

Capítulo 7: Conclusiones y trabajo futuro

7.1 Conclusiones

Las aportaciones prácticas de este proyecto de tesis se encuentran dirigidas a la creación de antenas que puedan funcionar para dos estándares muy conocidos, prácticos y de mucha utilización en nuestros días (Bluetooth y Wi-Fi) y por lo tanto puedan utilizarse para las diversas aplicaciones posibles con dichos estándares, fundamentales para las comunicaciones en la actualidad.

Las aportaciones conceptuales de este trabajo son principalmente en materia de la estructura SIW ya que al tratarse de una tecnología muy reciente aún se encuentra en proceso de investigación para poder crear circuitos para diferentes aplicaciones, una de las cuales se propone en esta tesis. En cuestión de antenas se trabajó con las estructuras rectangulares, las cuales no son tan recientes pero se hizo énfasis en este trabajo en lograr mayores eficiencias así como facilidad de integración con otros circuitos.

En este proyecto de tesis se propuso un sistema nuevo de alimentación utilizando la tecnología novedosa *Substrate Integrated Waveguide* para antenas tipo parche, cabe señalar que en la literatura no se conoce de algún grupo que haya alimentado antenas de parche por este método. Los resultados obtenidos son muy buenos en relación al acoplamiento para las frecuencias de resonancia deseadas. Se observó que la estructura presentó resultados más parecidos a las simulaciones cuando se utilizó una guía de onda ideal que cuando se añadieron los orificios metalizados en dichas simulaciones. Lo

anterior sugiere que aunque se tienen ondas de fuga en la estructura SIW ya que no cuenta con paredes completas en los bordes de la guía de onda (los orificios metalizados hacen las veces de dichas paredes), estas ondas de fuga se presentan en magnitudes muy pequeñas cuando se tienen en cuenta consideraciones de diseño. Estas consideraciones de diseño están encaminadas a mantener tanto el diámetro como la distancia entre orificios metalizados en dimensiones reducidas.

Se encontraron resultados para las antenas que presentaron acoplamientos muy superiores a los que se pueden obtener mediante alimentación directa de las antenas incluso en simulación. Es por ello que la alimentación de antenas tipo parche mediante SIW propuesta en esta tesis tiene un gran potencial como un método novedoso de alimentación de antenas que deriva en una muy buena eficiencia en comparación con otros métodos convencionales y que a su vez integra las ventajas de una guía de onda rectangular convencional a diseños reducidos.

En los resultados obtenidos experimentalmente se encontraron variaciones en relación con la frecuencia de resonancia obtenida en las simulaciones, esto se debe a imprecisiones derivadas del proceso de fabricación al usar técnicas de circuito impreso mediante el planchado de éstas. A su vez, se tienen tolerancias en el valor de la permitividad eléctrica del sustrato utilizado.

El ancho de banda de las antenas encontrado experimentalmente fue similar en la mayoría de los casos a los resultados hallados en las simulaciones.

La respuesta de algunas antenas a menudo generó otras frecuencias de resonancia además de las buscadas con el diseño de la antena, lo anterior se debe a dos factores. El primer factor es que se debe de considerar que además de la antena, el *slot* situado sobre la estructura SIW genera una radiación a frecuencias que dependen de las dimensiones de dicho *slot*. El segundo factor a considerar es que al tratarse de una aproximación de una guía de onda, en la estructura SIW se presentan otros modos de propagación, por lo que se deben buscar las dimensiones más pequeñas de la guía de onda de forma que la mayor parte de la energía se concentre en el (los) primero(s) modo(s) y no se generen resonancias no deseadas para la estructura.

Con el uso de la tecnología SIW para alimentar antenas tipo parche además de lograr niveles de acoplamiento superiores a los métodos convencionales se tiene la ventaja de poder diseñar circuitos con dimensiones reducidas y fácilmente acoplables a estructuras tanto planas como no planas.

Al igual que con estructuras del tipo de apertura, con SIW se tiene la ventaja de que pueden optimizarse por separado la estructura de alimentación así como el radiador, utilizando substratos dieléctricos con mejores características para la respectiva aplicación.

En este trabajo se utilizó una configuración sencilla para la antena dual, lo cual precisó que se buscara un compromiso en el acoplamiento de ambas frecuencias, lo que generó que no se tuviera un resultado óptimo para ambas. Otro esquema de antenas duales podría generar mejores resultados para ambas frecuencias de operación.

Se trabajó en este proyecto de tesis principalmente con las antenas de tipo rectangular, aunque también como trabajo adicional se probó la estructura construida para alimentar una antena de tipo “H” previamente construida para verificar que la estructura de alimentación propuesta pudiera funcionar para otro tipo de configuraciones de las antenas obteniéndose buenos resultados a pesar de que la estructura de alimentación no se encontraba optimizada para la frecuencia de operación de dicha antena.

7.2 Trabajo a futuro

Como se explicó en las conclusiones, en este trabajo de tesis se tuvieron ligeras variaciones en las frecuencias de resonancia con respecto a las deseadas debido a que se tienen tolerancias en la realización con respecto a tolerancias en la permitividad eléctrica y altura del sustrato utilizado, tolerancias en la manufactura, así como efectos por conectores y soldadura por lo que el siguiente paso es optimizar experimentalmente las frecuencias de resonancia hasta que operen exactamente a la frecuencia deseada.

La utilización del método de planchado de circuitos impresos utilizada no es la más precisa y es por ello que también se tienen imperfecciones en los resultados, por lo que la utilización de una técnica más precisa derivará en resultados óptimos.

Aunque en su mayoría se utilizaron estructuras de antena tipo parche rectangular, se probó la alimentación de una antena tipo “H” para ser alimentada con SIW y a pesar de no estar optimizada para la frecuencia de dicha antena, se observaron buenos resultados de acoplamiento, lo que sugiere que las estructuras SIW pueden ser utilizadas para

alimentar otras estructuras. Un trabajo a futuro entonces es el utilizar diversas estructuras de antenas tipo parche alimentadas con este método.

Otro trabajo a futuro para las antenas propuestas en esta tesis es la utilización de diferentes tipos de transiciones además de la forma de *taper* utilizada en este proyecto buscando la obtención de mejores acoplamientos para las estructuras realizadas.

Este proyecto de tesis se limitó a la utilización de antenas de un solo elemento por lo que se podría plantear el uso de arreglos de antenas con la estructura propuesta para observar sus resultados y para diferentes requerimientos.