

LABOSAT: PLATAFORMA DE MEDICIÓN DE BAJO COSTO DISEÑADA PARA AMBIENTES HOSTILES

M. Barella^{1,3}, G. A. Sanca⁴, F. Gómez Marlasca², G. Rodríguez¹, D. Martelli¹, L. Patrone¹, L. Abanto⁴, P. Levy^{2,3}, F. Golmar^{1,3,4}

¹INTI Micro y Nano Tecnología del Bicentenario

²Centro Atómico Constituyentes, CNEA

³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

⁴Escuela de Ciencia y Tecnología, UNSAM

mbarella@inti.gov.ar

Introducción

LabOSat es una plataforma universal para realizar experimentos en ambientes hostiles. Está diseñada para ensayar dispositivos eléctricamente en el espacio exterior. Dos placas LabOSat-01 están integradas en los satélites "Fresco" y "Batata" [1], ubicados a 500 km de altura en órbitas LEO (Low Earth Orbit). Dentro de LabOSat-01, el módulo MeMOSat fuerza barridos personalizados en tensión o corriente, o pruebas de durabilidad sobre dispositivos de memoria no volátil tipo ReRAM, y se puede adaptar fácilmente a cualquier dispositivo de dos terminales. Su predecesor, MeMOSat-1, se encuentra desde 2014 dentro del satélite BugSat "Tita" y continúa funcionando.

Objetivo

Evaluar la performance de la plataforma *LabOSat* para realizar experimentos sobre dispositivos electrónicos en ambientes agresivos como condiciones de baja presión, gran estrés térmico o grandes dosis de radiación. *LabOSat* se caracteriza por ser configurable ya que puede albergar diferentes dispositivos a ensayar eléctricamente, portable, liviano y de bajo costo.

Descripción

El diagrama en bloques de *LabOSat* se representan en la figura 1. El núcleo de la placa es un microcontrolador de señal mixta de la familia MSP430F1612 (Texas Instruments) que controla todos los circuitos periféricos (bloques) designados para tareas específicas. Este Microcontrolador se utiliza con frecuencia en las misiones de baja órbita terrestre para manejar CubeSats, y fue probado por la NASA [3]. Usa DACs de 12 bits para controlar con precisión el voltaje o la corriente que alimentará los dispositivos a bordo. Los ADCs de 12 bits se utilizan para medir la respuesta de los DUT y otros parámetros que se comprueban periódicamente para garantizar el correcto comportamiento de la placa. Por último, existen varios puertos de direccionamiento situados en los puertos GPIO dedicados a conmutar entre bloques o modos de operación. Los siguientes son los módulos más relevantes de LabOSat-01: Para medir la temperatura utiliza un termómetro LM74 (Texas Instruments) que se

comunica a través de una interface SPI configurado para medir temperaturas de -40 °C hasta 125 °C. Sin embargo, todos los componentes comerciales de LabOSat están diseñados para operar en rangos de temperatura de -40 °C a 85 °C.

El bloque de dosímetros, son transistores pMOS COTS caracterizados como sensores de radiación [4], están diseñados para medir la radiación ionizante total. Este módulo es crucial para aplicaciones espaciales o mediciones dentro de un acelerador de partículas.

El bloque MeMO está dedicado a experimentos sobre dispositivos de memoria, en particular, dispositivos basados en fenómenos de conmutación resistiva [5] que han demostrado que funcionan bien bajo grandes dosis de radiación. El bloque xFET diseñado para estudiar la performance de cualquier transistor, comercial o en etapa de desarrollo.

El objetivo de los dos últimos bloques es probar eléctricamente la degradación de los dispositivos en condiciones hostiles. La excitación para ensayar los dispositivos puede suministrarse con fuentes de tensión o corriente, controlados con alta precisión utilizando salidas DAC. Cuando se alimenta con tensión, es posible limitar la corriente. Como se dijo antes, las mediciones se realizan utilizando las entradas ADC y cada una está precedida por un buffer y un amplificador con el fin de amplificar o atenuar la señal dando mediciones de amplio rango y eliminando las lecturas fuera de rango del ADC. El bloque MeMO permite operar hasta 30 dispositivos y el bloque xFET hasta 6 transistores.

Al excitar con corriente, LabOSat puede entregar hasta 23 mA con una potencia máxima de 230 mW sobre el DUT.

El PCB está hecho en cuatro capas donde las externas son planos de tierra y las capas internas sostienen las pistas con estrategia Manhattan para reducir el crosstalk y capacidades parasitas.

LabOSat también tiene un puerto externo para realizar ensayos remotos en dispositivos de 2-terminales y 3-terminales (MeMO o XFET) en una placa de tamaño reducido, cuyas dimensiones son 100 x 100 x 15 mm y pesa 36 g lo que hace de *LabOSat* una plataforma ligera y portátil.

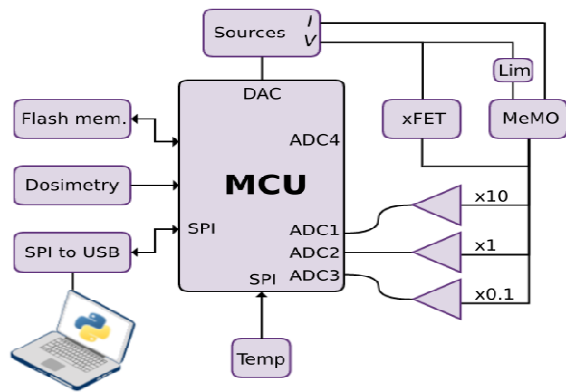


Figura 1: Diagrama en bloques de LabOSat01.

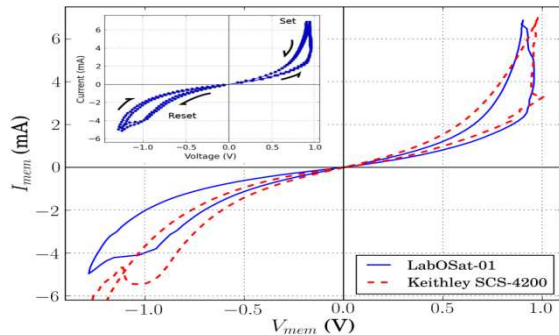


Figura 2: Comportamiento típico de conmutación de una celda de memoria. La presencia de histéresis indica que se realizó la conmutación entre 0 y 1. [6], [7] [8].

Demostrando el rendimiento de LabOSat-01 como instrumento de medición y caracterización, sobre un mismo dispositivo ReRAM, se realizaron las curvas I-V en un Keithley SCS-4200. Estos experimentos se realizaron utilizando el software KITE con dos rutinas para realizar un SET con un barrido controlado de corriente seguido por un RESET con un barrido controlado por tensión. El software nos permitió registrar las respuestas en todos los pasos del barrido. La comparación se puede ver en la Figura 2. Las memorias ReRAM son estructuras de tres capas compuestas por dos electrodos metálicos divididos por una película fina de óxido **fabricada en nuestros laboratorios**. Esta estructura reduce la resistencia del dieléctrico de óxido de la célula que funciona como una resistencia en paralelo de menor valor. Dependiendo del campo aplicado la estructura filamentaria cortocircuita los electrodos y deja al dispositivo en un estado de muy baja resistencia (LRS).

Resultados

Ha demostrado ser una plataforma que puede realizar mediciones y ensayos de forma autónoma, pudiéndose instalar en lugares donde el ser humano no tiene acceso. Además, la versatilidad le permite adaptarse a las necesidades de los clientes. Con el uso de *LabOSat* por parte de actores nacionales en el escenario aeroespacial, se han auto validado

sus propias necesidades, asimismo el desarrollo de nuevos dispositivos para ambientes aeroespaciales ensayados con la plataforma *LabOSat* proveerá herramientas para la visualización y monitoreo de parámetros ambientales.

Conclusiones

Las mediciones con *LabOSat-01* han proporcionado excelentes resultados, exhibiendo alta concordancia con las realizadas con equipamientos más sofisticados y de mayor costo. Además *LabOSat* ha demostrado que es capaz de forzar corrientes (o tensiones) negativas y positivas en dispositivos de dos y tres terminales. La capacidad de realizar experimentos dinámicos y estáticos y la flexibilidad que tiene al grabar datos hacen de *LabOSat* un instrumento útil para estudiar dispositivos de memoria no volátil **fabricados en nuestros laboratorios**, formados por dos electrodos metálicos separados por una película fina de óxido y transistores. *LabOSat* demuestra ser una plataforma adaptable a las necesidades de los diferentes sectores de la industria, brindando un soporte de confianza en el desarrollo de nuevos dispositivos.

Bibliografía

- [1] M. Barella, G. Sanca, F. Gomez Marlasca, G. Rodríguez, D. Martelliti, L. Abanto, P. Levy, F. Golmar, "LabOSat: Low cost measurement platform designed for hazardous environments", Embedded Systems (CASE), 2016 Seventh Argentine Conference on, Buenos Aires, 2016, pp. 1-6, doi: 10.1109/SASE-CASE.2016.7574095.
- [2] "Satellogic." [Online]. Available: <http://www.satellogic.com/>
- [3] S. M. Guertin, M. Amrbar, and S. Vartanian, "Radiation test results for common cubesat microcontrollers and microprocessors," in *Radiation Effects Data Workshop (REDW), 2015 IEEE*, July 2015, pp. 1–9.
- [4] J. Lipovetzky, M. Garcia-Inza, M. Rodríguez Cañete, G. Redin, S. Carbonetto, M. Echarri, F. Golmar, F. Gomez-Marlasca, M. Barella, G. Sanca, P. Levy, A. Faigón, "COTS MOS Dosimetry on the MeMOSat Board, Results After 2.5 Years in Orbit", 1 st IAA Latin American Symposium on Small Satellites, Buenos Aires, 2017, (enviado).
- [5] R. Waser, R. Dittmann, G. Staikov, and K. Szot, "Redox-Based Resistive Switching Memories Nanoionic Mechanisms, Prospects and Challenges," *Adv. Mater.*, vol. 21, no. 25-26, pp. 2632–2663, Jul. 2009.
- [6] N. Ghenzi, M. J. Sánchez, D. Rubí, M. J. Rozenberg, C. Urdaniz, M. Weissman, and P. Levy, "Tailoring conductive filaments by electroforming polarity in memristive based tio2 junctions," *Applied Physics Letters*, vol. 104, no. 18, 2014.
- [7] D. Rubí, A. Kalstein, W. S. Román, N. Ghenzi, C. Quinteros, E. Mangano, P. Granell, F. Golmar, F. G. Marlasca, S. Suarez, G. Bernardi, C. Albornoz, A. G. Leyva, and P. Levy, "Manganite based memristors: Influence of the electroforming polarity on the electrical behavior and radiation hardness," *Thin Solid Films*, vol. 583, pp. 76 – 80, 2015.
- [8] G.A.Sanca, M. Barella, F. Gómez Marlasca, G. Rodríguez, D. Martelliti, L. Patrone, P. Levy and F. Golmar, "LabOSat as a versatile payload for small satellites: first 100 days in LEO orbit", Proceedings of the 1st IAA Latin American Symposium on Small Satellites: Advanced Technologies and Distributed Systems, San Martín, Argentina, March 7-10, 2017 (enviado)