

Resumen

El uso masivo de los sistemas de comunicaciones inalámbricas y móviles ha tenido un impacto significativo en nuestra sociedad. Estas tecnologías han experimentado una amplia adopción en el mercado, volviéndose totalmente indispensables en nuestro día a día y provocando un aumento notable en la demanda de movilidad y ancho de banda. A su vez, esto ha llevado a la rápida aparición de nuevos sistemas de comunicación y a la progresiva saturación del espectro radioeléctrico, lo que conlleva un constante aumento en los requisitos de los sistemas de radiofrecuencia. Como resultado, los dispositivos que forman parte de estos sistemas (filtros, amplificadores y antenas) se ven sometidos a especificaciones cada vez más restrictivas. Estas restricciones se han visto fuertemente incrementadas en las comunicaciones espaciales, donde los nuevos sistemas basados en satélite de alta capacidad y grandes constelaciones fuerzan la reducción de costes a la vez que requieren de altas prestaciones.

Con el fin de satisfacer las crecientes demandas de los sistemas inalámbricos, se busca el desarrollo de dispositivos de comunicación que ofrezcan altas prestaciones a bajo costo. Estos dispositivos también deben ser compactos, ligeros y fáciles de integrar con diversas tecnologías de guía de ondas, como guías de ondas convencionales, cables coaxiales y tecnologías de guía planar. En respuesta a estas necesidades, han surgido dos soluciones tecnológicas: los circuitos integrados en sustrato (*Substrate Integrated Circuit (SIC)*) y la fabricación aditiva (*Additive Manufacturing (AM)*).

La tecnología SIC permite combinar tecnologías de guiado planares y no planares en un mismo sistema, lo que resulta en unas prestaciones híbridas entre las guías de onda convencionales y las topologías planares. Además, ofrece una notable reducción de peso y una gran miniaturización y su naturaleza planar permite una integración nunca vista antes.

Por otro lado, la fabricación aditiva permite crear dispositivos con geometrías complejas y bajo peso, lo que proporciona menos limitaciones en el diseño. Esto permite el desarrollo de dispositivos con características avanzadas y la integración de los diferentes bloques que conforman la cadena de radiofrecuencia en un único dispositivo, mejorando así las especificaciones del sistema completo y reduciendo su complejidad.

Tanto la tecnología de sustrato integrado (SIC) como la fabricación aditiva son de gran

interés para el sector espacial. Sin embargo, la aplicación de estas tecnologías en el agresivo entorno espacial aún no ha sido estudiada. Por ello, el objetivo principal de esta tesis es investigar la aplicación de estas tecnologías en el diseño de dispositivos de microondas para aplicaciones espaciales. A través de este estudio, se busca obtener un mayor conocimiento sobre las capacidades y limitaciones de estas tecnologías en el contexto espacial, y así explorar su potencial para mejorar y optimizar los dispositivos utilizados en este tipo de sistemas.

En primer lugar, se ha llevado a cabo una comparación de diferentes topologías de filtros implementados en tecnología SIC, los cuales han sido sometidos a pruebas ambientales que simulan las condiciones reales de operación en el espacio.

En segundo lugar, se ha estudiado la aplicación de técnicas de fabricación aditivas al desarrollo de dispositivos de microondas. Para ello, se ha desarrollado un novedoso método de metalización autocatalítico y un sistema de integración de filtros de montaje superficial. Estas tecnologías se han combinado para desarrollar una serie de filtros paso banda de montaje superficial. Finalmente, estos filtros han sido sometidos a pruebas de ambiente espacial, incluyendo: ciclado térmico, pruebas de vibración y test de efecto multipactor.

Por último, se ha estudiado el uso de cristal líquido para agregar capacidades de reconfigurabilidad a dispositivos de microondas integrados en sustrato. Se han analizado las características mecánicas y electromagnéticas de estos materiales mediante dos métodos de caracterización basados en elementos resonantes. Además, se ha desarrollado un demostrador tecnológico basado en la tecnología *Empty Substrate Integrated Coaxial Line (ESICL)*.

Los conocimientos desarrollados en esta tesis engloban tres ámbitos de gran interés para la industria: la integración en sustrato, la fabricación aditiva y la reconfiguración mediante cristal líquido. Este trabajo sienta una sólida base para futuras investigaciones que amplíen el desarrollo de estas tecnologías en aplicaciones prácticas.