

IMPLEMENTACIÓN DE CAPACITORES FLEXIBLES A BASE DE SILICÓN

Santoyo Medina, Jesús Raymundo (1), Cabal Velarde, Javier Gustavo (2)

¹ [Electrónica] | Dirección de correo electrónico: [ray19341@hotmail.com]

² [Electrónica, Micro y Nano tecnología, Irapuato, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato] | Dirección de correo electrónico: [javelarde@itesi.edu.mx]

Resumen

En la presente investigación reportamos la metodología para producir condensadores flexible con una morfología ajustables para aplicaciones en circuitos con capacidades elásticas, utilizando materiales económicos, moldeables y de fácil fabricación, sin la necesidad de contar con laboratorios especializados, el cual fue desarrollado con cinta auto-adherible de aluminio y materiales flexibles como lo es el silicón y/o, PDMS, el cual consiste el poder contar con sistemas de almacenamiento de energía que no se pierdan sus propiedades mecánicas y electrónicas. Su caracterización se realizó mediante un analizador de Capacitancias (Sencore LC102 Capacitor-Inductor Analyzer), deformando a diferentes grados el dispositivo, así mismo se obtuvo la respuesta de carga y descarga del condensador.

Abstract

In the present study we report the methodology for producing flexible capacitors with adjustable morphology for applications in circuits with elastic capabilities, using inexpensive materials, moldable and easy to manufacture, without the need for specialized laboratories, which was developed with tape self-bondable aluminum and flexible materials such as the silicone and / or PDMS, which is the power to have energy storage systems that their mechanical and electronic properties are not lost. Its characterization was performed using an analyzer capacitance (Inductor - Capacitor Sencore LC102 Analyzer) to different degrees deforming the device, likewise the response charge and discharge of the capacitor was obtained.

PALABRAS CLAVE

Capacitancia, Flexibilidad, Dieléctrico, Cargas, Polímeros.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se han desarrollado diferentes tipos de sistemas de almacenamiento y liberación de energía con múltiples usos para diversas aplicaciones como son filtros, circuitos temporizadores, fuentes de alimentación, etc. Actualmente se investiga y experimenta la implementación de diversos tipos de polímeros aislantes y polímeros conductores los cuales, en combinación con materiales conductores, estos suelen tener propiedades interesantes en el desarrollo de nuevos dispositivos. Para satisfacer la demanda futura de los dispositivos electrónicos portátiles y flexibles de última generación en la sociedad moderna, se requiere fuerza para desarrollar la próxima generación de bajo costo, y ligero flexible y sistemas de almacenamiento de energía sostenibles con gran energía y densidad de potencia [5; 7-9]. En los últimos años, los supercondensadores electroquímicos (ESS) han sido atraídos como un dispositivo prometedor de almacenamiento de energía, debido a la mayor densidad de potencia, ciclos de carga-descarga más rápidos y de mayor almacenamiento de energía en comparación con las baterías de iones de litio[1; 6]. La EES son dispositivos ideales electroquímicos de almacenamiento de energía que poseen una alta capacidad de almacenamiento de energía de la batería convencional con la capacidad de alimentación de alta potencia del condensador convencional, reduciendo la brecha entre el condensador tradicional y la batería de larga vida y el funcionamiento ecológico.

En la actualidad los avances en la ciencia y la tecnología de materiales, y la fuerte demanda del mercado de consumo para dispositivos portátiles, delgados y flexibles, están impulsando el rápido desarrollo de la electrónica flexible, tales como pantallas enrollables, pantallas táctiles, electrónica, textiles inteligentes, sensores portátiles. Con el fin de facilitar el creciente mercado electrónico, la tendencia en el desarrollo de ES se mueve hacia los materiales electro activos flexibles y ligeros. Recientemente, se han demostrado varios enfoques para

supercondensadores flexible, tal como conformación de alambre[4], supercondensadores coaxiales en forma de fibras textiles inteligentes [3], los nanotubos de carbono (CNT) con base, y supercondensadores altamente modificables en forma de fibras, [2; 10].

Con el desarrollo de capacitores flexibles con diversas capacidades mecánicas y diferentes morfologías basadas en elastómeros se pretende diseñar capacitores para el almacenamiento de energía y estos puedan ser utilizados en sistemas o equipos que requiera de flexibilidad y resistencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar un estudio sistemático de la caracterización dinámica de un capacitor flexible con y sin dieléctrico se emplearon un par de placas adheribles de aluminio (Placas paralelas), la primera cinta de aluminio se pegó en una tira de papel insulador o papel adiamantado con un grosor de 0.30 mm, y la segunda placa de aluminio se pegó del otro lado del papel adiamantado, teniendo como separación entre las placas paralelas de aluminio el grosor del papel adiamantado, mediante la expresión de la Ecuación 1 se obtienen las capacitancias y la constante dieléctrica.

$$C = K \frac{\epsilon_0 A}{d} \quad (1)$$

Para realizar la caracterización del capacitor utilizamos un capacitometro SENCORE el cual mide la capacidad de carga los capacitores en micro y nano Faradios. Además, se realizó la curva característica del dispositivo la cual indica la tasa de carga y descarga del dispositivo. En la Imagen 1 podemos observar la metodología necesaria para la creación de los capacitores sin dieléctrico, en la Imagen 1.

Para la creación del prototipo se utilizó una placa de aluminio de largo 30 cm con un ancho 4 cm, papel adiamantado de grosor de 300 μ m. Una primera capa de silicón de 17mm de grosor se fabricó utilizando una caja de 33cm de largo y 6cm

de ancho con 43.6gr de silicona 615 y con aproximadamente 1.1% del catalizador para su polimerización. Posteriormente para su encapsulamiento se preparó una segunda capa de silicona ya con el capacitor formado por las placas de aluminio y el papel adiamantado con y sin dieléctrico, ya encapsulado el condensador con un ancho total de encapsulado de 15mm. En la Imagen 2 podemos observar la metodología necesaria para la creación de los capacitores con y sin dieléctrico.

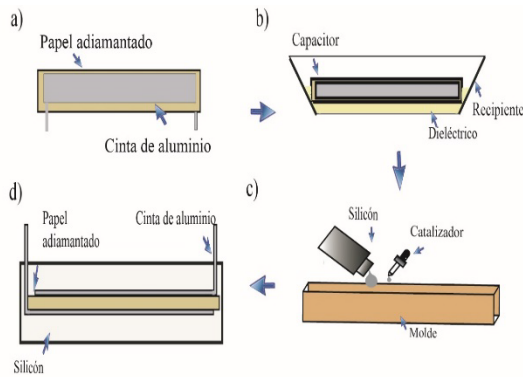


Imagen 1. Metodología para la creación de un capacitor con dieléctrico a) Colocación de las placas de aluminio y el papel adiamantado b) Proceso de absorción del dieléctrico c) Proceso de encapsulamiento d) Corte transversal del capacitor encapsulado

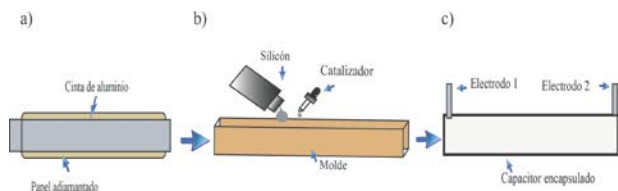


Imagen 2. Metodología para la creación de un capacitor sin dieléctrico a) Colocación de las placas de aluminio y el papel adiamantado b) Proceso de encapsulamiento c) Capacitor encapsulado con una vista frontal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la caracterización de los condensadores con y sin dieléctrico se realizaron dos prototipos, el primer prototipo sin dieléctrico y el segundo con dieléctrico para transformadores, para cada uno de estos se realizaron diez repeticiones de las mediciones de capacitancia para cada

deformación aproximada de 20°, 60°, 120° y 180° con el equipo de laboratorio (Sencore LC102 Capacitor-Inductor Analyzer) como se puede observar en las gráficas en las que se presentan una pequeña variación la cual podemos decir que está dentro del estándar de error aceptable de un capacitor comercial del $\pm 2\%$ como se muestra en la Imagen 3.

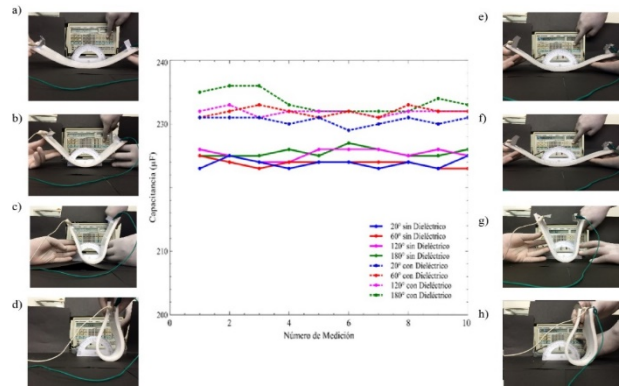


Imagen 3. Tabla de capacitancias y fotografías a) Imagen de capacitor sin dieléctrico a 20° b) Imagen de capacitor sin dieléctrico a 60° c) Imagen de capacitor sin dieléctrico a 120° d) Imagen de capacitor sin dieléctrico a 180° e) Imagen de capacitor con dieléctrico a 20° f) Imagen de capacitor con dieléctrico a 60° g) Imagen de capacitor con dieléctrico a 120° h) Imagen de capacitor con dieléctrico a 180°.

Después de realizar las mediciones del capacitor pasamos a realizar la curva de característica del capacitor para determinar sus rangos de funcionamiento, así como sus tiempos de carga y descarga tal como se ve en la Imagen 4, como el sistema de para obtener la curva característica y la curva el cual se realizó con una resistencia de 220 KΩ, para realizar la curva característica, se utilizó un generador de funciones con una señal de entrada es de 19.53kHz con una amplitud de 80 volts.

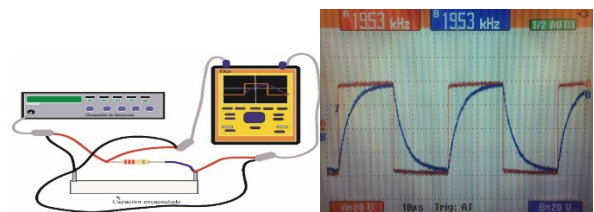


Imagen 4. a) Sistema para obtener la curva característica del capacitor, b) Grafica de caracterización del capacitor.

CONCLUSIONES

Debido a que hoy en día va creciendo el desarrollo de nuevos materiales para diferentes aplicaciones en diversos campos multidisciplinarios, así como el desarrollo de nuevas aplicaciones es necesario realizar la caracterización de un capacitor flexible. Lo más importante a destacar de los resultados preliminares es el comportamiento de las pruebas realizadas con el silicón 620 es que no absorbía el dieléctrico, al estar encapsulado por silicón, lo cual se demuestra que este tipo de materiales pueden ser óptimos para el diseño de tecnología flexible.

Los resultados obtenidos de la caracterización del capacitor, así como las pruebas que se realizaron al dispositivo para comprobar su capacidad de funcionamiento bajo condiciones de esfuerzo-deformación donde la integridad del mismo pudiera ser afectada, este no presenta alguna variación de sus propiedades electrónicas, demostrando que el capacitor es completamente funcional.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer al profesor Javier Gustavo Cabal Velarde mi asesor por las facilidades para realizar el trabajo, así como al doctor Miguel Ángel Guzmán Altamirano por las prestaciones de tiempo y conocimiento otorgadas para el desarrollo del proyecto.

REFERENCIAS

- [1] Jennings, Aaron A., Hise, Sara, et al. (2009). "Urban Battery Litter." *Journal of Environmental Engineering*, 135(1), 46-57. doi:10.1061/(ASCE)0733-9372(2009)135:1(46)
- [2] Jost, Kristy, Perez, Carlos R., et al. (2011). "Carbon coated textiles for flexible energy storage." *Energy & Environmental Science*, 4(12), 5060-5067. doi: 10.1039/C1EE02421C

- [3] Le, Viet Thong, Kim, Heetae, et al. (2013). "Coaxial Fiber Supercapacitor Using All-Carbon Material Electrodes." *ACS Nano*, 7(7), 5940-5947. doi: 10.1021/nn4016345
- [4] Lee, Jae Ah, Shin, Min Kyoony, et al. (2013). "Ultrafast charge and discharge bistructured yarn supercapacitors for textiles and microdevices." *Nat Commun*, 4. doi: 10.1038/ncomms2970
- [5] Lipomi, Darren J., & Bao, Zhenan. (2011). "Stretchable, elastic materials and devices for solar energy conversion." *Energy & Environmental Science*, 4(9), 3314-3328. doi: 10.1039/C1EE01881G
- [6] Miller, John R., & Simon, Patrice. (2008). "Electrochemical Capacitors for Energy Management." *Science*, 321(5889), 651-652. doi: 10.1126/science.1158736
- [7] Nishide, Hiroyuki, & Oyaizu, Kenichi. (2008). "Toward Flexible Batteries." *Science*, 319(5864), 737-738. doi: 10.1126/science.1151831
- [8] Rogers, John A., Someya, Takao, et al. (2010). "Materials and Mechanics for Stretchable Electronics." *Science*, 327(5973), 1603-1607. doi: 10.1126/science.1182383
- [9] Tarascon, J. M., & Armand, M. (2001). "Issues and challenges facing rechargeable lithium batteries." *Nature*, 414(6861), 359-367.
- [10] Yang, Zhibin, Deng, Jue, et al. (2013). "A Highly Stretchable, Fiber-Shaped Supercapacitor." *Angewandte Chemie International Edition*, 52(50), 13453-13457. doi: 10.1002/anie.201307619