

DISEÑO DE UN CIRCUITO ELECTRÓNICO PARA LA CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS MEDIANTE CAMPOS ELÉCTRICOS PULSADOS (PEF)

S. E. Tropea⁽¹⁾, G. P. Rodríguez⁽¹⁾, D. Brengi⁽¹⁾, N. Olaiz⁽²⁾
stropea@inti.gov.ar

⁽¹⁾Dto. Integración de Sistemas Micro y Nanoelectrónicos - DT Micro y Nanotecnologías - SOAC-GODTel-INTI

⁽²⁾Einsted Bio y CONICET.

Palabras Clave: Alimentos; Electroporación; Pulsos; Circuito impreso; Electrónica

INTRODUCCIÓN

La aplicación de Campos Eléctricos Pulsados o, por sus siglas en inglés, PEF (*Pulsed Electric Fields*) es una técnica que se utiliza en el procesamiento de alimentos que permite limitar la exposición a altas temperaturas y reducir la necesidad de aditivos alimentarios. En la técnica de PEF, se expone al alimento a pulsos eléctricos de alto voltaje y muy corta duración que inducen poros en las membranas y modifican los tejidos. La aplicación de estos pulsos sobre la materia prima permite generar productos más seguros, frescos y naturales, aumentar su vida media y valor nutricional y también mejorar la forma, textura, colores y sabores [1][2].

Para aplicar esta técnica en una línea de producción de alimentos es necesario un equipo electrónico capaz de generar este tipo de pulsos, para luego ser aplicados mediante electrodos al proceso continuo en la línea de producción

OBJETIVOS

En abril del 2020, la empresa EINSTED se acercó al INTI para solicitar el diseño del circuito impreso de un equipo electroporador para aplicaciones alimenticias mediante la técnica PEF. El departamento de ingeniería de la empresa poseía un prototipo funcional, y un diagrama esquemático preliminar del mismo. El objetivo principal del trabajo era llevar dicho prototipo a un producto comercializable. Las tareas encomendadas al INTI fueron:

1. Generación del circuito esquemático, tomando los bocetos proporcionados por la empresa.
2. Selección de huellas (footprints).
3. Selección de modelos 3D.
4. Definición del tamaño de la placa, ubicación de los componentes dentro de la misma, integración con el gabinete y definición del *stackup*.
5. Ruteo del PCB (*Printed Circuit Board*).

6. Generación de la documentación para fabricación.



Figura 1: Muestra sin tratamiento PEF donde se observan microorganismos (arriba) y con tratamiento PEF (abajo)

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para optimizar el espacio y dividir y aislar funcionalidades, se optó por separar el diseño en dos placas, una de control y otra de potencia.

El registro y control de versiones de los archivos de diseño se realizó utilizando la herramienta *git*.

Para el diseño del esquemático y del PCB se utilizó el software libre *KiCad* con herramientas de integración continua para la generación automática de la documentación de fabricación.

Se aplicó la normativa IPC-2221 para definir las reglas de diseño del PCB.

Los pulsos generados por el equipo son de 800V de amplitud, con corrientes de hasta

120A. Estas características complican el diseño del PCB, tanto por las distancias entre elementos y el ancho de las pistas, como por la distribución de los componentes.

El trabajo de diseño se organizó en tres etapas. La primera involucrando solamente la tarea 1. La segunda etapa contempla las tareas 2 a 4. Y la tercera y última etapa con las tareas 5 y 6 restantes.



Figura 2: Modelo 3D de la placa de control (arriba) y foto (abajo)

RESULTADOS

Se diseñaron dos PCBs. El PCB de control (Fig. 2) con las siguientes características:

- Dimensiones: 115 mm x 95 mm
- Layers: 4
- Componentes totales: 122
- Tecnología: SMD y THT.

Y el PCB de potencia (Fig.3):

- Dimensiones: 242 mm x 170 mm
- Layers: 4
- Componentes totales: 238
- Tecnología: SMD y THT.

Para soportar las grandes corrientes se utilizaron pistas de 7,2 mm o más anchas. Asimismo, se aseguraron distancias de 4 mm o mayores para soportar las grandes tensiones.

Ambos diseños fueron entregados al cliente para que éste continúe con las etapas de fabricación, prueba y ensayos.



Figura 3: Modelo 3D de la placa de potencia (arriba) y foto (abajo)

CONCLUSIONES

Se realizó el diseño de las placas PCB para un equipo electroporador para la aplicación de la técnica PEF en una línea de procesos de la industria alimenticia. El equipo fue fabricado y probado exitosamente por la empresa. Actualmente se realizan pruebas y estudios utilizando este equipo, para optimizar la técnica y poder así ofrecer un producto comercial competitivo para la industria alimenticia.

Índice TRL: 6 (Tecnología demostrada en un entorno relevante)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Nahuel Olaiz, "Una tecnología emergente que permite procesar alimentos más frescos, ricos y saludables", Noticias UBA, URL: <https://www.uba.ar/noticiasuba/nota.php?id=20671>, octubre, 2018.
- [2] Daniela Vivanco, Paula Ardiles, Darwin Castillo y Luis Puentes, "Tecnología emergente: Campo de pulsos eléctricos (PEF) para el tratamiento de alimentos y su efecto en el contenido de antioxidantes", Rev. chil. nutr. vol.48 no.4, Santiago, agosto, 2022, URL: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182021000400609>