



➤ **ING. JORGE MORALES**

- Carrizo Esteban: <https://github.com/estebancarrizo>
- Nis Carolina: <https://github.com/Mayte2008>
- Santillan Maximo: <https://github.com/maxii-sc>
- Vexenat Fernando: <https://github.com/fvexe82>

AÑO: 2023

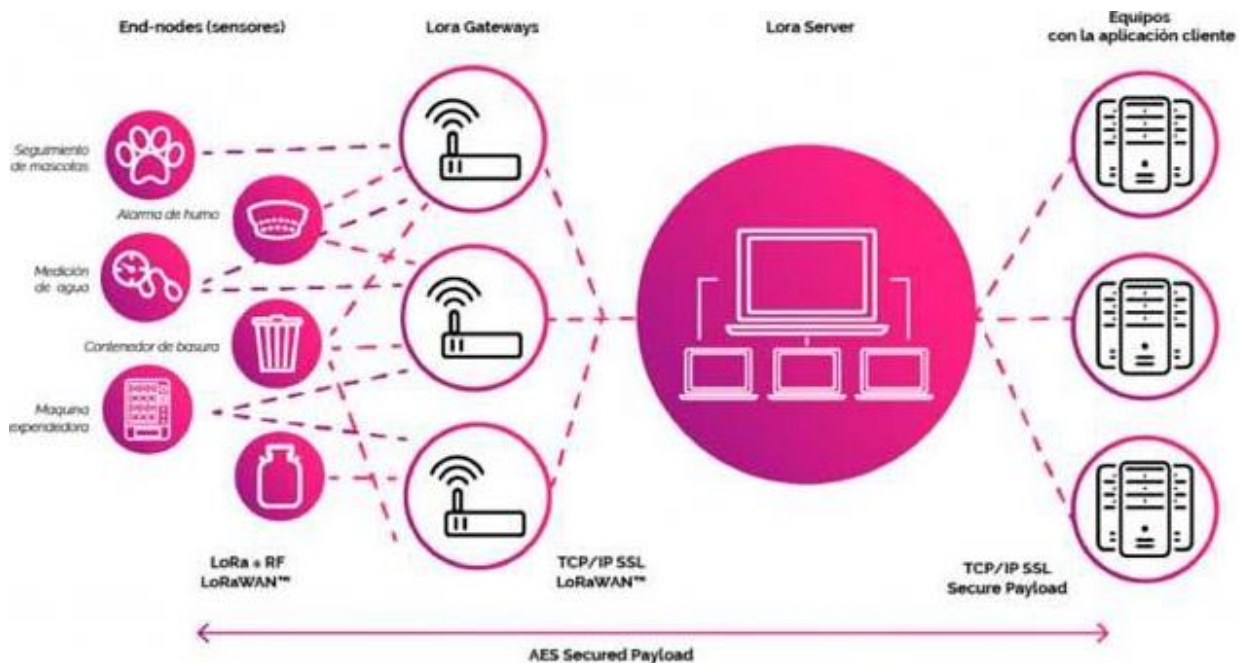
1) ¿Que es un Protocolo LoRaWAN? ¿Para que se usan? Ejemplifique

El protocolo LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) es un estándar de comunicación de bajo consumo de energía y largo alcance diseñado específicamente para aplicaciones de Internet de las cosas (IoT). LoRaWAN se basa en la tecnología LoRa (Long Range), que utiliza modulación de espectro ensanchado para permitir la transmisión de datos a distancias de varios kilómetros en entornos urbanos y de hasta varios cientos de kilómetros en áreas rurales.

El estándar de red LoRaWAN apunta a requerimientos característicos de Internet de las Cosas, tales como conexiones bidireccionales seguras, bajo consumo de energía, largo alcance de comunicación, bajas velocidades de datos, baja frecuencia de transmisión, movilidad y servicios de localización. Permite la interconexión entre objetos inteligentes sin la necesidad de instalaciones locales complejas, y además otorga amplia libertad de uso al usuario final, al desarrollador y a las empresas que quieran instalar su propia red para Internet de las Cosas.

Debido a la tecnología de espectro ensanchado (o SS, spread spectrum en inglés), las comunicaciones a distintas velocidades de datos no interfieren con otras comunicaciones a distinta velocidad, creando así un juego virtual de canales que incrementan la capacidad de la puerta de enlace.

Las velocidades de datos se encuentran en el rango de 0.3 kbps a 50 kbps. Para maximizar en forma conjunta la duración de la batería de los dispositivos finales y la capacidad de la red, el servidor central LoRaWAN maneja la velocidad de datos para cada dispositivo en forma individual, por medio de un esquema adaptativo de velocidad de datos (o ADR, adaptive data rate en inglés).



Algunas características de estas:

1. Largo alcance: Permite la comunicación de larga distancia, lo que permite la cobertura en áreas extensas con menos infraestructura.
2. Bajo consumo de energía: Los dispositivos LoRaWAN pueden funcionar con baterías de larga duración, ya que requieren una cantidad mínima de energía para transmitir datos.
3. Baja tasa de transferencia: LoRaWAN está optimizado para aplicaciones que transmiten pequeñas cantidades de datos a intervalos largos. Es adecuado para aplicaciones que no requieren una transmisión de datos en tiempo real o de alta velocidad.
4. Capacidad de penetración: La tecnología LoRa puede atravesar obstáculos físicos y penetrar en estructuras como edificios, lo que la hace adecuada para aplicaciones en entornos urbanos.
5. Escalabilidad: LoRaWAN permite la conexión de miles de dispositivos en una única red, lo que permite la implementación de redes IoT a gran escala.

2- Que es un protocolo Sigfox. Para que se usa. Ejemplifique

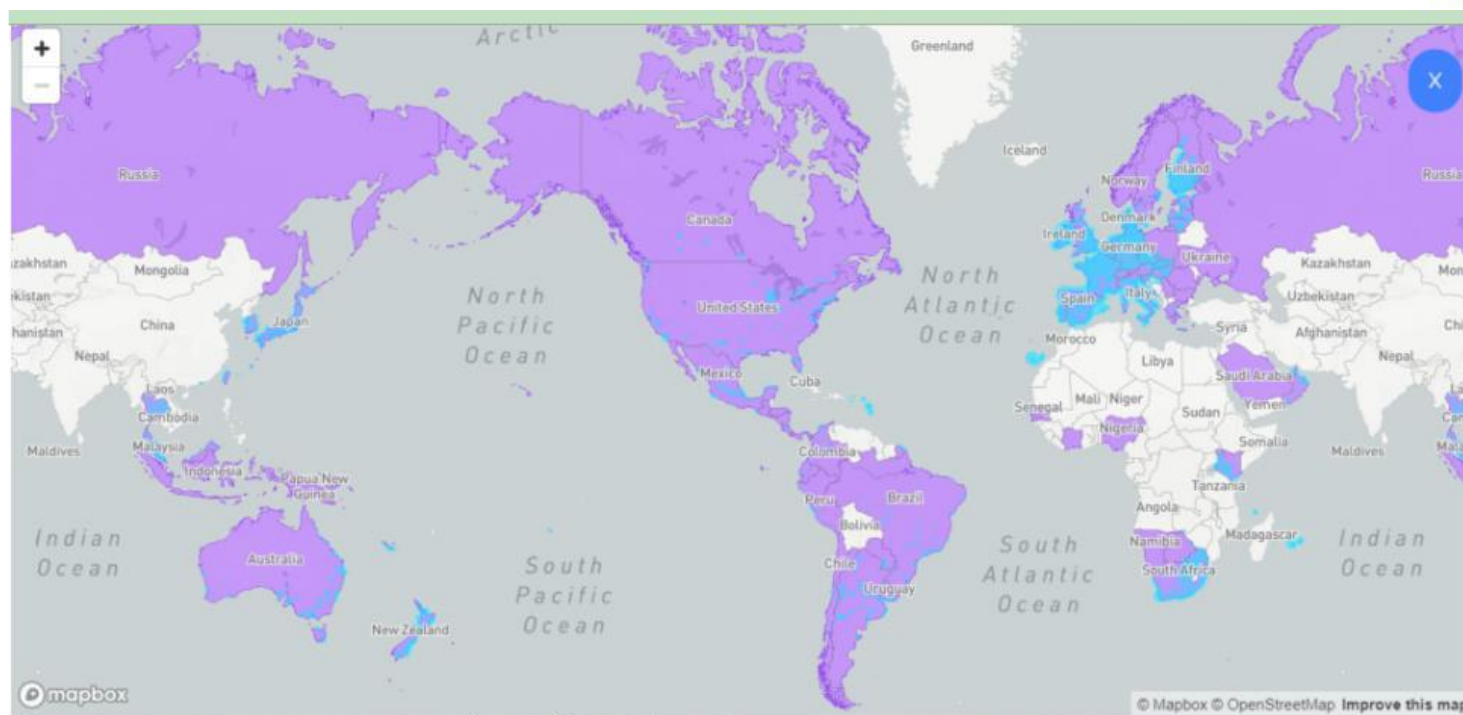
Sigfox fue originariamente una empresa francesa fundada en 2009 por dos ingenieros apasionados por el estudio de las señales. Podemos catalogarla como la primera red IoT dedicada.

Este servicio aporta soluciones al mundo de las M2M (comunicación de máquina a máquina) con su oferta de conectividad, totalmente pensada y dedicada para las comunicaciones a baja velocidad.

Reinventa cómo se transmite la información siempre pensando en reducir el consumo de energía y el coste de los dispositivos conectados.

Sigfox junto con los distintos operadores encargados en cada país (En España era Abertis, ahora conocida como Cellnex) ha creado una red de largo alcance y baja velocidad que permite la comunicación de datos entre dispositivos conectados sin pasar por un teléfono móvil o estar directamente ligado a la cobertura y disponibilidad de la red móvil.





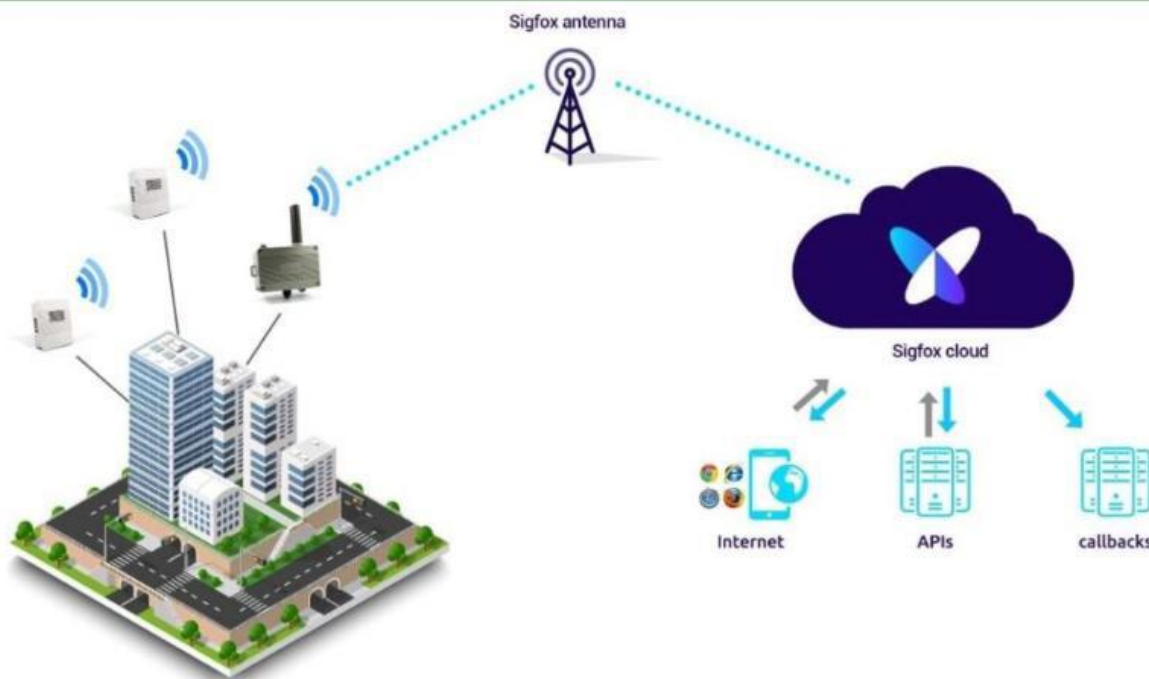
Cobertura de Sigfox en el mundo

Esta conexión entre equipos conectados es posible gracias a su tecnología de radio de banda ultra estrecha. Es energéticamente bastante eficiente y utiliza bandas de frecuencia libres de licencia, disponibles en todo el mundo, como las bandas ISM. Esto le obliga en parte a no poder ocupar el canal más de cierto porcentaje del tiempo conocido como duty cycle, imponiendo una de las limitaciones mas fuertes, sobre Sigfox, que es el límite en el número de mensajes diarios por dispositivo a 140.

Cómo funciona Sigfox

Desde un punto de vista técnico, Sigfox depende de otra red distinta, basada en 868Mhz.

Cada nodo puede cubrir un área de cobertura bastante grande. Además empresas que necesitan mejorar la cobertura en su área pueden instalar un equipo repetidor.



Esquema de funcionamiento de Sigfox

Tiene un sistema en la nube donde desde la interfaz web es posible dar de alta los equipos, que funcionan por un ID único en vez de autenticación por tarjeta SIM como los móviles u otros dispositivos IoT basados en GPRS.

También ofrece una red con buena calidad de servicio garantizada y efectiva para bajo volumen de datos, pero que puede soportar muchos dispositivos simultáneos como por ejemplo un despliegue de sensores. Podemos desarrollar nuestra propia APP y conectarla a la API de Sigfox para recibir la información de los sensores y dispositivos. También es posible recibir mensajes en sentido contrario, desde la red hacia el dispositivo, pero hay que tener en cuenta que no son síncronos, no se asegura la disponibilidad y que están bastante limitados.

Sectores de aplicación

Sigfox tiene algunas limitaciones. A pesar de ello podemos encontrar aplicaciones en casi todas las áreas y sectores. Por ejemplo, en las áreas de domótica, Smart Grid, transporte, logística, ciudades inteligentes, Alarmas. El servicio es fiable y las cuotas de conectividad son inferiores a otras redes, lo que a volumen supone una diferencia notable. Podría servir para entornos Scada o de trazabilidad logística.

Como caso de éxito podemos destacar como en Enero de 2018, cuando se firmó un contrato de 300 millones de euros con Senioradom, un especialista Francés en teleasistencia para personas mayores. Este despliegue era para la ciudad de Chengdu en China, pero la idea es ampliar la solución a 20 ciudades más en China.



Otro caso de Éxito es el uso para Alarmas de la red Sigfox en España por parte de Securitas Direct. Evitando usar la tan saturada y fácil de inhibir red de telefonía.

Al utilizar saltos de frecuencia la red de Sigfox es más complicada de inhibir y por tanto más segura para sistemas de seguridad.

Usos de Sigfox

Monitorización de la Temperatura, detección de vibración o golpes, envío de la ubicación, la pulsación de un botón, esto son algunos usos que se podrían implementar. Todos los dispositivos pueden enviar pequeños paquetes de información hasta 140 veces al día como hemos visto.

Los dispositivos conectados de Sigfox están casi siempre en espera, lo que les permite consumir muy poca energía. Esto es quizás la mayor ventaja, el bajo consumo le permite que no sea necesario ni estar conectado a la red eléctrica ni tener baterías grandes. Por ejemplo, un dispositivo IoT bajo sigfox con una batería decente podría tener una vida útil de hasta 10 años.

Como hemos visto, tiene como objetivo sobre todo facilitar la comunicación entre objetos inteligentes. La conectividad M2M le permite conocer los datos almacenados en un dispositivo a través de otro dispositivo central, como una computadora, para facilitar la toma de decisiones.

La red Sigfox se usa actualmente para varias aplicaciones como pueden ser:

- Controlar vallas publicitarias,
- Gestionar el sistema de ventilación y calefacción de edificios.
- Gestionar alarmas
- Trazabilidad de activos

Sigfox en soluciones rurales

El reducido consumo, la buena cobertura en áreas remotas, así como no tener que instalar un gateway como en otras soluciones como LoRa, hacen de sigfox una solución buena para entornos rurales.

GPS basado en Sigfox

Sigfox es una buena tecnología para el control de ubicación GPS de activos, gracias a su bajo consumo, la autonomía que habitualmente usando tecnología GSM/LTE pueden ser horas o días, con sigfox serán semanas o meses, incluso años.

Entre las limitaciones está la teórica de 140 mensajes diarios, que nos daría si lo repartimos entre las 24h, una posición cada 10 minutos. Esto en algunos casos puede no ser suficiente por lo que podemos pensar fórmulas para conseguir recibir la posición con menor tiempo de espera en esas ocasiones que es requerido.

De igual forma podemos ahorrar batería y mensajes cuando no el activo no se está moviendo.

3. ¿Qué son protocolos de Redes Móviles?

El protocolo WAP (Wireless Application Protocol) es un protocolo estandarizado mundialmente, para ser utilizado desde terminales móviles digitales para la gestión de llamadas, transmisión de mensajes y acceso a Internet, pudiendo acceder a información y servicios de forma sencilla, instantánea e interactiva.

Las tecnologías empleadas en la **telefonía móvil** están constituidas por una serie de familias de estándares y protocolos que se encuentran actualmente en su cuarta generación. La Telefonía móvil 0G y 1G utilizaban tecnología analógica, la Telefonía móvil 2G significó el paso a tecnología digital, la Telefonía móvil 3G proporciona acceso de banda ancha a Internet, mientras que la Telefonía móvil 4G está basada completamente en el protocolo IP y permite la convergencia de las redes de cable e inalámbricas.

Telefonía móvil 0G

Los primeros teléfonos móviles, denominados telefonía móvil de generación cero o Telefonía móvil 0G, aparecieron en los 60 y eran unos radio-teléfonos (Mobile Radio Telephone, Radio-Teléfono Móvil) similares a la radio de la policía o del servicio de tele-taxi.

La Telefonía móvil 0G era un servicio conectado a la red de telefonía fija y utilizaba tecnologías analógicas, como PTT, MTS, IMTS y AMTS.

Telefonía móvil 1G

La telefonía móvil de primera generación o Telefonía móvil 1G, utilizaba tecnología analógica y fue lanzada en los 80.

Se implementaron múltiples estándares de 1G, como NMT (Dinamarca, Finlandia, Noruega, Suecia, Suiza, Holanda, Europa del Este y Rusia), AMPS (Estados Unidos y Australia), TACS (Reino Unido), C-450 (Alemania y Portugal), Radiocom 2000 (Francia), RTMI (Italia) y TZ-801/802/803 (Japón).

- **TACS** (Total Access Communications System): Reino Unido y España.
- **C450**: Alemania Oriental, Portugal.
- **Radiocom 2000**: Francia.
- **RTMI**: Italia

Imagen del primer móvil con tecnología de primera generación: Motorola DynaTAC 8000X.



Telefonía móvil 2G

La telefonía móvil de segunda generación o Telefonía móvil 2G, fue introducida alrededor de 1990 y su principal diferencia con la Telefonía móvil 1G es que la Telefonía móvil 1G es analógica y la Telefonía móvil 2G es digital.

La Telefonía móvil 2G surgió como respuesta a la necesidad de obtener un mayor aprovechamiento de los espectros de radiofrecuencia asignados a la telefonía móvil, y de la necesidad de integrar otros servicios en la señal, como los mensajes de texto SMS o el transporte de datos.

- GSM (Global System for Mobile Communications)
- TDMA (conocido también como TIA/EIA136 o ANSI-136)
- D-AMPS Digital Advanced Mobile Phone System

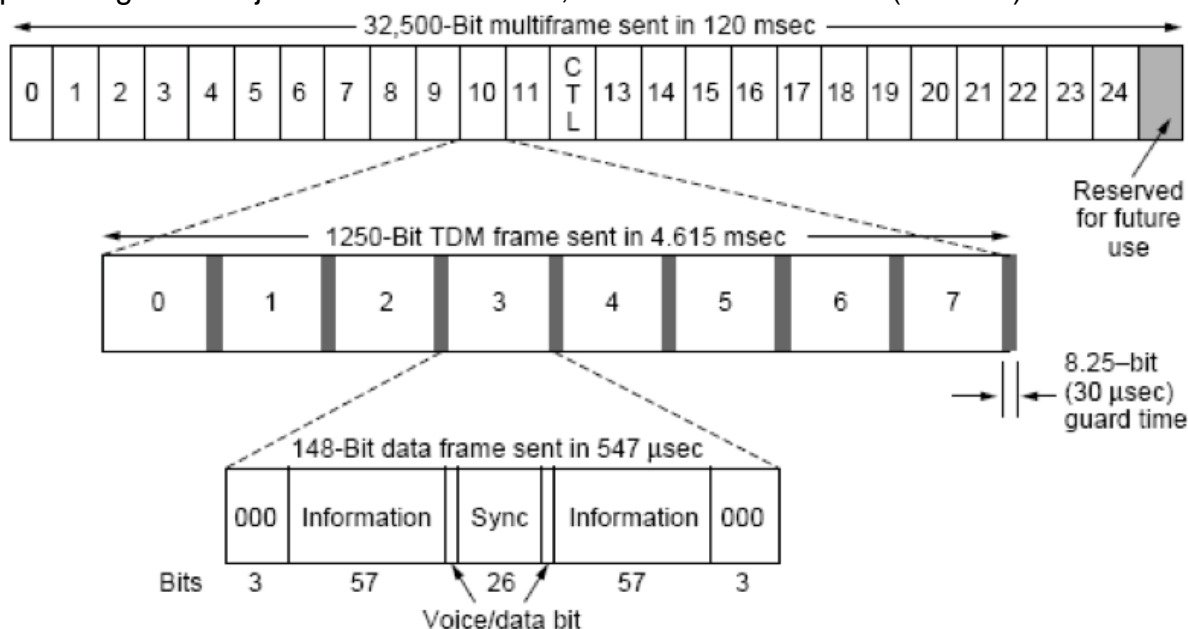
Sin embargo, ha sido el primero de ellos, GSM, el que pronto se estandarizó a nivel mundial. Se trata de un sistema de telefonía totalmente digital que soporta voz, mensajes de texto, datos (9.6Kbps) y roaming.



Distintivo de la tecnología GSM.

La Telefonía móvil 2G incluye diversos protocolos, como GSM, IS-136 (TDMA, D-AMPS), IS-95 (CDMA, cdmaONE) o PHS.

En ocasiones se denomina Telefonía móvil 2.5G o 2.75G a algunos protocolos de Telefonía móvil 2G que incorporan algunas mejoras del estándar 3G, como GPRS o EDGE (EGPRS).

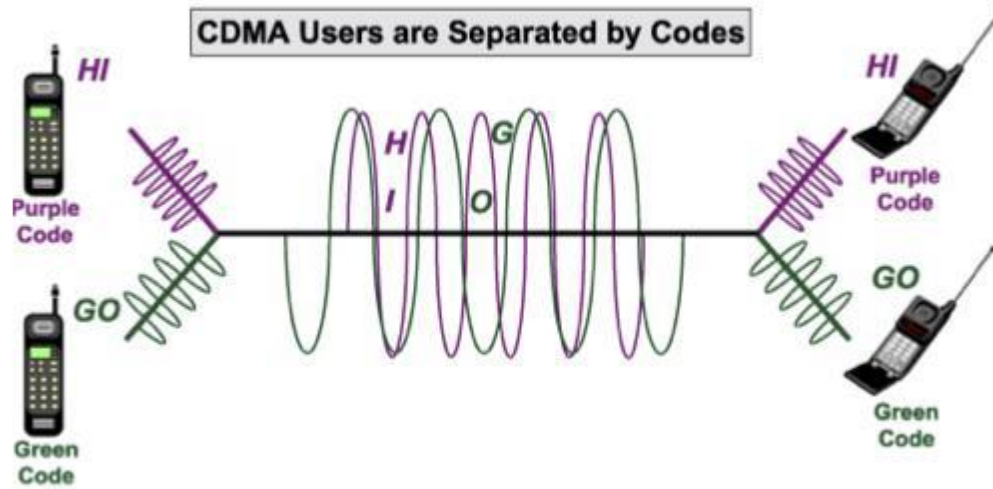


Telefonía móvil 3G

La telefonía móvil de tercera generación o Telefonía móvil 3G, son una serie de protocolos y estándares de telefonía móvil que siguen la especificación IMT-2000 de la ITU y que proporcionan servicios de voz, datos y acceso de banda ancha a Internet.

Existen diversos protocolos de Telefonía móvil 3G, como UMTS, CDMA2000 y EVDO.

Algunos protocolos de Telefonía móvil 3G que se consideran el paso previo antes del estándar 4G, se denominan Telefonía móvil 3.5G, 3.75G o 3.9G, como HSDPA, HSUPA o HSPA+.



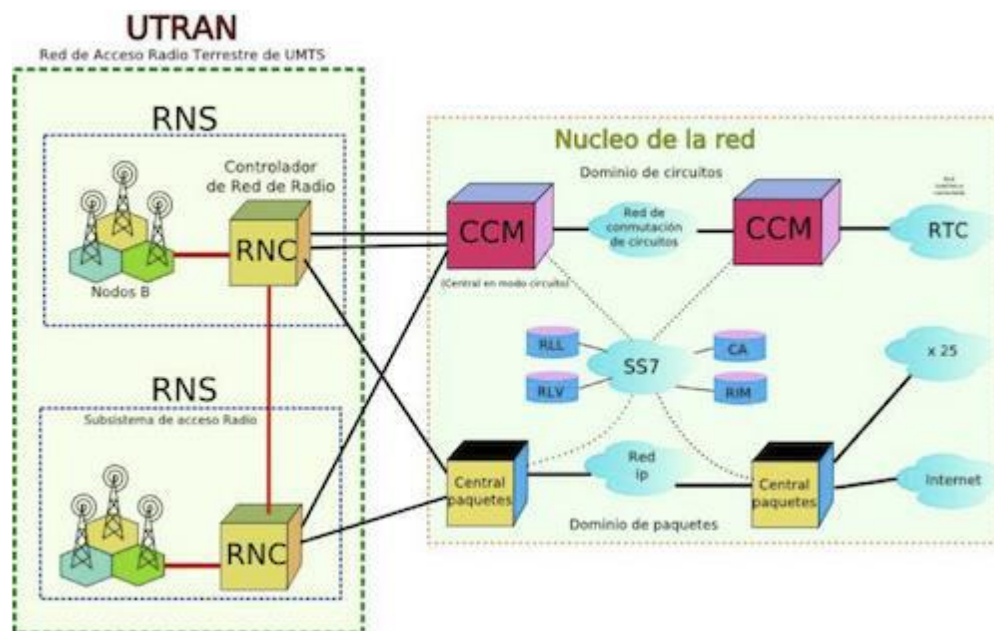
En WCDMA, existen además dos modos de operación:

- **TDD:** En este método bidireccional, las transmisiones de los enlace subida y bajada son transportadas en la misma banda de frecuencia usando intervalos de tiempo (intervalos de trama) de forma síncrona. Así los intervalos de tiempo en un canal físico se asignan para los flujos de datos de transmisión y de recepción.
- **FDD:** Los enlaces de las transmisiones de subida y de bajada emplean dos bandas de frecuencia separadas. Un par de bandas de frecuencia con una separación especificada se asigna para cada enlace.

En relación a los elementos presentes en una red UMTS, contamos con tres elementos principales:

- **UE (User Equipment).** Se compone del terminal móvil y su módulo de identidad de servicios de usuario/suscriptor (USIM) que se corresponde con la tarjeta SIM.
- **UTRAN (Red de acceso radio).** La red de acceso radio proporciona la conexión entre los terminales móviles y el Core Network. En UMTS recibe el nombre de UTRAN (Acceso Universal Radioeléctrico Terrestre) y se compone de una serie de subsistemas de redes de radio (RNS) que son el modo de comunicación de la red UMTS. Un RNS es responsable de los recursos y de la transmisión - recepción en un conjunto de celdas y está compuesto de un RNC y uno o varios nodos B. Los nodos B son los elementos de la red que se corresponden con las estaciones base (antenas). El controlador de la red de radio (RNC) es responsable de todo el control de los recursos lógicos de una estación base.
- **Core Network (Núcleo de la red).** El núcleo de red incorpora funciones de transporte y de inteligencia. Las primeras soportan el transporte de la información de tráfico y señalización, incluida la

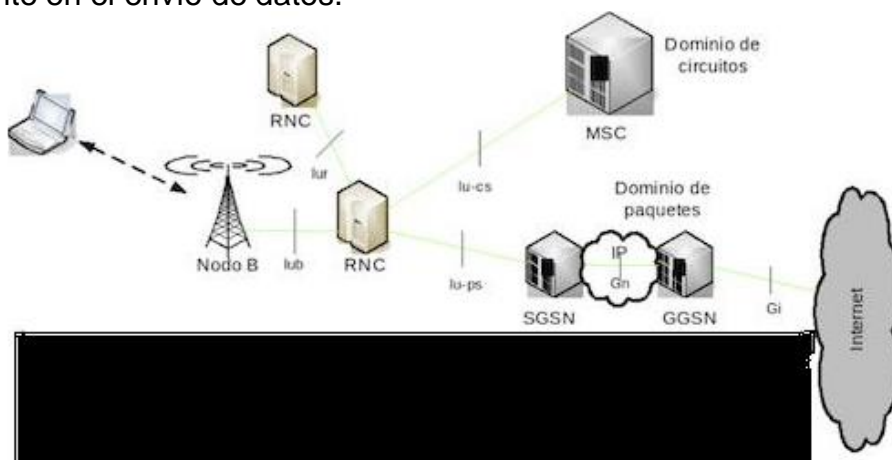
conmutación. También incluye la gestión de la movilidad. A través del núcleo de red, el UMTS se conecta con otras redes de telecomunicaciones, de forma que resulte posible la comunicación no sólo entre usuarios móviles UMTS, sino también con los que se encuentran conectados a otras redes de voz o datos.



Representación de la arquitectura UMTS

Equipos del núcleo de la red

En el núcleo de la red nos encontramos diferentes elementos. Por un lado tenemos el **MSC** (Mobile Switching Center) para servicios de voz (conmutación de circuitos). Por otro lado contamos con el **SGSN** (Serving GPRS Support Node) y el **GGSN** (Gateway GPRS Support Node) para la conmutación de paquetes presente en el envío de datos.



Elementos físicos presentes en la arquitectura UMTS.

Telefonía móvil 4G

La telefonía móvil de cuarta generación o Telefonía móvil 4G, está basada completamente en el protocolo IP y permite la convergencia de las redes de cables e inalámbricas, ofreciendo elevadas velocidades de acceso.

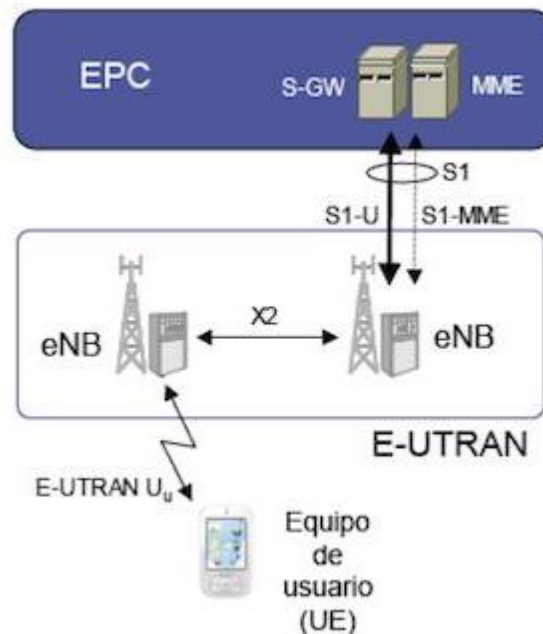
Los protocolos de Telefonía móvil 4G siguen la especificación IMT-Advanced de la ITU-R, y todavía están en fase de definición, siendo los principales candidatos LTE Advanced, Mobile WiMAX y UMB.

Arquitectura LTE

Los elementos que forman la arquitectura LTE son:

- Equipos móviles de usuarios. UE.
- Red de acceso evolucionada: **E-UTRAN**.
- Red troncal de paquetes evolucionada: EPC.

Representación de la arquitectura 4G.

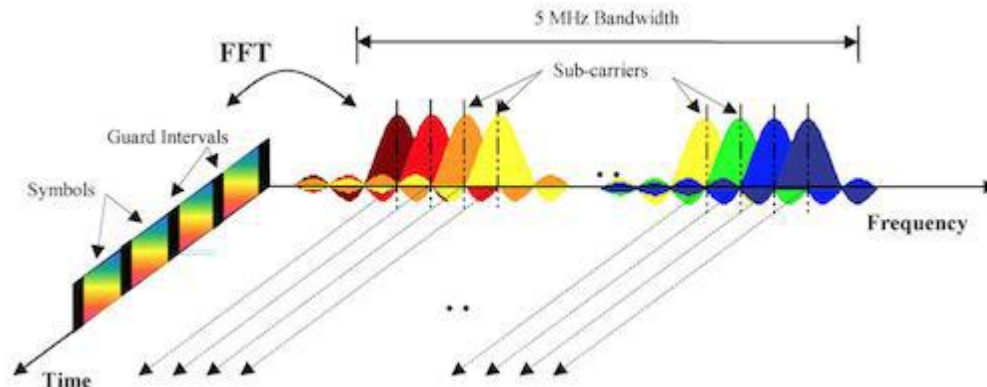


La interfaz y la arquitectura de radio del sistema LTE es completamente nueva. Estas actualizaciones se denominan Evolved UTRAN (E-UTRAN). Un importante logro de E-UTRAN ha sido la reducción del coste y la complejidad de los equipos, esto es gracias a que se ha eliminado el nodo de control (conocido en UMTS como RNC). Por tanto, las funciones de control de recursos de radio, control de calidad de servicio y movilidad han sido integradas al nuevo "Node B", llamado evolved Node B. Todos los eNB se conectan a través de una red IP y se pueden comunicar unos a otros usando sobre IP. Los esquemas de modulación empleados son QPSK, 16-QAM y 64-QAM.

Esta nueva arquitectura de radio tiene como característica el poseer alta eficiencia espectral mediante el uso de dos diferentes esquemas de multiplexación:

- OFDMA. Multiplexación por división de frecuencias ortogonales. Se utiliza en el enlace descendente.

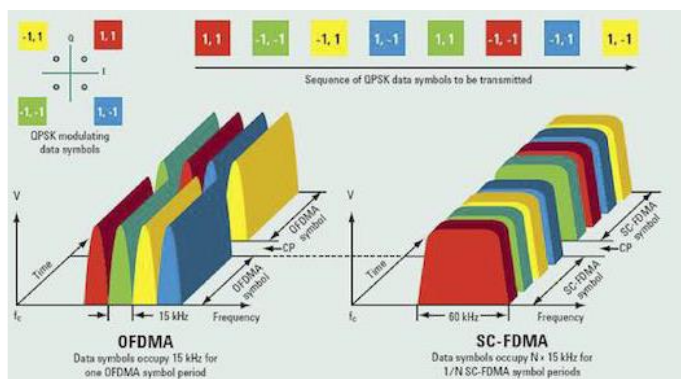
Se asignan subportadoras a cada usuario, mediante códigos ortogonales, según el requerimiento de los usuarios. Con este método se logra una fuerte inmunidad frente al ruido a la vez que se pueden definir muchos criterios de asignación de frecuencias (tipo de servicio, calidad de conexión, tarifa...) Las subportadoras se modulan con un rango de símbolos QPSK, 16QAM o 64QAM.



Representación de subportadoras en ancho de banda de 5Mhz en OFDMA para estandar LTE.

- SC-FDMA. Acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única. Si bien la multiplexación OFDMA presenta ventajas para el canal descendente, no es apropiada por las características del canal ascendente, donde el emisor no posee la potencia lineal requerida para mantener estable los símbolos de la multiplexación. Se elige, por tanto, otra técnica que evite disparar el consumo de la batería del dispositivo. El proceso de transmisión del esquema SC-FDMA es muy parecido al de OFDMA. De hecho, se puede considerar como una versión precodificada, mediante la transformada discreta de Fourier (DFT), de OFDMA.

En la siguiente figura se muestra una secuencia de ocho símbolos QPSK en un ejemplo con 4 subportadoras. Para OFDMA, los 4 símbolos se toman en paralelo, cada uno de ellos modulando su propia sub-portadora en la fase QPSK apropiada. Después de un período de símbolo OFDMA, se deja un tiempo (para que no haya solapamientos) antes del siguiente período de símbolo. En SC-FDMA, cada símbolo se transmite secuencialmente. Así, los 4 símbolos se transmiten en el mismo período de tiempo. El rango de símbolos más alto requiere de cuatro veces el ancho de banda del espectro. Después de cuatro símbolos se deja el tiempo para evitar solapamientos mencionado anteriormente.



Representación de OFDMA (canal descendente) y SC-FDMA (canal ascendente).

En relación al espectro, LTE permite un ancho de banda adaptativo: 1.4, 3, 5, 10, 15 y 20 MHz. Como no podría ser de otra forma, para alcanzar las velocidades prometidas en el estándar es necesario llegar al máximo de 20MHz anterior, algo que no siempre es posible para las operadoras debido a las limitaciones del espectro radioeléctrico.

Las velocidades que se pueden alcanzar con la tecnología 4G dependen, por tanto, del espectro disponible. Si hablamos de velocidades reales, las máximas que pueden alcanzar los dispositivos en España (por el despliegue realizado por los operadores) varía, en el mejor de los casos, entre 75 y 150 Mbps, siempre que se disponga de, al menos, 10MHz en una de las bandas de despliegue del 4G.

Resumen de velocidades de LTE o 4G en España. Ancho de banda	10MHz	15MHz	20MHz
Descarga	75Mbps	112Mbps	150 Mbps
Subida	25Mbps	37Mbps	50 Mbps

Los terminales 4G actuales, realizan un escaneo de frecuencias continuamente para detectar si hay cobertura 4G disponible, y si es así, también detectan si hay cobertura de una sola banda 4G o de más de una. Cuando detecta que hay más de una, selecciona siempre la que tenga más ancho de banda y, por lo tanto, se ofrezcan mayores velocidades.

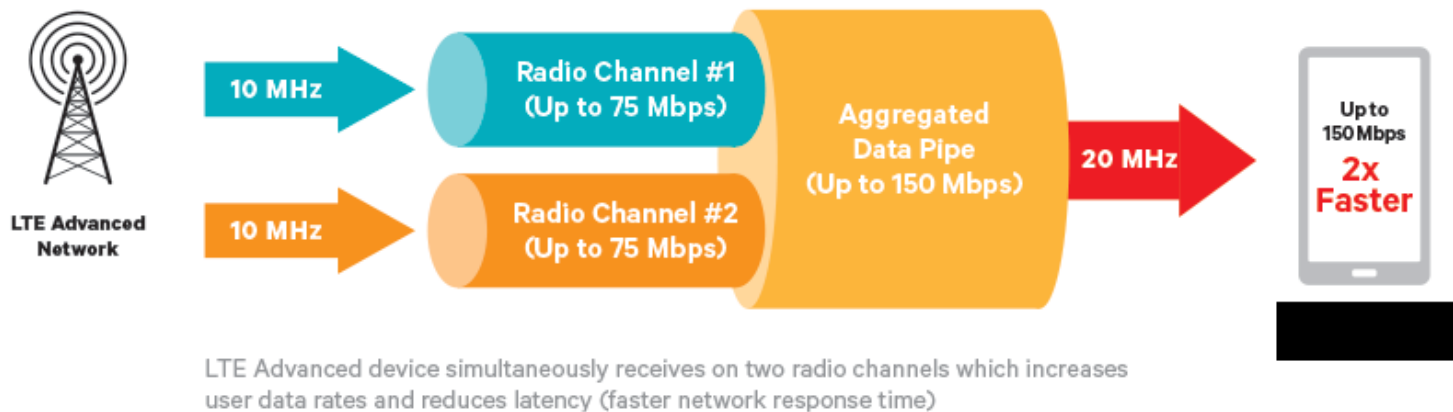
LTE advanced

LTE advanced se corresponde con las mejoras realizadas en la tecnología LTE para poder alcanzar velocidades superiores a los 150 Mbps. También se denomina 4.5G o 4G+ y se caracteriza por permitir un sistema escalable de ancho de banda excediendo los 20 MHz del LTE (potencialmente hasta los 100 MHz). Esta técnica se conoce como "Carrier Agregation"

Carrier Agregation consiste en que cuando un terminal se da cuenta de que tiene cobertura de dos antenas 4G a la vez, cada una de una banda de frecuencias diferente, en lugar de tener que elegir entre una de las dos se plantea: ¿y por qué no usar las dos antenas a la vez? Si el dispositivo es capaz de trabajar con dos bandas de frecuencia 4G a la vez, y siempre que la red también sea capaz de gestionarlo, se usan las dos antenas simultáneamente para las descargas de Internet, y la velocidad máxima teórica de bajada será la de la suma de las velocidades de cada antena individual. Por ejemplo, si se tiene cobertura 4G en la banda 1.800Mhz con ancho de banda 15MHz y a su vez, en la banda 2600 con ancho de banda 20MHz, actualmente el terminal elegiría la antena de 2600 y, por lo tanto, podría descargar a 150Mbps... Pero, si contamos con Carrier Agregation, pasaríamos a usar las dos antenas a la vez (1.800 + 2.600) y la velocidad máxima de descarga será de 150 + 112 =

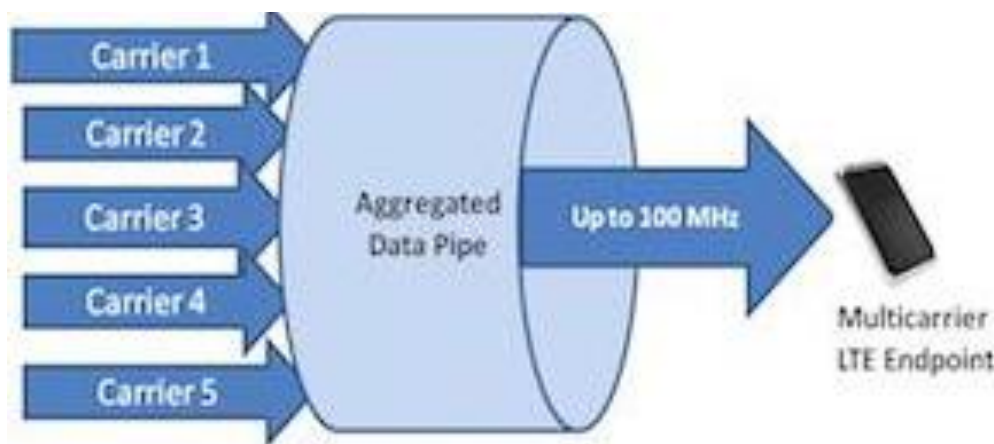


262 Mbps. Y en el caso máximo a día de hoy, si en una ciudad tenemos 20MHz en dos bandas, entonces al unir las velocidades de una celda y de otra (cada una con 150Mbps) podremos llegar a $150 + 150 = 300\text{Mbps}$ de velocidad de descarga.



Representación de Carrier Agregación con dos bandas de 10Mhz.

Por el momento los dispositivos actuales pueden llegar a permitir Carrier Agregación de hasta 2 bandas. En el futuro se podrá ampliar a más para alcanzar mayores velocidades.



Representación de Carrier Agregación de hasta 5 bandas con 20Mhz

Dividendo digital

Para alcanzar las velocidades del 4G o 4G+ anteriormente descritas es necesario disponer de espectro suficiente. En la actualidad el 4G se despliega en diferentes bandas (1800Mhz y 2600Mhz), ocupando frecuencias libres que el 2G o el 3G no está utilizando. Esto significa incluso que para algunos operadores no es posible disponer de subportadoras de 20Mhz, sino que tienen que usar 5Mhz o 1

0Mhz. Todo esto hace necesaria la liberación de más frecuencias para que el 4G pueda alcanzar todo su potencial.

El dividendo digital es la banda de frecuencias de los 800Mhz (790 - 862Mhz). Esta banda es muy interesante pues permite mayor propagación de la señal, lo que significa que las celdas de tecnología 4G podrían ampliar su cobertura más allá de los 400 metros que actualmente tienen en 2600Mhz.

Los operadores de telefonía móvil en España ya han empezado a hacer uso de la banda de los 800Mhz, una vez ha quedado liberada de las emisiones de televisión.



Frecuencias liberadas del dividendo digital en España.

Tecnología 5G

En telecomunicaciones, 5G son las siglas utilizadas para referirse a la quinta generación de tecnologías de telefonía móvil. Es la sucesora de la tecnología 4G. Actualmente se encuentra sin estandarizar y las empresas de telecomunicación están desarrollando sus prototipos. Está previsto su uso para 2020 aunque es de esperar un retraso en su despliegue, tal y como ha ocurrido con 4G. No obstante, la compañía Huawei ha anunciado que proveerá esta tecnología a una empresa de telecomunicaciones rusa de cara al mundial de fútbol de 2018.

La compañía Samsung también está trabajando en el desarrollo de la conexión inalámbrica de alta velocidad 5G y asegura que estará disponible para su comercialización en el año 2020. Este fabricante ya ha realizado pruebas alcanzando 1 Gbps. Por otra parte, Ericsson también ha experimentado el 5G en laboratorio consiguiendo una velocidad de bajada 5Gbps.

Según Ericsson, el desarrollo de la red 5G incluye nuevas tecnologías de antenas con "mayores anchos de banda", con "más altas frecuencias" e intervalos de tiempo de transmisión "más cortos". De hecho, una de las grandes diferencias entre el actual 4G y el 5G es la frecuencia que se usará. Mientras en 4G lo más habitual es usar frecuencias bajas, entre los 800 MHz y 2.6 GHz, en el caso de las pruebas de 5G que se han llevado a cabo hasta ahora se han utilizado bandas situadas entre los 26 y 38 GHz.

El problema del uso de estas altas frecuencias es que pueden ser bloqueadas por edificios, personas, árboles e incluso lluvia. Samsung afirma haber mitigado este problema configurando de forma dinámica el modo en que la señal se divide, e incluso controlando la dirección en la que se envía, haciendo cambios en decenas de nanosegundos en respuesta a las condiciones cambiantes.

Wi-Fi (Wifi)

Wi-Fi es un mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica. Los dispositivos habilitados con wifi, como puede ser un smartphone, pueden conectarse a Internet a través de un punto de acceso de red inalámbrica. Dicho punto de acceso tiene un alcance de unos 20 metros en interiores, una distancia que es mayor al aire libre.

"Wi-Fi" es una marca de la Wi-Fi Alliance, que es organización comercial que adopta, prueba y certifica que los equipos cumplen los estándares IEEE 802.11 relacionados a redes inalámbricas de área local.

Erroneamente, mucha gente identifica el término «Wi-Fi» con una abreviatura de Wireless Fidelity, cuando no es así.

Existen diversos tipos de wifi, basado cada uno de ellos en un estándar IEEE 802.11 aprobado. Son los siguientes:

- Los estándares IEEE 802.11b, IEEE 802.11g e IEEE 802.11n disfrutaban de una aceptación internacional debido a que la banda de 2.4 GHz está disponible casi universalmente, con una velocidad de hasta 11 Mbit/s, 54 Mbit/s y 300 Mbit/s, respectivamente.
- En la actualidad empieza a ser común el estándar IEEE 802.11ac, conocido como WIFI 5, que opera en la banda de 5 GHz y que disfruta de una operatividad con canales relativamente limpios. La banda de 5 GHz ha sido recientemente habilitada y, además, no existen otras tecnologías (Bluetooth, microondas,) que la estén utilizando, por lo tanto existen muy pocas interferencias. Su alcance es algo menor que el de los estándares que trabajan a 2.4 GHz (aproximadamente un 10 %), debido a que la frecuencia es mayor (a mayor frecuencia, menor cobertura).

Arquitectura Wi-Fi

Las redes Wi-Fi funcionan comunmente en lo que se denomina modo infraestructura, donde necesitamos un punto de acceso al que conectarnos.

Este punto de acceso "crea" la red a la que podemos conectarnos. Envía cada cierto tiempo (100ms) la señal con el identificador de la red BSSID. Este identificador (Basic Service Set Identifier) se forma con la dirección MAC del punto de acceso (no confundir con la MAC del router, pues puede haber varios puntos de acceso, cada uno con su BSSID, dentro de una red con un único router).

Al BSSID se une el otro identificador SSID para identificar una red inalámbrica. El SSID es básicamente el nombre de la red. Habrá un único SSID en una red inalámbrica que puede estar compuesta por varios puntos de acceso y, por lo tanto, varios BSSID.

Seguridad Wi-Fi

Para garantizar la seguridad en las redes Wi-Fi hay varias alternativas, aunque la más efectiva es cifrar los datos transmitidos. Hay varias formas de cifrar las comunicaciones de las redes Wi-Fi:

- Sin cifrado: Red abierta (no recomendado)
- WEP: Wired Equivalent Privacy. Cifrado por clave compartida por todos los usuarios de la red. Es un cifrado muy sencillo (no recomendado).
- WPA: Wi-Fi Protected Access. WPA permite la autenticación mediante una clave precompartida, que de un modo similar al WEP, requiere introducir la misma clave en todos los equipos de la red. A partir de la pre-shared key que introducimos en el punto de acceso, el sistema va generando nuevas claves que transmite al resto de equipos, lo cual dificulta la acción de descifrado.
- WPA2: Es el estándar más moderno para proteger redes inalámbricas y el que recomienda la Wi-Fi Alliance. La principal diferencia entre WPA y WPA2 (Personal) es que WPA utiliza un tipo de codificación conocido como TKIP. WPA2 suele utilizar AES, un algoritmo de cifrado mucho más avanzado que no puede ser derrotado por las herramientas que superan la seguridad TKIP, por lo que es un método mucho más seguro de encriptación

¿Para qué se usa?



Hay dos protocolos básicos que se utilizan para la conexión de llamadas telefónicas celulares: GSM y CDMA. Dentro de estos, se utilizan diferentes frecuencias y ramas, sin embargo, los fundamentos de los dos sistemas es el mismo. Además de estos dos sistemas, ha sido introducido recientemente un nuevo sistema llamado RUIM, que es una especie de híbrido de CDMA y GSM.

GSM/TDMA

El protocolo más popular para hacer y recibir llamadas telefónicas sobre redes celulares es GSM. Este sistema es utilizado por las redes celulares europeas y se utiliza en los Estados Unidos por parte de Sprint, AT & T y T-Mobile. GSM significa Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (la parte de la comunicación que está implicada). Se compone de cuatro frecuencias diferentes: 850 MHz, 900 MHz, 1.8 GHz y 1.9 GHz. El sistema en los Estados Unidos se basa en 1.9 GHz y 850 MHz, mientras que el sistema europeo utiliza 1.8 GHz y 900 MHz. La cobertura GSM está disponible para aproximadamente 80 por ciento de la población mundial. Se utiliza una pequeña tarjeta de llamada de una tarjeta SIM (por sus siglas en inglés) para rastrear teléfonos individuales, lo que permite cambiar de un teléfono a otro con sólo cambiar la tarjeta SIM. El GSM se basa realmente en una tecnología más antigua llamada TDMA. Mientras que otras tecnologías, tales como UMTS y EDGE, se han agregado a las redes GSM, estas tecnologías no se utilizan para telefonía. En su lugar, se utilizan para transmisión de datos.

4. Que es el protocolo 2G. Para que sirve. Ejemplifique.

2G es la segunda generación de redes inalámbricas digitales, que proporcionan una mejora significativa en la conectividad móvil. Esta tecnología permite el acceso a servicios como llamadas telefónicas, mensajería de texto y datos de baja velocidad. Se diferencia de la primera generación (1G) en que ofrece una mayor calidad de audio y seguridad para las comunicaciones.

La tecnología 2G ha marcado un hito en la historia de la informática, pues fue el primer paso para permitir que los usuarios realizaran llamadas de voz y envíen y reciban mensajes de texto. Esta nueva tecnología también abrió las puertas a otras formas innovadoras de comunicación, tales como transferencia de archivos, servicios multimedia y otros servicios.

Origen del 2G- Primeros estándares

Para reflejar la evolución de las tecnologías utilizadas en la telefonía móvil se utiliza el concepto de “generación”, de forma que cada generación engloba un conjunto de estándares de transmisión de datos (y de voz) que ofrecen unas determinadas prestaciones y calidad de servicio.

1G – Fue la primera generación de telefonía móvil y utilizaba tecnología analógica para la transmisión de información. Se utilizó en los años 80.

2G – Es la segunda generación de telefonía móvil que utiliza fundamentalmente GSM (*Global System for Mobile Communications*, sistema global para las comunicaciones móviles) como estándar de transmisión de telefonía digital. Permite la transmisión tanto de voz como de datos (por ejemplo, mensajes cortos de texto o SMS). Utiliza varias bandas de frecuencia dependiendo de la región o país.



En base a esto existen varios estándares GSM:

- ☐ GSM 850. Usado en EEUU, Sudamérica y Asia.
- ☐ GSM 900. Usado en Europa.
- ☐ GSM 1800 y GSM 1900. Usados en Norteamérica e incompatibles entre sí por solapamiento de bandas.

Evolución de GSM para la transmisión de datos: GPRS

Debido a las pobres prestaciones del sistema GSM para la transmisión de datos (unos teóricos 9,6 Kbps de velocidad), el ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) desarrolla el primer estándar GPRS.

GPRS (*General Packet Radio Service*, Servicio General de Paquetes vía Radio) es una extensión de GSM para la transmisión de datos. Permite velocidades de transferencia teóricas de 56 a 144 Kbps. En la práctica son unos 40 Kbps.

GPRS utiliza un canal o portadora GSM para la transmisión de datos en el que aplica multiplexación por división en el tiempo (TDM) para dividir el canal GSM en hasta ocho ranuras de tiempo, con lo que se aprovecha mejor el ancho de banda ofrecido por cada canal.

Los sistemas móviles de segunda generación, combinados con la tecnología GPRS reciben a menudo el nombre de 2.5G, o de segunda generación y media. Esta nomenclatura se refiere al hecho de que es una tecnología intermedia entre la segunda (2G) y tercera (3G) generación de telefonía móvil.

El 2G surgió como una mejora de la primera generación de telefonía móvil, conocida como 1G. Esta nueva generación introdujo conceptos importantes como la digitalización, la compresión de datos y la seguridad mejorada. Estos avances permitieron que los usuarios disfrutaran de mejores servicios y que las empresas ofrecieran una mayor variedad de productos.

Aquí están algunas de las características principales del 2G:

- ☐ **Digitalización.** El 2G digitalizó el proceso de transmisión para permitir mayor capacidad y mejor cobertura. Al convertir los datos en bits, el 2G también permitió una codificación mucho más eficiente.
- ☐ **Compresión de datos.** El 2G introdujo algoritmos avanzados para comprimir los datos enviados a través del sistema. Esto permitió que se transmitieran mayores cantidades de información en menor tiempo.
- ☐ **Seguridad mejorada.** El 2G también incluyó un sistema criptográfico para evitar el acceso no autorizado a la red y proteger los datos transmisibles.

Estas características hicieron que el 2G fuera mucho más eficiente que su predecesor, lo que permitió a las empresas ofrecer nuevos servicios como el correo electrónico, el acceso a Internet y la transmisión multimedia. Además, esta generación abrió la puerta para nuevas tecnologías como el 3G y 4G, lo cual ha contribuido enormemente al crecimiento global del sector de las telecomunicaciones.

Los grandes avances del 2G

Los avances del 2G han hecho posible que los teléfonos móviles sean una herramienta indispensable en nuestras vidas. Desde el lanzamiento del primer sistema de telefonía móvil digital, el 2G, la forma



en la que nos comunicamos ha mejorado significativamente. El 2G permitió a los usuarios realizar llamadas telefónicas y enviar mensajes de texto, entre otros servicios. Estas innovaciones llevaron a un mayor uso de los teléfonos móviles, lo que resultó en una mejora significativa en los servicios y la calidad de las conexiones.

Aquí hay algunas de las principales características y ventajas que ofrecía el 2G:

- **Velocidad.** El 2G fue mucho más rápido que su predecesor, el 1G, y permitió a los usuarios navegar por internet con velocidades hasta 10 veces superiores. Esto permitió a los usuarios realizar tareas como descargar archivos e incluso ver videos en línea sin demasiada latencia.
- **Seguridad.** La seguridad era un tema importante para los usuarios del 2G ya que su sistema utilizaba cifrado para proteger las comunicaciones entre dispositivos. Esto significaba que incluso si alguien interceptaba la señal no podría leerla o acceder a los datos transmitidos entre dispositivos.
- **Cobertura.** Los proveedores de servicios ofrecen ahora mejoras significativas en cuanto a cobertura con el 2G. Esto ayuda a garantizar que todos los usuarios tengan acceso a sus servicios desde cualquier ubicación donde hay cobertura disponible.
- **Disponibilidad.** La disponibilidad es otra característica importante del 2G ya que permite obtener información ilimitada desde cualquier lugar sin necesidad de estar conectado a un ordenador fijo o portátil. Esto permite a los usuarios realizar tareas comunes desde cualquier parte del mundo sin restricciones geográficas ni limitaciones tecnológicas.

Diferencia entre el 2G y 3G

La diferencia entre 2G y 3G es significativa para aquellos que usan teléfonos inteligentes. Ambos son estándares de telefonía móvil, pero el 3G ofrece una mejor conectividad, velocidad y capacidad. Estas son algunas de las principales diferencias entre el 2G y el 3G:

- **Cobertura.** El 2G tiene una cobertura limitada, mientras que el 3G ofrece cobertura en un área más amplia.
- **Velocidad.** La velocidad de transferencia de datos es mucho mayor en el 3G que en el 2G. El 3G puede alcanzar velocidades de transferencia de datos de hasta 7 Mbps, mientras que la del 2G es aproximadamente 1 Mbps.
- **Servicios.** El 3G ofrece servicios como transmisión en vivo, streaming multimedia, videoconferencias y acceso a Internet a través del teléfono celular, que no se pueden encontrar en los estándares 2G.
- **Tarifas.** Las tarifas para los planes de datos del 3G son generalmente mayores que las del 2G debido a su mayor velocidad y capacidad para proporcionar servicios avanzados como streaming multimedia o videoconferencias. **Compatibilidad con dispositivos.** Los dispositivos compatibles con el estándar 2G son limitados, ya que solo se pueden usar para llamadas telefónicas y mensajes de texto básico. Por otro lado, los dispositivos compatibles con el estándar 3G son mucho más numerosos e incluyen teléfonos inteligentes como iPhones y Android siendo una gran ventaja para los usuarios.

4. Que es 3G. Para que sirve. Ejemplifique



3G significa de telefonía móvil de tercera generación. Los teléfonos móviles y dispositivos inalámbricos que usan 3G envían y reciben datos mucho más rápido que los sistemas de segunda generación (2G) y ofrecen la posibilidad de muchas más funciones y aplicaciones.

En términos técnicos, 3G es un término genérico que cubre una gama de estándares de redes y tecnologías inalámbricas que incluyen:

- CDMA - Wideband Code Division Multiple Access
- CDMA2000 - Code Division Multiple Access 2000
- UMTS -Universal Mobile Telecommunications System
- EDGE - Enhanced Data for Global Evolution
- HSPA – High Speed Packet Access, que incluye HSDPA y HSUPA

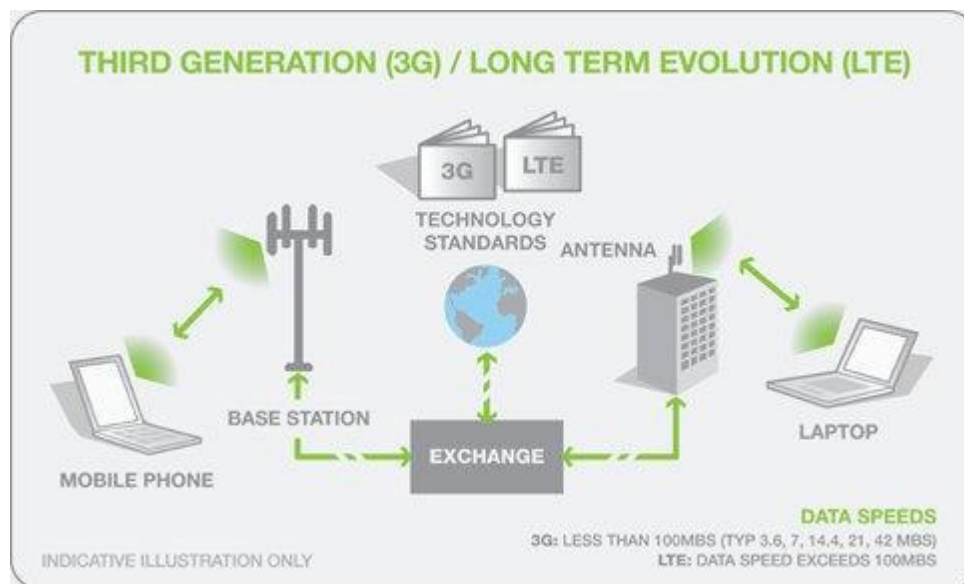


Gráfico: TERCERA GENERACIÓN (3G) / EVOLUCIÓN DE LARGO PLAZO (LTE)

¿CÓMO FUNCIONA 3G?

3G, o las redes de tercera generación, funcionan de manera diferente de las redes 2G. Cuando se hace una llamada en 2G, la línea se mantiene abierta para la conversación del usuario durante toda la llamada. En las redes 3G, los datos enviados se dividen en pequeños 'paquetes de datos' que se rearmen en el orden correcto en el extremo receptor. Esta codificación inteligente significa que es posible enviar más datos y con más eficiencia. Además, los terminales 3G pueden estar en contacto con más de una estación base a la vez y esto proporciona rendimientos mejorados en calidad de voz y velocidades de datos.

Algunas personas se refieren a 3G como la "banda ancha móvil" porque la evolución es similar a la diferencia entre Internet por discado y el servicio de Internet de banda ancha continuamente disponible.

¿QUÉ APLICACIONES Y SERVICIOS OFRECE 3G?

3G puede manejar más llamadas de voz y proporciona tasas de comunicación de datos más altas y servicios multimedia avanzados como video telefonía y banda ancha móvil.

Algunos ejemplos de aplicaciones y servicios que usan 3G:

- Llamadas de voz y video
- TV móvil
- Internet móvil
- E-mail móvil
- Mapeo y aplicaciones GPS
- Monitoreo y aplicaciones médicas

¿3G USA MÁS ENERGÍA?

Los teléfonos móviles y dispositivos 3G consumen baja potencia y usan una energía similar a los dispositivos móviles 2G. También bajan automáticamente a la menor potencia posible para mantener una conexión de calidad. El motivo por el cual 3G puede manejar más llamadas y tasas de datos más altas es que esta nueva tecnología utiliza un ancho de banda mayor y puede aprovechar el espectro de frecuencia con más eficacia.

Los dispositivos 3G en general tienen más aplicaciones, tales como navegación web, e-mail y videollamadas, de modo que tienden a consumir la batería más rápidamente. Por supuesto que esto depende del dispositivo y el tipo de batería.

El primer estándar 3G: EDGE

EDGE (*Enhanced Data rates for GSM of Evolution* o Tasas de Datos Mejoradas para la evolución de GSM) también conocida como **EGPRS** (*Enhanced GPRS*) es el siguiente estándar que aparece en la telefonía móvil para la transmisión de datos. Esta tecnología funciona con redes GSM que tengan implementado GPRS y las actualizaciones necesarias propias de EDGE, por lo que es relativamente sencilla su implementación por parte de los operadores.

Debido a su compatibilidad con GSM hay autores que la consideran una tecnología puente entre 2G y 3G, es decir, 2.5G. Sin embargo, EDGE puede alcanzar una velocidad de transmisión teórica de 384 Kbps, con lo cual cumple los requisitos de la ITU para una red 3G, también ha sido aceptado por la ITU como parte de IMT-2000, de la familia de estándares 3G.

EDGE utiliza modulación **GMSK** (*Gaussian Minimum-Shift Keying*) y modulación **8-PSK** (*8 Phase Shift Keying*) para algunos de los esquemas de modulación y codificación de datos aumentando así su eficacia.

Banda ancha en la telefonía móvil: UMTS

UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System* o Servicio Universal de Telecomunicaciones Móviles) es el nombre con el que se engloban todas las tecnologías incluidas en 3G desligadas de las redes GSM. Precisamente el hecho de que los operadores hayan necesitado una gran inversión para implantar las redes UMTS ha ocasionado un gran retraso en su implementación. Este retraso ha sido



cubierto en muchos casos con las tecnologías intermedias 2.5G. La tecnología de transmisión utilizada en UMTS es WCDMA.

WCDMA es una tecnología móvil inalámbrica de tercera generación que aumenta las tasas de transmisión de datos de los sistemas GSM. Utiliza como técnica de multiplexación **CDMA** (multiplexación por división de código). Soporta de manera satisfactoria una tasa transferencia de datos que va de 144 hasta 512 Kbps para áreas de cobertura amplias aunque en el estándar se especifican velocidades de hasta 2 Mbps. El estándar de WCDMA fue desarrollado como el proyecto de la sociedad **3GPP**, que es el acrónimo de *3rd Generation Partnership Project*. Esta organización realiza la supervisión del proceso de elaboración de estándares relacionados con 3G.

El despliegue de redes UMTS facilita a aparición del servicio conocido como **Internet móvil** ya que las velocidades que se pueden alcanzar con esta tecnología permite hacer uso de una gran parte de los servicios ofrecidos en Internet, típicamente la navegación web. De esta forma aparecen en el mercado tanto teléfonos móviles que soportan la tecnología 3G como módems 3G utilizados para proporcionar conectividad a ordenadores. Normalmente la conexión de estos dispositivos al ordenador es mediante un puerto USB.

Evolución de 3G: HSDPA

La tecnología **HSDPA** (*High Speed Downlink Packet Access*), también denominada 3.5G o 3G+, es la optimización de la tecnología WCDMA y mejora significativamente la capacidad máxima de transferencia de datos, pudiéndose alcanzar tasas de descarga de hasta 14 Mbps. La velocidad es adaptativa en los siguientes tramos: 1.8, 3.6, 7.2 y 14.4 Mbps.

HSDPA incluye varias mejoras técnicas (modulación QAM de mayor orden, codificación variable de errores y redundancia incremental) lo que se traduce en mayores velocidades de transmisión, en la utilización simultánea de la red a un mayor número de usuarios y en la disminución de la latencia favoreciendo el uso de aplicaciones en tiempo real como juegos en red o videoconferencia. La mayoría de los operadores de 3G ofrecen actualmente esta tecnología en su red.

La última tecnología desarrollada para redes de telefonía móvil se conoce como **HSPA+**, también conocido como **Evolved HSPA** (HSPA Evolucionado). Se añaden nuevas mejoras para aumentar la velocidad de transmisión, como la utilización de **MIMO** (*Multiple-Input Multiple-Output*), una técnica de transmisión de datos basada en la utilización de varias antenas, o el uso de una modulación de 64-QAM. Las velocidades máximas especificadas en el estándar son de hasta 84 Mbps de bajada y 22 Mbps de subida, aunque como es habitual en la práctica raramente se podrán alcanzar esas tasas de transmisión.

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:*

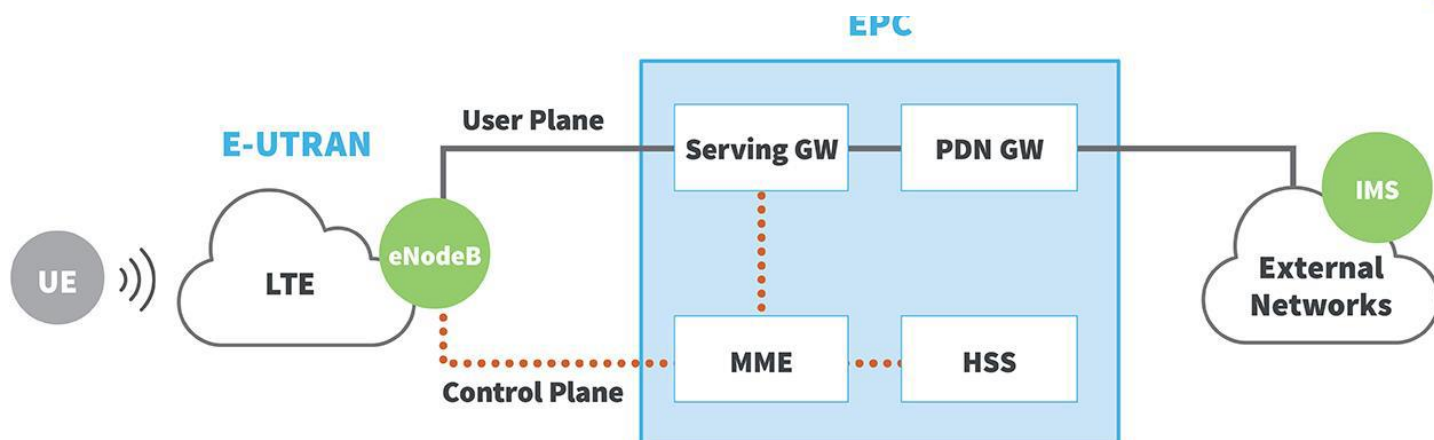
- Una red central basada en direcciones IP
- Una arquitectura de red simplificada
- Una nueva interfaz de radio
- Un nuevo método de modulación
- Radios de entrada y salida múltiple (MIMO) para todos los dispositivos

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:





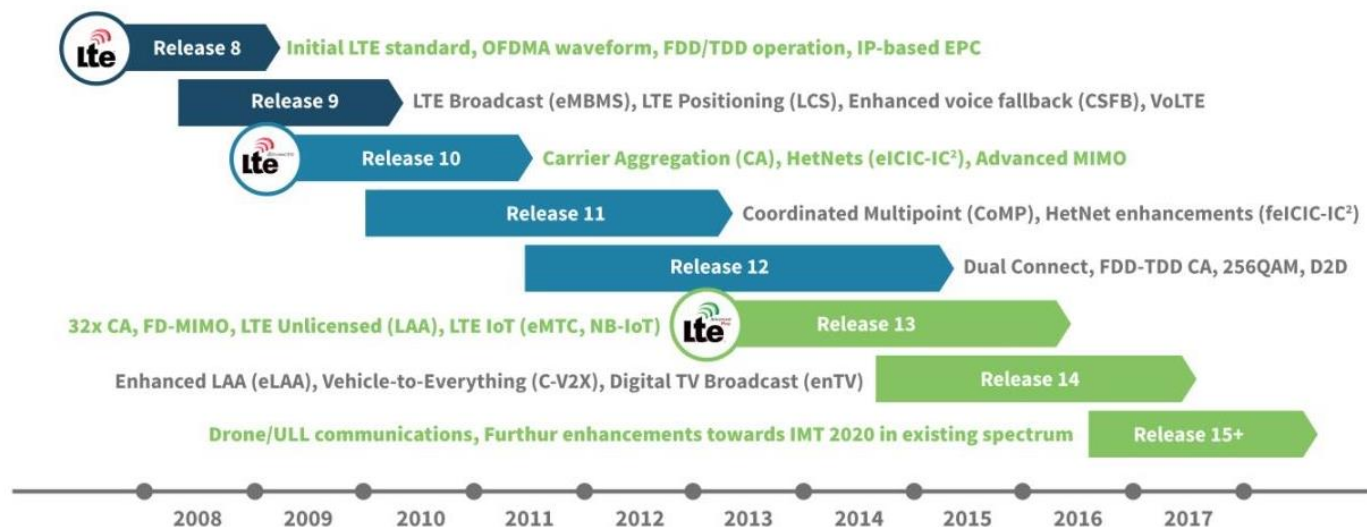
En la tecnología 4G LTE, los equipos de usuario (UE), como los teléfonos inteligentes o los dispositivos celulares, se conectan a través de la red de acceso radioeléctrico LTE (E-UTRAN) al núcleo de paquetes evolucionado (EPC) y luego a las redes externas, como Internet. El Nodo Evolucionado (eNodeB)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

3G	4G	5G
500 Megabytes	500 Megabytes	500 Megabytes
5.5 minutes <i>Download time</i>	20 Seconds <i>Download time</i>	1.6 Seconds <i>Download time</i>
144Kb/s <i>Average Speed</i>	25Mb/s <i>Average Speed</i>	300Mb/s <i>Average Speed</i>
2MB/s <i>Bandwidth</i>	200Mb/s <i>Bandwidth</i>	1Gb/s <i>Bandwidth</i>
200Kb/s <i>Peak Data Rate</i>	1Gb/s <i>Peak Data Rate</i>	20Gb/s <i>Peak Data Rate</i>

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 **3Gse 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.



7) Que es un Protocolo 4G? ¿Para que se usan? Ejemplifique

El protocolo 4G, también conocido como LTE (Long-Term Evolution), es un estándar de comunicación inalámbrica de alta velocidad utilizado para redes móviles de cuarta generación. Fue diseñado para proporcionar una mayor capacidad y eficiencia en comparación con los protocolos anteriores, como 3G (tercera generación).

El objetivo principal del protocolo 4G es ofrecer velocidades de transferencia de datos más rápidas, mayor capacidad y menor latencia para servicios de comunicación móvil. Algunas de las características y ventajas clave del protocolo 4G son:

1. Alta velocidad: El protocolo 4G proporciona velocidades de descarga y carga de datos mucho más rápidas en comparación con las generaciones anteriores. Puede alcanzar velocidades teóricas de varios cientos de megabits por segundo (Mbps) y, en algunos casos, incluso gigabits por segundo (Gbps).

2. Mayor capacidad: El 4G ofrece una mayor capacidad para admitir un mayor número de usuarios y dispositivos conectados simultáneamente. Esto permite manejar una mayor carga de tráfico de datos en redes congestionadas.

3. Baja latencia: La latencia es el tiempo que tarda un paquete de datos en viajar desde el dispositivo hasta su destino. El 4G tiene una latencia mucho menor en comparación con las generaciones anteriores, lo que permite una comunicación más fluida en tiempo real, como videollamadas y juegos en línea.

4. Calidad de transmisión de multimedia: El 4G está optimizado para la transmisión de multimedia de alta calidad, como transmisión de video en alta definición (HD) y reproducción de música en tiempo real.

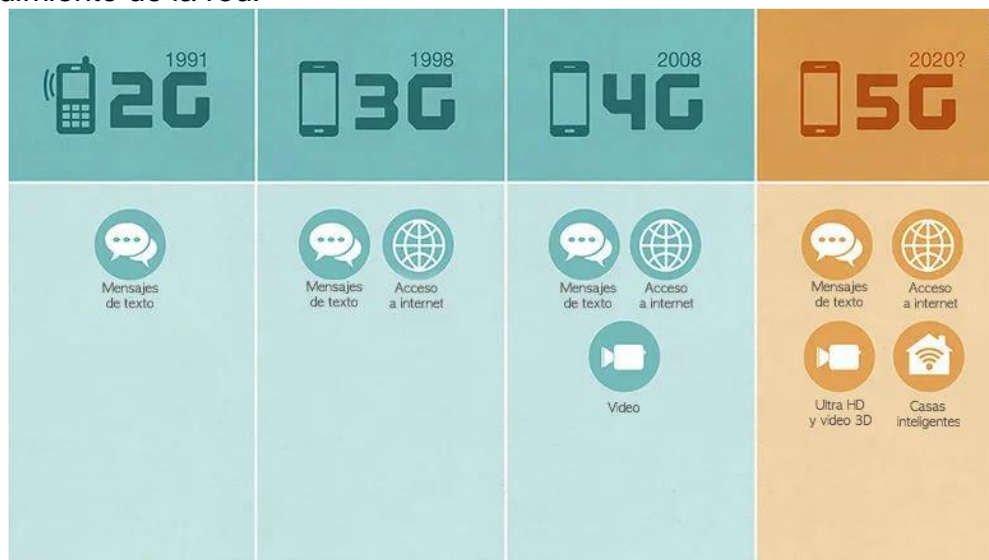
5. Compatibilidad con servicios IP: El protocolo 4G se basa en una arquitectura de red basada en IP (Protocolo de Internet), lo que facilita la integración con otros servicios y aplicaciones basados en IP.

El protocolo 4G se utiliza principalmente en redes móviles para brindar servicios de telefonía móvil de alta velocidad, acceso a Internet, transmisión de video, servicios de voz sobre IP (VoIP) y aplicaciones de datos en tiempo real. También ha sentado las bases para el desarrollo y la adopción de tecnologías avanzadas, como el Internet de las cosas (IoT) y el 5G, que buscan ofrecer una mayor capacidad y velocidades aún más rápidas.

8. ¿Qué es un protocolo 5G?



Se denomina 5G a las redes móviles que utilizan tecnología de quinta generación, las cuales son capaces de conectar varios dispositivos inalámbricos a la vez para brindarles acceso a servicios de Internet y telefonía con características de velocidad y latencia muy superiores a las que utilizan las generaciones anteriores. Para realizar estas conexiones inalámbricas, las redes 5G usan típicamente bandas de frecuencias más altas que las redes 4G Long Term Evolution (LTE), lo que permite aumentar el rendimiento de la red.



MEJORAS Y BENEFICIOS

Las redes 5G constituyen un avance respecto a las redes 4G en varios aspectos, entre los que se destacan:

- Un mayor ancho de banda y capacidad de datos: esto significa que posee un mayor flujo de datos, que llega a velocidades de 10 Gbps, lo que posibilita superar las velocidades previstas para Internet al hogar. Las actuales redes 4G permiten alcanzar velocidades del orden de 100 Mbps.
- Una menor latencia: las redes 5G se destacan por la disminución de la velocidad de respuesta, la cual llega a ser menor a 5 milisegundos o incluso alcanzar 1 milisegundo. Esto significa que las comunicaciones son prácticamente en tiempo real, que permite que sean utilizadas para aplicaciones críticas en ese sentido, como la tele cirugía, la automatización industrial, el control de tráfico a distancia y los vehículos autónomos. Las redes 4G presentan latencias superiores a los 10 milisegundos.
- Mayor cantidad de dispositivos conectados: mientras que las redes 4G permiten tener aproximadamente 100 mil dispositivos conectados por km², las redes 5G pueden llegar hasta el millón de dispositivos conectados por km² simultáneamente.
- Mayor movilidad: al tiempo que una red 4G permite mantener la conectividad a velocidades de hasta 350 km/h, la tecnología 5G debe ser capaz de mantener la transmisión y recepción incluso a velocidades de 500 km/h.

Los avances que introducirán las redes 5G permitirán incrementar el rendimiento de servicios basados en la nube. Streaming de video en 4k, 8k y 3D, experiencias de realidad virtual y juego bajo demanda



conforman algunas de las aplicaciones diarias con las cuales las y los usuarios finales de un servicio 5G podrán contar y que hoy son imposibles o limitadas.

APLICACIONES

La quinta generación (5G) proporcionará nuevas soluciones a aquellas aplicaciones de Internet de las cosas (IoT) que requieran de su potencia, como la banda ancha móvil mejorada (eMBB), comunicaciones de máquinas masivas (mMTC) y comunicaciones ultra confiables y de baja latencia (URLLC). La combinación de estas tres dimensiones permitirá, por ejemplo, la transmisión de video de ultra alta definición para seguridad y misiones críticas, el manejo autónomo de vehículos, hiper especialización en la cirugía y asistencia médica a distancia, control y automatización industrial, entre otros. Esto posibilitará, a su vez, profundizar el concepto de “ciudades inteligentes”, donde las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) se conjugan y fusionan con la infraestructura tradicional para la recopilación, análisis y procesamiento de información en pos de la mejora de los servicios y el desarrollo urbano.



DESPLIEGUE

El 3GPP (3rd Generation Partner ship Project), que reúne a diferentes organizaciones de desarrollo de estándares de telecomunicaciones, decidió enfocar la transición a las redes 5G en dos fases. La fase inicial corresponde al Reléase 15 y se conoce como red 5G NSA (5G no autónomo), la cual utiliza parte de la red 4G como base para el despliegue y permite una posterior evolución a la red definitiva; esto constituye una forma ágil de hacer llegar los beneficios de las redes 5G a las y los usuarios sin esperar el despliegue completo de la tecnología. La segunda fase corresponde al Reléase 16 y es conocida como red 5G SA (5G autónomo), donde toda la infraestructura de red debe ser nueva: desde la parte de radio al núcleo de red. Por otro lado, mediante la utilización de tecnologías para la



compartición dinámica de espectro (DSS, por sus siglas en inglés), los operadores pueden utilizar espectro existente en uso por 4G para ofrecer acceso a servicios 5G, por lo cual pueden coexistir ambas tecnologías al reutilizar infraestructura de red existente. Sin embargo, este tipo de práctica se recomienda para un uso transitorio, ya que, en gran parte, el potencial del 5G viene dado por el uso de bandas de frecuencia más altas.



¿Para qué se usa?

Mientras más avanza la tecnología, más aumenta la necesidad de estar conectados a la red y, por lo tanto, a actualizar el sistema de interconexión. El 5G se implementa para conectar a las personas con todo lo que los rodea (objetos, dispositivos del hogar, aplicaciones, sistemas de transporte y automoción, ciudades, medicina y más) a una velocidad mayor y a menor tiempo de espera.

