
Resumen

La utilización de sistemas de microondas para aplicaciones de calentamiento está muy extendida, principalmente por su uso en el calentamiento doméstico. El volumen de ventas del horno de microondas doméstico refleja un dato curioso: es el electrodoméstico más vendido en el mundo cada año. Por ello, el coste de producción del elemento principal, el magnetrón, presenta unos márgenes de beneficio imbatibles. Sin embargo, los avances en la fabricación de generadores de RF de alta potencia de estado sólido han puesto de manifiesto no solo las limitaciones de los sistemas basados en magnetrón sino también las grandes ventajas de la tecnología de transistores.

Actualmente, los amplificadores de potencia de estado sólido han alcanzado una madurez suficiente como para competir en eficiencia, coste y calidad de la onda generada con el magnetrón. Las principales ventajas de los transistores son un reducido tamaño, tensiones de alimentación bajas, un espectro puro en frecuencia, un mayor tiempo de vida y el control digital directo. Los sistemas de microondas con esta tecnología están siendo introducidos en el mercado desde hace diez años, aunque las aplicaciones reales que los utilizan son escasas. La principal razón es la falta de diseños de aplicadores específicos para sacar el máximo provecho a las fuentes de estado sólido. , por tanto, es éste el objetivo de la tesis doctoral.

Los sistemas S2MH (Solid-State Microwave Heating) se presentan en esta disertación doctoral como una alternativa que ofrece un calentamiento mejorado. La posibilidad de seleccionar la frecuencia exacta, ajustar la potencia de salida y realizar barridos de fase de forma coherente con múltiples iluminadores proporcionan al sistema un control preciso del proceso de calentamiento. El resultado directo de éste es un calentamiento homogéneo y el uso de la tecnología de microondas en procesos de alto valor añadido y fuerte dependencia con la temperatura.

Esta tesis doctoral presenta el trabajo realizado en el diseño y fabricación de dos sistemas S2MH: el primero es un horno estático versátil para diferentes procesos químicos, y el segundo un horno de transporte para el secado de almendras. Estos dos sistemas están formados por el SSMGS (Solid-State Microwave Generator System), que incluye cuatro amplificadores de estado sólido (SSPA) con una generación de la onda coherente, y el aplicador.

Para el diseño del SSMGS se han tenido en cuenta los requisitos de potencia y frecuencia de cada aplicación. Se ha utilizado un SSMGS con cuatro PA de 250 W a 2,450 MHz para el horno de aplicaciones químicas, mientras que el secado de almendras necesita cuatro PA de 500 W a 915 MHz. Los dos sistemas de generación de microondas permiten un control individual o combinado de los parámetros de los cuatro módulos amplificadores, i.e., potencia, frecuencia y fase.

Todo el proceso de diseño ha sido llevado a cabo mediante modelado multi-físico, poniendo un especial cuidado en las propiedades termofísicas y dieléctricas de los alimentos y soluciones acuosas que tienen una importante dependencia con la temperatura. El comportamiento completo del sistema aplicador se ha estudiado con estas herramientas. Tras la fabricación de los dos prototipos o pruebas de concepto (PoC), los resultados obtenidos presentan un comportamiento similar al modelo y muestran, además, prometedoras mejoras frente a los sistemas actuales. El

sistema de aplicaciones químicas presenta mejoras en la distribución de campo, independientemente de la aplicación y la carga. Y el sistema de secado de almendras proporciona un mayor control sobre el proceso evitando la pérdida de material por sobrecalentamiento