

DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA DE SIMULACIÓN DE 5G NR PARA EVALUAR LAS PRESTACIONES DE DIFERENTES SERVICIOS



Qualcomm



AUTOR: Javier Hernández Sánchez

TUTOR: José Manuel Riera Salís

ÍNDICE

ÍNDICE	2
INTRODUCCIÓN	3
TRABAJO	5

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, las telecomunicaciones móviles han experimentado una gran evolución. Este tipo de comunicaciones comenzó en la década de los ochenta con el desarrollo de redes completamente analógicas, comúnmente conocidas como redes de primera generación.

No fue hasta la década de los noventa, cuando se desarrollaron las primeras comunicaciones móviles digitales. Estas redes de segunda generación llegarían a Europa de la mano de GSM (*Global System for Mobile Communications*), tecnología desarrollada en su día por CEPT y que más tarde pasaría a dominio de la ETSI (European Telecommunications Standards Institute). GSM y sus futuras evoluciones fueron sin duda las tecnologías de segunda generación más utilizadas.

Más tarde, se formaría 3GPP (3rd Generation Partnership Project), una organización internacional, encargada de desarrollar las redes de tercera generación. El principal objetivo de esta organización era crear un estándar global que facilitase el desarrollo y la compatibilidad de los terminales a escala mundial. 3GPP estuvo y sigue formada íntegramente por empresas y organismos de todo el globo.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) es la encargada de regular el espectro y las tecnologías empleadas en cada banda. Por tanto, para que una tecnología sea catalogada como estándar, esta debe cumplir con los requisitos fijados por dicha organización.

A finales del siglo XX la ITU publica el estándar de 3ª generación IMT-2000, en el cual se certificaron diversas tecnologías, entre las cuales se encontraría WCDMA/HSPA, propuesta por 3GPP, y que fue sin duda la tecnología 3G más extendida.

Más tarde, en 2010 surgieron las comunicaciones de cuarta generación, tras la publicación del estándar IMT-Advanced, donde tecnologías como WiMAX y LTE-Advanced (propuesta por 3GPP) fueron aprobadas.

Tras más de diez años de despliegue y coexistencia entre redes de segunda, tercera y cuarta generación, la ITU publica en febrero de 2021 el estándar de 5ª generación IMT-2020, en el cual se aprobaría la nueva tecnología de acceso radio propuesta por 3GPP, NR (New Radio).

El nuevo estándar 5G habilita nuevos servicios que previamente eran impracticables con la tecnología antecesora, LTE Advanced. En la Fig. 1.1 se aprecian los servicios disponibles con esta nueva generación.

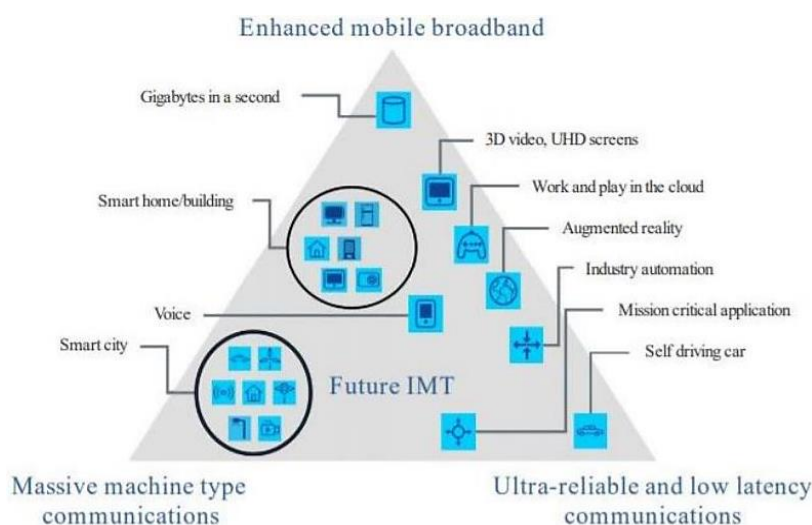


FIGURA 1.1 - Escenarios de uso IMT-2020 (5G)

Por otro lado, en la Fig. 1.2 aparecen representadas las prestaciones ofrecidas por el nuevo estándar 5G.

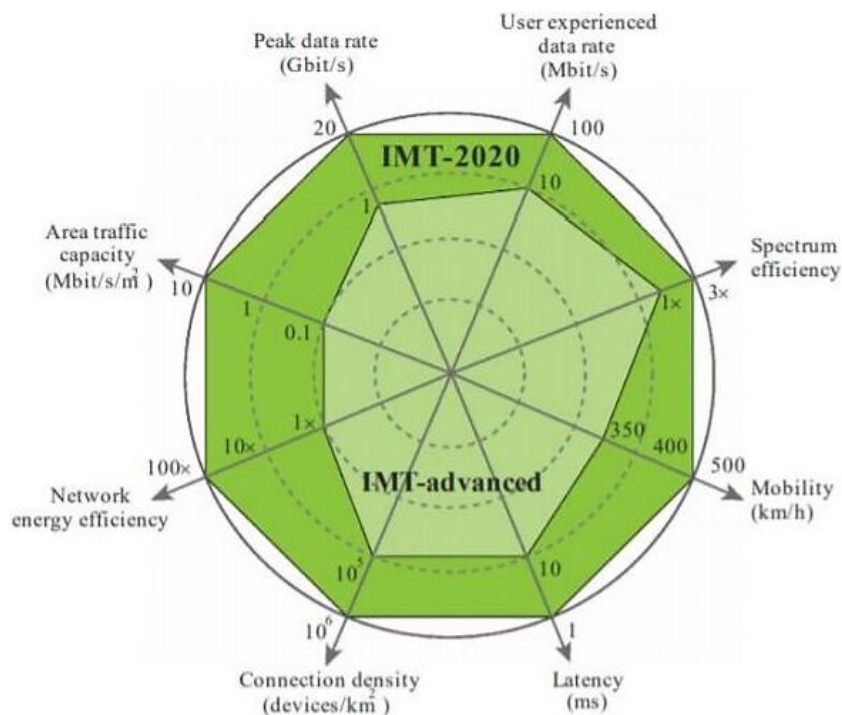


FIGURA 1.2 - Prestaciones IMT-2020 (5G)

Para alcanzar dichas prestaciones se incluyen diversas mejoras en el núcleo de red (5GCN) y en la propia red de acceso radio (NR). Se consiguen latencias inferiores al milisegundo y tasas binarias muy elevadas gracias a la alta densidad espectral, alcanzada principalmente con las nuevas modulaciones, codificaciones de canal y mejoras en la multiplexación espacial. Además, se incorporan nuevas bandas de frecuencia (*mmWave*) que ayudarán a incrementar dichas prestaciones.

También, se obtiene un ahorro de energía significativo gracias a la reducción de señales *always-on*. Por último y no menos importante, se logra gran versatilidad, pudiendo adaptar el enlace radio a distintos entornos gracias a la numerología flexible.

En definitiva, esta nueva tecnología mejorará con creces las comunicaciones móviles actuales, por ello el principal objetivo del trabajo será evaluar dicho estándar y hallar sus prestaciones límite.

TRABAJO

El principal objetivo del trabajo fue evaluar las prestaciones que ofrecía el estándar 5G sobre diversos entornos. Concretamente se pusieron a prueba dos microcélulas en entornos urbano e industrial. Para ello, se desarrolló una herramienta de simulación, programada íntegramente en Python, que permitiese emular la red de acceso y asignación de recursos radio.

En la Fig. 1.3 se muestra como ejemplo una microcélula urbana, en donde aparecen representados los terminales conectados a ella. Los terminales se encuentran clasificados según los recursos asignados por la estación base en ese instante. La estación base se encuentra en el centro representada de color rojo.

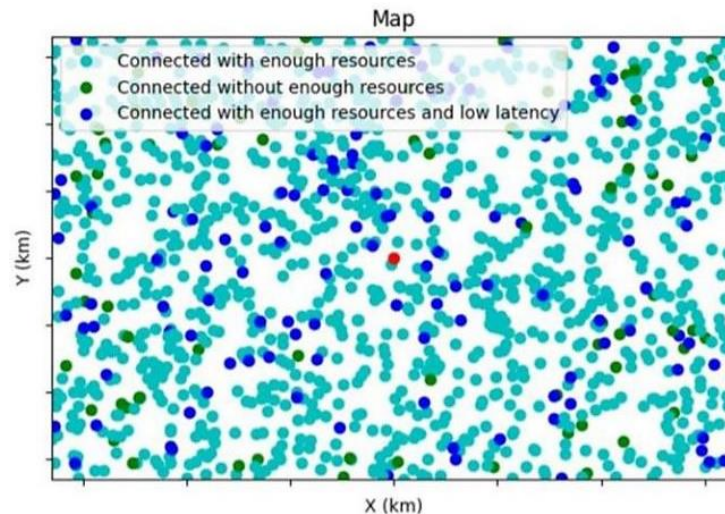


FIGURA 1.3 - Microcélula urbana

Se conectaron a la célula veinte terminales nuevos cada segundo, de tal forma que la propia estación base colapsase pasado un cierto intervalo de tiempo. Este colapso permitió examinar las prestaciones límite ofrecidas por la base. En la Fig. 1.4 se encuentran representados los terminales conectados a la célula en cada instante de tiempo.

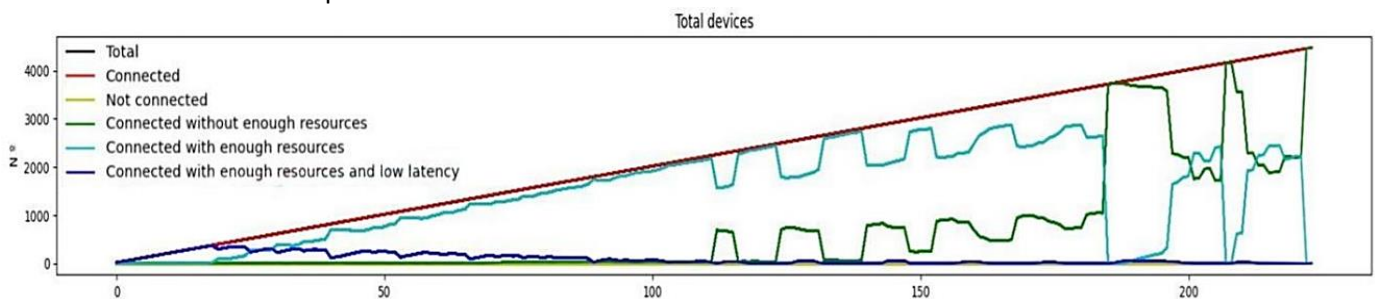


FIGURA 1.4 - Terminales conectados a la célula

Entre las prestaciones analizadas se encontraría la velocidad binaria, latencia, potencia, atenuación, modulación, códigos detectores y correctores empleados, etc. Se analizó en detalle la asignación y el planificador de recursos radio (espaciales, temporales y frecuenciales) de la propia estación base. En la Fig. 1.5 aparece representada la carga celular (%) total y sectorial de la base. Cuando la carga celular alcanza el 80% la estación base comienza a limitar los recursos, por ello la carga comienza a oscilar transcurridos los primeros segundos. Esta oscilación es causada en parte también por la naturaleza discontinua del tráfico.

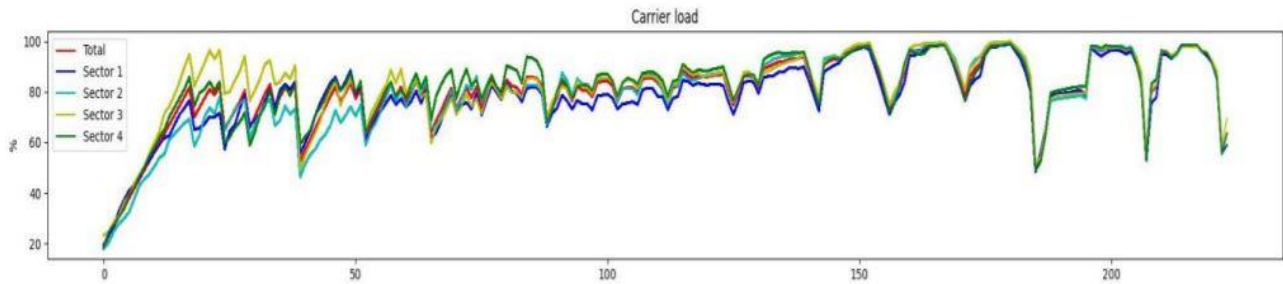


FIGURA 1.5 - Carga celular de la microcélula urbana

La asignación de recursos se realiza maximizando la tasa binaria total de la célula y garantizando cierta equidad entre terminales, estableciéndose por tanto un compromiso entre ambas. Si existe posibilidad de colapso se reducen los recursos de los terminales más “avariciosos” (alto consumo de recursos) o con mala calidad de canal. En la Fig. 1.6 se aprecia dicha limitación de recursos.

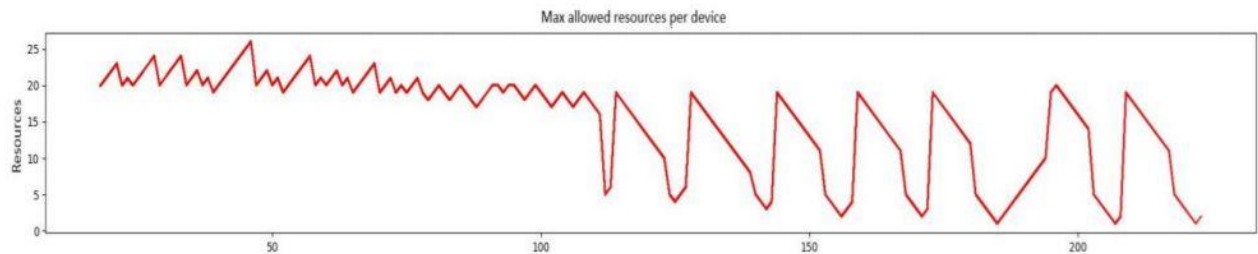


FIGURA 1.6 - Máximo número de recursos permitido por terminal

En la Fig. 1.7 aparecen representadas las prestaciones de uno de los muchos terminales conectados a la microcélula. En dicha figura aparecen los indicadores más significativos del dispositivo tanto para enlace ascendente como descendente.

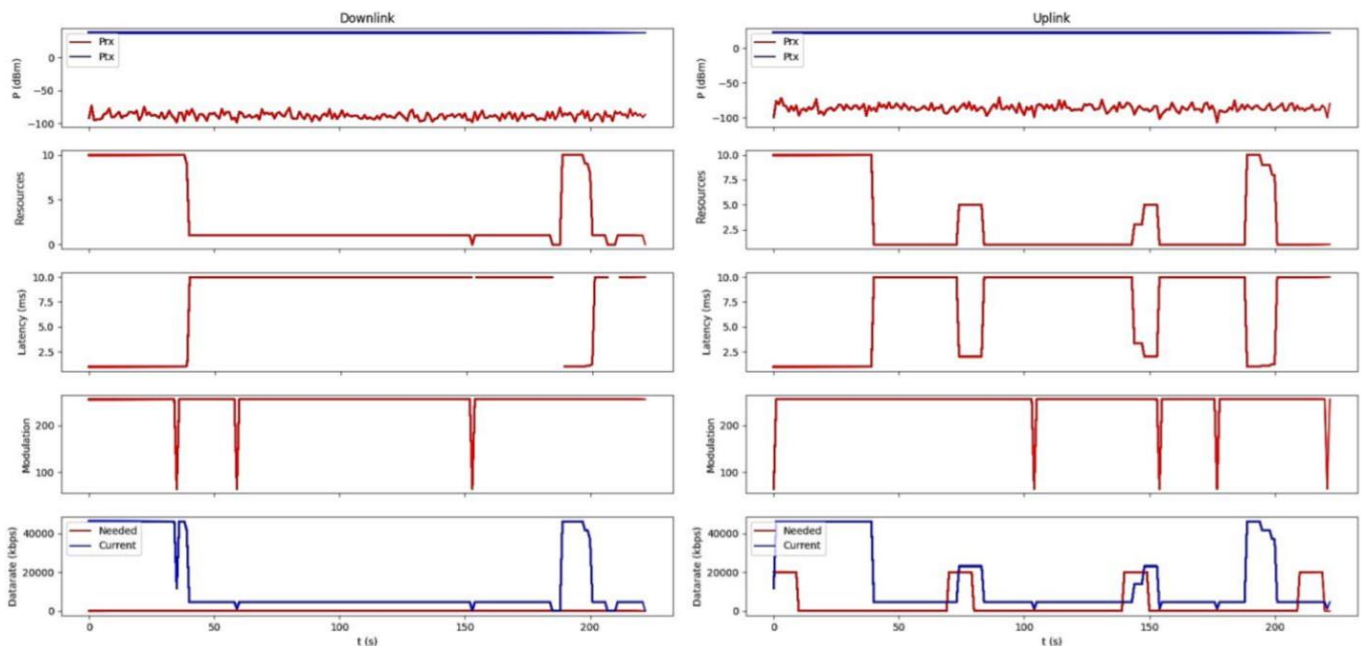


FIGURA 1.7 - Prestaciones de un terminal

En la primera fila encontramos la potencia transmitida y recibida. Aparece cierta variabilidad en la cobertura debido al multitrayecto de la señal y al propio movimiento del terminal. En la segunda fila aparecen los recursos que dispone el dispositivo. En la siguientes filas se muestra la latencia y la modulación instantánea empleada.

Finalmente, en la última fila, se representa conjuntamente la tasa binaria consumida por el terminal y el caudal ofrecido por la red. En general la red es capaz de ofrecer el caudal necesario y requerido por el terminal. También, se aprecian bajadas en el caudal ofrecido provocadas principalmente por la escasez de recursos o caídas en la modulación debido al multitrayecto.

En definitiva, esta nueva tecnología habilitará nuevos servicios y brindará enormes mejoras respecto a generaciones previas. Las conclusiones y el trabajo completo se encuentran disponibles a través del siguiente enlace (<https://github.com/javierhersan/5G-NR>).