

Arquitectura y Conectividad

Módulo III:

Arquitectura en Redes IoT Comunicaciones de Bajo Consumo



Profesor: Morales Jorge

Alumno: Rodriguez Daniel

Grupo: N 7

Punto: N 1

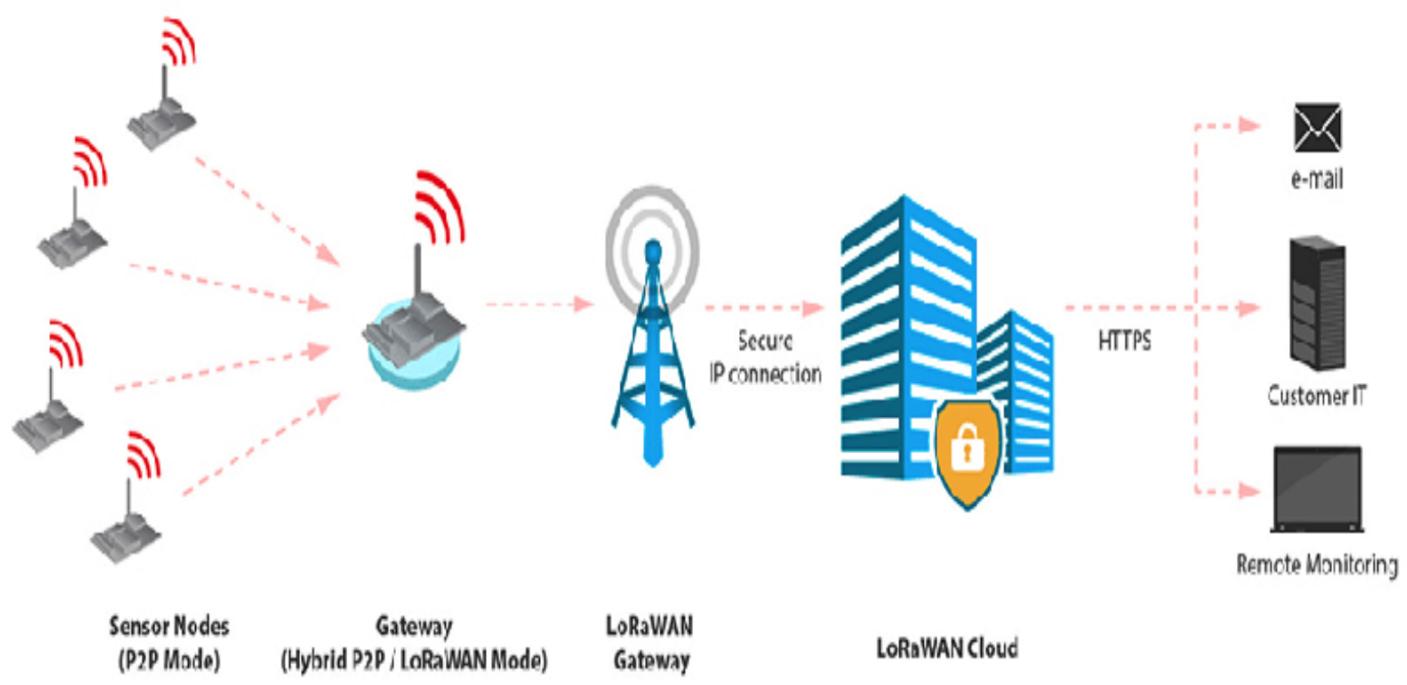
¿Qué es un protocolo LoRaWan?, ¿Para qué se usa? Ejemplifique

El protocolo LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) es un estándar de comunicación inalámbrica de largo

alcance y baja potencia diseñado específicamente para aplicaciones de Internet de las cosas (IoT). Utiliza la tecnología LoRa (Long Range) para permitir la transmisión de datos de forma eficiente sobre largas distancias con un consumo de energía mínimo.

El protocolo LoRaWAN se utiliza para habilitar la conectividad de dispositivos IoT en áreas amplias, como ciudades, áreas rurales o incluso a nivel global.

Su capacidad para transmitir datos de manera eficiente sobre largas distancias y con bajo consumo de energía lo hace ideal para aplicaciones de IoT que requieren una amplia cobertura y una vida útil prolongada de la batería.



Ejemplos de cómo se utiliza el protocolo LoRaWAN:

- Monitorización y control inteligente: El protocolo LoRaWAN se utiliza en aplicaciones de monitorización y control inteligente, como la monitorización ambiental, la gestión de residuos, la agricultura inteligente y la monitorización de infraestructuras. Los dispositivos LoRaWAN pueden enviar datos de sensores en tiempo real sobre condiciones ambientales, niveles de contaminantes o niveles de humedad del suelo, lo que permite tomar decisiones informadas y realizar acciones preventivas.
- Seguimiento y localización: El protocolo LoRaWAN es adecuado para aplicaciones de seguimiento y localización de activos. Puede

utilizarse para rastrear la ubicación de vehículos, contenedores de carga, mascotas u otros objetos de valor. La larga distancia de transmisión y la eficiencia energética del protocolo LoRaWAN hacen posible un seguimiento preciso y prolongado sin requerir cambios frecuentes de batería.

- Redes de servicios públicos inteligentes: El protocolo LoRaWAN se utiliza en la implementación de redes de servicios públicos inteligentes, como la medición inteligente de electricidad, agua y gas. Permite la recopilación y transmisión eficiente de datos de medidores en tiempo real, lo que facilita la gestión y el control de los recursos y ayuda a optimizar el consumo y la eficiencia energética.
- Sensores de seguridad y alarmas: El protocolo LoRaWAN es utilizado para

implementar sistemas de seguridad y alarmas en hogares y negocios. Los sensores inalámbricos basados en LoRaWAN pueden detectar intrusiones, incendios o fugas de agua, y enviar alertas a los propietarios o a los servicios de emergencia.

Arquitectura y Conectividad

Módulo III:

Arquitectura en Redes IoT
Comunicaciones de Bajo
Consumo



ARQUITECTURA y CONECTIVIDAD TST 2023

GRUPO Nº 7: Daniel Rodriguez

Dario Arriola

Oscar Gazzola

Miguel Segnana

Silvana Barea

Módulo 3 Arquitectura en Redes IoT – Comunicaciones de bajo consumo .

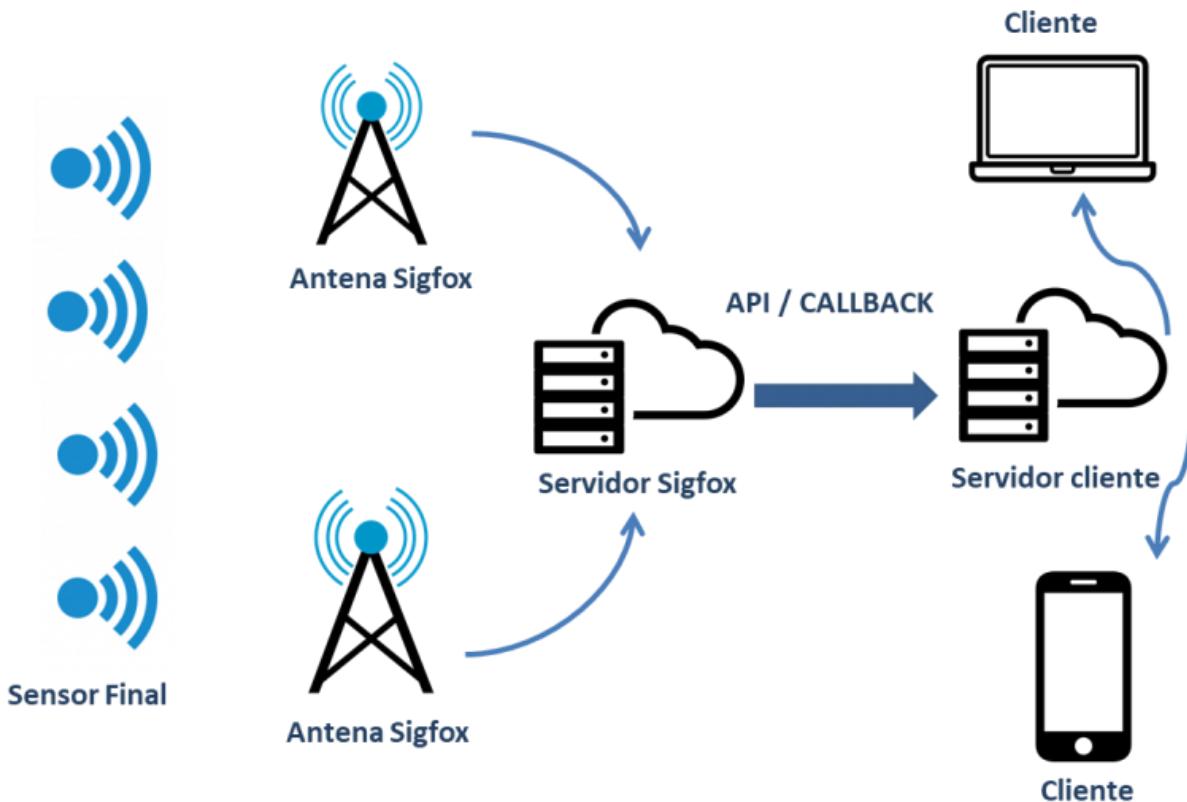
¿Qué es un protocolo Sigfox?

Sigfox es un protocolo de comunicación inalámbrica de bajo consumo de energía diseñado específicamente para aplicaciones de Internet de las cosas (IoT). Es un estándar LPWAN (Red de Área Amplia de Bajo Consumo) que permite la transmisión de pequeñas cantidades de datos de manera eficiente y económica.

El protocolo Sigfox se basa en una red de infraestructura global, donde estaciones base (llamadas estaciones Sigfox) recogen datos de dispositivos conectados y los transmiten a través de la red Sigfox hacia la nube. Estas estaciones base tienen un amplio alcance y bajo consumo de energía, lo que permite que los dispositivos conectados funcionen durante largos períodos sin la necesidad de recargar o reemplazar sus baterías.

Una característica distintiva de Sigfox es su enfoque en la conectividad de baja velocidad y baja potencia. Está optimizado para aplicaciones que requieren la transmisión de pequeños mensajes de datos de forma intermitente, como sensores de monitoreo remoto, seguimiento de activos, sistemas de medición y otros dispositivos IoT.

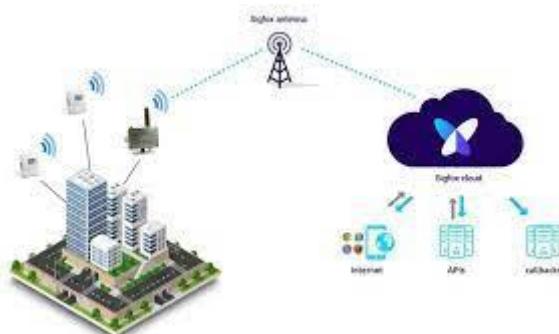
El protocolo Sigfox utiliza la tecnología de espectro ensanchado en banda estrecha (Narrow Bandwidth-Shift Keying) para enviar datos en frecuencias no licenciadas, lo que significa que puede operar en bandas de frecuencia específicas sin necesidad de licencias adicionales.



¿Para qué se utiliza?

El protocolo Sigfox se utiliza en una amplia gama de aplicaciones en el ámbito de Internet de las cosas (IoT) debido a sus características de bajo consumo de energía y amplio alcance. Algunos de los casos de uso comunes son:

- A) Monitorización remota: Sigfox se utiliza para enviar datos de sensores y dispositivos de monitorización remota, como medidores de energía, contadores de agua, sensores de temperatura, sensores de calidad del aire, entre otros. Estos dispositivos pueden transmitir datos de forma eficiente a través de la red Sigfox, permitiendo la supervisión y control remoto en tiempo real.
- B) Seguimiento de activos: Sigfox se utiliza para rastrear y gestionar activos en tiempo real. Esto incluye seguimiento de vehículos, seguimiento de contenedores de carga, seguimiento de equipos de construcción, seguimiento de animales, entre otros. El bajo consumo de energía de Sigfox permite que los dispositivos de seguimiento operen durante largos períodos sin necesidad de recargas frecuentes.
- C) Agricultura inteligente: Sigfox se utiliza en aplicaciones agrícolas para monitorizar y controlar variables como humedad del suelo, temperatura, nivel de agua, calidad del aire, entre otros. Esto permite la optimización del riego, la gestión de cultivos y la detección temprana de problemas.
- D) Smart cities: Sigfox se puede utilizar en implementaciones de ciudades inteligentes para recopilar datos de sensores distribuidos en áreas urbanas. Esto abarca desde la gestión del tráfico y la monitorización del estacionamiento hasta la monitorización ambiental y la eficiencia energética.
- E) Industria 4.0: Sigfox se utiliza en entornos industriales para la monitorización y gestión de activos, así como para el mantenimiento predictivo. Los dispositivos conectados a Sigfox pueden enviar datos sobre el rendimiento y el estado de las máquinas, permitiendo la detección temprana de fallas y la optimización de los procesos de producción.





TECNICATURA SUPERIOR EN
Telecomunicaciones

ARQUITECTURA Y CONECTIVIDAD

Módulo III: Arquitectura en Redes IoT Comunicaciones de Bajo Consumo

Tarea6 :

**3) ¿Qué son protocolos de Redes Móviles?, ¿Para qué se usa?
Ejemplifique**

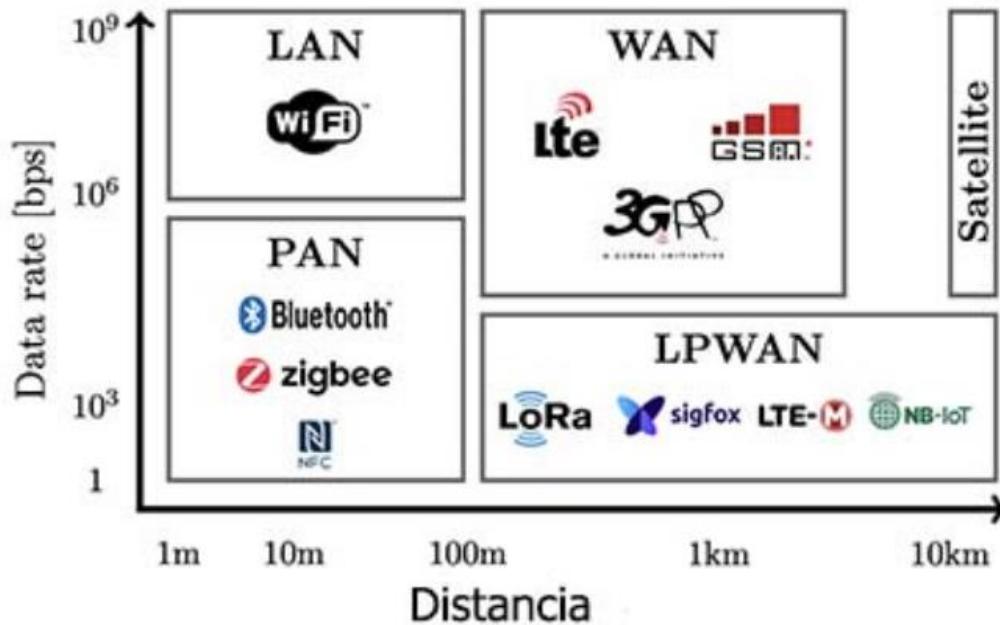
Los protocolos de redes móviles son conjuntos de reglas y estándares que permiten la comunicación entre dispositivos móviles y redes de telecomunicaciones. Estos protocolos definen cómo se establece la conexión, cómo se transmiten los datos y cómo se gestionan las distintas funciones de una red móvil. Los protocolos de redes móviles se utilizan para diversos fines, entre ellos:

- **Comunicación de voz:** Los protocolos de redes móviles permiten la transmisión de llamadas de voz entre dispositivos móviles. Estos protocolos gestionan la

señalización necesaria para establecer y terminar una llamada, así como la compresión y descompresión de la voz para su transmisión eficiente.

- **Mensajería de texto:** Los protocolos de redes móviles también se utilizan para el intercambio de mensajes de texto (SMS) y mensajes multimedia (MMS). Estos protocolos definen cómo se envían, reciben y almacenan los mensajes en los dispositivos móviles y en los servidores de la red.
- **Acceso a Internet:** Los protocolos de redes móviles permiten a los dispositivos móviles acceder a Internet a través de redes móviles de datos, como 3G, 4G o 5G. Estos protocolos gestionan la transmisión de datos, asegurando una conexión segura y eficiente para la navegación web, el correo electrónico, la transmisión de multimedia, entre otros servicios.
- **Roaming:** Los protocolos de redes móviles también son fundamentales para habilitar el roaming, que es la capacidad de un dispositivo móvil de conectarse y utilizar servicios de una red móvil cuando se encuentra fuera del área de cobertura de su proveedor de servicios original. Estos protocolos permiten la autenticación, autorización y contabilidad de los usuarios en redes móviles de otros proveedores.

En resumen, los protocolos de redes móviles son esenciales para establecer y mantener la comunicación entre dispositivos móviles y redes de telecomunicaciones, permitiendo funciones como llamadas de voz, mensajería de texto, acceso a Internet y roaming.



Entre las diferentes tecnologías disponibles en el mercado para conectar varios dispositivos para

aplicaciones de la ciudad inteligente, agricultura inteligente o Internet de las cosas en el ámbito industrial (IoT) incluso redes de sensores inalámbricos (WSNs) de área de rango pequeño a grande, las principales alternativas son la tecnología Wi-Fi (IEEE). 802.11 a / g / n / ac / ah), tecnología Bluetooth (IEEE802.15.1), variante Clasico y Low Energy (BLE), tecnología ZigBee (IEEE 802.15.4), protocolo LoRaWAN y LTE-M, seguido de Narrowband, protocolo (NB-IoT) y la quinta generación de red celular (5G).

Cuando se trata de grandes WSN, es común tener redes inalámbricas de rango amplio caracterizadas por subredes con rangos más pequeños basados en protocolos de un mayor ahorro de energía, para garantizar una resistencia adecuada a las condiciones de uso incluso para dispositivos con nodo final alimentados por baterías, por lo que puede ser útil clasificar los protocolos antes mencionados en su rango de cobertura típico y en sus casos de uso y aplicación, así tenemos protocolos de comunicación de **corto alcance**, protocolos de comunicación de **rango medio** y protocolos de comunicación **de largo alcance**.

de corto alcance: Existen protocolos de comunicación de corto alcance que se pueden utilizar para crear una red de área personal inalámbrica (WPAN), con un alcance de unos pocos metros hasta 50 m en aplicaciones de línea de vista (LoS). El protocolo más utilizado es **Bluetooth**, se puede utilizar en la **variante Classic** IEEE 802.15.1 para operaciones de transferencia de datos síncronas, o **BLE**, que se utiliza a menudo para redes multinodos de baja potencia y localización en interiores a través de balizas, ya que posee buen alcance combinado con un consumo de energía muy bajo y se adapta perfectamente a la comunicación de datos asíncrona entre los nodos periféricos alimentados por baterías y un nodo maestro central. Por lo general, este tipo de WPAN tiene una topología típica en estrella, pero cuando se trata de aplicaciones dedicadas a la detección ambiental y los casos de uso de IoT, es bastante típico usar redes inalámbricas en malla para aumentar los rangos operativos

de rango medio: Los protocolos de comunicación de rango medio se pueden utilizar para crear una red de área local inalámbrica (WLAN), que suele tener una cobertura de entre 10 y 100 m sin ningún obstáculo. Sin embargo, el uso de adecuadas antenas direccionales puede aumentar el rango operativo hasta unos cientos de metros para algunas aplicaciones particulares. Entre muchos protocolos, los más utilizados son los protocolos **Wi-Fi IEEE 802.11** y **ZigBee IEEE 802.15.4**. Si bien el Wi-Fi ahora se ha hecho presente en casi cualquier dispositivo inteligente, ZigBee ha logrado un papel relevante para las WSN de IoT de rango medio con una amplia gama, como por ejemplo edificios completos en entornos industriales. Sin embargo, incluso si Wi-Fi y Zig-Bee usan la misma frecuencia

portadora de 2.4 GHz, son completamente diferentes en su modo de funcionamiento y con distintas aplicaciones.

de largo alcance: Los protocolos de comunicación de largo alcance se utilizan a menudo para crear redes de área amplia de bajo consumo (LPWAN) con un rango operativo que va desde los 300 m hasta los 10 km, pero, utilizando ciertos protocolos es posible crear una red que se basa en las redes móviles existentes, con muchos nodos ubicados a decenas de kilómetros entre sí. Además, algunos protocolos se pueden usar para aplicaciones de movilidad, agregando más posibilidades y casos de uso. Sin embargo, redes tan amplias podrían tener diferentes costos de implementación que dependen del protocolo utilizado, que a su vez depende de las aplicaciones y el uso, algunos protocolos usan redes móviles existentes administradas por operadores, mientras que otros se apoyan en una red de arquitectura abierta libre existente, administrada por muchos miembros de la comunidad, como empresas y también usuarios.

LoRaWAN tiene diferentes clases de nodos finales: Clase A, B, y C. Todos los dispositivos LoRaWAN deben implementar la clase A, mientras que las clases B y C son extensiones de los dispositivos de clase A. Estas clases definen el comportamiento de los paquetes de enlace descendente desde las puertas de enlace hasta los nodos finales. Por lo general, las puertas de enlace LoRaWAN actúan como dispositivos de Clase C, ya que están constantemente escuchando la transmisión entrante. Además, para transmitir y recibir datos a través de la red LoRaWAN, los nodos finales de LoRaWAN deben estar registrados y habilitados en el proveedor del servidor de aplicaciones.

banda estrecha (NB-IoT): El Internet de las cosas de banda estrecha (**NB-IoT**) es un protocolo LPWAN creado por 3GPP que se centra en la cobertura en interiores para aplicaciones de IoT de bajo consumo y bajo costo. Como **LTE-M**, utiliza un subconjunto de las redes LTE existentes administradas por muchos operadores, para garantizar una alta densidad de conexión en una amplia región. NB-IoT utiliza modulación OFDM para comunicaciones de enlace descendente y SC-FDMA para comunicaciones de enlace ascendente, mientras que el ancho de banda está limitado a una única banda estrecha de hasta 200 kHz. Dado su alto presupuesto de enlace, se utiliza principalmente para aplicaciones de IoT urbanas con dispositivos alimentados por batería (por ejemplo, medidores inteligentes).

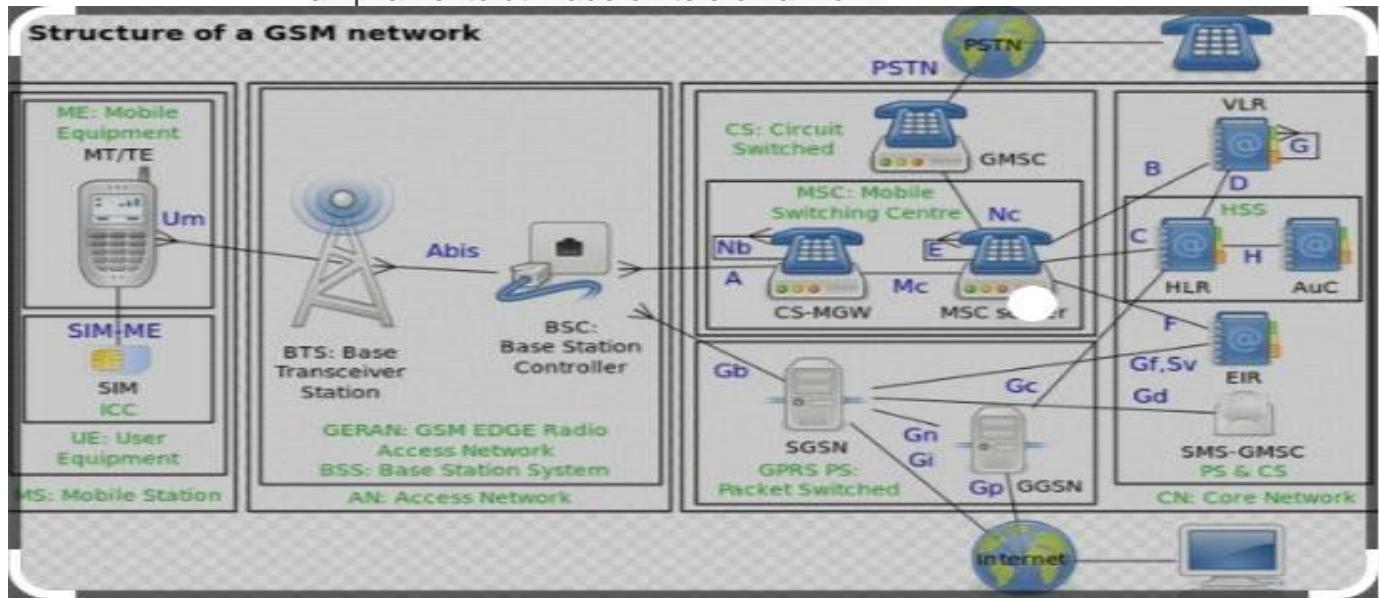
Wi-Fi ah (HaLow): Es un nuevo estándar de Wi-Fi anunciado en 2016. Casi todos los estándares de Wi-Fi (IEEE 802.11 a / b / g / n / ac) funcionan a 2,4 GHz o 5 GHz, lo que les permite alcanzar una velocidad de datos relativamente alta pero menor sensibilidad en un amplio rango de funcionamiento con obstáculos y paredes. Por lo tanto, estas versiones de Wi-Fi a menudo se limitan a redes de área local inalámbricas (WLAN) dentro de un

rango operativo por debajo de los 50 m. Wi-Fi HaLow resolvió el problema de alcance limitado de los estándares típicos de Wi-Fi utilizando 900 MHz como frecuencia portadora, que puede atravesar paredes fácilmente en comparación con 5 y 2,4 GHz.

Redes 5G: Actualmente, en una etapa temprana, las redes 5G probablemente revolucionarán el mundo de Internet de las cosas, permitiendo una densidad de dispositivos sin precedentes por kilómetro cuadrado. Su naturaleza de latencia muy baja, combinada con una cobertura ubicua, apoyará el desarrollo de aplicaciones de Smart City, Farming e Industry con miles de nodos de detección, vehículos como automóviles autónomos, camiones e incluso drones, pero también servicios de análisis de datos en tiempo real. Grandes redes de área, superando todos los límites de los protocolos actuales. Sin embargo, es demasiado pronto para hablar de dispositivos 5G IoT, ya que las redes aún están en implementación y los costos son en realidad demasiado altos para ese tipo de casos de uso.

Ejemplos de protocolos de redes móviles que se utilizan en la actualidad:

- **GSM (Global System for Mobile Communications):** Es un protocolo utilizado en redes móviles de segunda generación (2G) para la comunicación de voz y datos. GSM es uno de los estándares más extendidos a nivel mundial y ha sido ampliamente utilizado en telefonía móvil.



- **CDMA2000 (Code Division Multiple Access 2000):** Es un protocolo utilizado en redes móviles de tercera generación (3G) que permite la transmisión de voz y datos. CDMA2000 ha sido utilizado por operadores en todo el mundo para ofrecer servicios de alta velocidad y capacidad.

CDMA 2000

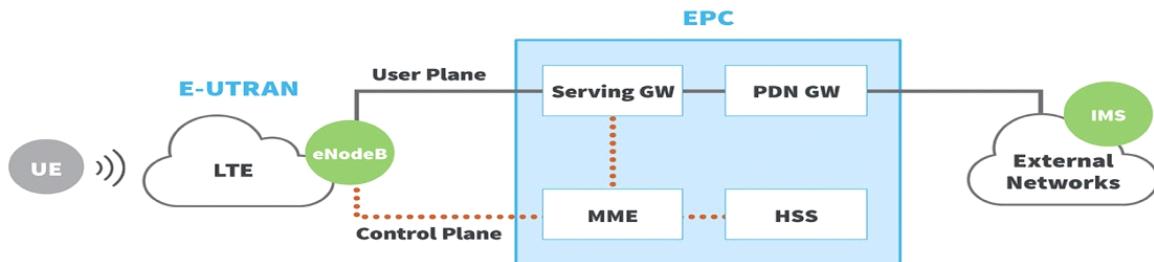
- **CDMA2000** es una familia de estándares de telecomunicaciones móviles de tercera generación (3G) que utilizan CDMA, un esquema de acceso múltiple para redes digitales, para enviar voz, datos, y señalización (como un número telefónico marcado) entre teléfonos celulares y estaciones base. Esta es la segunda generación de la telefonía celular digital IS-95.
 - CDMA (*code division multiple access* ó acceso múltiple por división de código) es una estrategia de multiplexado digital que transmite flujos de bits. Básicamente, CDMA permite que múltiples terminales comparten el mismo canal de frecuencia, identificándose el "canal" de cada usuario mediante (secuencias PN).
- **LTE (Long-Term Evolution):** Es un protocolo utilizado en redes móviles de cuarta generación (4G) que **proporciona velocidades de conexión mucho más rápidas** en comparación con tecnologías anteriores. LTE se utiliza ampliamente para el acceso a Internet móvil y ofrece una mayor eficiencia espectral y menor latencia.

Datos importantes que hay que conocer sobre el funcionamiento de la LTE a alto nivel:

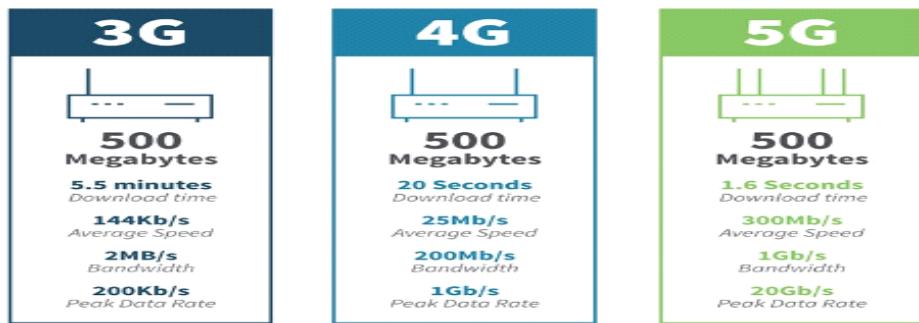
- LTE **ofrece una menor latencia y un mayor rendimiento en toda la red**, lo que mejora notablemente el rendimiento de la red 3G.
- LTE *funciona en un espectro distinto* al de las redes 3G y requiere un nuevo hardware.
- LTE *ofrece velocidades de descarga de datos* de varias centésimas de megabits 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:



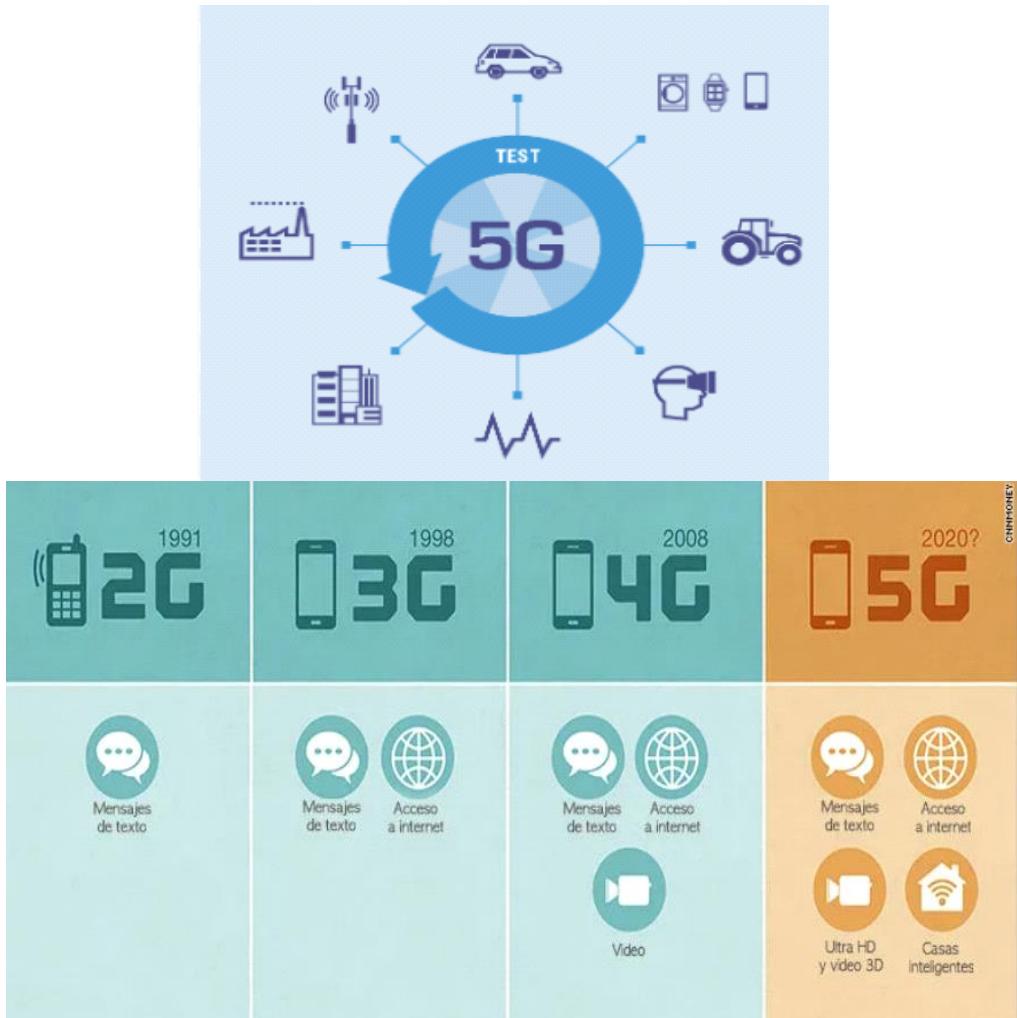
La evolución de la tecnología LTE



- **Wi-Fi (Wireless Fidelity):** Aunque no es un protocolo de red móvil propiamente dicho, es importante mencionarlo ya que se utiliza ampliamente en dispositivos móviles para acceder a redes inalámbricas locales. Wi-Fi permite la conexión a Internet de alta velocidad en áreas con cobertura inalámbrica.



- **5G (Quinta generación):** Es la última generación de protocolos de redes móviles, que ofrece velocidades de conexión aún más rápidas y una mayor capacidad en comparación con 4G. 5G proporciona una menor latencia, mayor ancho de banda y soporte para una mayor cantidad de dispositivos conectados simultáneamente.



Existen otros protocolos y tecnologías que también desempeñan un papel importante en la comunicación móvil, como HSPA (High-Speed Packet Access), VoLTE (Voice over LTE) y NR (New Radio), que son extensiones y mejoras de las tecnologías anteriores.

Arquitectura y Conectividad

Módulo III: **Arquitectura en Redes IoT Comunicaciones de bajo consumo**

4) ¿Qué es un protocolo 2G?, ¿Para qué se usa?

Ejemplifique

7) ¿Qué es un protocolo 4G?, ¿Para qué se usa?

Ejemplifique



- Daniel Rodriguez
- Dario Arriola
- Oscar Gazzola
- Miguel A. Segnana
- Silvana Barea

Cuestionario:

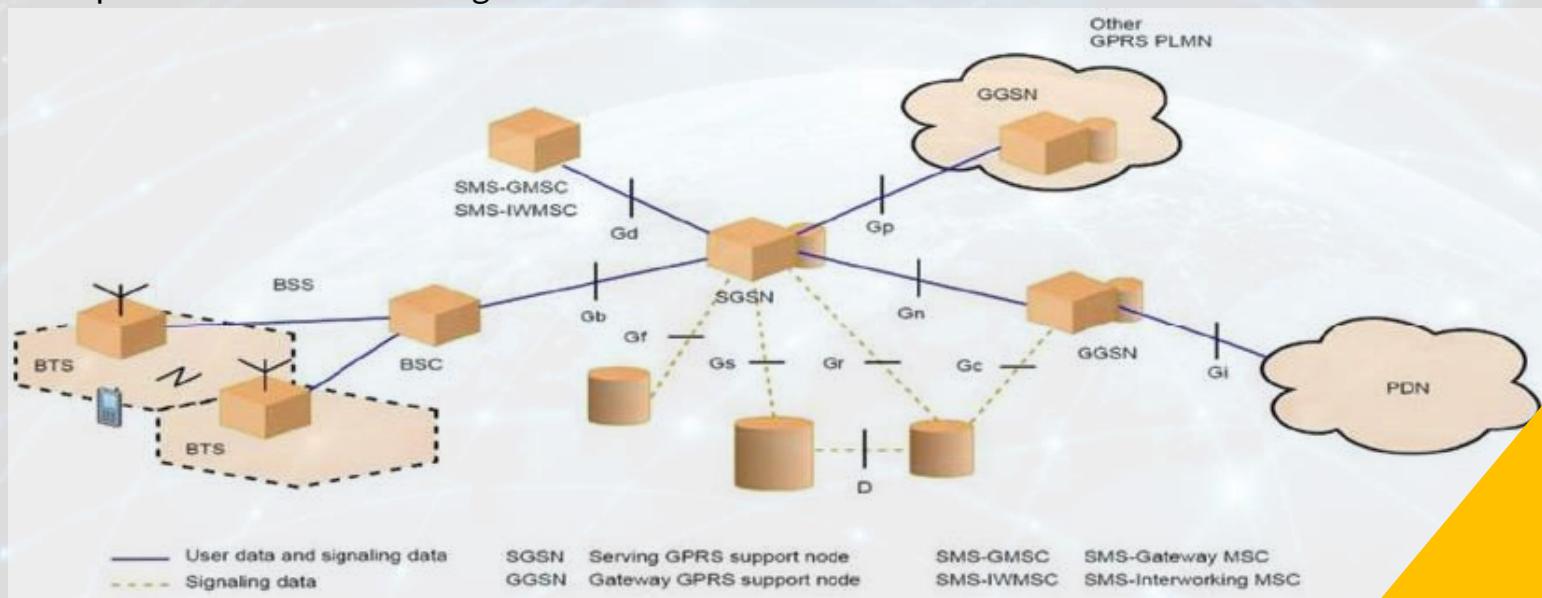
- 1) ¿Qué es un protocolo LoRaWan?, ¿Para qué se usa? Ejemplifique
- 2) ¿Qué es un protocolo Sigfox?, ¿Para qué se usa? Ejemplifique
- 3) ¿Qué son protocolos de Redes Móviles?, ¿Para qué se usa? Ejemplifique
- 4) ¿Qué es un protocolo 2G?, ¿Para qué se usa? Ejemplifique
- 5) ¿Qué es un protocolo 3G?, ¿Para qué se usa? Ejemplifique
- 6) ¿Qué es un protocolo LTE?, ¿Para qué se usa? Ejemplifique
- 7) ¿Qué es un protocolo 4G?, ¿Para qué se usa? Ejemplifique
- 8) ¿Qué es un protocolo 5G?, ¿Para qué se usa? Ejemplifique

4)

¿Qué es un protocolo 2G?, ¿Para qué se usa? Ejemplifique

Un protocolo 2G, también conocido como segunda generación, se refiere a un conjunto de estándares de comunicación inalámbrica utilizados en redes móviles. El protocolo 2G fue un avance significativo en comparación con la primera generación (1G) de tecnologías de comunicación móvil, ya que introdujo mejoras en la calidad de la voz y permitió servicios de mensajería de texto.

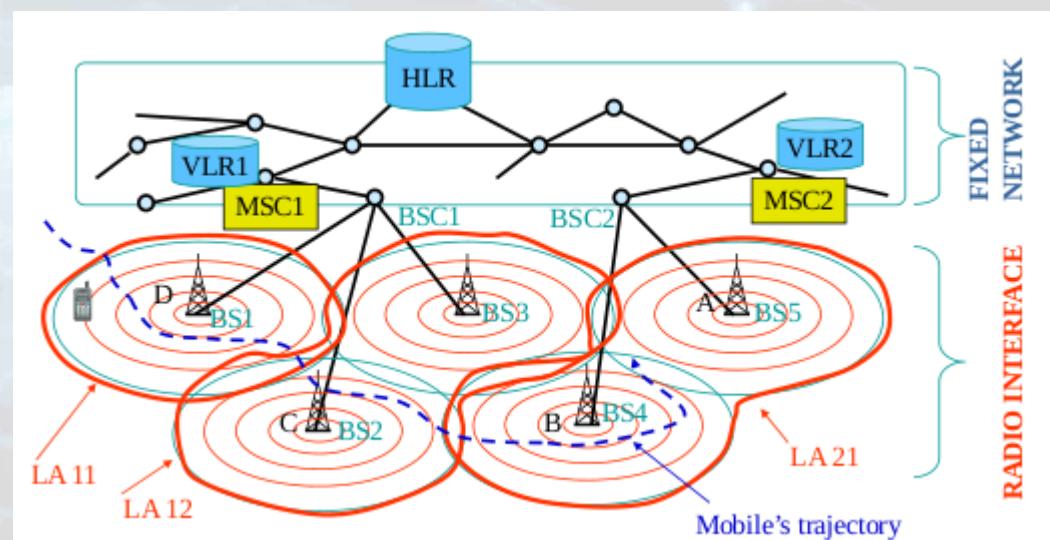
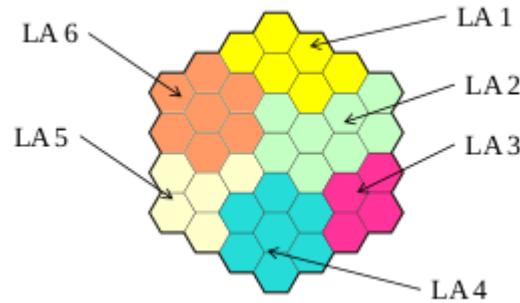
El protocolo 2G se basa principalmente en dos estándares principales: el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM, por sus siglas en inglés) y el Sistema de Comunicaciones Digitales Avanzadas (IS-95 o CDMA). Ambos protocolos ofrecían mejoras en la capacidad de la red, la eficiencia espectral y la seguridad en comparación con las tecnologías 1G.



En GSM la localización se realizar a nivel de la red fija y de la interfaz radio.

A nivel de la red fija existe el Home Location Register (HLR) y el Visitor Location Register. Por una parte, el HLR guarda información sobre los usuarios que pueden acceder a la red. Por la otra parte, el VLR tiene información acerca de los usuarios que han entrado en la zona de cobertura de una Mobile Switching Center (MSC) y se han conectado.

A nivel del acceso radio, se crea la entidad de Location Area (LA). Una LA está formada por varias celdas, de manera que la red fija enruta una llamada a una LA y son las estaciones base quienes localizan mediante paging a un usuario.



El objetivo principal del protocolo 2G era proporcionar una comunicación móvil más eficiente y confiable. Aquí algunos usos y ejemplos de aplicaciones:

1. **Llamadas de voz:** El protocolo 2G permitió llamadas de voz digitales de mayor calidad en comparación con la tecnología analógica de la primera generación. Los usuarios podían realizar llamadas más claras y estables utilizando dispositivos móviles compatibles con 2G y tarjetas SIM.
2. **Mensajes de texto (SMS):** El protocolo 2G habilitó servicios de mensajería de texto, lo que permitió a los usuarios enviar y recibir mensajes cortos a través de sus dispositivos móviles. Los SMS se volvieron populares y se convirtieron en una forma ampliamente utilizada de comunicación escrita rápida y sencilla.
3. **Transferencia de datos básica:** Aunque la velocidad de transferencia de datos del protocolo 2G era bastante limitada en comparación con las tecnologías posteriores, permitía una transferencia de datos básica. Los usuarios podían enviar y recibir correos electrónicos simples, acceder a servicios de información y navegar por sitios web básicos utilizando navegadores WAP (Protocolo de aplicaciones inalámbricas).
4. **Roaming y cobertura internacional:** El protocolo 2G también permitió un mayor soporte para el roaming y la cobertura internacional. Los usuarios podían viajar a diferentes países y utilizar sus dispositivos móviles en redes 2G compatibles, lo que facilitaba la comunicación a nivel mundial.
5. **Aplicaciones básicas:** Aunque las capacidades de las aplicaciones móviles eran limitadas en comparación con las generaciones posteriores, el protocolo 2G permitía aplicaciones básicas como juegos, calculadoras, recordatorios y calendarios en dispositivos móviles.

En resumen, el protocolo 2G fue una mejora significativa en las comunicaciones móviles en comparación con la primera generación. Se utilizó principalmente para realizar llamadas de voz digitales, enviar mensajes de texto y proporcionar una capacidad básica de transferencia de datos. Aunque las capacidades de conectividad y aplicaciones eran limitadas en comparación con tecnologías posteriores, el protocolo 2G allanó el camino para avances adicionales en las comunicaciones móviles.



7)

7) ¿Qué es un protocolo 4G?, ¿Para qué se usa? Ejemplifique

El protocolo 4G, también conocido como 4G LTE (Long Term Evolution), es una tecnología de comunicación inalámbrica que se utiliza para la transmisión de datos en redes móviles de cuarta generación. Fue diseñado para proporcionar una mayor velocidad, capacidad y eficiencia en comparación con las tecnologías anteriores, como el 3G.

En primer lugar, el protocolo 4G utiliza una arquitectura basada en paquetes, lo que significa que los datos se dividen en pequeños paquetes antes de ser transmitidos a través de la red. Esto permite una transmisión más eficiente y una mayor capacidad de la red para manejar múltiples usuarios y aplicaciones simultáneamente.

Una de las principales características del protocolo 4G es su alta velocidad de conexión. Puede ofrecer velocidades de descarga de hasta varios cientos de megabits por segundo, lo que permite una rápida transferencia de datos, descarga de archivos, transmisión de video en alta definición y una experiencia de navegación más fluida en dispositivos móviles.

Además de la velocidad, el protocolo 4G también ofrece una latencia reducida. La latencia se refiere al tiempo que tarda un paquete de datos en viajar desde el dispositivo del usuario hasta su destino en la red y volver. Con una menor latencia, se obtiene una respuesta más rápida en aplicaciones en tiempo real, como videollamadas, juegos en línea y transmisiones en vivo.

El core network (EPC), está compuesta por:

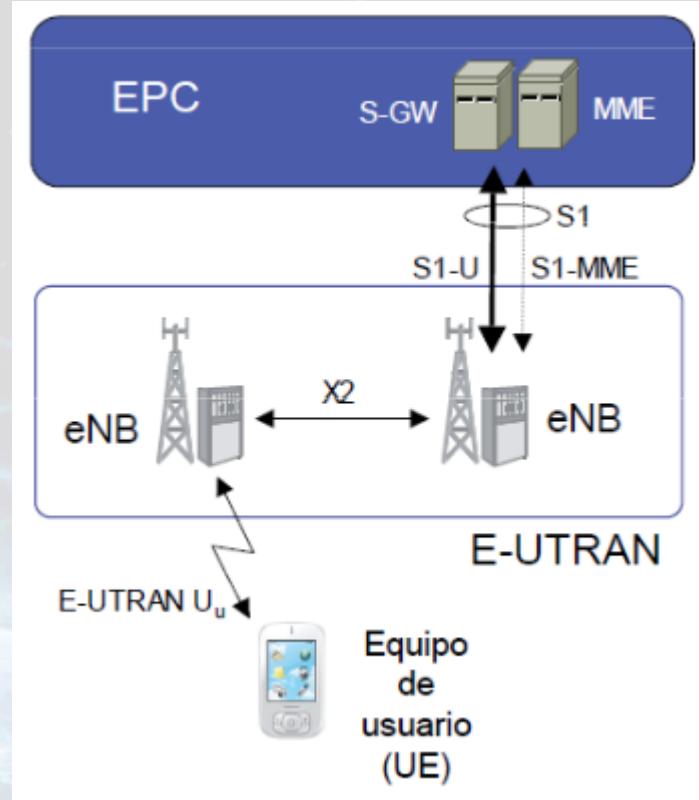
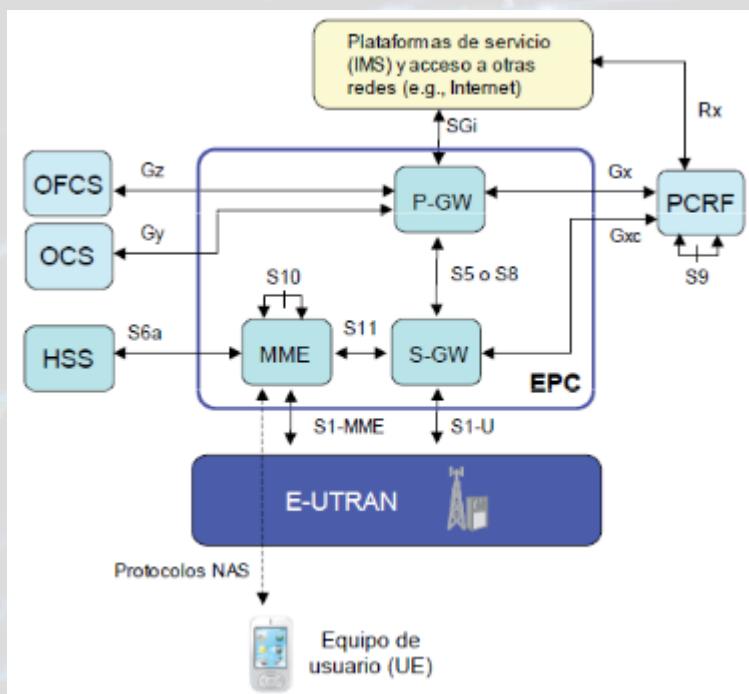
- Mobility Management Entity (MME): nodo principal de control que tiene asignadas multitud de funciones como el tracking del UE o paging entre otras.
- Serving gateway (SGW): está en la frontera entre el Radio Access Network (RAN) y la core network y se encarga de gestionar la movilidad.
- Packet Data Network (PDN) gateway (PGW): da servicio y conectividad con redes de paquete externas.
- Policy and Charging Rules Function (PCRF): se encarga de tarifar.

En la parte radio, la E-UTRAN, el sistema está formado por:

- User Equipment (UE): el terminal de usuario.
- Evolved Node B (eNodeB): estación que se encarga de proporcionar la interfaz radio.

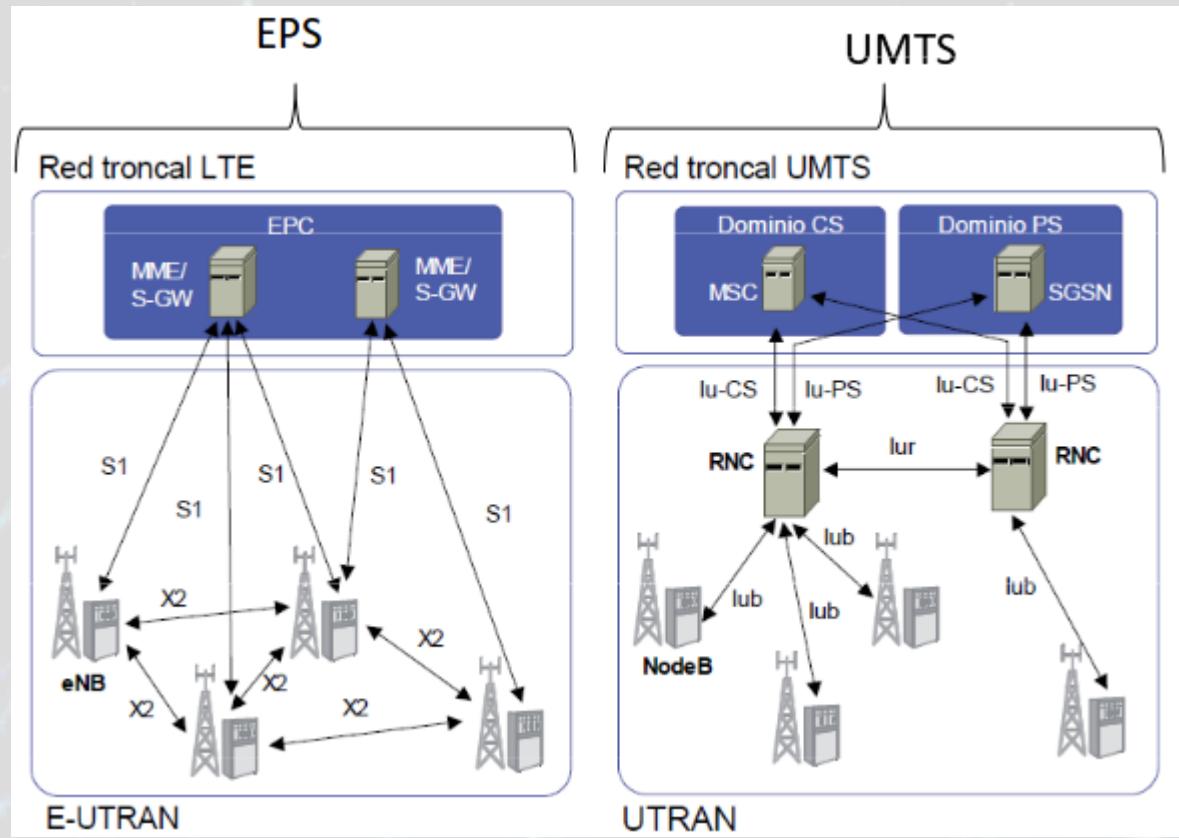
La interfaz entre la eNodeB y la core network se realiza mediante el protocolo S1-U para los datos de usuario y S1-MME para información de control (handovers, paging, mensajes Non-Access Stratum).

También hay conexión directa entre diferentes eNodeB mediante la interfaz X2.



En la red troncal, el PGW está conectado con el SGW mediante la interfaz S5 si es del mismo operador o S8 si es de un operador diferente. En este interfaz se implementa el protocolo GTP-U (GPRS Tunnelling Protocol-User) para transportar datos del PGW al SGW. También existe el túnel GTP-C el cual transporta información de control.

En EPC existe una entidad llamada Home Subscriber Service (HSS), que reúne funcionalidades de los sistemas predecesores como el Home Location Register (HLR) y el Authentication Center (AuC). El HSS está conectado con el MME para el mantenimiento de la información de gestión de la información o la autorización de acceso a la red LTE entre otras. La interfaz S6a que se utiliza para conectar el MME con el HSS, utiliza el protocolo Diameter orientado a conexión (como TCP) y que es una evolución del protocolo RADIUS.



EPS tiene una red cuya transmisión es orientada a conexión, por lo que necesita de una conexión virtual entre dos puntos. Esta conexión virtual se llama EPS Bearer el cual provee de un servicio con una cierta calidad (QoS).

Comparativa E-UTRAN y UTRAN

El protocolo 4G se utiliza en una amplia gama de aplicaciones y servicios. Algunos ejemplos incluyen:

1. **Navegación web:** Permite una experiencia de navegación rápida y fluida en dispositivos móviles, facilitando la carga de páginas web y la descarga de contenido multimedia.
2. **Transmisión de video:** Con el protocolo 4G, es posible transmitir video en tiempo real con una calidad de alta definición sin interrupciones o retrasos significativos. Esto ha impulsado el crecimiento de servicios de transmisión en línea, como Netflix, YouTube y plataformas de video en vivo.
3. **Aplicaciones de comunicación:** El protocolo 4G proporciona una base sólida para aplicaciones de mensajería instantánea, llamadas de voz sobre IP (VoIP) y videollamadas de alta calidad. Ejemplos populares incluyen WhatsApp, Skype y FaceTime.
4. **Internet de las cosas (IoT):** El 4G LTE es una tecnología fundamental para el despliegue y funcionamiento de dispositivos conectados en el Internet de las cosas. Permite la comunicación eficiente entre dispositivos inteligentes y la transmisión de datos de sensores en tiempo real.
5. **Acceso a servicios en la nube:** Con el protocolo 4G, los usuarios pueden acceder y utilizar servicios en la nube de manera eficiente, como almacenamiento en línea, aplicaciones empresariales y servicios de productividad.

En resumen, el protocolo 4G es una tecnología de comunicación inalámbrica que ofrece velocidades de conexión rápidas, baja latencia y una mayor capacidad en comparación con las generaciones anteriores. Se utiliza en una amplia gama de

ARQUITECTURA Y CONECTIVIDAD

TST – 2023

Grupo #7:

Daniel Rodriguez
Dario Arriola
Oscar Gazzola
Miguel Segnana
Silvana Barea

Módulo 3: Arquitectura en Redes IoT – Comunicaciones de Bajo Consumo

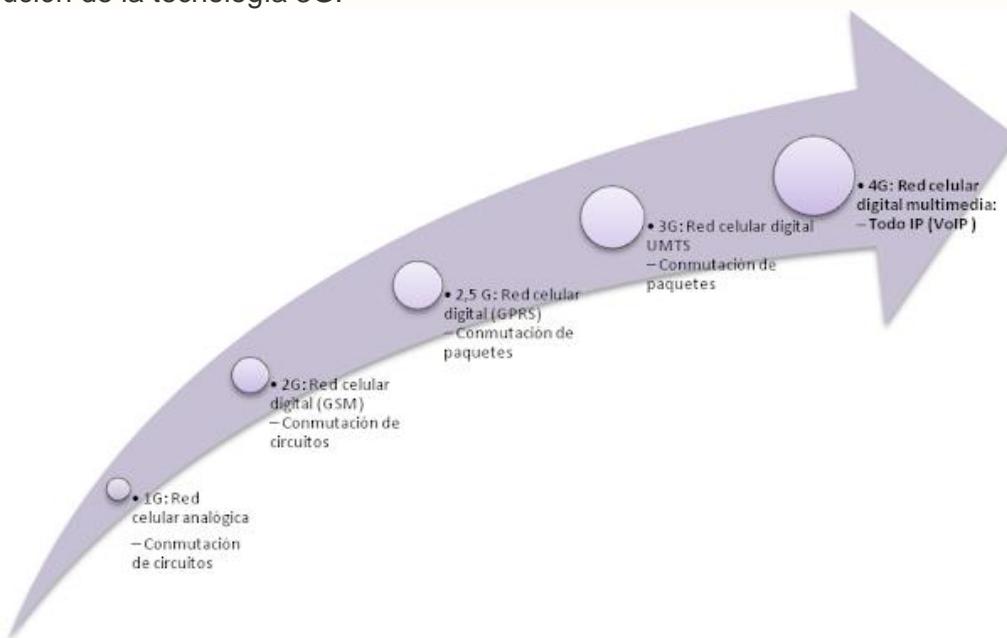
Cuestionario:

5) Qué es un protocolo 3G?, ¿Para qué se usa? Ejemplifique

El significado de 3G es tercera generación de transmisión de voz y datos a través de telefonía móvil. La definición técnicamente correcta es UMTS (Universal Mobile Telecommunications System o servicio universal de telecomunicaciones móviles).

Los servicios asociados con 3G proporcionan la posibilidad de transferir tanto voz y datos (una llamada telefónica o un video llamado) y datos no-voz (como la descarga de programas, intercambio de email, y mensajería instantánea).

Evolución de la tecnología 3G:



- **Primera generación (1G):**

La 1G de la telefonía móvil hizo su aparición en 1979 y se caracterizó por ser analógica y estrictamente para voz. La calidad de los enlaces era muy baja.

- **Segunda generación (2G):**

La 2G arribó hasta 1990 y a diferencia de la primera se caracterizó por ser digital. El sistema 2G utiliza protocolos de codificación más sofisticados y se emplea en los sistemas de telefonía celular actuales. Las tecnologías predominantes son: GSM, CDMA etc. Los protocolos empleados en los sistemas 2G soportan velocidades de información más altas por voz, pero limitados en comunicación de datos.

- **Generación 2.5G:**

Muchos de los proveedores de servicios de telecomunicaciones se moverán a las redes 2.5G antes de entrar masivamente a la 3. La tecnología 2.5G es más rápida, y más económica para actualizar a 3G.

- **Tercera generación 3G:**

La 3G se caracteriza por contener la convergencia de voz y datos con acceso inalámbrico a Internet; en otras palabras, es apta para aplicaciones multimedia y altas transmisiones de datos. Los protocolos empleados en los sistemas 3G soportan altas velocidades de información y están enfocados para aplicaciones más allá de la voz como audio (mp3), video en movimiento, videoconferencia y acceso rápido a Internet, sólo por nombrar algunos.

Evolución de las Redes Celulares

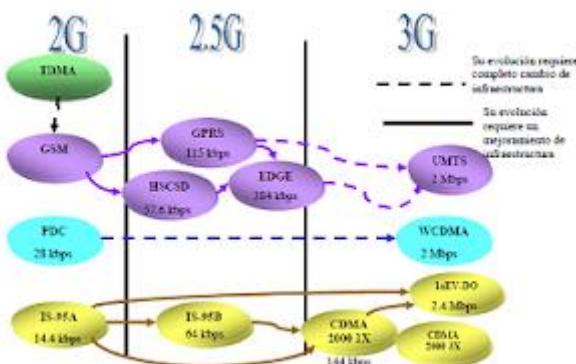


Fig. 1. Evolución de las redes celulares hasta 3G

Evolución de las redes móviles hasta 3G

Estándar

Las tecnologías de 3G son la respuesta a la especificación IMT-2000 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones. (es el estándar mundial para redes inalámbricas de tercera generación (3G) aprobado por la ITU (la Unión Internacional de Telecomunicaciones). IMT-2000 (Telecomunicaciones Móviles Internacionales 2000) constituye un marco para el acceso inalámbrico a escala mundial, ya que permite conectar diversos sistemas de redes terrenales y/o por satélite.)

El estándar UMTS (Universal Mobile Telephone System) está basado en la tecnología W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access - Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha), es la tecnología de interfaz de aire en la que se basa la UMTS cual es un estándar europeo de Tercera Generación (3G) para los sistemas inalámbricos). UMTS está gestionado por la organización 3GPP, también responsable de GSM, GPRS y EDGE.

Características:

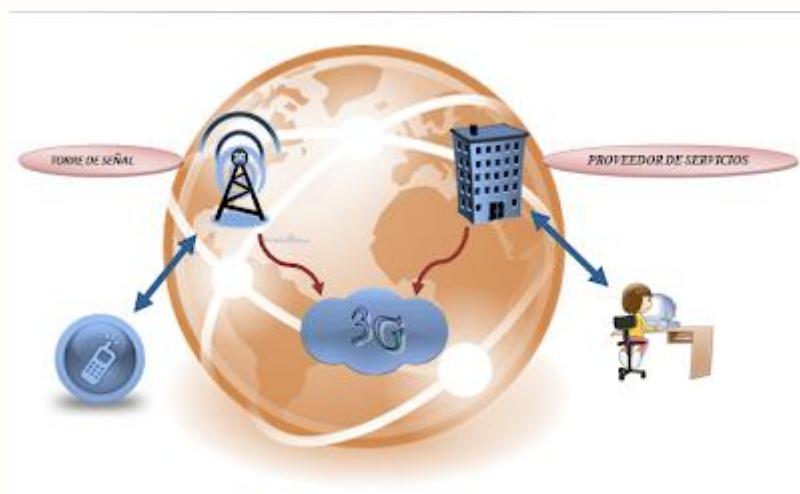
- Nuevos servicios, tales como la conexión de PCs a través de redes móviles y aplicaciones multimedia.
- Permite recibir y enviar mayor cantidad de datos por segundo.
- Mayor eficiencia y capacidad que las generaciones anteriores.
- Ancho de banda dinámico, es decir, adaptable a las necesidades de cada aplicación.
- Mayor velocidad de acceso.

Funcionamiento

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.



Detalles técnicos

- Una frecuencia de 850 MHz y 1900 MHz (megahercios).
- Cobertura de internet móvil de hasta 42 Mbps en descarga.
- Tecnología de intercambio de paquetes de datos y protocolo de internet.
- Así es posible navegar normalmente, inclusive en roaming (En comunicaciones inalámbricas, capacidad de un dispositivo de moverse desde una zona de cobertura hacia otra, sin pérdida de la conectividad).
- Arquitectura de redes por capas.

Ventajas de la arquitectura por capas

A diferencia de GSM, 3G se basa en servicios por capas. En la cima está la capa de servicios, que provee un despliegue de servicios rápido y una localización centralizada. En el medio está la capa de control, que ayuda a mejorar procedimientos y permite que la capacidad de la red sea dinámica. En la parte baja está la capa de conectividad donde cualquier tecnología de transmisión puede usarse y el tráfico de voz podrá transmitirse mediante ATM/AAL2 o IP/RTP.



Arquitectura en capas 3G

Aplicaciones y servicios que ofrece la tercera generación (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.
- Redes sociales.
- Monitoreo y aplicaciones médicas.

Ventajas

- A diferencia de GSM, 3G se basa en servicios por capas.
- Ofrece mejor calidad y fiabilidad, una mayor velocidad de transmisión de datos.
- Permite el acceso permanente al Internet en casi cualquier sitio.
- Posee una mayor velocidad de transferencia de información
- Ofrece mayor seguridad al momento de realizar la conexión.
- Permite acceso de información en casi cualquier parte de la ciudad donde se tenga cobertura.
- Correo electrónico: Permite convertir los teléfonos celulares en oficinas móviles para recibir y enviar mensajes.
- Imágenes: Personalizar los teléfonos celulares con las mejores imágenes.

- La transmisión de voz tiene una calidad equiparable a la de las redes fijas.
- Más velocidad de acceso.
- UMTS, sumado al soporte de protocolo de Internet (IP), se combinan para prestar servicios multimedia y nuevas aplicaciones de banda ancha, tales como servicios de video-telefonía y video-conferencia.

Desventajas

- Cobertura limitada. Dependiendo de la localización, la velocidad de transferencia puede disminuir drásticamente (o incluso carecer totalmente de cobertura).
- La velocidad de transferencia de datos varía de acuerdo a la cobertura, a menor cobertura, disminuye la intensidad de datos que se pueden transferir.
- No orientado a conexión. Cada uno de los paquetes pueden seguir rutas distintas entre el origen y el destino, por lo que pueden llegar desordenados o duplicados.
- El alto costo de los teléfonos compatibles con tecnología 3G, es decir, que las licencias de servicios 3G son caras, además de que existen diferencias en las condiciones de cada licencia.
- La velocidad puede disminuir, si el dispositivo desde el que nos conectamos está en movimiento, por ejemplo si estamos en un automóvil.
- Dado que la tecnología crece a pasos agigantados, esta tecnología puede ser sustituida por otra rápidamente.

Diferencias entre las tecnologías móviles

TDMA	GSM	3G
Modulación en señales digitales	Funciones digitales de transmisión de datos	Tecnología por paquetes de datos.
Multiplicación por división de tiempo	Servicios de mensajes cortos (SMS).	Mayor implementaciones como internet, video llamadas etc.
Sincronización estrictamente entre el emisor y receptor	Difiere en su mayor velocidad de transmisión.	Mayor frecuencia en la transmisión de voz y datos.
Tecnología simple (sencilla)	Navegación de internet más lenta.	Mayor cobertura.
Fue o es muy implementada por las personas de sus inicios.	Un poco de ruido en sus transmisiones.	Mayor eficacia en la entrega de los datos.

Como argumento principal tenemos la gran evolución e importancia que tiene esa tecnología 3G y el impacto que ha ocasionado con la implantación de ella por la gran magnitud que posee para la transmisión de datos y voz, hace que muchas usuarios

nuevo adquieran esta novedosa tecnología ya que ofrecen servicios novedosos y de mejor calidad que las anteriores.

Los servicios asociados con la tercera generación proporcionan la posibilidad de transferir tanto voz y datos (una llamada telefónica) y datos no-voz (como la descarga de programas, intercambio de email, y mensajería instantánea).

Inicialmente la instalación de redes 3G fue demasiado lenta. Esto se debió a que los operadores requieren adquirir una licencia adicional para un espectro de frecuencias diferente al que era utilizado por las tecnologías anteriores 2G.

High-Speed Packet Access (HSPA) es una fusión de dos [protocolos móviles](#), High Speed Downlink Packet Access ([HSDPA](#)) y High Speed Uplink Packet Access ([HSUPA](#)) que extiende y mejora el rendimiento de las redes de [telecomunicaciones móviles](#) de tercera generación ([3G](#)), como son el 3.5G o [HSDPA](#) y 3.5G Plus, 3.75G o [HSUPA](#) existentes utilizando los protocolos [WCDMA](#).

A finales de 2008 se lanzó un estándar [3GPP](#) aún más mejorado, [Evolved High Speed Packet Access](#) (también conocido como [HSPA+](#)), posteriormente adoptado a nivel mundial a partir de 2010. Este nuevo estándar permitía llegar a velocidades de datos tan altas como 337Kbit/s en el enlace descendente y 34Kbit/s en el enlace ascendente. Sin embargo, ésta velocidades se consigue rara vez en la práctica.

Seguridad

Las redes 3G ofrecen mayor grado de seguridad en comparación con sus predecesoras 2G. Al permitir a la UE autenticar la red a la que se está conectando, el usuario puede asegurarse de que la red es la intencionada y no una imitación. En la [Conferencia Black Hat 2010](#) un [hacker](#) demostró (con un presupuesto de 1500 [dólares](#)) que podía obtener números telefónicos e incluso escuchar las llamadas de teléfonos GSM cercanos, esto era logrado haciendo pasar por una base (antena receptora/transmisora) de la telefónica AT&T en este caso.² Las redes 3G usan el [cifrado por bloques KASUMI](#) en vez del anterior [cifrador de flujo A5/1](#). Aun así, se han identificado algunas debilidades en el código KASUMI.

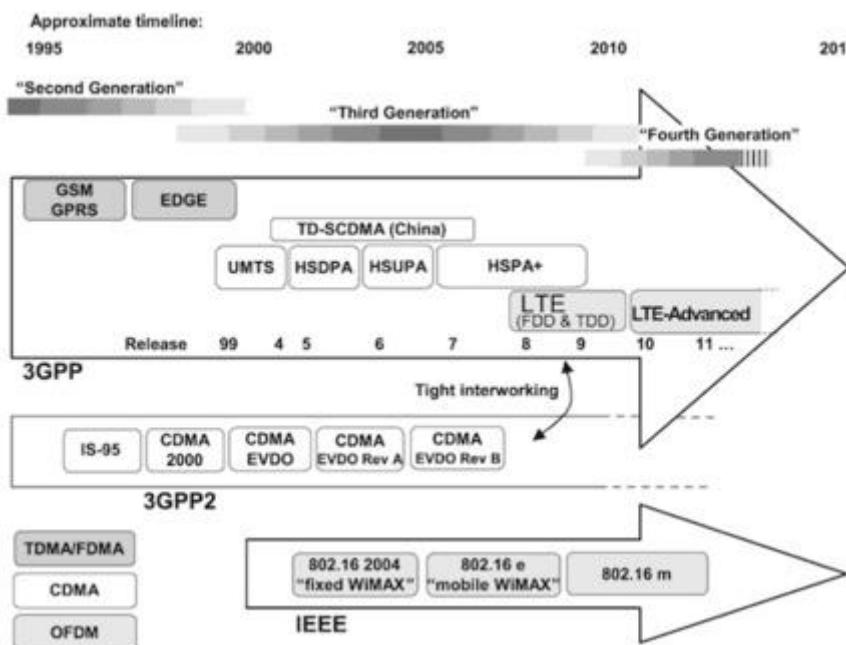
Además de la infraestructura de seguridad de las redes 3G, se ofrece seguridad de un extremo al otro cuando se accede a aplicaciones framework como IMS, aunque esto no es algo que sólo se haga en el 3g.

6) Qué es un protocolo LTE?, ¿Para qué se usa? Ejemplifíque

La **sigla LTE** suele utilizarse con referencia a la expresión inglesa **Long Term Evolution**, que se emplea en el terreno de las **telecomunicaciones**. LTE es un **estándar** para la **transmisión inalámbrica de datos de alta velocidad** que representa la evolución del **3G**, aunque sin alcanzar la rapidez del **4G**.

El **sistema** fue desarrollado por **3rd Generation Partnership Project (3GPP)**, un grupo de asociaciones de telecomunicaciones. Gracias a sus características, las diversas tecnologías de antenas pueden implementarse con más simpleza.

El estándar **LTE** permite que los usuarios recurran al protocolo de Internet (**IP**) para el tráfico de datos. De esta manera brinda soporte a servicios como la navegación a través de la **Web**, los juegos en línea, la voz sobre IP (**VoIP**) y el streaming de video, por ejemplo.



Veamos a continuación algunas de las características de LTE, varias de las cuales podrían ser consideradas ventajas con respecto a otros estándares de comunicación:

- * su **ancho de banda** es «adaptativo», o sea que tiene la capacidad de adaptarse en un rango que va desde 1,4 a 20 MHz, pasando por 3, 5, 10 y 15;
- * la posibilidad de trabajar en un gran número de bandas de frecuencias diferentes;
- * la compatibilidad con diferentes **tecnologías** del grupo **3GPP**;
- * la elevada cantidad de usuarios por celda. Cada una es de 5 MHz y puede contener más de doscientos usuarios;
- * la alta eficiencia del espectro. Soporta multi-antena de aplicación, además de la **multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM)** de enlace descendente y **DFTS-OFDM** al ascendente;
- * su **latencia** es realmente baja, con valores como 10 milisegundos para el *plano de usuario* y 100 para el *plano de control*. El plano de usuario también se conoce como «*plano de información*», entre otros nombres, y es el que transmite el tráfico del usuario en la red. El plano de control, en cambio, lleva el tráfico de señalización;

* por medio del uso de interfaces abiertas, LTE es capaz de separar ambos planos, el de usuario y el de control;

* su arquitectura de protocolo es simple;

* puede funcionar en conjunto con sistemas diferentes, como ser **CDMA2000**, una familia de estándares pertenecientes a 3G que usan un esquema de **acceso** múltiple para llevar a cabo sus diferentes funciones;

* tiene red de frecuencia única OFDM;

* su velocidad máxima de bajada es de 326,5 megabits por segundo en el caso de antenas 4x4 y de 172,8 megabits por segundo para las antenas 2x2;

* su velocidad máxima de subida es de 86,5 megabits por segundo;

* su funcionamiento es perfecto en **movimiento** si la velocidad no supera los 15 km/h, aunque puede soportar hasta 500 km/h;

* la extensión ideal de las celdas es de 5 kilómetros, pero también puede medir entre 100 y 500 kilómetros, con **degradaciones** modestas cada 30 kilómetros.

A pesar de todo esto, su uso a nivel mundial encontró ciertas limitaciones a causa de la acotada disponibilidad de espectro y de terminales y por las dificultades para los operadores de generar rentabilidad.

Se conoce como **filtro LTE**, por otra parte, al **filtro** que debe utilizarse en las instalaciones de recepción de televisión digital terrestre (**TDT**) para evitar interferencias de este estándar de telefonía móvil en las antenas de **UHF**.

El nombre **LTE Advanced**, por otra parte, responde a un estándar preliminar que pretendía mejorar el LTE. Se inscribió a finales del año 2009 y pretendía superar los requisitos de la **Unión Internacional de Telecomunicaciones**, además de ser compatible con los dispositivos LTE del mercado. Entre las ventajas que perseguía se encuentran la topología de redes avanzada y la combinación de nodos de bajo consumo con otros de retransmisión.

Arquitectura y Conectividad

Módulo III:

Arquitectura en Redes IoT Comunicaciones de Bajo Consumo



Profesor: Morales Jorge

Alumno: Rodriguez Daniel

Grupo: N 7

Punto 8

¿Qué es un protocolo 5G?, ¿Para qué se usa? Ejemplifique

El protocolo 5G, o 5G NR (New Radio), es el estándar de comunicación inalámbrica de quinta generación que se utiliza en redes móviles. Es una evolución del protocolo 4G LTE y se ha diseñado para

proporcionar una mayor capacidad, velocidades de descarga más rápidas, menor latencia y mayor eficiencia energética.

El protocolo 5G se utiliza para habilitar la conectividad de alta velocidad y baja latencia en dispositivos móviles, así como en una amplia gama de aplicaciones y servicios.

Su objetivo es proporcionar una conectividad ultrarrápida, confiable y de baja latencia para habilitar una amplia gama de aplicaciones y servicios en diferentes sectores.

Ejemplos de cómo se utiliza el protocolo 5G:

- Telefonía móvil: El protocolo 5G permite una experiencia de telefonía móvil mejorada, con velocidades de descarga significativamente más

rápidas y menor latencia. Esto significa que las llamadas de video de alta calidad y la transmisión de contenido multimedia en tiempo real son posibles sin interrupciones.

- Internet de las cosas (IoT): El protocolo 5G es fundamental para el crecimiento y desarrollo del Internet de las cosas. Permite la conexión de una gran cantidad de dispositivos IoT de forma simultánea y proporciona una conectividad confiable y de baja latencia, lo que es crucial para aplicaciones como la domótica, ciudades inteligentes, vehículos autónomos y la monitorización remota de dispositivos.
- Realidad virtual y aumentada: La baja latencia y las altas velocidades del protocolo 5G son especialmente beneficiosas para aplicaciones de

realidad virtual y aumentada. Esto permite experiencias inmersivas en tiempo real, como juegos interactivos, visitas virtuales y capacitación remota.

- Industria 4.0: El protocolo 5G impulsa la transformación digital en el ámbito industrial. Permite la comunicación rápida y confiable entre máquinas, habilitando la automatización avanzada, el control remoto de equipos, la monitorización en tiempo real y la optimización de la cadena de suministro.

