos, las estaciones de carga de vehículos eléctricos y las redes LTE de alta velocidad para conectar los semáforos para la gestión adaptativa del tráfico en tiempo real.
- **Aplicaciones industriales:** IoT desempeña un papel importante en las operaciones industriales y de fábrica, como la supervisión y el control de procesos, la automatización de la fabricación y el mantenimiento predictivo.
- **Agricultura de precisión:** Los sistemas de riego y otras infraestructuras agrícolas facilitadas por LTE pueden suponer un importante ahorro de trabajo y costes para los agricultores.
- **Gestión del agua/aguas residuales:** las aplicaciones de IoT con conectividad LTE proporcionan una supervisión inalámbrica 24 horas al día, 7 días a la semana, de

pozos, estaciones de bombeo, alcantarillas y otros componentes de los sistemas de agua y aguas residuales.

- **Comercio minorista y señalización digital:** las soluciones de IoT para aplicaciones de comercio minorista y señalización digital se utilizan en diversos casos de uso, desde la señalización informativa y la publicidad exterior hasta los sistemas de punto de venta, los cajeros automáticos y los sistemas de caja de autoservicio, entre otros.