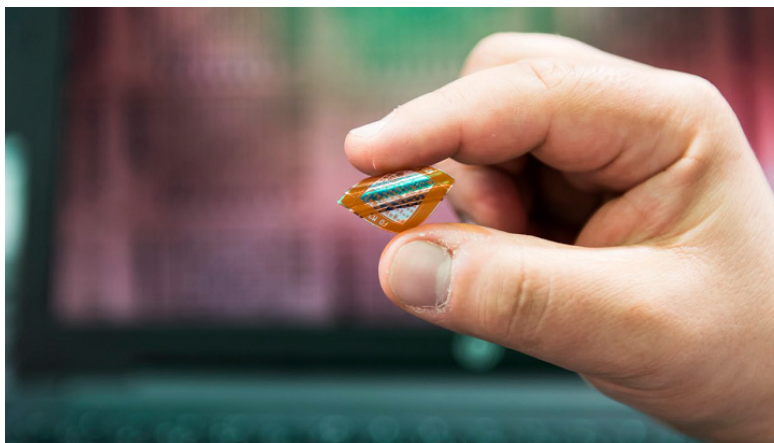


15/01/2020

Un paso imprescindible para que el próximo *smartphone* incluya tecnología electrónica de grafeno



El Internet de las Cosas está provocando una expansión sin precedentes de la conectividad y las comunicaciones en nuestra actual sociedad. La nueva generación de tecnologías inalámbricas, el 5G, demanda conexiones cada vez más rápidas, lo que hace necesario desarrollar nuevas tecnologías electrónicas para atender las exigencias del mercado. Entre otras propuestas, son muchas las esperanzas puestas en las tecnologías basadas en grafeno y otros materiales bidimensionales, especialmente prometedores en el desarrollo de la electrónica flexible y de radiofrecuencia en la banda de los terahercios. En el siguiente artículo, investigadores del grupo NANOCOMP de la UAB explican cómo se están desarrollando estas nuevas tecnologías dentro de la iniciativa europea Graphene Flahship, en la que participan.

Un chip electrónico flexible de grafeno presentado en el informe anual del consorcio europeo Graphene Flagship. Crédito: Alexandra Csuport

La demanda de conexiones cada vez más veloces y complejas requiere el desarrollo de tecnologías innovadoras que satisfagan las exigencias del mercado. El carácter bidimensional

del grafeno y sus interesantes propiedades electrónicas y físicas convirtieron este material, ya desde su descubrimiento, en una gran promesa para el futuro de la electrónica. Esta es una de las razones por las que la Unión Europea lanzó, el 1 de octubre de 2013, una de las mayores iniciativas de investigación científica, el proyecto Graphene Flagship (GF). Con una financiación de 1000 millones de euros y una duración de 10 años, constituye un consorcio combinado entre los mundos académico e industrial que estudia al completo la cadena de valor de las futuras tecnologías basadas en grafeno y otros materiales bidimensionales. Sus actividades abarcan diversos aspectos: desde el estudio fundamental del material, el desarrollo de la producción a gran escala y el diseño de dispositivos, hasta finalmente converger en la integración de sistemas electrónicos complejos. El GF utiliza la escala de “nivel de madurez tecnológica” (TRL, por sus siglas en inglés) para evaluar en qué punto de desarrollo se encuentra la tecnología. Para indicar el progreso logrado, la escala comprende 9 niveles desde su idea original (TRL1) hasta su despliegue comercial (TRL9).

El grupo de investigación de Nanoelectrónica Computacional (NANOCOMP) de la UAB participa activamente en el GF desde el comienzo desarrollando modelos físicos y matemáticos que describen el comportamiento de diferentes dispositivos basados en grafeno u otros materiales bidimensionales. El principal objetivo del grupo es predecir cómo de potentes y rápidos pueden llegar a ser estos nuevos dispositivos electrónicos. Los estudios desarrollados se enmarcan en los niveles TRL3 (prueba de concepto experimental) y 4 (componente validado en laboratorio) y su importancia radica en que permiten elegir qué dispositivos presentan un mayor potencial para aplicaciones electrónicas, como, por ejemplo, en el emergente mundo del 5G. En concreto, se han llevado a cabo estimaciones para transistores de efecto campo (dispositivos básicos en cualquier aplicación electrónica) basados en una única lámina de grafeno; grafeno de doble capa; y grafeno combinado con nitruro de boro (un material que ha demostrado ser un gran aliado para potenciar las cualidades electrónicas del grafeno).

El grupo de investigación también implementa los modelos teóricos en herramientas de “diseño de tecnología asistido por ordenador” (TCAD, por sus siglas en inglés) para simular dispositivos de grafeno como parte de circuitos electrónicos más complejos. Los programas TCAD como Cadence Design Systems® o Advanced Design Systems® sirven para diseñar y optimizar circuitos electrónicos formados por un gran número de dispositivos. De esta manera, el grupo de investigación proporciona el soporte técnico necesario para diseñar los futuros circuitos integrados basados en grafeno. En particular, se han desarrollado herramientas TCAD para transistores de efecto campo y diodos basados en grafeno monocapa. El desarrollo de estas herramientas es crucial para impulsar la electrónica de grafeno más allá del nivel TRL6 (demostración de prototipo en un entorno relevante).

Para la ulterior constatación del despliegue comercial (TRL9) de grafeno en aplicaciones electrónicas, como podría ser en el próximo *smartphone*, aún se tendrá que esperar unos años, incluso, más allá del fin del GF en el año 2023. Sin embargo, sí ha quedado clara la importancia del GF como una de las mayores iniciativas de investigación, coordinada a una escala sin precedentes. Tal y como dijo Winston Churchill: “Si estamos juntos, no hay nada imposible. Si estamos divididos, todo fallará”.

Se recomienda visualizar este [vídeo](#).

Francisco Pasadas, David Jiménez, Pedro Carlos Feijoo

Área de Tecnología Electrónica

Departamento de Ingeniería Electrónica

Universidad Autónoma de Barcelona

francisco.pasadas@uab.es

Referencias

Tesis doctoral. **Modelling of field-effect transistors based on 2D materials targeting high-frequency applications**. Francisco Pasadas Cantos. Defendida en el programa de doctorado en Ingeniería Electrónica y de Telecomunicación. Dirigida por el Dr. David Jiménez.

<https://hdl.handle.net/10803/405314>

Algunas referencias del artículo:

F. Pasadas, D. Jiménez.(2016). **Large-Signal Model of Graphene Field-Effect Transistors—Part I: Compact Modeling of GFET Intrinsic Capacitances**. *IEEE Trans. Electron Devices*, 63(7), 2936–2941. DOI: 10.1109/TED.2016.2570426.

F. Pasadas, M. Saeed, A. Hamed, Z. Wang, R. Negra, D. Neumaier, D. Jiménez.(2019). **Large-signal model of the Metal-Insulator-Graphene diode targeting RF applications**. *IEEE Electron Device Lett.* 40(6), 1005–1008. DOI: 10.1109/LED.2019.2911116.

P. C. Feijoo, F. Pasadas, J. M. Iglesias, M. J. Martín, R. Rengel, C. Li, W. Kim, J. Riikonen, H. Lipsanen, D. Jiménez.(2017). **Scaling of graphene field-effect transistors supported on hexagonal boron nitride: Radio-frequency stability as a limiting factor**. *Nanotechnology*, 8, 485203. DOI: 10.1088/1361-6528/aa9094.

P. C. Feijoo, F. Pasadas, J. M. Iglesias, E. M. Hamham, R. Rengel, D. Jiménez.(2019). **Radio Frequency Performance Projection and Stability Tradeoff of h-BN Encapsulated Graphene Field-Effect Transistors**. *IEEE Trans. Electron Devices*, 66(3), 1567–1573. DOI: 10.1109/TED.2018.2890192.

[View low-bandwidth version](#)