

COMUNICATO STAMPA 48/2023

## **Più vicino il laser ultrarapido a frequenze terahertz**

*Ricercatori dell'Istituto Nanoscienze del Cnr hanno collaborato con istituzioni di tutta Europa per realizzare un laser "a cascata quantica" compatto ed economico, che sfrutta il potenziale delle radiazioni terahertz per generare impulsi brevi. Il risultato apre prospettive a un vasto numero di applicazioni, dalla diagnostica alle scienze climatiche fino alle comunicazioni ultraveloci. Lo studio è pubblicato su Nature Photonics*

Un team di ricercatori di tutta Europa, coordinato da Miriam Serena Vitiello dell'Istituto nanoscienze del Consiglio nazionale delle ricerche di Pisa (Cnr-Nano), ha realizzato un innovativo laser a semiconduttore miniaturizzato, o laser "a cascata quantica", compatto ed economico, in grado di generare impulsi brevi di radiazione a frequenze terahertz.

L'invenzione, descritta in un articolo sulla rivista *Nature Photonics*, si basa su una tecnologia estremamente promettente, ma ancora poco sfruttata: a differenza dei laser tradizionali, infatti, che funzionano in modo continuo producendo un fascio di radiazioni costante, il dispositivo realizzato è in grado di generare fasci "pulsati", cioè accesi e spenti a intervalli regolari, in modo spontaneo, senza il bisogno di alimentazione esterna né di complessa elettronica di controllo, grazie al meccanismo noto come "mode-locking", un obiettivo ritenuto a lungo irraggiungibile nei laser a terahertz.

Cuore della tecnologia, l'aver combinato in modo innovativo la tecnologia dei laser a cascata quantica con le proprietà ottiche del grafene. Spiega Miriam Serena Vitello, dirigente di ricerca di Cnr-Nano e principale autrice dello studio: "Per lungo tempo si è ritenuto che la generazione di impulsi brevi fosse impedita dalla natura stessa del meccanismo di emissione dei laser a semiconduttore. Per superare tale limite, abbiamo sfruttato un'architettura innovativa del dispositivo che integra delle strisce localizzate di grafene inserite in un laser a semiconduttore molto compatto, noto come laser a cascata quantica. La configurazione risultante è compatta, completamente elettronica ed estremamente economica".

Sono stati così ottenuti, per la prima volta, impulsi auto-generati di una durata di 4 picosecondi - un picosecondo è pari a un millesimo di milionesimo di secondo- e una tempistica estremamente precisa che rende possibili una gamma di applicazioni nel campo della fisica, della chimica e della spettroscopia.

"Il dispositivo nato da questa collaborazione, impulsato e spontaneo, permetterebbe ad esempio di studiare i processi ultraveloci di interazione tra luce e materia, scattando una sorta di 'istantanea'", aggiunge Vitiello. "Inoltre, una simile tecnologia potrebbe essere usata per l'analisi spettroscopica di gas o molecole complesse, anche, ad esempio, in campo climatico e ambientale. O ancora essere

**Ufficio stampa Cnr:** Francesca Gorini, [francesca.gorini@cnr.it](mailto:francesca.gorini@cnr.it); 329.3178725 **Responsabile:** Emanuele Guerrini, [emanuele.guerrini@cnr.it](mailto:emanuele.guerrini@cnr.it), cell. 339.2108895; **Segreteria:** [ufficiostampa@cnr.it](mailto:ufficiostampa@cnr.it), tel. 06.4993.3383 - P.le Aldo Moro 7, Roma

sfruttata nelle scienze quantistiche, dove gli impulsi veloci possono portare campioni molecolari fuori dall'equilibrio, nonché nella metrologia e nelle comunicazioni ad altissima velocità”.

Laser terahertz miniaturizzati potrebbero, infine, sostituire i sistemi ingombranti attualmente utilizzati in vari settori come di l'imaging biomedico, i controlli di sicurezza, il controllo di qualità e il patrimonio culturale, avendo anche una maggiore precisione di analisi.

Il risultato è frutto di una ampia collaborazione scientifica che ha coinvolto, oltre a Cnr-Nano, l'Università di Leeds, l'Università Tecnica di Monaco di Baviera, l'Università di Cambridge e l'Ecole Normale Supérieure di Parigi. Il dispositivo è stato ideato e progettato nel Laboratorio Nest di Cnr-Nano e Scuola Normale Superiore dal team di Miriam Vitiello, che comprende Elisa Riccardi e Valentino Pistore, nell'ambito del finanziamento ERC Consolidator SPRINT, con la collaborazione dei gruppi di Giles Davies e di Edmund Linfield dell'Università di Leeds e di Andrea C. Ferrari dell'Università di Cambridge.

Roma, 23 maggio 2023

### Didascalia immagini

Immagine 1: Rappresentazione grafica del dispositivo

Immagine 2: Il cuore del laser realizzato da Cnr-Nano

### La scheda

**Chi:** Istituto di nanoscienze del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Nano)

**Che cosa:** E. Riccardi, V. Pistore, S.I Kang, L. Seitner, A. De Vetter, C. Jirauschek, J. Mangeney, L. Li, A. G. Davies, E. H. Linfield, A. C. Ferrari, S. S. Dhillon, and M. S. Vitiello, Short pulse generation from a graphene-coupled passively mode-locked terahertz laser, Nature Photonics (2023), link: <https://www.nature.com/articles/s41566-023-01195-z>

**Per informazioni:** Miriam Serena Vitiello, Cnr-Nano, [miriam.vitiello@nano.cnr.it](mailto:miriam.vitiello@nano.cnr.it), cell:   
2612 (*recapiti per uso professionale da non pubblicare*)

### Seguici su



**Ufficio stampa Cnr:** Francesca Gorini, [francesca.gorini@cnr.it](mailto:francesca.gorini@cnr.it); 329.3178725 **Responsabile:** Emanuele Guerrini, [emanuele.guerrini@cnr.it](mailto:emanuele.guerrini@cnr.it), cell. 339.2108895; **Segreteria:** [ufficiostampa@cnr.it](mailto:ufficiostampa@cnr.it), tel. 06.4993.3383 - P.le Aldo Moro 7, Roma