

TRABAJO 6

ARQUITECTURA-Y-CONECTIVIDAD

Punto 3 - GRUPO- 4

MATERIA: Arquitectura y conectividad
PROFESOR: Ing. Jorge Morales
ALUMNO: Carrizo Esteban Darío

¿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

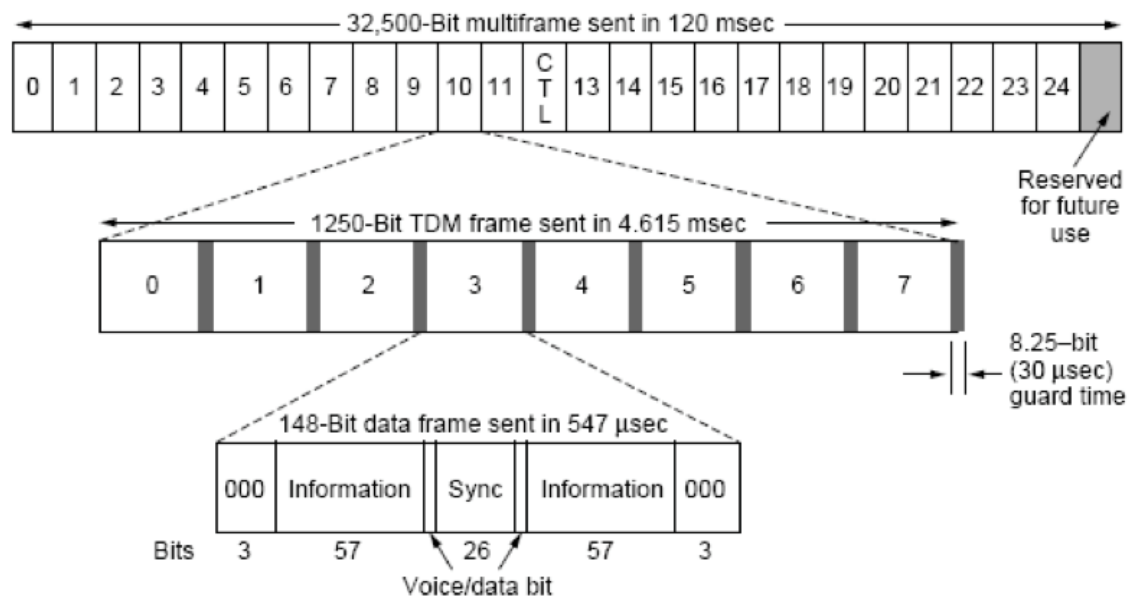
Sin embargo, ha sido el primero de ellos, GSM, el que pronto se estandarizó a nivel mundial. Se trata de un sistema de telefonía totalmente digital que soporta voz, mensajes de texto, datos (9.6Kbps) y roaming.

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).

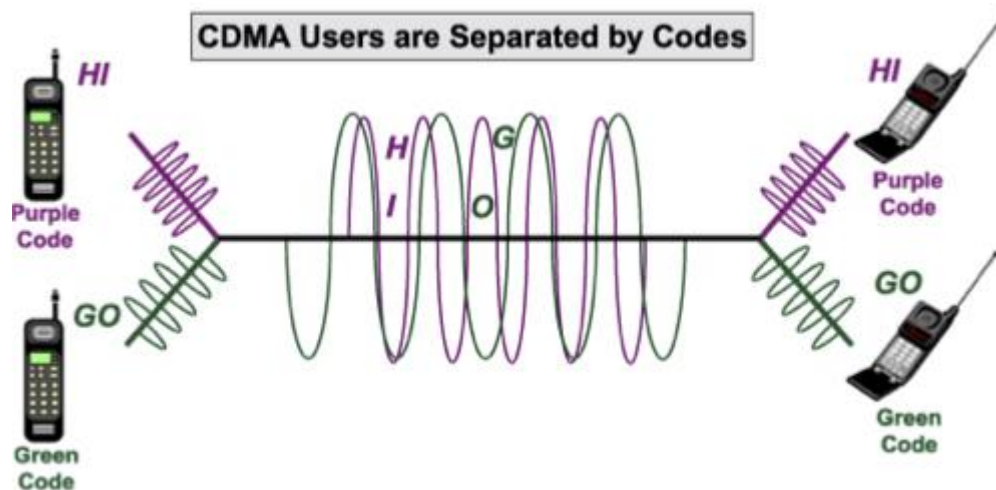


Telefonía móvil 3G

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:

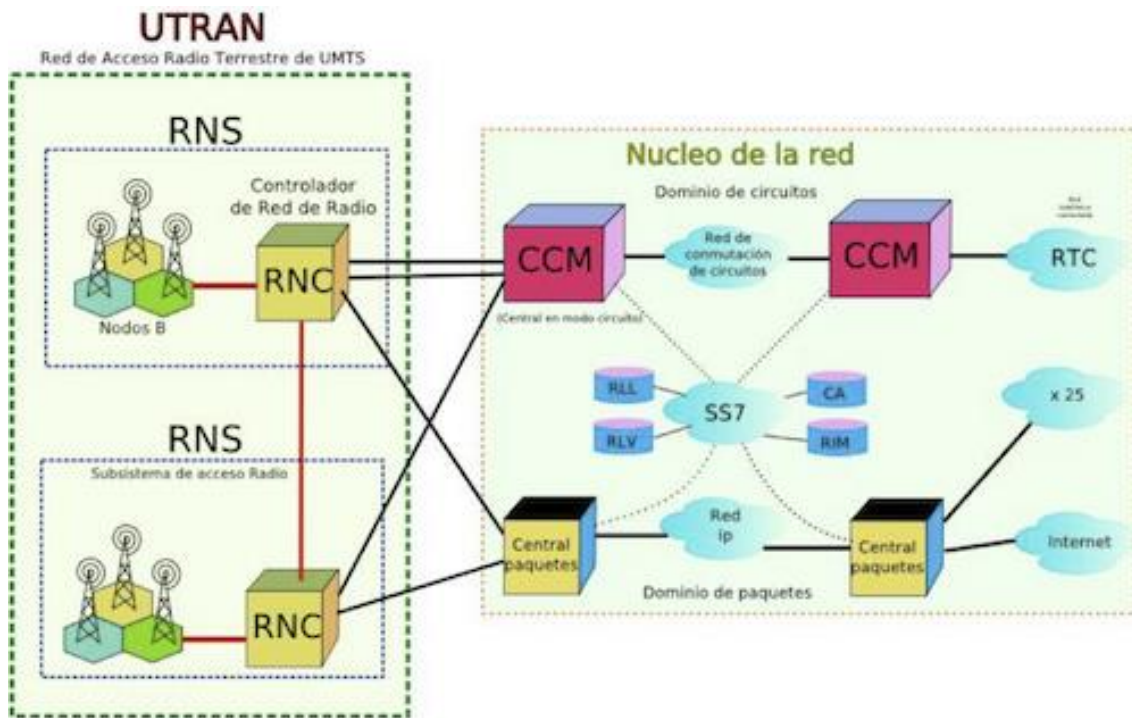
- **TDD:** En este método bidireccional, las transmisiones de los enlace subida y bajada son transportadas en la misma banda de frecuencia usando intervalos de tiempo (intervalos de trama) de forma síncrona. Así los intervalos de tiempo en un canal físico se asignan para los flujos de datos de transmisión 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.

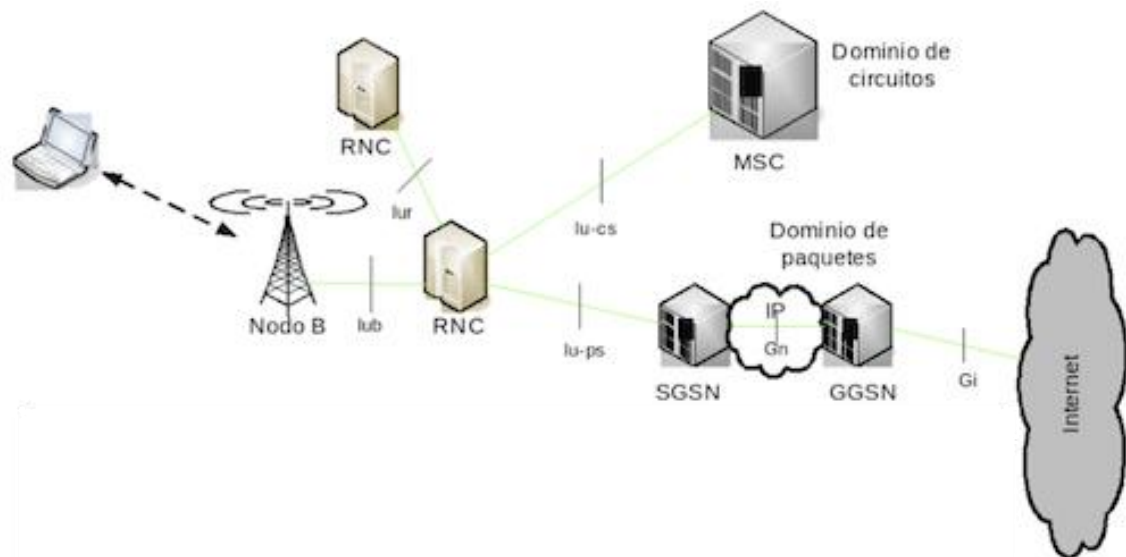
Representación de la arquitectura UMTS.



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.

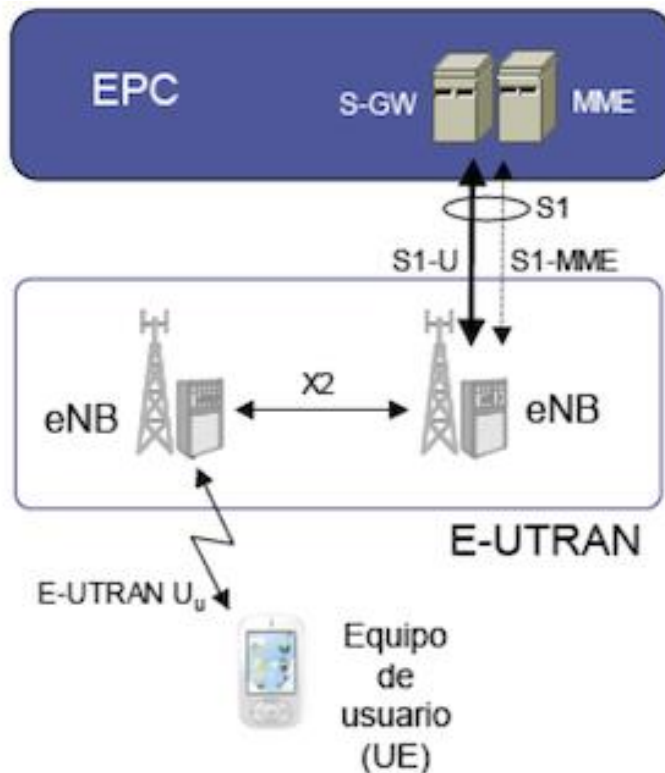
Los protocolos de Telefonía móvil 4G siguen la especificación IMT-Advanced de la ITU-R, y todavía están en fase de definición, siendo los principales candidatos LTE Advanced, Mobile WiMAX y UMB.

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:

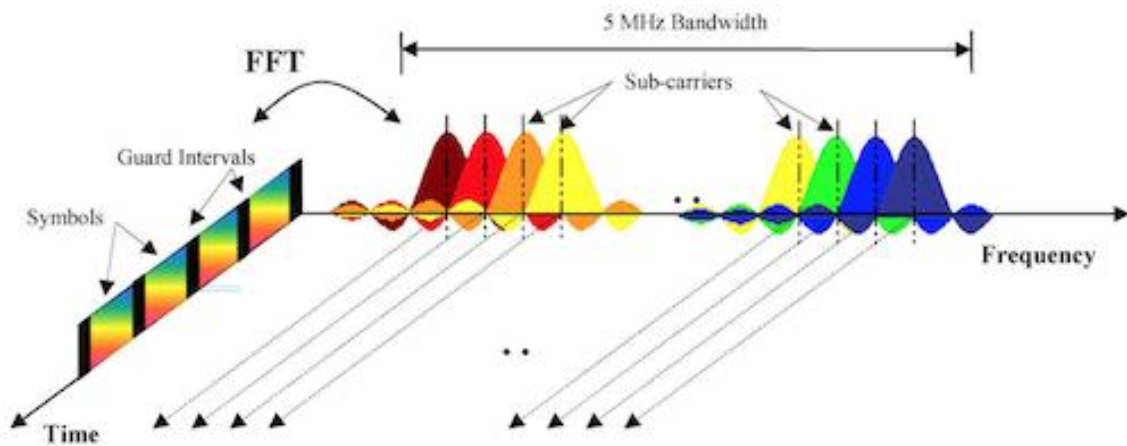
- OFDMA. Multiplexación por división de frecuencias ortogonales. Se utiliza en el enlace descendente.

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.

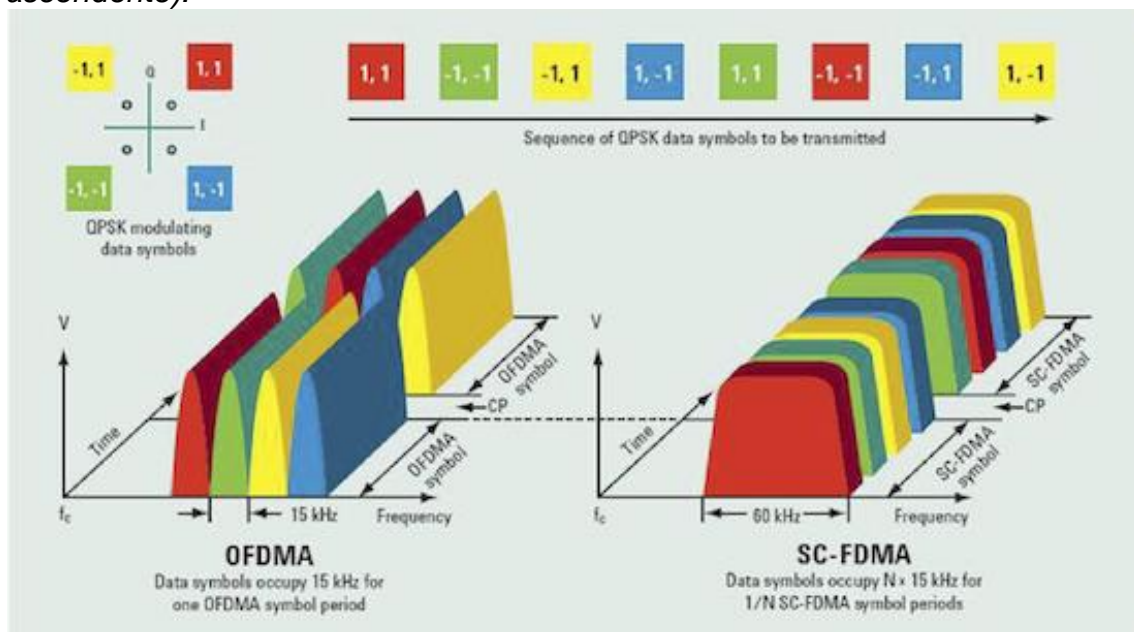
Representación de subportadoras en ancho de banda de 5Mhz en OFDMA para estandar LTE.



- 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

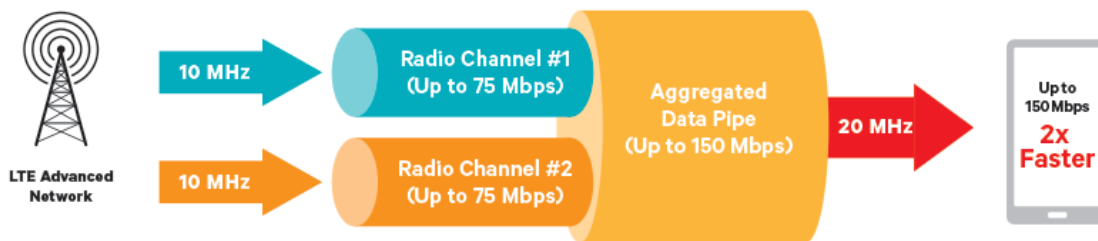
Los terminales 4G actuales, realizan un escaneo de frecuencias continuamente para detectar si hay cobertura 4G disponible, y si es así, también detectan si hay cobertura de una sola banda 4G o de más de una. Cuando detecta que hay más de una, selecciona siempre la que tenga más ancho de banda y, por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

Carrier Aggregation 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 Aggregation, 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 = 300Mbps de velocidad de descarga.

Representación de Carrier Aggregation con dos bandas de 10Mhz.



LTE Advanced device simultaneously receives on two radio channels which increases user data rates and reduces latency (faster network response time)

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

Representación de Carrier Agregation de hasta 5 bandas con 20MHz.



Dividendo digital

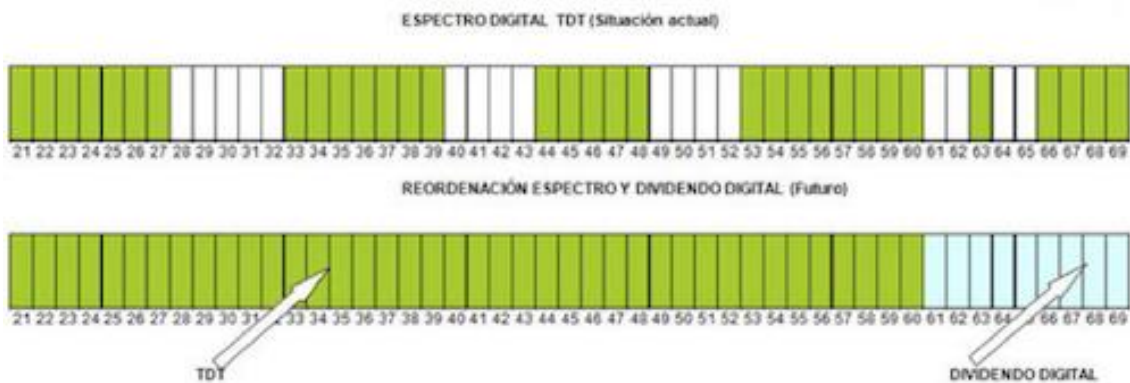
Para alcanzar las velocidades del 4G o 4G+ anteriormente descritas es necesario disponer de espectro suficiente. En la actualidad el 4G se despliega en diferentes bandas (1800Mhz y 2600Mhz), ocupando frecuencias libres que el 2G o el 3G no está utilizando. Esto significa incluso que para algunos operadores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

0Mhz. Todos 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 disfrutan 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 UIM, 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.

https://techlandia.com/protocolos-telefonía-movil-lista_368720/

<https://www.redeszone.net/tutoriales/internet/protocolos-basicos-redes/>

<https://www.guiaspracticas.com/telefonía-movil/protocolos-de-telefonía-movil>