

## TERABOARD traccia la strada per interconnessioni fotoniche integrate ad alta densità di banda e basso consumo per comunicazioni chip-to-chip e board-to-board

TERABOARD (*High bandwidth density and scalable optically interconnected Terabit/s Board*), progetto UE concesso nel 2015, nei 48 mesi di esecuzione ha permesso di risolvere una serie di sfide riguardanti le comunicazioni ad alta densità di banda in uno scenario di elevata densità spaziale, come previsto per i sistemi avanzati datacom per data center, con i requisiti tracciati da Ericsson, STM e Nokia. Dispositivi attivi in silicon photonics, sviluppati da imec, sono stati co-integrati con moduli 3D-IC (integrated circuit) attraverso through-silicon vias (TSV) con diametro di 10  $\mu\text{m}$  e profondità di 100  $\mu\text{m}$ , e micro-bumps con passo di 50  $\mu\text{m}$  realizzati su wafer, aprendo il percorso per uno stacking di chip elettronici e fotonici ad alta densità e basse perdite parassite, per consentire interconnessioni ad alta velocità significativamente migliorate rispetto al più convenzionale wire-bonding. Il co-packaging di driver elettronici e TIA con modulatori elettro-assorbimento SiGe e/o modulatori microring Si e rivelatori Ge ha dimostrato prestazioni molto elevate con velocità di trasmissione fino a 70 Gb/s per i modulatori e 80 Gb/s e anche 90 Gb/s per rivelatori Ge in guida d'onda, con un costo energetico complessivo del transceiver di 3 pJ/bit per ciascuna porta elettro-ottica (elettrica ed ottica). I risultati sono stati testati anche per distanze tipiche dei data center di 3 km con prestazioni pressoché invariate ad alta velocità di trasmissione. Con la demo board pilotata da un FPGA, comunicazioni error free al ricevitore sono state testate da Ericsson e CNIT fino a 50 Gb/s per canale. Considerando che un gran numero di interconnessioni ottiche era uno degli obiettivi del progetto, sono stati riportati altri due principali progressi tecnici. È stato dimostrato un connettore ottico a basso profilo (1 mm) e bassa perdita (1,7 dB) con dodici fibre, realizzato da CNIT con CNR e UPV, montato direttamente sul circuito in silicon photonics. È stato anche presentato un sistema di routing ottico passivo basato su un'architettura di redistribuzione multistrato ottica. Questo ultimo sistema, proposto da CNIT e assemblato da UPV, è costituito da uno stacking di almeno due strati di guide d'onda in silica collegati tramite VIA ottici verticali, sviluppati da CNR. Con questo metodo molti collegamenti ottici possono essere instradati senza ricorrere a complicati sistemi WDM ad alta perdita che richiedono la selezione e il controllo della lunghezza d'onda del laser. Tutti i risultati sono stati divulgati da EPIC in numerosi eventi. TERABOARD ha trovato richiesta di sviluppo immediato da parte di una delle società partner, grazie ai risultati sui transceiver ad alta densità di banda e alla promettente soluzione di connettività ad alta densità.



P H O T O N I C S P U B L I C P R I V A T E P A R T N E R S H I P

[www.photonics21.org](http://www.photonics21.org)

TERABOARD è costituito dal seguente consorzio:

- CNIT, Italia – *Coordinatore* e Fondazione INPHOTEC, Italia – *Linked third party*
- Ericsson Research, Italia
- STMicroelectronics, Italia
- imec, Belgio
- Nokia System Networks Italia, Italia
- Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Italia
- Universitat Politecnica De Valencia (UPV), Spagna
- European Photonics Industry Consortium (EPIC), Francia