UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE CIENCIAS

Propuesta TFG. Curso 2026/2027

GRADO: Grado en Ingeniería Electrónica Industrial

CÓDIGO DEL TFG: 205-008-2026/2027

1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

Título: CARACTERIZACIÓN Y MODELADO DE MEMRISTORES CON DIFERENTES TIPOS DE CAPAS ACTIVAS

Descripción general (resumen y metodología):

RESUMEN:

Los memristores se han consolidado como uno de los componentes electrónicos más prometedores de la próxima generación de dispositivos de memoria no volátil y computación neuromórfica. Estos dispositivos, caracterizados por una resistencia variable que depende de la historia de la corriente o voltaje aplicado, presentan una arquitectura típica metal-aislante-metal (MIM) donde la resistencia de contacto entre los electrodos metálicos y el material resistivo juega un papel fundamental en su funcionamiento.

El comportamiento resistivo de los memristores está íntimamente relacionado con los mecanismos de conmutación, que pueden clasificarse en tres tipos principales: conmutación filamentaria (formación de filamentos conductivos localizados), conmutación interfacial no filamentaria (modulación de la barrera de transporte de portadores en la interfaz electrodo/capa resistiva) y conmutación en el volumen del material. Estos mecanismos se presentan según el material o materiales que componen la capa activa junto con el tipo de contactos metálicos usados. Por este motivo, debido a la creciente aparición de nuevos prototipos de memristores basados en estructuras de multicapa, el estudio de los mecanismos de conmutación resistiva predominantes en cada material y su interacción en sistemas en los que se combinan varios materiales es crítico.

METODOLOGÍA:

El proyecto se dividirá en dos fases siguiendo los objetivos previstos:

Fase 1: Medida de los memristores fabricados con distintos materiales para su comparación

En esta fase, se medirá en el laboratorio la respuesta eléctrica de un grupo significativo de memristores con distintos tipos de capa activa. Para ello, el estudiante usará el “Semiconductor parameter analyzer (SPA)” para medir la respuesta de los dispositivos a la aplicación de rampas de corriente. Posteriormente, los datos obtenidos se procesarán mediante herramientas desarrolladas por el grupo para extraer los parámetros significativos (tensiones de set/reset, variabilidad, etc.). Estos datos se usarán tanto para la comparación directa entre dispositivos de distintos tipos como para la calibración de los modelos que se utilizarán en las fases posteriores.

Fase 2: Simulación multifísica de memristores. Validación con resultados experimentales

En esta última etapa, los dispositivos medidos se simularán usando las herramientas de simulación creadas previamente por el grupo y la herramienta comercial Ginestra. La simulación de los distintos dispositivos permitirá la identificación de los distintos mecanismos de conmutación resistiva que presenta cada tipo de capa activa. Asimismo, se estudiarán los cambios de comportamiento de los dispositivos frente a cada combinación de materiales de la capa activa y los electrodos.

Tipología: Trabajos experimentales, de toma de datos de campo o de laboratorio.

Objetivos planteados:

1. **Caracterización experimental de distintos tipos de memristores:**

Medidas de las curvas de corriente de dispositivos mono y bicapa de memristores.

2. **Modelado y simulación de los mecanismos de transporte de carga:**
Se desarrollarán herramientas de simulación del transporte basadas en el modelo teórico desarrollado previamente. Este modelo se añadirá como parte de los modelos ya existentes de simulación de memristores.

3. **Simulación de la conmutación resistiva:**
Finalmente, la nueva herramienta de simulación de conducción se integrará en las herramientas de simulación ya existentes. Esto permitirá contrastar el modelo con resultados experimentales de este tipo de dispositivos.

Bibliografía básica:

- Lanza, Mario, et al. "Recommended methods to study resistive switching devices." Advanced Electronic Materials 5.1 (2019): 1800143.
- Roldán, Juan B., et al. "Variability in resistive memories." Advanced Intelligent Systems 5.6 (2023): 2200338.
- Lanza, Mario, et al. "Memristive technologies for data storage, computation, encryption, and radio-frequency communication." Science 376.6597 (2022): eabj9979.
- Villena, Marco A., et al. "Density functional theory and molecular dynamics simulations for resistive switching research." Materials Science and Engineering: R: Reports 160 (2024): 100825.
- Aguirre, Fernando, et al. "Hardware implementation of memristor-based artificial neural networks." Nature Communications 15.1 (2024): 1974.
- Zhu, Kaichen, et al. "Hybrid 2D–CMOS microchips for memristive applications." Nature 618.7963 (2023): 57-62.

Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:

Se recomienda al estudiante que se lea atentamente el primer paper sugerido titulado " Recommended methods to study resistive switching devices".
También se recomienda refrescar los conocimientos de algún lenguaje de programación (principalmente Python o Matlab), centrándose principalmente en el manejo y análisis de datos.

Plazas: 1

2. DATOS DEL TUTOR/A:

Nombre y apellidos: MARCO ANTONIO VILLENA SANCHEZ

Ámbito de conocimiento/Departamento: TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

Correo electrónico: mavillena@ugr.es

3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):

Nombre y apellidos: JUAN BAUTISTA ROLDÁN ARANDA

Ámbito de conocimiento/Departamento: ELECTRÓNICA

Correo electrónico: jroldan@ugr.es

4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):

Nombre y apellidos:

Correo electrónico:

Nombre de la empresa o institución:

Dirección postal:

Puesto del tutor en la empresa o institución:

Centro de convenio Externo:

5. DATOS DEL ESTUDIANTE:

Nombre y apellidos: IRENE MARIMON MORAGA

Correo electrónico: irenemarimon@correo.ugr.es