

# Posicionamiento tumoral mediante multielectrodos y redes neuronales

**P. Briz, B.López-Alonso, H. Sarnago, O. Lucía, J.M. Burdío**

Departamento de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones. Grupo de Electrónica de Potencia y Microelectrónica  
Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A), Universidad de Zaragoza

1

## Resumen

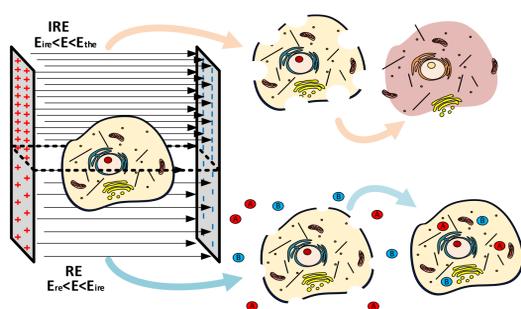
La electroporación consiste en el incremento de la permeabilidad de las membranas celulares por medio de la aplicación de un campo eléctrico de alta intensidad y corta duración.

Este fenómeno puede ser reversible o irreversible, en función de las características del campo eléctrico aplicado y sus efectos en las membranas.

Ambos fenómenos se pueden aprovechar para técnicas de **ablación tumoral**.

## Objetivos

- Estimación de la posición de un tumor entre dos electrodos.
- Mejora del control, focalización y homogeneidad de las aplicaciones clínicas actuales de la electroporación.



3

## Resultados

- 40 medidas con distintas posiciones del gel más conductor, y distintas relaciones de conductividad.
- Precisión de las redes neuronales en el test con simulaciones: 99.8 %
- Precisión de las redes neuronales en la validación experimental: 100 %
- Se ha considerado que hay tejido tumoral en un vóxel cuando contiene al menos un 2 % del mismo.
- A continuación, se muestra una de las muestras utilizadas para la validación, compuesta por dos gels con una relación de conductividades 2:1, junto a la localización estimada por las redes neuronales.

0	0	0
1	1	0
0	1	0

(a)



(b)

0	0	0
0	1	0
0	0	0

(c)



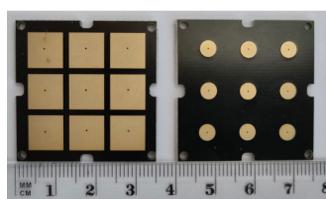
(d)

2

## Desarrollo de la investigación

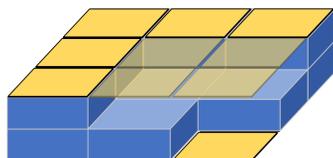
### Materiales

- Multielectrodos basados en placas planas paralelas.
- Generador para electroporación, multisalida, con capacidad para aplicación de pulsos de tensión de pequeña señal.
- Modelo de elementos finitos
- Geles que emulan el comportamiento eléctrico de tejidos biológicos.



### Descripción del experimento

- Medición de impedancia en geles que imitan tejidos, con 81 configuraciones de electrodos distintas.
- El volumen entre electrodos es representado mediante un mapa de 2 capas de 3 por 3 vóxeles, 18 en total.
- Se diseñan 18 redes neuronales (cada una asociada a un vóxel), que tienen como entradas las 81 medidas de impedancia, y la salida de cada una indica si hay tejido tumoral o no en el vóxel correspondiente.



### Diseño y entrenamiento de las redes neuronales

- Generación de datos en simulación, utilizando COMSOL Multiphysics.
- Diseño y entrenamiento de las redes neuronales feedforward en MatLab mediante un algoritmo de Levenberg-Marquardt

4

## Conclusiones

- Ha sido propuesto un método para determinar la posición de los tumores en el volumen comprendido entre los electrodos, y así focalizar el tratamiento, mediante 81 medidas de impedancia y una matriz de 18 redes neuronales.
- Se ha realizado una validación experimental, empleando materiales de características eléctricas controladas que emulan una situación real.
- A partir de los resultados se puede concluir que el método propuesto es válido; se pueden entrenar las redes neuronales con datos obtenidos en simulaciones y luego utilizarlas en casos reales.

## Bibliografía

- [1]. LÓPEZ-ALONSO, B., SARNAGO, H., LUCÍA, O and BURDÍO, J.M., Multiple-Output Generator for Omnidirectional Electroporation and Real-Time Process Monitoring, 2021 IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC), 2021, pp. 1388-1392.
- [2]. MIKLAVCIC, D., PAVSELI, N., and HART, F. Electric Properties of Tissues, 2006, Wiley Encyclopedia of Biomedical Engineering, isbn 9780471740360.
- [3]. RYMARCZYK, T.; KŁOSOWSKI, G.; KOZŁOWSKI, E. A Non-Destructive System Based on Electrical Tomography and Machine Learning to Analyze the Moisture of Buildings. Sensors 2018, 18, 2285.
- [4]. CAMPANA, L. et Al. Effect of Tissue Inhomogeneity in Soft Tissue Sarcomas: From Real Cases to Numerical and Experimental Models. Technology in Cancer Research & Treatment, 2018.