

COMUNICATO STAMPA

Telecomunicazioni oltre il 6G: il primo chip standalone a onde di spin con campo magnetico incorporato

Un microchip integrato in silicio che utilizza le onde di spin per operare tra 3 e 8 GHz senza necessitare di magneti esterni.

Milano, 13 gennaio 2025 - Il Politecnico di Milano crea il primo dispositivo integrato e completamente sintonizzabile il cui funzionamento si basa sulle onde di spin, un progetto che apre nuove possibilità per le telecomunicazioni del futuro, ben oltre gli attuali standard 5G e 6G. Pubblicato sulla rivista *Advanced Materials*, lo studio è stato condotto da un gruppo di ricerca guidato da **Riccardo Bertacco** del Dipartimento di Fisica del Politecnico di Milano, in collaborazione con **Philipp Pirro** della Rheinland-Pfälzische Technische Universität e **Silvia Tacchi** dell'Istituto Officina dei Materiali - CNR-IOM.

La **magnonica** è una tecnologia emergente che utilizza le onde di spin (ovvero eccitazioni collettive degli spin elettronici nei materiali magnetici) come alternativa ai segnali elettrici. La diffusione di questa tecnologia è stata finora ostacolata dalla necessità di un campo magnetico esterno, che ne ha impedito l'integrazione nei chip.

Il nuovo dispositivo sviluppato presso il Politecnico aggira questo ostacolo: è miniaturizzato (100×150 micrometri quadrati, dimensioni sensibilmente inferiori rispetto agli attuali dispositivi di elaborazione dei segnali a radiofrequenza basati su onde acustiche); è completamente integrato su silicio, pertanto compatibile con le piattaforme elettroniche esistenti, e funziona senza magneti esterni grazie a una combinazione innovativa di micromagneti permanenti SmCo e concentratori di flusso magnetico.

La guida d'onda di spin è realizzata in CoFeB e dotata di due antenne per l'ingresso e l'uscita del segnale a radiofrequenza. Il campo magnetico trasversale può essere modulato con estrema precisione modificando la distanza tra i magneti e i concentratori all'interno di un intervallo tra 11 e 20,5 mT. Ciò consente di regolare la frequenza operativa tra 3 e 8 GHz e lo sfasamento fino a 120 gradi a 6 GHz.

Oltre a dimostrare il principio della tecnologia, i ricercatori sottolineano che: i prototipi svolgono già la funzione di linee di ritardo e sfasatori, senza l'applicazione di un campo di polarizzazione esterno; esiste la possibilità di integrare MEMS all'interno del progetto al fine di consentire ai dispositivi di essere riconfigurati in tempo reale; la scelta dei micromagneti SmCo ne garantisce la stabilità a temperature fino a 200 °C e la possibilità di generare il campo magnetico senza consumare energia.

Come spiega **Riccardo Bertacco** del Dipartimento di Fisica del Politecnico di Milano: *"Questo risultato è un passo decisivo per portare le onde di spin dalle dimostrazioni in laboratorio a una"*

tecnologia che può essere effettivamente incorporata nei sistemi di telecomunicazione e nei circuiti elettronici".

Silvia Tacchi, del CNR-IOM, aggiunge: *"Questa scoperta costituisce un avanzamento fondamentale nel campo della magnetica in quanto porta i chip a onde di spin un passo più vicini all'integrazione nei dispositivi elettronici".*

Lo sviluppo di tali dispositivi rientra nel progetto **MandMEMS**, finanziato dall'Unione Europea nell'ambito di **Horizon Europe**. Il coordinatore del progetto, **Philipp Pirro** della RPTU, descrive questo successo come parte integrante della tabella di marcia del progetto stesso: "Grazie al raggiungimento di questo traguardo siamo ora in grado di affrontare le prossime sfide, come l'ulteriore aumento dell'efficienza di trasmissione dei dispositivi. Alla luce dei grandi progressi registrati fino ad ora, siamo fiduciosi di poter presentare presto dispositivi 6G commercializzabili standalone basati su chip a onde di spin".

Il consorzio coinvolge diversi centri di ricerca europei e partner industriali, e mette in campo competenze che vanno dalla magnonica ai MEMS, dall'elettronica a radiofrequenza alla scienza dei materiali. L'obiettivo è sviluppare una piattaforma tecnologica in grado di rendere i dispositivi di comunicazione del futuro più efficienti, compatti e riconfigurabili, gettando così le fondamenta di nuove applicazioni nelle telecomunicazioni e nell'elettronica ad alta frequenza.

Con questa innovazione, il Politecnico di Milano, la Rheinland-Pfälzische Technische Universität e l'Istituto Officina dei Materiali - CNR-IOM hanno preparato il terreno per lo sviluppo di dispositivi compatti, a basso consumo e ad alte prestazioni, con possibili riverberi non solo sul futuro delle telecomunicazioni, ma anche su elettronica di consumo, settore automobilistico, diagnostica e più in generale su tutte le applicazioni che richiedono l'elaborazione integrata di segnali ad alta frequenza.

Sito web del progetto: www.mandmems.eu

M. Cocconcelli, F. Maspero, A. Micelli, A. Toniato, A. Del Giacco, N. Pellizzi, A. E. Plaza, A. Cattoni, M. Madami, R. Silvani, C. Adelman, A. A. Hamadeh, P. Pirro, S. Tacchi, F. Ciubotaru, R. Bertacco, "Standalone Integrated Magnonic Devices", *Adv. Mater.* 2025, 2503493.
<https://doi.org/10.1002/adma.202503493>

PER ULTERIORI INFORMAZIONI:

Emanuele Sanzone, Media Relations Politecnico di Milano, +39 3316480248, relazionimedia@polimi.it
Francesca Zavino, Communication Officer CNR-IOM, +39 3336424874, comunicazione@iom.cnr.it
Julia Reichelt, Communication Officer RPTU Kaiserslautern-Landau, +49 631 2050, presse@rptu.de