

SENSOR DE DEFORMACIÓN ELÁSTICA CON TINTAS CONDUCTORAS DE NANOTUBOS DE CARBONO

F. Molinari¹, L. N. Monsalve^{2,3}

¹INTI Textiles, ²INTI Micro y Nanoelectrónica del Bicentenario, ³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
fabricio@inti.gov.ar

Introducción

La capacidad de cuantificar deformaciones de diferente magnitud con un sensor de deformación elástica en sustratos flexibles permitiría integrarlos en prendas de uso médico. Una posible aplicación sería en el caso de pacientes que padecen graves afecciones motrices con el fin de controlar sus avances durante el tratamiento. Otra aplicación posible de estos sensores es en el área de robótica como piel sintética.

Para esto se preparó una tinta conductora que al secarse se comporta de modo piezoresistivo, se aplicó sobre un sustrato flexible y se puso a prueba su performance.

Objetivo

Fabricación de un sensor de deformación elástica sobre un sustrato flexible mediante la aplicación de una tinta conductora con nanotubos de carbono para detección de deformaciones de diferente magnitud.

Descripción

Se prepararon dispersiones con cantidades variables de nanotubos de carbono (NTC) y polivinilpirrolidona como dispersante empleando dimetilformamida como dispersante.

Para fabricar el sensor se pintó un guante de caucho nitrilo comercial (figura 1) utilizando una dispersión con un contenido del 0.7% en masa. Para evaluar la performance del sensor se utilizó un medidor/registrador de resistencia eléctrica generando pequeñas deformaciones con la articulación del codo y con los dedos de la mano (figura 1).

Con el objeto de estudiar la respuesta del material sin interferencias debidas a defectos en los contactos, se llevaron a cabo ensayos preliminares cortando una probeta de caucho nitrilo del guante y fijándola al codo de un voluntario (figura 2). El experimento se desarrolló midiendo continuamente las variaciones de la resistencia eléctrica del sensor en función de extensiones del codo de diferente intensidad y

duración, registrando en video con el fin de evaluar la correspondencia de las respuestas del sensor con las deformaciones producidas.

Resultados

En la figura 3 se muestra la correlación entre la deformación. Se puede relacionar cada pulso con una respuesta del sensor. Cabe destacar que no todos los pulsos tienen la misma amplitud por lo que existen diferentes intensidades de respuesta.



Figura 1. Guante de caucho nitrilo pintado con tinta de NTC.

Se observa que el sensor mostró un comportamiento reversible y discriminó entre distintos grados de extensión del codo, mostrando una variación de resistencia en un rango muy amplio que superó el 1000%.

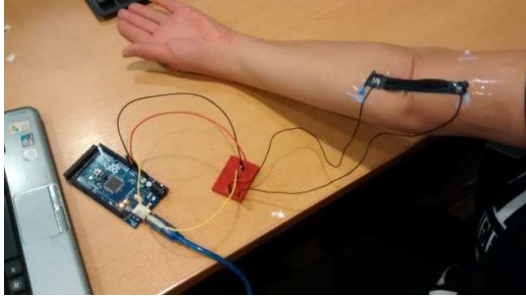


Figura 2. Sensor conectado al medidor/registrador.

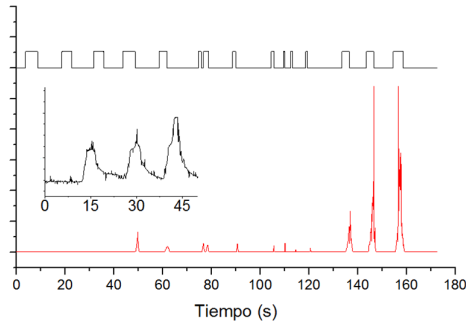


Figura 3. Pulsos de deformación en función del tiempo (arriba) y variación de la resistencia del sistema en función del tiempo (abajo). La ampliación corresponde a los primeros 50 s donde la amplitud de los pulsos fue menor.

También puede destacarse que el recubrimiento de NTC tiene una gran estabilidad en el sustrato, soportando grandes deformaciones sin perder su estabilidad mecánica ni eléctrica. La misma probeta pudo ser removida y colocada nuevamente sin perder sus propiedades.

Conclusiones

Se logró fabricar un sensor de deformación elástico utilizando una tinta conductora con nanotubos de carbono con respuesta reversible en un amplio rango de deformaciones. Se está profundizando el estudio del sistema integrar el comparador en el sustrato flexible y optimizar las conexiones eléctricas para maximizar la durabilidad del dispositivo y minimizar las interferencias. Es de interés evaluar la sensibilidad del sensor, para esto se propone normalizar el proceso de deposición de la tinta, mejorar las conexiones para conseguir mediciones de resistencia eléctrica de forma más exacta. Se calibrará el sensor para determinar la capacidad de detectar movimientos de diferente intensidad (por ejemplo movimientos voluntarios, pulso cardíaco, etc.) y realizar un estudio de aplicación en vestimenta inteligente, salud humana y robótica.

Agradecimientos

Agradecemos a María Miró, Natalia Salvatierra y Emiliano Mauro por poner el cuerpo gentilmente a merced de la ciencia y a Damián Aballay por la programación del medidor/registrador.

Bibliografía.

Leigh SJ. A Simple, Low-Cost Conductive Composite Material for 3D Printing of Electronic Sensors. PLoS ONE 7(11): e49365. doi:10.1371/journal.pone.0049365