

RESUMEN

La estandarización de la Quinta Generación de redes móviles o 5G, ha concluido este año 2020. No obstante, en el año 2014 cuando la ITU empezó el proceso de estandarización IMT-2020, una de las principales interrogantes era cuál sería la forma de onda sobre la cual se construiría la capa física de esta nueva generación de tecnologías. El 3GPP se comprometió a entregar una tecnología candidata al proceso IMT-2020, y es así como dentro de este proceso de deliberación se presentaron varias formas de onda candidatas, las cuales fueron evaluadas en varios aspectos hasta que en el año 2016 el 3GPP tomó una decisión, continuar con CP-OFDM (utilizada en 4G) con numerología flexible. Una vez decidida la forma de onda, el proceso de estandarización continuó afinando la frame structure (no se me ocurre nombre en español), y todos los aspectos intrínsecos de la misma. Esta tesis acompañó y participó de todo este proceso.

Para empezar, en esta disertación se evaluaron las principales formas de onda candidatas al 5G. Es así que se realizó un análisis teórico de cada forma de onda, destacando sus fortalezas y debilidades, tanto a nivel de implementación como de rendimiento. Posteriormente, se llevó a cabo una implementación real en una plataforma Software Defined Radio de tres de las formas de onda más prometedoras (CP-OFDM, UFMC y OQAM-FBMC), lo que permitió evaluar su rendimiento en términos de la tasa de error por bit, así como la complejidad de su implementación.

Esta tesis ha propuesto también el uso de una solución armonizada como forma de onda para el 5G y sostiene que sigue siendo una opción viable para sistemas beyond 5G. Dado que ninguna de las formas de onda candidatas era capaz de cumplir por sí misma con todos los requerimientos del 5G, en lugar de elegir una única forma de onda se propuso construir un transceptor que fuese capaz de construir todas las principales formas de onda candidatas (CP-OFDM, P-OFDM, UFMC, QAM-FBMC, OQAM-FBMC). Esto se consiguió identificando los bloques comunes entre las formas de onda, para luego integrarlos junto con el resto de bloques indispensables para cada forma de onda. La motivación para esta solución era tener una capa física que fuese capaz de cumplir con todos los aspectos del 5G, seleccionando siempre la mejor forma de onda según el escenario. Esta propuesta fue evaluada en términos de complejidad, y los resultados se compararon con la complejidad de cada forma de onda.

La decisión de continuar con CP-OFDM con numerología flexible como forma de onda para el 5G se puede considerar también como una solución armonizada, ya que al cambiar el prefijo cíclico y el número de subportadoras, cambian también las prestaciones del sistema. En esta tesis se evaluaron todas las numerologías propuestas por el 3GPP sobre cada uno de los modelos de canal descritos para el 5G (y considerados válidos para sistemas beyond 5G), teniendo en cuenta factores como la movilidad de los equipos de usuario y la frecuencia de operación; para esto se utilizó un simulador de capa física del 3GPP, al que se hicieron las debidas adaptaciones con el fin de evaluar el rendimiento de las numerologías en términos de la tasa de error por bloque.

Finalmente, se presenta un bosquejo de lo que podría llegar a ser la Sexta Generación de redes móviles o 6G, con el objetivo de entender las nuevas aplicaciones que podrían ser utilizadas en un futuro, así como sus necesidades.

Completado el estudio llevado a cabo en esta tesis, se puede afirmar que como se propuso desde un principio la solución, tanto para el 5G como para beyond 5G, la solución es la armonización de las formas de onda. De los resultados obtenidos se puede corroborar que una solución armonizada permite alcanzar un ahorro computacional entre el 25-40% para el transmisor y del 15-25% para el receptor. Además, fue posible identificar qué numerología CP-OFDM es la más adecuada para cada escenario, lo que permitiría optimizar el diseño y despliegue de las redes 5G. Esto abriría la puerta a hacer lo mismo con el 6G, ya que en esta tesis se considera que será necesario abrir nuevamente el debate sobre cuál es la forma de onda adecuada para esta nueva generación de tecnologías, y se plantea que el camino a seguir es optar por una solución armonizada con distintas formas de onda, en lugar de solo una como sucede con el 5G.