

Diseño y optimización de un generador de formas de onda versátil y bidireccional de alta tensión

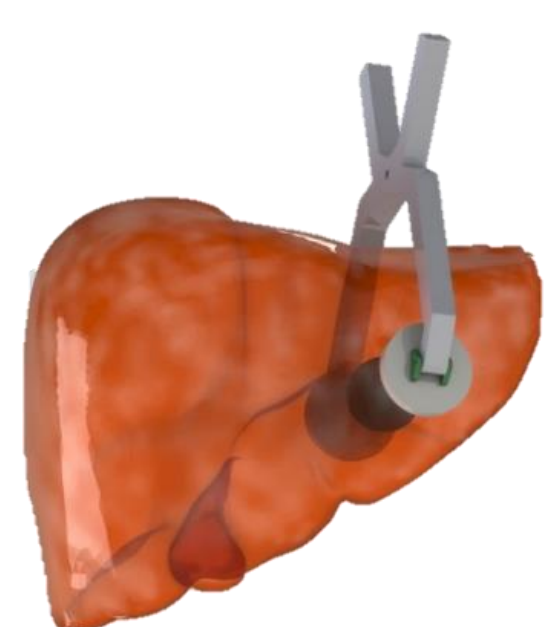
I. Álvarez-Gariburo, H. Sarnago y O. Lucía

Grupo de Electrónica de Potencia y Microelectrónica (GEPM). I3A. Universidad de Zaragoza.

1

Introducción

Los generadores de formas de onda versátiles son necesarios para la caracterización de cargas [1] en muchos campos como el industrial [2] y biomédico [3]. En el pasado estos generadores han estado limitados en voltaje, corriente y frecuencia debido principalmente a las limitaciones de los dispositivos de potencia. Sin embargo, avances en este campo han permitido mejorar los rangos de trabajo de este tipo de convertidores. En este artículo se muestra el diseño, optimización y validación experimental de un generador de formas de onda arbitrarias bidireccional de Carburo de Silicio (SiC) de hasta 13-kVpp.



Electroporación de tejido hepático

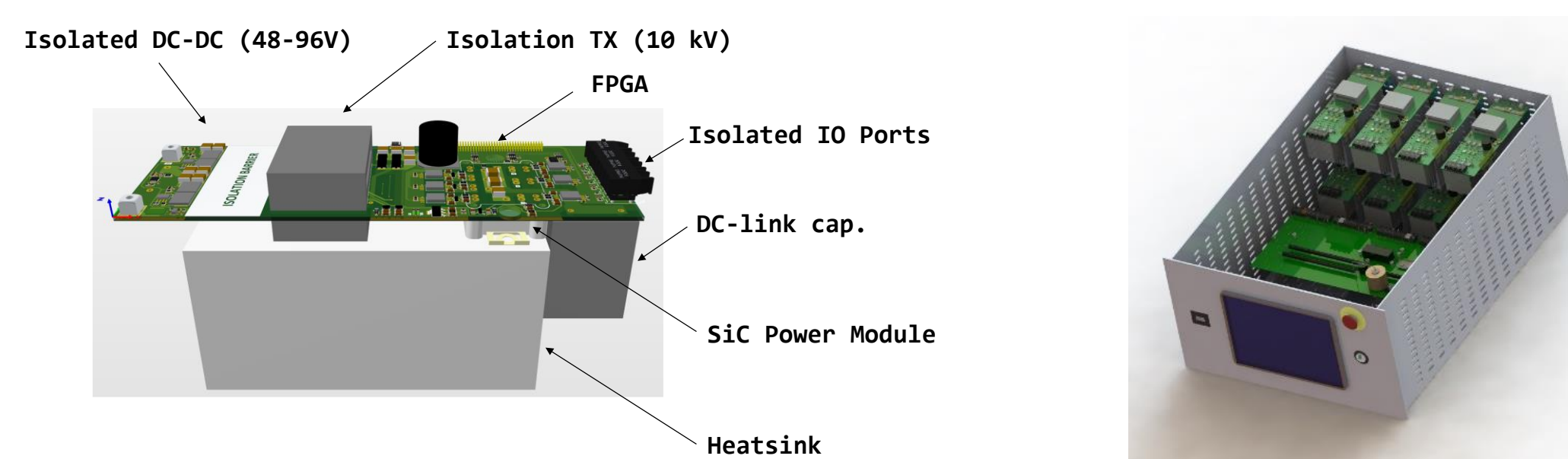


Caracterización de cargas en calentamiento por inducción

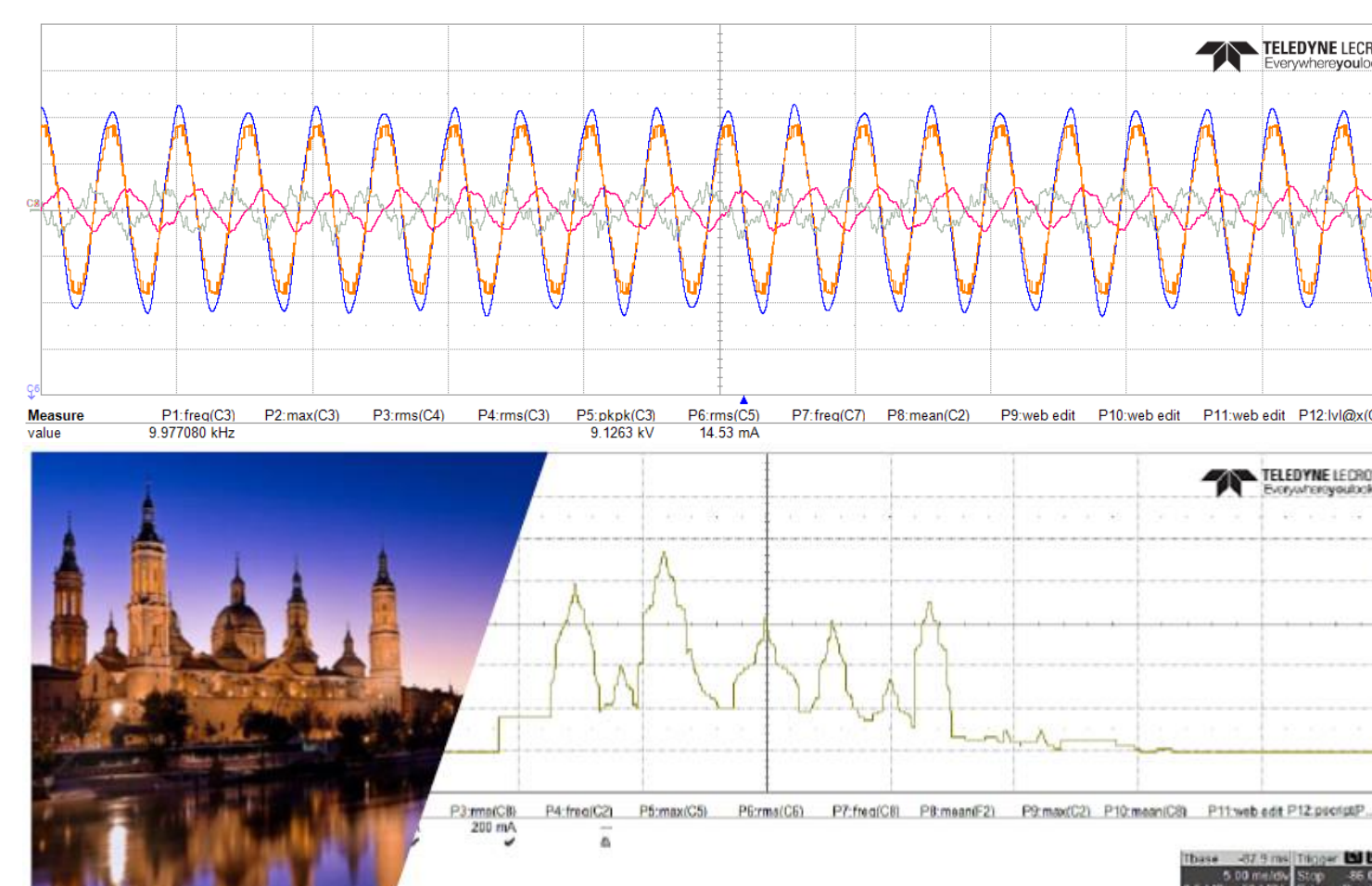
3

Resultados experimentales

Se ha diseñado un prototipo experimental para verificar el correcto funcionamiento del convertidor. El DAB funciona a una frecuencia de 100 kHz para balancear el nivel de tensión de bus de cada módulo, y el inversor de salida funciona a 500 kHz para conseguir una buena resolución temporal en la forma de onda de salida. Además, cada módulo está implementado de forma independiente, de esta manera, se pueden añadir más módulos si los requerimientos de tensión o de corriente lo necesitan.



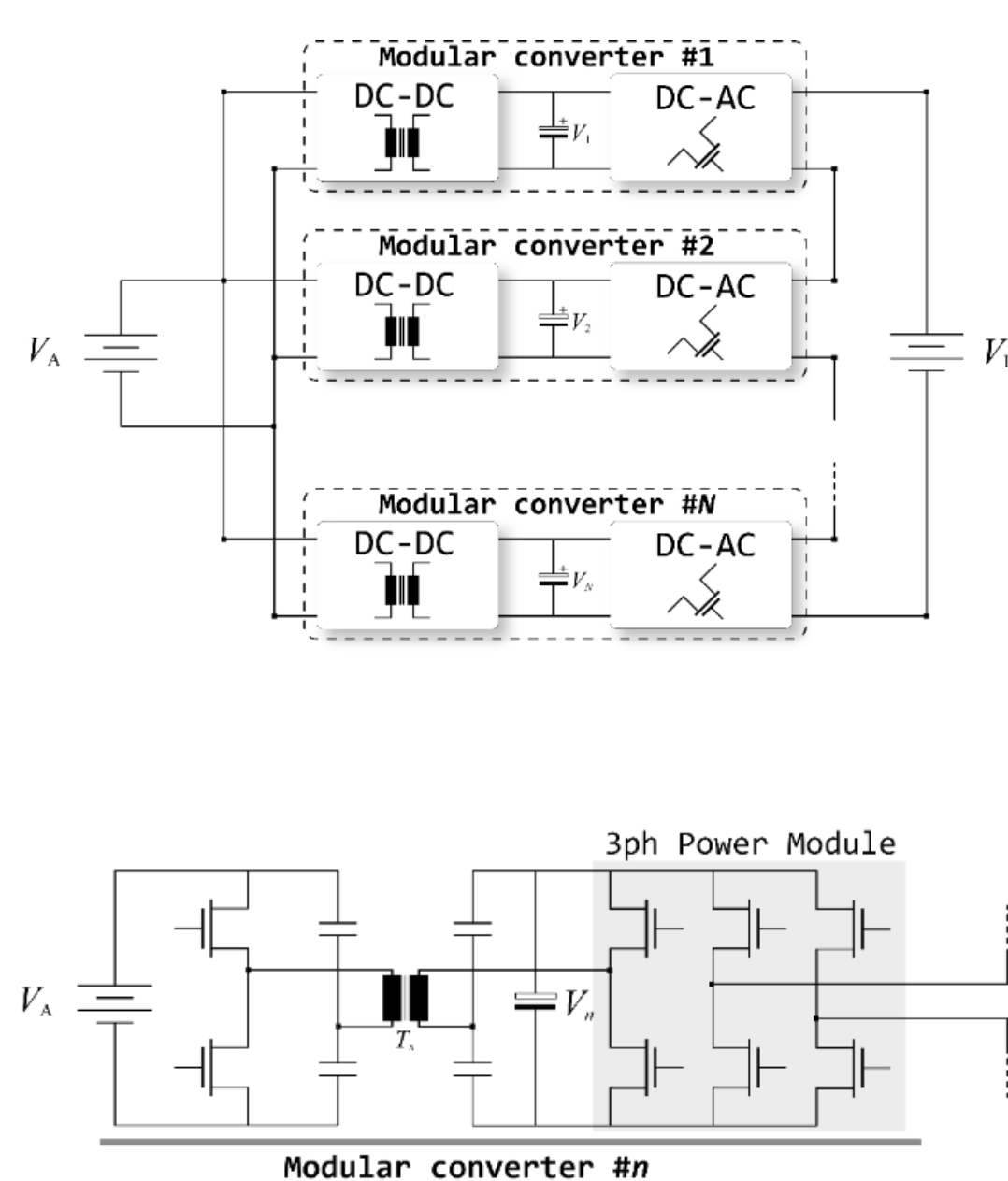
En las siguientes figuras se muestran dos ejemplos de formas de onda de salida del convertidor. En la primera se observa una tensión senoidal de 9kVpp y 10 kHz, y en la segunda a modo de curiosidad y con el objetivo de ver la versatilidad del convertidor, se ha representado la silueta de la Basílica de Nuestra Señora del Pilar.



2

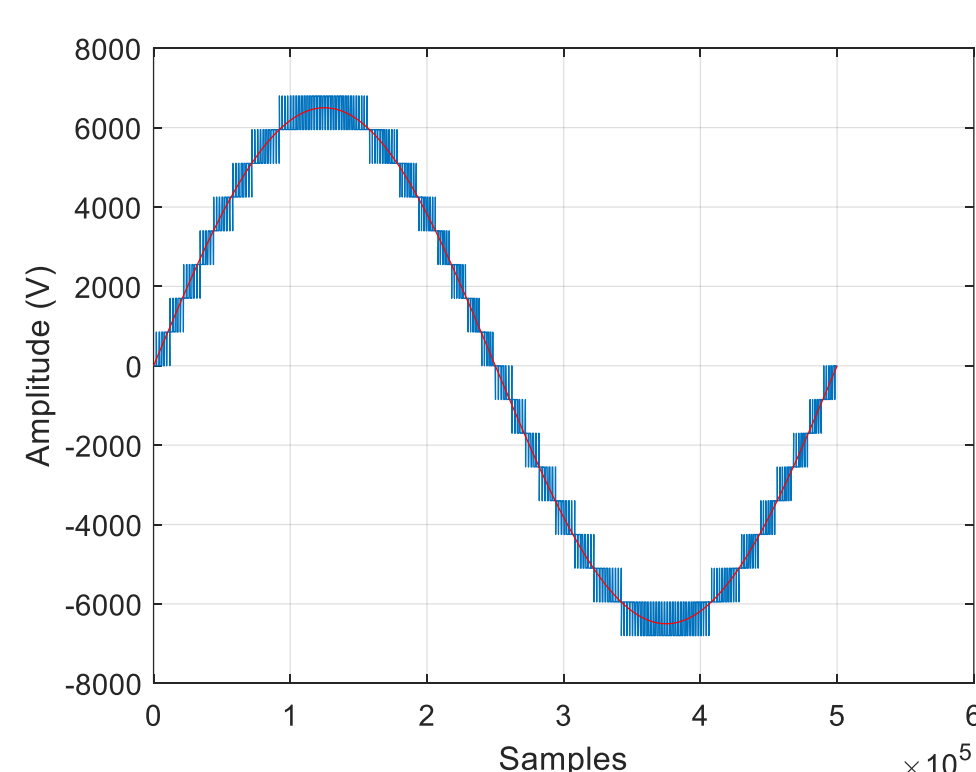
Convertidor propuesto

Topología



El convertidor propuesto está basado en una estructura multinivel compuesta de n niveles. Cada uno de los cuales presenta un convertidor dc-dc bidireccional más un inversor de salida. El dc-dc es implementado usando una topología "dual active bridge" (DAB) la cual permite la transferencia bidireccional de potencia. El inversor presenta una estructura de puente completo permitiendo una salida bipolar. La máxima salida del convertidor será entonces $v_o = \pm \sum V_i$ siendo V_i la tensión de salida de cada módulo.

Estrategias de modulación



Para obtener la forma de onda deseada, cada nivel es activado secuencialmente hasta alcanzar el nivel de tensión deseado. Para conseguir una buena resolución temporal, se han utilizado dispositivos de gap ancho (WBG). Además, aplicando un control PWM se consigue aún una mejor resolución [4].

4

Conclusiones

Este artículo propone un generador de formas de onda versátil y bidireccional de alta tensión y alta frecuencia siguiendo una estructura multinivel, aprovechando los avances en el campo de los semiconductores utilizando dispositivos de SiC. El convertidor propuesto permite la generación de formas de onda de alta tensión y frecuencia variable. Debido a su bidireccionalidad, permite operar con cargas activas y reactivas. El convertidor propuesto es capaz de alcanzar hasta 13 kVpp a la salida obteniendo una gran calidad en la forma de onda, así como una gran resolución temporal.

Bibliografía

- [1] H. Sarnago, J. M. Burdío, T. García-Sánchez, L. M. Mir, and O. Lucía, "A Versatile Large-Signal High-Frequency Arbitrary Waveform Generator Using GaN Devices," in *IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition*, 2019, pp. 458-462.
- [2] O. Jiménez, O. Lucía, L. A. Barragán, D. Navarro, J. I. Artigas, and I. Urriza, "FPGA-based test-bench for resonant inverter load characterization," *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 9, no. 3, pp. 1645-1654, August 2013.
- [3] H. Sarnago, O. Lucía, A. Naval, J. M. Burdío, Q. Castellví, and A. Ivorra, "A versatile multi-level converter platform for cancer treatment using irreversible electroporation," *IEEE Journal on Emerging and Selected Topics in Power Electronics*, vol. 4, no. 1, pp. 236-242, 2016.
- [4] D. Navarro, O. Lucía, L. A. Barragán, J. I. Artigas, I. Urriza, and O. Jiménez, "Synchronous FPGA-based implementations of digital pulse width modulators," *IEEE Transactions on Power Electronics*, vol. 27, no. 5, pp. 2515-2525, May 2012.