

CAPÍTULO 7.

CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

En este apartado se pretenden resumir de forma conjunta las conclusiones que se han ido realizando a lo largo de toda la memoria del proyecto, a fin de tener una visión global de lo que se ha llevado a cabo. De igual modo, se plantearán posibles líneas de investigación futuras, con el fin de continuar y mejorar en la medida de lo posible el trabajo aquí realizado.

En primer lugar, vamos a comentar las diferencias entre la respuesta de los circuitos reales, después de implementarlos físicamente, y la respuesta de los circuitos simulados.

Al ver el comportamiento real de los circuitos podemos comprobar que, aunque las respuestas no son tan buenas como las teóricas simuladas, sí cumplen los criterios de diseño que habíamos impuesto inicialmente. La única excepción es el filtro de líneas, cuya respuesta real es muy similar a la simulada teóricamente, y cumple con creces los requisitos. Esto puede deberse a varias causas. La primera podría ser que fue el primer circuito en implementarse, con lo cual las herramientas de trabajo estaban menos desgastadas, y por tanto la precisión del trabajo era mayor. Otra razón podría ser la geometría del circuito. Al ser un circuito de trazados rectos, pues todas sus pistas son líneas rectas, a la hora de implementarlo resulta más fácil para cortar, fresar, etc. que, por ejemplo, el anillo híbrido, cuya dificultad de implementación es más que evidente que es más complicado debido a su forma circular. La máquina *Protomat C20* sólo puede realizar trazados rectos, así que para realizar el anillo tiene mucha más dificultad que para realizar un circuito de trazos lineales. Sin embargo, puesto que existen otros circuitos de trazos rectos, como el acoplador de líneas acopladas, cuya respuesta es peor que la del filtro, esta razón no parece ser determinante. Otra razón podría ser el tamaño del circuito, ya que el filtro es el más grande y por tanto el más sencillo de realizar, pues la precisión que requiere a las herramientas es menor. El divisor de Wilkinson, por ejemplo, es un circuito mucho más pequeño y con un diseño bastante más enrevesado, y ello conlleva una dificultad de implementación mucho mayor. Además el filtro de líneas no lleva dispositivos de montaje superficial como por ejemplo el divisor de Wilkinson, que lleva una resistencia soldada en su superficie, lo que hace que evidentemente disminuya la precisión del modelo respecto al ideal. Otro factor que puede ser influyente es la frecuencia de trabajo. Cuanto menor sea ésta, mejor será el modelo real,

ya que hace más sencilla su implementación. Puesto que el filtro de líneas es el dispositivo que trabaja a menor frecuencia de los cuatro circuitos implementados, podría llevarnos a pensar que ésta fuera otra de las causas de ese modelado tan preciso.

En definitiva, todas estas causas unidas parecen ser razones más que suficientes para justificar que la implementación de dicho modelo sea mejor que la del resto. Sin embargo, ello no indica que el resto de implementaciones no sean adecuadas, pues cumplen de sobra las imposiciones iniciales, y su funcionamiento es más que correcto. Sin embargo, hay una serie de causas que provocan que la respuesta no sea exactamente igual a la ideal. Dichas causas son, entre otras, la precisión de las herramientas de trabajo, el desgaste de las mismas, el tamaño del circuito implementado, el uso de dispositivos de montaje superficial, tales como resistencias, los conectores coaxiales, la geometría del dispositivo a implementar, la precisión de la calibración, el número de puntos tomados para hacer las medidas en el analizador vectorial de redes, etc. Por todo ello, las respuestas de los dispositivos no son exactamente iguales a las teóricas simuladas.

Por otra parte, tal como se ha comentado en el capítulo anterior, conviene señalar las diferencias entre las medidas de los dispositivos tomadas tras la calibración con los estándares propios del analizador de redes y tras la calibración con los estándares creados por nosotros para tal fin. Como ya se ha dicho, tales diferencias no son muy grandes, lo cual lleva a pensar que la calibración con los estándares del fabricante es bastante buena y tiene suficiente precisión para medidas de dispositivos de relativamente baja complejidad estructural y de frecuencias no muy elevadas, del orden de pocos gigaherzios como máximo. Sin embargo, aunque dichas diferencias no sean muy grandes, sí suponen una mejora que justifica la creación y uso de estándares de calibración propios para este tipo de medidas. Cuanto mayor sea la frecuencia de trabajo y mayor la complejidad de los circuitos, el uso de juegos de calibración propios creados para tomar dichas medidas cobra más importancia, ya que las medidas realizadas con dichos estándares mejorarán considerablemente con respecto a los estándares que proporcionan los fabricantes.

En cuanto a las líneas de investigación futuras, las posibilidades son muy variadas, y todo depende de la línea de investigación que se pretenda seguir. Así, se puede continuar la labor de diseño, construcción y caracterización de circuitos simples de microondas con líneas *microstrip* como la que se ha llevado a cabo en este proyecto, de forma que se pueden construir, por ejemplo, otros tipos de filtros, acopladores, divisores, etc. mediante procesos de creación similares. Estos circuitos son los más simples porque están formados únicamente por una capa. Por tanto, otra posible línea de desarrollo sería seguir un procedimiento similar pero desarrollando circuitos de varias capas, en los que la complejidad aumenta. También se podría optar por desarrollar circuitos con elementos activos, ya que los desarrollados en este proyecto llevan solamente elementos pasivos (en nuestro caso, únicamente resistencias). Por tanto, las posibilidades de continuación de la labor realizada en este proyecto son amplias y variadas. Se deja, por tanto, en manos del investigador la elección de la futura línea de trabajo a seguir, siendo todas ellas muy útiles e interesantes para desarrollar.