

Aproximación a los circuitos neuromórficos basados en memristores a través de emuladores

A partir de la aparición de materiales que presentan el fenómeno de la conmutación resistiva (también llamado sistemas memristivos), se han investigado sus aplicaciones en un gran número de circuitos analógicos y digitales explotando la propiedad de no volatilidad. En particular, se han mostrado aplicaciones en amplificadores diferenciales de ganancia variable, comparadores cuyo umbral es posible programar, circuitos caóticos y neuromórficos donde la gran escala de integración posible con esta tecnología permite diseñar circuitos capaces de emular el comportamiento de estructuras nerviosas.

Debido a la falta de oferta comercial de estos dispositivos y a otros inconvenientes como la variabilidad entre dispositivos, es fundamental el desarrollo de circuitos emuladores y modelos para simulación numérica que permitan avanzar en el diseño y caracterización de las aplicaciones. Un circuito emulador es aquel construido a partir de elementos discretos o circuitos integrados que permite simular la variación resistiva de un elemento de dos terminales. Las principales ventajas de construir este tipo de circuitos con microprocesadores son: permiten ensayar circuitos utilizando componentes reales, el modelo teórico subyacente puede ser fácilmente cambiado, presentan un alto grado de repetibilidad y sus parámetros pueden ser fácilmente modificados.

Los circuitos neuromórficos son sistemas inspirados en la biología del sistema nervioso y que tienen aplicaciones en áreas como el aprendizaje automático y el control de robots. Dado que se ha demostrado que ciertos circuitos con memristores pueden imitar el comportamiento de sinapsis, los memristores forman parte central de varias propuestas de sistemas neuromórficos.

En nuestro grupo tenemos experiencia de trabajar con memristores y con emulación de los mismos. También hemos diseñado simples circuitos neuromórficos. Sin embargo, los sistemas que hemos desarrollado hasta el momento no han contado con más de uno o dos memristores. La limitación al emular sistemas con más memristores se ha debido, en parte, a la capacidad de cómputo limitada de los microprocesadores utilizados. La propuesta, por tanto, de este trabajo de Laboratorio es desarrollar un sistema capaz de emular un mayor número de memristores sobre la base de microprocesadores más potentes, con el objetivo final de implementar circuitos neuromórficos que den lugar a comportamientos más avanzados como ser simples tareas de clasificación o de aprendizaje automático.

Lugar de trabajo: Laboratorio de Optoelectrónica, ITBA. Av. Eduardo Madero 399, CABA.

Directores: Germán Patterson, Pablo Fierens.

Contacto: gpatters@itba.edu.ar, pfierens@itba.edu.ar

Algunas referencias

- [1] Chua, L. (1971). Memristor-the missing circuit element. *IEEE Transactions on circuit theory*, 18(5), 507-519.
- [2] Strukov, D. B., Snider, G. S., Stewart, D. R., & Williams, R. S. (2008). The missing memristor found. *Nature*, 453(7191), 80.
- [3] Kulkarni, M. S., & Teuscher, C. (2012, July). Memristor-based reservoir compu-

ting. In Proceedings of the 2012 IEEE/ACM International Symposium on Nanoscale Architectures (pp. 226-232). ACM.

[4] Serrano-Gotarredona, T., Masquelier, T., Prodromakis, T., Indiveri, G., & Linares-Barranco, B. (2013). STDP and STDP variations with memristors for spiking neuromorphic learning systems. *Frontiers in Neuroscience*, 7, 2.

[5] Schuman, C. D., Potok, T. E., Patton, R. M., Birdwell, J. D., Dean, M. E., Rose, G. S., & Plank, J. S. (2017). A survey of neuromorphic computing and neural networks in hardware. arXiv preprint arXiv:1705.06963.