

CAPÍTULO 1.

INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO.

La memoria del presente proyecto tiene dos objetivos: por un lado, la implementación física de una serie de dispositivos en línea *microstrip*, que trabajan a frecuencias de microondas y, por otro lado, la fabricación de un juego de calibración que nos permita conocer de manera precisa el comportamiento de dichos dispositivos, para poder caracterizarlos correctamente.

En el entorno de la Universidad de Sevilla, la tecnología de microondas, aunque sobradamente conocida, se ha tratado siempre desde un punto de vista teórico, ya que, dadas las peculiares características que presentan los circuitos y su caracterización a estas frecuencias, siempre se ha presentado como una tarea complicada un estudio práctico de dispositivos de microondas, de manera que cualquier estudio realizado en esta línea abriría muchas posibilidades desde el punto de vista tanto de investigación como didáctico.

Con los actuales medios de que dispone la Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla, es posible fabricar dispositivos de microondas. La fabricación de dichos dispositivos tiene una finalidad principalmente didáctica, a fin de acercar al alumnado de manera tangible una serie de conceptos teóricos que se estudian a lo largo de la carrera de Ingeniería de Telecomunicaciones, y así reforzar los conocimientos de microondas de los alumnos. Así pues, los dispositivos fabricados darán un soporte práctico a diversas asignaturas de la carrera, así como servirán también en labores de investigación docente de la Universidad.

Se entiende por microondas a la región del espectro radioeléctrico situada entre la banda de UHF y la de ondas milimétricas, es decir, el espectro comprendido entre los 300 Mhz y los 300 Ghz. Esta región tiene unas propiedades bien definidas de propagación, lo que las hace útiles para la navegación y las comunicaciones punto a punto y punto a multipunto. Cuando se refiere a todo el conjunto de técnicas, métodos y reglas de diseño que se emplean para la construcción de circuitos que radien a estas frecuencias, se habla de Ingeniería de Microondas. La Ingeniería de Microondas se extiende a toda la banda de frecuencias donde se aprecia el efecto distribuido propio de las líneas de transmisión. El caso de la utilización de la guía de onda o el cable coaxial es un caso típico en la aplicación de técnicas propias de este tipo de ingeniería.

El principal objetivo de una caracterización de circuitos de microondas es el de tomar medidas de sus parámetros, y más concretamente sus parámetros de *Scattering* o parámetros-S. Con un analizador vectorial de redes se pueden medir dichos parámetros, con lo que sería posible su caracterización. Puesto que en el laboratorio de investigación de la ESI de Sevilla se cuenta con un analizador vectorial de redes, podemos caracterizar los dispositivos que se implementen. Además, se pueden medir otros parámetros como la impedancia de entrada, el coeficiente de onda estacionaria (ROE), etc.

Para que las medidas de los dispositivos representen de la manera más precisa su comportamiento real, y por tanto la caracterización se haga de la mejor manera posible, es necesaria una calibración previa del analizador vectorial de redes que tenga en cuenta los factores extrínsecos al propio dispositivo. Aquí es donde entra en juego el papel de los estándares de calibración que vamos a implementar.

El objetivo de la implementación del kit de calibración que nos hemos propuesto construir es simular de la manera más realista posible el entorno de trabajo y las condiciones externas al propio dispositivo, para que la caracterización de dicho dispositivo sea lo más fiel a la realidad posible. Dicho juego de calibración recogerá también los posibles errores que puedan introducir los conectores, cables y adaptadores coaxiales que hacen falta para la caracterización de los diversos dispositivos que vamos a implementar.

El proceso de calibración consiste en un conjunto de pasos que realiza el analizador vectorial de redes para poder caracterizar de manera adecuada el dispositivo. Dicho proceso de calibración se hace con la ayuda de unos patrones cuyos parámetros-S conoce el analizador de red de antemano. El analizador de red mide los parámetros-S de esos patrones cuando se conectan a los coaxiales, y así comprueba la diferencia entre lo que está midiendo y lo que sabe acerca de las puertas. Con esta información, puede realizar los cálculos para restar el efecto de los coaxiales, cables adaptadores, etc. cuando entre los conectores se conecte el dispositivo a medir.

Por tanto, la caracterización de los diversos circuitos de microondas va a llevar implícitamente la realización previa de una calibración del analizador de red.

1.2. METODOLOGÍA.

Para la consecución de los objetivos anteriormente expuestos vamos a seguir una serie de pasos que darán como resultado final los dispositivos que nos hemos propuesto construir, perfectamente caracterizados gracias a nuestro otro objetivo propuesto, que es construir nuestro propio kit de calibración.

Así, en primer lugar, haremos una breve introducción teórica a la ingeniería de microondas. Posteriormente, pasaremos a la fabricación de los dispositivos de microondas que nos hemos propuesto construir, que constará de los pasos descritos a continuación:

- En primer lugar, haremos un estudio teórico del dispositivo que pretendemos implementar, en el que veremos métodos de diseño, esquemas básicos, materiales usados habitualmente para su fabricación, aplicaciones prácticas, etc.
- Una vez realizado un repaso a los fundamentos teóricos, pasaremos al diseño del dispositivo en línea *microstrip* basándonos en algún modelo teórico conocido, sacado de algún libro o publicación. Dicho diseño se llevará a cabo mediante algún programa de diseño comercial. Una vez que tengamos el modelo diseñado en línea *microstrip*, simularemos su comportamiento para ver que dicho modelo es correcto.
- A continuación pasaremos al diseño del layout del dispositivo mediante herramientas de diseño de *layouts* específicas.
- Cuando tengamos el layout perfectamente definido, pasaremos a la implementación física del dispositivo, mediante una máquina de modelado de circuitos que posee la ESI en los laboratorios de investigación. Dicha máquina, a partir del layout del dispositivo, y a través de un controlador software que sirve de interfaz entre el programa de modelado y la máquina, será capaz de realizar físicamente el dispositivo.
- El siguiente paso será la caracterización del dispositivo. Para ello, haremos uso de un analizador vectorial de redes y del kit de calibración creado por nosotros para medir los parámetros-S del dispositivo.
- Finalmente, haremos una comparación de los datos experimentales, medidos con el analizador vectorial de redes, con los datos simulados en el programa de diseño, para verificar que el comportamiento del dispositivo es el esperado. De los resultados obtenidos de la comparación de las respuestas extraeremos una serie de conclusiones.

Una vez que tengamos los dispositivos implementados y caracterizados, pasaremos al desarrollo del kit de calibración. Para ello, comenzaremos con un estudio teórico en el que hablaremos de la necesidad de uso de estos dispositivos, de las distintas fuentes y tipos de errores, de los distintos tipos de calibración existentes, de los estándares de calibración disponibles, de los métodos de eliminación de errores, de los efectos de

conectores y adaptadores y de la caracterización de cada uno de los estándares de calibración que vamos a utilizar.

Tras el completo estudio teórico de los métodos y estándares de calibración, pasaremos a la realización práctica de nuestro propio juego de calibración, que constará de los siguientes pasos:

- Diseño del *layout* de los distintos patrones de calibración.
- Implementación física del kit de calibración.
- Caracterización de los distintos estándares e inserción en el analizador vectorial de redes.
- Comprobación de su correcto funcionamiento.

Finalmente, una vez cumplidos los objetivos del proyecto, se dedicará un capítulo a sacar conclusiones relativas al proyecto realizado.