

**SUPER-NANOCONDENSADORES ELECTROSTÁTICOS CON ELEVADA CAPACITANCIA Y ALTA DENSIDAD DE POTENCIA, PARA EL ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE FORMA LIMPIA Y SOSTENIBLE**

*EXTRACTO DE LOS RESULTADOS PARA DIVULGACIÓN. 8 de julio de 2016.*

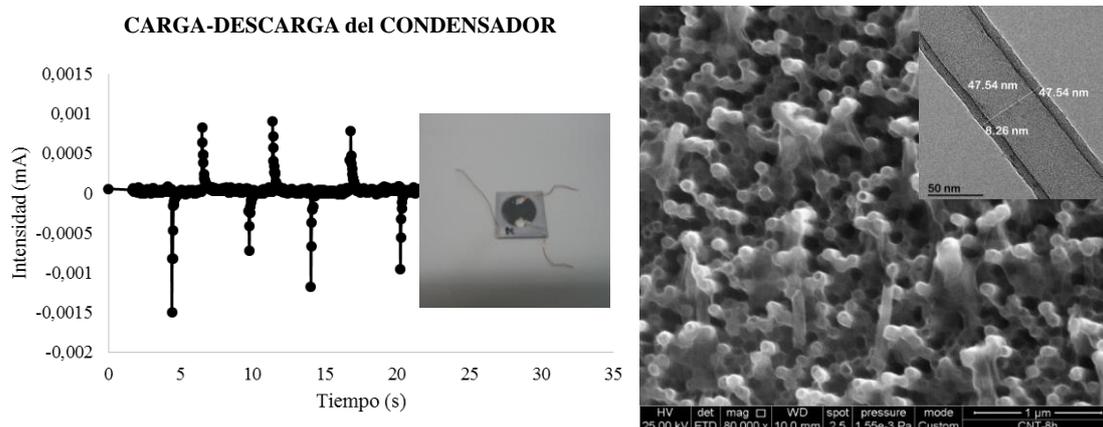
El objetivo principal de la prima prueba de concepto titulada: “Super-nanocondensadores electrostáticos con elevada capacitancia y alta densidad de potencia, para el almacenamiento de energía eléctrica de forma limpia y sostenible”, consiste en el diseño y fabricación de prototipos de Condensadores Electrostáticos Nanoestructurados (ENCs), empleando nanomateriales obtenidos mediante la combinación de técnicas electroquímicas y de deposición de capas atómicas y la caracterización de sus propiedades eléctricas estáticas y dinámicas para determinar la validez del prototipo. Estos dispositivos ENCs se fabrican a partir de sustratos nanoestructurados con elevada área superficial, basados en membranas de alúmina nanoporosas sintetizadas mediante anodización electroquímica, cuya superficie se recubre conformalmente mediante la técnica de deposición de capas atómicas (ALD) con un apilamiento de 3 capas de espesor nanométrico empleando diferentes tipos de materiales Conductor/Dieléctrico/Conductor (CDC), formando así la estructura final del condensador electrostático. Los ENCs así obtenidos presentan enormes ventajas frente a otros tipos de condensadores comerciales como los electrolíticos, debido a su mayor facilidad de escalado y por tanto de implementación en micro-nano-dispositivos, mayor durabilidad en procesos cíclicos de carga y descarga, mayor densidad de potencia bajo rápida demanda y proporcionan una mejor protección medioambiental debido a la no utilización de electrolitos ácidos desechables y contaminantes.

Las tareas desarrolladas durante la ejecución del proyecto se han centrado en 2 líneas principales de actuación, buscando la consecución de 2 sub-objetivos diferenciados pero complementarios entre sí:

- Diseño, fabricación y caracterización de las propiedades eléctricas de prototipos de ENCs con estructuras tipo CDC, partiendo de una capa Conectora de óxido de zinc dopado de Al (AZO), ensayando como capa aislante varios materiales con elevados valores del coeficiente dieléctrico, con diferentes composiciones (HfO, SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub> y nanolaminados de SiO<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>) y con distintos espesores (entre 8 y 25 nm), con la doble finalidad de aumentar la constante dieléctrica del material aislante del condensador y disminuir el espesor de la capa dieléctrica del mismo. Se han analizado la respuesta de impedancia en un amplio rango de frecuencias (40 Hz-10 MHz) y la capacitancia en serie y paralelo del condensador, se desarrolló un modelo matemático para explicar el comportamiento real de los ENCs, así como el diseño de un circuito eléctrico para las medidas de ciclos de carga y descarga, determinación de capacidades (hasta decenas de microFaradios/cm<sup>2</sup>), las corrientes de fuga y los voltajes de ruptura de los dieléctricos, concluyendo que es necesario optimizar tanto los parámetros de fabricación como los contactos eléctricos con las capas conductoras, ya que inciden directamente en la capacidad de almacenamiento de energía eléctrica del prototipo.

- El segundo objetivo consistió en sintetizar nanotubos de carbono (CNTs) en las membranas de alúmina nanoporosa para usarlos como capa conductora de la estructura CDC, sustituyendo al material de AZO semiconductor, con el fin de minimizar la resistencia eléctrica del prototipo ENC, dadas las excelentes propiedades de conductividad eléctrica que presentan los CNTs. A tal fin se diseñó un dispositivo experimental especialmente adaptado para el crecimiento de los CNTs en las membranas de alúmina, mediante la técnica de deposición química de vapor (CVD). Los prometedores resultados preliminares demuestran tanto la posibilidad de crecer CNTs en los sustratos de alúmina nanoporosa como la viabilidad de su utilización como material conductor de la estructura CDC del condensador electrostático, mediante la posterior funcionalización de la capa conductora formada por los CNTs, mediante pulsos de ozono por ALD, y del depósito del material aislante de la capa del dieléctrico, lo cual supone la consecución de un hito muy importante no reportado hasta la actualidad.

Los condensadores electrostáticos nanoestructurados (ENCs) desempeñarán un papel esencial en los próximos años en el campo del almacenamiento de energía. Por un lado, para Europa el almacenamiento energético es una cuestión estratégica de enorme importancia y aboga por intensificar las inversiones y los trabajos de investigación y desarrollo en este campo. Por otro lado, la innovación y el aumento de la demanda de mercado que los coches eléctricos, los drones y los móviles o tablets de última generación van a tener en los próximos años, requerirán el desarrollo de nuevos sistemas de almacenamiento de energía más eficientes, económicos y medioambientalmente sostenibles. Por tanto, los sistemas de almacenamiento energético basados en condensadores electrostáticos nanoestructurados tendrán un nicho de mercado muy prometedor y con una aplicación real a nivel industrial.



Ciclos de carga y descarga de un prototipo de condensador ENC, cuya fotografía se muestra en el recuadro. Drcha.: imagen tomada por microscopía electrónica de barrido de una muestra de nanotubos de C crecidos en una plantilla de alúmina nanoporosa; el recuadro superior muestra una imagen por microscopía electrónica de transmisión de un nanotubo de C funcionalizado con SiO<sub>2</sub>, tras ser liberado de la plantilla.

-----  
Investigador responsable de la candidatura: Víctor Manuel de la Prida Vidal. Grupo de Investigación de Materiales Magnéticos y Nanomateriales. Universidad de Oviedo.

Con las Primas Proof of Concept el Gobierno del Principado ha ensayado un nuevo instrumento de financiación público-privada para apoyar modelos de innovación abierta en empresas tractoras de la región, posibilitando que proyectos de investigación básica realizados por la oferta científica pública asturiana en las áreas científicas prioritarias de Asturias RIS3 se apliquen en el entorno industrial.

El IDEPA y la Universidad de Oviedo firmaron en marzo de 2015 un convenio de colaboración al que se adhirió ArcelorMittal. Los investigadores de la Universidad de Oviedo que contaban con logros científicos en nanomateriales, grafeno, fabricación aditiva, sensores o análisis de datos fueron invitados a presentar ideas originales para trasladar los resultados de su trabajo a la industria.

El 16 de julio de 2015 el jurado escogió cinco candidaturas. Las Primas están cofinanciadas al 50 % por ArcelorMittal y el IDEPA.

[www.idepa.es/asturiasris3](http://www.idepa.es/asturiasris3)