



Premio Aspen Institute Italia 2020

Laser micrometrico che produce luce vorticoso per le telecomunicazioni del futuro

Orbital angular momentum microlaser¹ - Un laser a semiconduttore di dimensioni micrometriche che produce luce vorticoso sfruttando un “punto eccezionale quantistico”: questo lo studio che ha vinto la quinta edizione del [Premio Aspen Institute Italia](#) per la collaborazione e la ricerca scientifica tra Italia e Stati Uniti.

La ricerca nasce dal lavoro comune di **sette scienziati appartenenti a tre diverse organizzazioni scientifiche** e costituisce un importante progresso nella fisica e nella tecnologia dei laser a semiconduttori integrati. Il dispositivo laser a momento angolare orbitale ideato e realizzato dal team USA-Italia rappresenta un tassello chiave per la produzione di luce vorticoso, in grado di rivoluzionare gli attuali sistemi di comunicazione ottica consentendo la trasmissione di dati ad altissima velocità, necessaria per sostenere la quarta rivoluzione industriale.

Gli autori della ricerca sono:

- **Stefano Longhi** ^{1,2}
- **Liang Feng** ³
- **Natalia M. Litchinitser** ³
- **Pei Miao** ³
- **Jingbo Sun** ³
- **Wiktor Walasik** ³
- **Zhifeng Zhang** ³

¹ Dipartimento di Fisica, Politecnico di Milano

² Istituto di Fotonica e Nanotecnologie, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Milano

³ Department of Electrical Engineering, The State University of New York at Buffalo, Buffalo, USA

L'originalità della ricerca consiste nell'aver ideato e realizzato un laser miniaturizzato, su scala del micrometro, che opera in un cosiddetto punto eccezionale quantistico in cui la luce generata si attorciglia rapidamente nella propagazione. La luce oscilla a diverse frequenze (colori); per ogni frequenza essa si può attorcigliare un numero limitato di volte dando origine ad un'onda vorticoso (come nei vortici d'acqua che si formano in uno scarico). Un vortice ottico trasporta quello che i fisici chiamano momento angolare orbitale del fotone, caratterizzato da una carica topologica. La vorticità della luce, essendo una proprietà topologica, è estremamente robusta. Al pari della frequenza, può

¹ La ricerca è stata pubblicata da *Science*, 2016, n. 353, pp. 464-467.

essere utilizzata per codificare l'informazione da inviare su una fibra ottica. Questa possibilità, di codificare l'informazione (bit) nel moto vorticoso della luce oltre che nel suo colore, consente di aumentare notevolmente la quantità di dati trasmissibili ad ogni singola frequenza, ed è perciò destinata a rivoluzionare il sistema mondiale delle telecomunicazioni nel prossimo futuro, con prevedibili ampie ricadute sul piano economico e sociale. La necessità di flussi di informazione sempre più elevati è essenziale a sostenere la cosiddetta quarta rivoluzione industriale e la crescente compenetrazione tra mondo fisico, digitale e biologico.

La possibilità di generare luce vorticoso direttamente da un laser di piccolissime dimensioni (pochi micrometri) in tecnologia a semiconduttore compatibile con gli attuali sistemi di comunicazioni ottiche, dimostrata in questa ricerca, rappresenta un risultato fondamentale per lo sviluppo dei futuri sistemi di telecomunicazioni ad elevatissimo tasso di trasmissione dei dati. Il laser realizzato è un piccolo anello di materiale semiconduttore pompato otticamente sul quale sono praticati particolari corrugazioni. Lungo l'anello, la luce può propagarsi in ambedue i sensi, orario ed antiorario, così che la luce estratta dal dispositivo è generalmente priva di vorticità. L'idea principale del lavoro è quella di sfruttare le proprietà dei cosiddetti punti eccezionali quantistici, che sono speciali singolarità matematiche qui realizzate mediante opportune metallizzazioni lungo l'anello. Ad un punto eccezionale, la circolazione della luce avviene stabilmente in una sola direzione. La luce estratta dall'anello, mediante una seconda corrugazione (reticolo), mostra una vorticità (carica topologica) che può essere opportunamente variata ed usata per codificare l'informazione.

IL PREMIO

Il *Premio Aspen Institute Italia* per la collaborazione e la ricerca scientifica tra Italia e Stati Uniti è stato istituito nel dicembre 2015 nel quadro del costante impegno dell'Istituto per l'internazionalizzazione della leadership e per le relazioni transatlantiche. Il riconoscimento viene assegnato ogni anno a una ricerca nell'ambito delle scienze naturali, teoriche o applicate, frutto della collaborazione tra scienziati e/o organizzazioni di ricerca dell'Italia e degli Stati Uniti.

Il Premio consolida l'impegno dell'Istituto nei confronti dell'organizzazione di iniziative e incontri di approfondimento su temi connessi alla cultura scientifica e all'innovazione tecnologica, con particolare riferimento alla loro rilevanza per l'Italia. La Giuria presieduta dal Prof. Giulio Tremonti, Presidente di Aspen Institute Italia, è composta da:

- Prof. Domenico Giardini, Chair of Seismology and Geodynamics, ETH, Zurigo
- Prof. Luciano Maiani, Professore Emerito di Fisica Teorica, Università "La Sapienza", Roma
- Prof. Gaetano Manfredi, Ordinario di Tecnica delle Costruzioni, Facoltà di Ingegneria, Università degli Studi di Napoli Federico II; Ministro dell'Università e della Ricerca, Roma
- Prof. Giovanni Rezza, Direttore, Dipartimento Malattie Infettive, Istituto Superiore di Sanità, Roma
- Dott. Lucio Stanca, Vice Presidente, Aspen Institute Italia, Roma

Ricerche vincitrici delle precedenti edizioni del *Premio Aspen Institute Italia*:

- 2016: *Spatiotemporal spread of the 2014 outbreak of Ebola virus disease in Liberia* che realizza un modello matematico interpretativo della trasmissione del virus Ebola.
- 2017: *Wind from the black hole accretion disk driving a molecular outflow in an active galaxy* che dimostra gli effetti dei venti emessi dai buchi neri sulla formazione delle nuove stelle all'interno delle galassie.
- 2018: *The quest for forbidden crystals* che dimostra le possibilità di scoprire nuovi quasicristalli in natura (con composizioni chimiche ancora inesplorate in laboratorio) e di estendere i risultati di questo nuovo campo di ricerca ad altri ambiti scientifici e ad inedite applicazioni industriali.

- 2019: *A Test for Creutzfeldt–Jakob Disease Using Nasal Brushings* che presenta un test non invasivo della malattia di Creutzfeldt-Jakob utilizzando tamponi nasali, aprendo prospettive incoraggianti nella diagnosi precoce anche di altre malattie degenerative come la malattia di Parkinson, la malattia di Alzheimer e la demenza a corpi di Lewy, e consentendo di intraprendere tempestivamente le cure specifiche.