

# Resumen

La constante evolución de la tecnología y la búsqueda de nuevas aplicaciones con las que mejorar la vida de las personas trae consigo la llegada de la incorporación de dichas tecnologías en el organismo. Las redes de área corporal son un buen ejemplo de ello, que consisten en redes de comunicaciones situadas en el propio cuerpo, tanto en la superficie como implantadas en el interior del mismo mediante el uso de dispositivos inalámbricos. La principal aplicación que se desprende de esta tecnología es la biosanitaria, que busca monitorizar la actividad del organismo con el análisis de diferentes parámetros, y así enviar la información registrada del interior del cuerpo hacia un dispositivo externo que la registre.

Pero no solo estas redes son las que interaccionan con el propio cuerpo, pues la presencia de las redes convencionales en todos los entornos es cada vez más cotidiana. Y es que las nuevas generaciones de comunicaciones móviles, como el 5G, van en la dirección de hacer uso de frecuencias cada vez mayores, como es el caso de las milimétricas. Estas frecuencias tienen pérdidas mucho mayores debido a su interacción con el medio por el que se propagan, incluyendo las propias personas. Por tanto, cada vez resulta más necesario tener en cuenta la presencia del cuerpo humano en la propagación de las señales inalámbricas.

La investigación y el diseño de nuevas antenas y dispositivos que tengan en cuenta el cuerpo humano requiere de pruebas de testeo en el propio medio donde van a ser usados. Con el fin de evitar la experimentación en humanos, o en animales que pudieran tener características similares, se pretenden obtener modelos sintéticos de los tejidos humanos con los que poder realizar los experimentos de transmisión de señales electromagnéticas y así observar las pérdidas que se producen. Además, se podría estudiar la influencia de dichas ondas electromagnéticas sobre los propios tejidos en lo que se refiere a la tasa de absorción específica de potencia.

El objetivo final de esta tesis es la obtención de materiales sintéticos que puedan estar tanto en forma líquida como en forma gel, de modo que se pueda escoger el medio adecuado según el tipo de experimento. Para la forma gel se pretenden usar materiales poliméricos capaces de aportar consistencia mecánica y con la posibilidad de ser sintetizados con la forma deseada, es decir, con la del tejido en cuestión. En el caso de los líquidos, estos podrían ser confinados en recipientes con la forma de los tejidos para adecuarlos al tipo de prueba.

La propiedad de un medio o material que influye en cómo se propaga una onda electromagnética a través de él es la permitividad relativa. Por tanto, ese es el parámetro principal que se estudia en esta tesis. Es un valor complejo, que consta de una parte real denominada comúnmente constante dieléctrica, y una parte imaginaria llamada factor de pérdidas. Lo que se pretende es imitar los valores de permitividad relativa de los tejidos del cuerpo humano, ya que desde el punto de vista de un enlace de comunicaciones inalámbricas, basta con imitar esta característica para sustituir al propio cuerpo. Para ello, se ha recurrido a bases de datos que ofrecen esta información, que se ha tomado como referencia.

Para tratar de imitar las propiedades dieléctricas de los tejidos humanos, previamente se ha tenido que analizar cómo influyen distintos compuestos químicos en la banda de frecuencias de interés. Las bandas seleccionadas han sido las principales de uso biomédico, así como las nuevas frecuencias milimétricas de uso en la nueva generación 5G. Una vez escogidos los compuestos idóneos para ajustar los valores de la permitividad relativa, se ha pasado a imitar el máximo número de tejidos del

cuerpo, priorizando aquellos de mayor relevancia para los casos de uso. Primero se han conseguido mezclas líquidas con dichas propiedades, que más adelante se han tratado de convertir en gel mediante el uso de geles poliméricos que son capaces de absorber dichos compuestos. Además, se han estudiado los principales materiales de impresión 3D desde el punto de vista de degradación en el tiempo con la presencia de estas mezclas líquidas. La elección del mejor material es crucial para poder imprimir un recipiente con la forma del tejido humano a imitar, que pueda ser rellenado con los líquidos que poseen sus propiedades dieléctricas.

Finalmente, se han podido usar los modelos sintéticos en diferentes pruebas reales que han servido para obtener información útil para el diseño de los futuros dispositivos de comunicaciones inalámbricas. Estos experimentos incluyen la tasa de absorción específica, la caracterización del canal de propagación, el estudio de la penetración de la señal para imágenes de microondas, la influencia del cuerpo sobre la adaptación de una antena en una pulsera médica, y la validación de un sistema de detección precoz de cáncer de colon basado en diferencias en las propiedades dieléctricas.