UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

Conozca mi tesis

Hacia chips de cómputo más potentes y eficientes

El pensamiento y el conocimiento científico se renuevan con los trabajos de doctorado de docentes e investigadores becados por la UCR en el extranjero, que se incorporaron a la actividad académica en el 2020 y 2021.

17 ABR 2021 Ciencia y Tecnología

Dr. Esteban Bermúdez Ureña. Fotografía remitida por Esteban Bermúdez Ureña

Esteban Bermúdez Ureña

Escuela de Física

Doctorado en Física con especialización en fotónica

Instituto de Ciencias Fotónicas, España

Muchas tecnologías que utilizamos hoy son posibles gracias a los avances en investigación científica y desarrollo de aplicaciones en el campo de la electrónica. Por ejemplo, algunas han permitido controlar de forma precisa el flujo de electrones en circuitos electrónicos que componen los chips de las computadoras.

Por otro lado, el uso de internet y de las comunicaciones digitales se debe gracias a la capacidad de transferir información, en forma de fotones (partículas de luz), por medio de fibras ópticas (cables de materiales cerámicos, como vidrio, tan delgados como un cabello

humano), con pérdidas de energía insignificantes en comparación con la transmisión por cables eléctricos.

Sin embargo, si queremos continuar atendiendo la amplia demanda de las tecnologías de la información —como los centros de datos que permiten el acceso a los servicios de "la nube" y el uso de dispositivos "inteligentes" que generan grandes cantidades de datos—, no podemos depender de las fibras ópticas tradicionales para transmitir y procesar la información dentro de un chip, ya que su tamaño es incompatible con los requisitos de miniaturización.

LEA TAMBIÉN: La apuesta a la innovación del pensamiento costarricense

En su lugar, se ha propuesto que los chips de cómputo integren circuitos fotónicos miniaturizados, donde la información se transmita y procese a través de la luz, para alcanzar así capacidades mayores de procesamiento y transferencia de datos.

Para llegar a este punto, es necesario investigar y desarrollar nuevas tecnologías que permitan generar, manipular, transmitir y detectar las partículas de luz, todo dentro de un mismo chip.

Una solución consiste en implementar nanoestructuras metálicas capaces de capturar los fotones emitidos por nanoemisores de luz, por medio del acoplamiento con los electrones de conducción. A estas estructuras metálicas se les conoce como estructuras plasmónicas, en referencia al acoplamiento fotón-electrón, también conocido como un plasmón de superficie. Tienen la característica de posibilitar confinamientos de la luz en escalas mucho más pequeñas que la de una fibra óptica.

Durante mi tesis doctoral, exploré el desarrollo de dispositivos fotónicos híbridos compuestos de nanoemisores de luz acoplados a este tipo de estructuras metálicas. Estos sistemas híbridos nos permiten influir en las dinámicas de emisión, por ejemplo, para controlar cuán rápido se generan los fotones desde el nanoemisor, así como transferir la energía emitida mediante guías de onda metálicas.

Para esto, implementé técnicas de nanofabricación y nanoposicionamiento con el fin de construir dispositivos híbridos que operan con un único emisor nanoscópico. También utilicé microscopía de fluorescencia para su caracterización óptica.

Posteriormente, demostré tres tipos de sistemas híbridos y cada estudio se convirtió en una publicación científica. Primero, investigué el posicionamiento de nanopartículas semiconductoras, conocidas como puntos cuánticos en la cercanía de unas nanopartículas de oro, las cuales se utilizaron para manipular las dinámicas de emisión de los puntos cuánticos. Segundo, con un microscopio de fuerza atómica, utilicé la punta de medición como una herramienta de "nanogolf" para posicionar nanodiamantes emisores de luz dentro de unos canales de oro capaces de capturar y transferir la energía a lo largo del canal.

Por último, integré nanohilos semiconductores en los canales de oro, para demostrar, por primera vez en el campo, un dispositivo novedoso de nanoláser integrado en la línea de transmisión del canal de oro.

Los resultados de esta tesis contribuyen a generar conocimiento sobre los posibles sistemas híbridos fotónico-plásmonicos que se pueden llegar a utilizar en futuras tecnologías de chips fotónicos integrados, los cuales se instalarán en nuestros sistemas de cómputo y centros de datos.

Esteban Bermúdez Ureña
Doctor en Física con especialización en fotónica

Etiquetas: fisica, fotonica, tecnologia, chips, computacion, investigacion, doctorado, esteban bermudez, escuela de fisica, cicima.