

PROYECTO UNAM

Coordinador: Roberto Arturo Gutiérrez Alcalá robargu@hotmail.com

Conferencia de astronauta japonés

La UNAM y la embajada de Japón invitan a la conferencia "Desafiando lo desconocido", que impartirá el astronauta japonés Mamoru Mohri el lunes 29 de octubre, de 10:30 a 12:00 horas, en el Auditorio de Universum, Museo de las Ciencias, ubicado en la Zona Cultural de CU. Entrada gratuita (previa reservación). Confirme su asistencia en el teléfono 56-22-72-65



DESARROLLAN FUENTES LÁSER DE FEMTOSEGUNDOS

Por sus características, los pulsos que emiten pueden ser muy útiles en la industria, las telecomunicaciones, la medicina y la biología

Leonardo Huerta Mendoza

En la investigación óptica, el desarrollo de las denominadas fuentes láser de femtosegundos ha dado lugar a un campo relativamente nuevo: el de la óptica ultrarrápida.

"En general, cuando la gente escucha hablar de óptica, piensa en lentes, microscopios o telescopios, pero éstos integran sólo una disciplina de la óptica, porque esta rama de la física se encarga del estudio de la interacción de la luz con la materia", dice el doctor Jesús Garduño Mejía, académico del Laboratorio de Pulsos Ultracortos del Grupo de Óptica No Lineal, del Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET) de la Universidad Nacional.

Con base en esta definición, la óptica se divide en diversos campos, uno de los cuales es precisamente el de la óptica ultrarrápida, que consiste en el estudio de la generación, medición, manipulación e interacción de pulsos láser muy breves e intensos con la materia.

"Un femtosegundo es una unidad de tiempo que equivale a la milbillonésima parte de un segundo; se obtiene al dividir un segundo entre un millón; y al resultado, entre un millón; y al resultado de esto, entre mil. Numéricamente se expresa así: 0.000 000 000 000 001 ó 10^{-15} seg, es decir, 10 a la menos 15 segundos. Ésta es la escala de tiempo con que se trabaja en el campo de la óptica ultrarrápida", explica el académico.

Los pulsos de femtosegundos son los fenómenos más breves que se han creado directamente de una cavidad láser en laboratorio.

"Por sus características pueden ser muy útiles en la industria para hacer perforaciones pequeñas y cortes muy precisos durante el procesamiento de materiales; en las telecomunicaciones, para transportar más información; en la medicina, para llevar a cabo cirugías con cortes muy finos en tejidos o estudios no invasivos de detección de cáncer; y en la biología, para efectuar estudios *in vitro* de diversos organismos con técnicas de microscopía de alta resolución (microscopía no lineal)", añade Garduño Mejía.

Potencia pico

Los apuntadores utilizados en los salones de clases o las salas de conferencias por profesores y conferencistas son actualmente los láseres más comunes. Se les conoce como láseres continuos porque mientras se mantiene apretado el botón se está produciendo una emisión láser.

"Si midiéramos la emisión de un láser continuo durante un segundo y luego esa energía fuera comprimida de tal manera que, en lugar de que se emitiera en un segundo, se hiciera en medio segundo, la potencia se duplicaría, pero la energía seguiría siendo la misma", indica el académico.

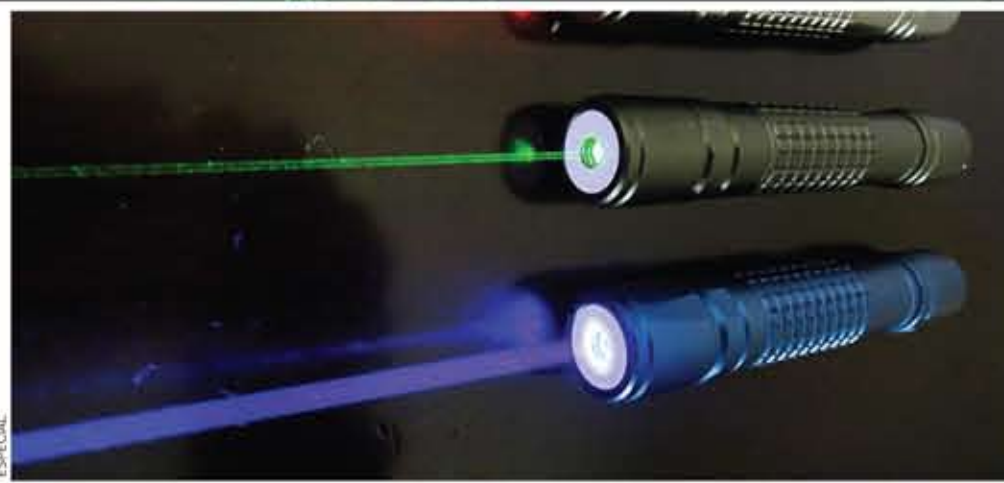
De esta manera, al continuar comprimiendo la energía en un tiempo cada vez más breve, la potencia crece. A esto se le denomina potencia pico, concepto fundamental que está detrás de los pulsos láser.

Ahora bien, un láser continuo se puede convertir en un láser pulsado al comprimir su energía mediante dos tipos de mecanismos: electrónicos y ópticos.

Los mecanismos electrónicos están limitados por la rapidez de los dispositivos, en tanto que los ópticos son ultrarrápidos, del orden de femtosegundos. Por esta razón, los láseres pulsados de femtosegundos funcionan a partir de la auto-modulación óptica.

"Esto significa que, bajo determinadas condiciones particulares de diseño y la correcta alineación de los componentes del láser, las propiedades de la luz que se genera dentro de la cavidad pueden ser modificadas (moduladas) por ella misma al interactuar con el medio activo (el material que produce la luz láser) en una forma prácticamente instantánea, lo que da origen a pulsos ultracortos."

Los mecanismos encargados de esta auto-modulación están relacionados con efectos que se estudian en otra disciplina de la óptica llamada óptica no lineal.



LÁSERES CONTINUOS. Se utilizan en los salones de clases o las salas de conferencias

Diseño y construcción a costos bajos

Generalmente, las fuentes láser de femtosegundos son adquiridas en forma comercial a costos que representan una limitante decisiva para trabajar en el campo de la óptica ultrarrápida.

Garduño Mejía y sus colaboradores diseñan y construyen estas fuentes a costos que pueden representar la quinta parte de las comerciales.

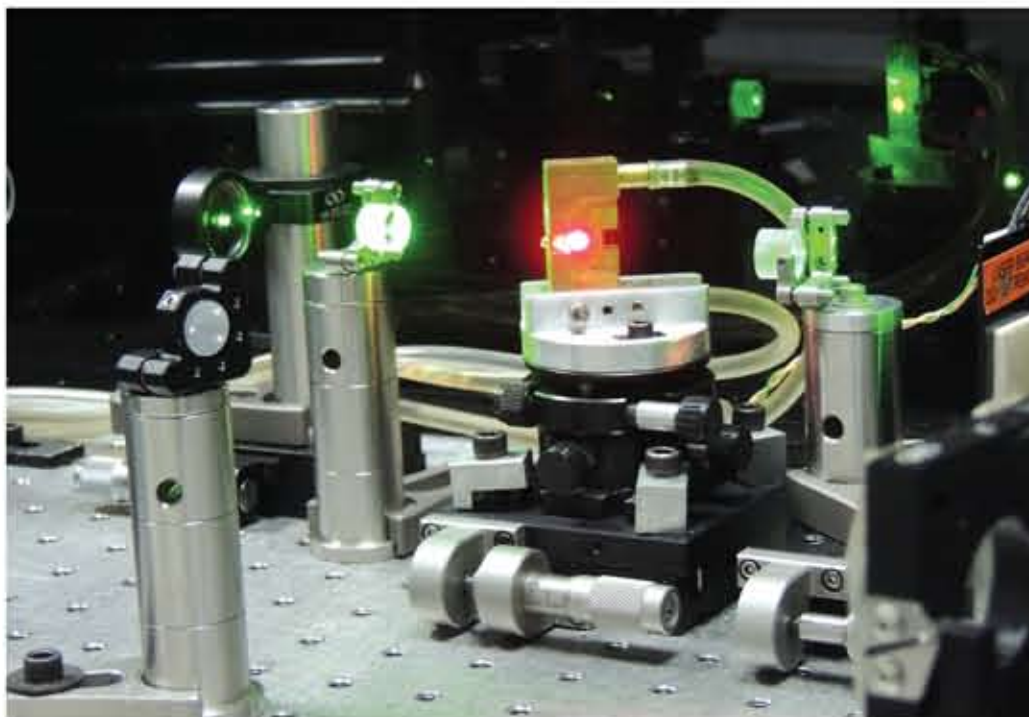
Es importante decir que, cuando se trabaja con pulsos de femtosegundos, una limitante es su medición y manipulación para prevenir que se ensanchen o deformen.

"No existen dispositivos electrónicos suficientemente rápidos para medir pulsos de femtosegundos; de ahí que sea necesario medirlos por medio de otras técnicas alternativas que involucran óptica no lineal y electrónica."

Los académicos universitarios se han dedicado, asimismo, al desarrollo de sistemas de caracterización de pulsos láser ultracortos y al estudio de la manipulación de éstos para evitar que se ensanchen o para darles algún perfil temporal deseado mediante técnicas de óptica adaptativa.

"Aquí, en el CCADET, colaboramos con otros grupos de investigación; también lo hacemos con otras instituciones, como el Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM y el CINVESTAV del IPN."

Además de producir su propia infraestructura para sus investigaciones y posteriores aplicaciones, el Grupo de Óptica No Lineal del CCADET tiene otra labor fundamental: formar estudiantes de nivel licenciatura y de posgrado en el desarrollo de estas tecnologías de punta.



CCADET. Aquí se diseñan y construyen estas fuentes a costos que pueden representar la quinta parte de las comerciales

Procesos no lineales

Gracias a sus potencias pico muy elevadas en tiempos muy breves, del orden de cientos de kilowatts por pulso, los paquetes de luz comprimida emitidos por las fuentes láser de femtosegundos generan ciertos fenómenos ópticos conocidos como procesos no lineales.

"Por ejemplo, los armónicos, los cuales se producen cuando una luz láser muy intensa interactúa con cierto tipo de materiales y éstos a su vez convierten la luz incidente en otros colores que corresponden a múltiplos de la frecuencia original. Así, al interactuar con cierto tipo de material, un pulso de luz puede transformarse en luz roja en luz azul", señala Garduño Mejía.

Con fuentes láser de femtosegundos también se pueden generar supercontinuos, pulsos de luz muy intensos enfocados con un tipo especial de fibra que produce luz blanca; estos

pulsos pueden aprovecharse en la construcción de peines de frecuencias ópticas, utilizados en metrología.

Procesos ultrarrápidos en materiales

En el Laboratorio de Pulsos Ultracortos del CCADET, Garduño Mejía y sus colaboradores aprovechan la elevada potencia pico y la alta resolución temporal generada por esta clase de láseres, para estudiar cómo es la dinámica de los electrones o de los portadores de carga en superficies de metales y semiconductores al ser excitados.

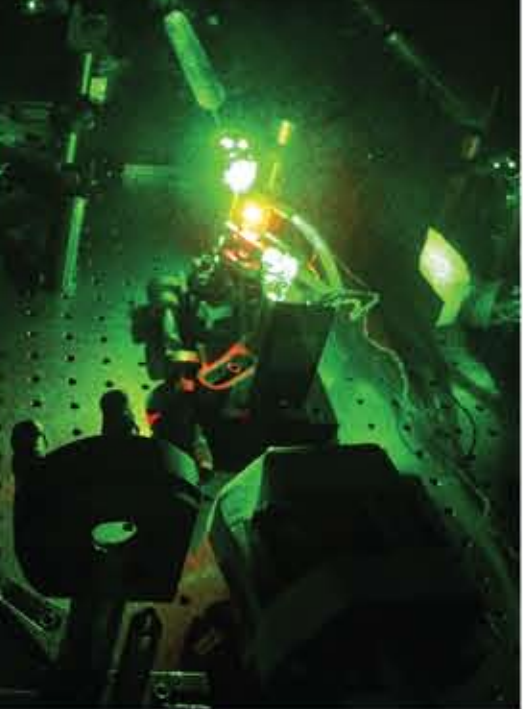
"Con un pulso muy intenso, llamado bombeo, excitamos las superficies de metales o semiconductores, y con otra réplica del pulso pero con mucho menor intensidad, llamado pulso de prueba, observamos el cambio que produce el primero en las muestras. Es decir, con un pulso intenso provocamos un cambio

Anchos de banda más grandes

Una de las características de los láseres continuos es que tienen líneas bien definidas, es decir, colores puros, lo que significa que sus anchos de banda son muy pequeños.

Con los láseres pulsados ocurre lo contrario: entre más angostos sean los pulsos, sus anchos de banda serán más grandes.

Esto incide en la cantidad de información que puede ser enviada a través de ellos en sistemas de telecomunicaciones.



y con el otro tomamos una secuencia de 'fotos' con resolución de femtosegundos para obtener una especie de película del evento completo que puede durar algunos picosegundos (10^{-12} seg). No es algo que se pueda realizar sólo con un detector electrónico, debido a sus limitados tiempos de respuesta. Esta técnica es conocida como espectroscopía de resolución temporal ultrarrápida."

Lo que se provoca básicamente son efectos térmicos a escalas muy pequeñas que estarán relacionados directamente con la dinámica de los electrones.

Las consideraciones térmicas constituyen un asunto esencial en relación con los microdispositivos electrónicos de alta velocidad. Hoy, las altas tasas de repetición y el desempeño de los dispositivos son posibles sólo con la reducción de tamaño de sus elementos activos, lo cual, a su vez, tiene como consecuencia la generación y concentración de calor a niveles que pueden ser críticos.

"El mejor entendimiento de los mecanismos de transferencia de energía y de los efectos térmicos a escalas pequeñas pueden determinar los criterios para el diseño de productos confiables."

Por otro lado, en el procesamiento de materiales, el mejor entendimiento de la transferencia y distribución de energía durante la excitación es importante para lograr perforaciones o cortes más finos por la ablación láser.

El académico universitario refiere que con las nuevas tecnologías se ha venido desarrollando la óptica en attosegundos, es decir, 10^{-18} segundos.

"Sin embargo, para producir estos pulsos es necesaria una tecnología totalmente diferente. Uno puede comprar una fuente comercial de femtosegundos, pero no hay fuentes que generen attosegundos; uno tiene que generarlos fuera de una fuente láser de femtosegundos. Hasta hoy, los pulsos de attosegundos que se han logrado generar son de algunas decenas de attosegundos. Con ellos se pueden estudiar, por medio de técnicas de espectroscopía de resolución temporal, procesos dinámicos todavía más breves a escalas subatómicas", concluye.

Más información, en el siguiente correo electrónico: jesus.garduno@ccadet.unam.mx