

Resumen

El uso masivo de las telecomunicaciones exige redes de mayor capacidad. Esta capacidad puede incrementarse de las siguientes maneras: aumentando el número de antenas, aumentando el ancho de banda, aumentando la eficiencia espectral o una combinación de ellas. En respuesta a esto, han surgido los sistemas masivos MIMO sin celdas. Estos sistemas pretenden ofrecer un servicio ubicuo y fiable, apoyándose en un número masivo de antenas y adaptando la red a las necesidades de los usuarios en cada momento. Se han estudiado sistemas MIMO masivos sin celdas tanto para frecuencias inferiores a 6 GHz como en la banda mmW, demostrando ser una buena alternativa a las celdas pequeñas. Sin embargo, hay muchas cuestiones que todavía requieren más estudio. Esta Tesis aborda las cuestiones relativas a los despliegues masivos MIMO sin celdas en términos de escalabilidad, consumo de energía, modelado realista de los escenarios de despliegue y diseño de precodificadores para dichos escenarios en la banda mmW.

Los sistemas masivos sin celdas en su forma canónica consideran que todos los APs están conectados a una única CPU y que todos ellos sirven a todos los UEs al mismo tiempo. Sin embargo, en la práctica, tal sistema no es factible debido a temas de escalabilidad. Por ello, en esta Tesis se estudian y proponen diferentes soluciones de agrupación que alivian la carga tanto de cada AP individual como de la CPUs, ya que la carga total de procesamiento se divide entre ellas. Las soluciones propuestas muestran un mejor rendimiento que la solución del estado del arte estudiada para todos los tamaños de agrupación considerados e independientemente del número de UEs en el escenario.

Tras las consideraciones sobre la topología lógica de la red, esta Tesis analiza el impacto en el rendimiento de la red de diferentes configuraciones de topologías físicas. En concreto, se estudia el modelado del consumo de energía considerando front-haul totalmente dedicado, híbrido y totalmente en serie. En este sentido, se sugieren algunas modificaciones al modelo tradicional de consumo de energía para obtener resultados más precisos cuando se analizan entornos en serie. A partir de los resultados obtenidos, se destaca la importancia de aplicar las modificaciones propuestas que consideran el ahorro de energía debido a las conexiones serie en un despliegue de MIMO masivo sin celdas donde cada AP transmite la misma información (excepto por los coeficientes de precodificación).

Por otro lado, aunque en la banda milimétrica se dispone de mayores anchos de banda, el uso de estas frecuencias conlleva ciertos retos. Uno de estos retos

es el modelado del canal radioeléctrico, ya que al trabajar con longitudes de onda del orden de decenas de milímetros cualquier objeto o rugosidad del mismo puede afectar a la propagación de la onda. En este sentido, esta Tesis, en primer lugar, propone algunas adaptaciones al modelo de bloqueo del cuerpo humano del 3GPP. Los resultados obtenidos tras las modificaciones se acercan más a los valores de las mediciones reales, lo que hace que el modelo adaptado sea más preciso para la consideración del bloqueo corporal en mmW. En segundo lugar, esta Tesis presenta una herramienta de simulación de radiocanales basada en el trazado de rayos. Con esta herramienta, se han obtenido resultados de pérdidas de trayecto para un escenario de interior que se aproximan notablemente a las medidas reales. Asimismo, los resultados obtenidos muestran que cuando no se modelan correctamente las características electromagnéticas de los materiales o no se tiene en cuenta el mobiliario en un escenario de interior, el ajuste de los resultados de la simulación puede diferir considerablemente de las medidas reales.

Por último, esta Tesis aborda el diseño de precodificadores en sistemas MIMO masivos sin celdas en un escenario realista. Para ello, se considera un escenario industrial con requerimientos de potencia específicos. En particular, se resuelve un problema de optimización con diferentes restricciones de potencia por antena. En este caso, tanto el escenario como el canal radioeléctrico se modelan con la herramienta mencionada anteriormente. Este hecho permite encontrar con gran precisión los coeficientes de potencia que debe utilizar cada antena transmisora para transmitir a cada usuario de forma que se maximice la tasa de datos alcanzada.