

1. RESUMEN

El panorama actual de las comunicaciones inalámbricas viene definido por la instalación progresiva del nuevo sistema de comunicaciones móviles 5G. Este nuevo sistema ha establecido unos requisitos en términos de capacidad, tasas binarias, eficiencia, número de usuarios, fiabilidad y latencia, que los anteriores sistemas no son capaces de alcanzar [1][2]. Fruto de la necesidad de satisfacer los elevados requisitos de estos nuevos estándares, el campo de las antenas, como parte del sistema, también ha experimentado una creciente demanda de nuevas soluciones.

El espectro del sistema 5G dispone de un gran rango dinámico y comprende desde bandas de baja frecuencia, como 600 MHz, hasta frecuencias de ondas milimétricas, que podrían superar los 95 GHz [3][4]. La utilización de bandas centradas a tan alta frecuencia plantea desafíos adicionales que aún siguen en fase de investigación. Es por ello, que el despliegue inicial del 5G se está realizando en bandas bajas. Dependiendo del territorio y legislación, se han licenciado diferentes bandas, que en su mayoría están comprendidas entre los 600 MHz y los 5 GHz, conocidas como las bandas bajas del 5G.

Debido a la longitud de onda en la que operan estas bandas, el tamaño de las antenas resonantes en estas bandas supone un desafío adicional a la hora de integrarlas dentro de dispositivos de tamaño reducido. Especialmente en bandas como las de 600 MHz o 700 MHz, donde se realiza el despliegue para Internet de la Cosas o “Internet of Things” (IoT), el problema es más grave ya que hay que dotar de conexión inalámbrica a objetos muy pequeños, con el agravante de que la frecuencia disponible es más baja y las antenas son más grandes.

En esta tesis se van a estudiar diferentes soluciones, tanto de banda estrecha, como de banda ancha, que den soporte a las diferentes bandas bajas de 5G. Además, se va a dar servicio en algunas de las bandas ISM que disponen de licencia dentro de los límites de la banda baja del 5G.

La primera parte de la tesis aborda el estudio de antenas de banda ancha con varios puertos para ser instaladas en estaciones base interiores, creando celdas de pequeño tamaño. Se realizarán antenas con respaldo de cavidad con 4 puertos, que incluirán elementos de desacoplo entre puertos para reducir el tamaño total de la antena y minimizar la transferencia de potencia entre puertos. Además, las antenas de diferentes puertos dispondrán de la opción

de la alimentación individual (con diferentes direcciones de apuntamiento del haz) o diferencial posibilitando el control de la polarización.

La segunda parte se centra en el desarrollo de antenas compactas para IoT de 5G en dispositivos de tamaño reducido, donde se utilizarán técnicas de miniaturización avanzadas, como el uso de antenas tipo chip y se realizará un estudio de la capacidad de radiación a través de la eficiencia de radiación de estas antenas. Se analizará cómo cambia dicho parámetro dependiendo del entorno en que se encuentren las antenas, como el tamaño del plano de masa al que se conecta, el espacio libre o “clearance” necesario para la instalación de la antena o la interacción de la antena con las paredes metálicas circundantes, u otros elementos como la batería o la pantalla del dispositivo.

Para cada una de las partes, también se recurrirá a la Teoría de los Modos Característicos[80]-[82] para obtener información adicional que facilite los procesos de diseño. Los Modos Característicos son un conjunto de funciones reales ortogonales de dominio completo, las cuales tienen asociados unos autovalores reales cuya magnitud proporciona información sobre las propiedades de radiación y la frecuencia de resonancia de las antenas. Estos modos se calculan independientemente de la excitación y permiten una fácil y práctica identificación de las resonancias dependiendo de la geometría y el tamaño de cada antena.

Cuando se analiza la capacidad de radiación mediante los autovalores asociados a los modos característicos de una antena, se debe tener en cuenta que su cálculo se realiza con independencia de la excitación. Es por ello que, un modo que pueda mostrar un potencial de radiación muy elevado en base a su autovalor, cuando se añade una fuente puntual de $50\ \Omega$, puede que no radie por no estar adecuadamente adaptado en impedancia. Es por ello que, por primera vez, se perseguirá el establecimiento de un nuevo parámetro que proporcione información de la capacidad de radiación de cada modo en presencia de un puerto de $50\ \Omega$.

Por último, en cuanto a la fabricación de todos los prototipos, además de métodos convencionales de fabricación de antenas, se recurrirá a tecnologías de fabricación multicapa como LTCC y tecnología de fabricación aditiva sobre materiales flexibles y conformables de bajo coste, mediante el uso de impresoras 3D y de tintas conductoras.