

COMUNICATO STAMPA

6G e monitoraggio sismico, dal progetto MetaVEH sensori “green” e grandi come una monetina

Dalla ricerca del consorzio formato da ZHAW Zürich, Imperial College London e Politecnico di Milano, insieme a Multiwave Technologies e STMicroelectronics, un prototipo su scala micro privo di piombo e terre rare, e senza bisogno di batterie

Milano, 23 ottobre 2025 – Sensori “green”, **energeticamente autonomi e piccoli come una monetina** per reti wireless e monitoraggi in tempo reale. Sono il risultato del progetto **MetaVEH** (*Metamaterial Enabled Vibration Energy Harvesting*), appena concluso e finanziato con **4 milioni di euro** nell’ambito di **Horizon 2020** “Pillar 1 – Excellent Science”, con una *call* per contribuire a ridurre le emissioni di CO₂. A portarlo a termine, i ricercatori di un consorzio costituito da tre atenei, il capofila **ZHAW Zürich, Imperial College London e il Politecnico di Milano**, insieme a **Multiwave Technologies** e a **STMicroelectronics**.

L’idea di partenza è stata semplice: **sfruttare il passaggio di veicoli su architetture come ponti, autostrade e le conseguenti vibrazioni prodotte, per alimentare gli stessi sensori adibiti al loro monitoraggio strutturale**. I sensori sono oggi ampiamente utilizzati e spesso difficili (o impossibili) da raggiungere per il ricambio di batterie, poiché posizionati in punti scomodi, magari in cima a un’antenna o sulle travi di un viadotto. La vera sfida è stata realizzare un dispositivo di dimensioni ridotte, e **risolvere il problema dell’alimentazione energetica** necessaria a tali sensori sia per il funzionamento, sia per la trasmissione di dati, **limitando così lo spreco di batterie** – e l’impatto ambientale dello smaltimento di quelle esauste.

Il prototipo messo a punto da **MetaVEH**, dopo quasi cinque anni di studi, si basa sul concetto di **“energy harvesting”**, ovvero l’utilizzo dell’energia disponibile nell’ambiente sotto forma di vibrazioni attraverso l’impiego di materiali piezoelettrici che consentono, appunto, di convertire l’energia meccanica in energia elettrica. Quelli più efficaci e finora comunemente impiegati nei sensori già esistenti, però, contengono piombo, elemento tossico per l’ambiente: durante il progetto **sono stati sviluppati e validati, invece, materiali piezoelettrici “green” e privi di terre rare**, avvalendosi di un elemento standard e di facile reperibilità come il **nitrato di alluminio**.

Contestualmente, è stata **sviluppata la tecnologia per produrre metamateriali meccanici** – materiali appositamente “ingegnerizzati” per avere determinate proprietà e reazioni – **in grado di manipolare la propagazione delle onde elastiche**, amplificando notevolmente le prestazioni degli *energy harvester*. I metamateriali così ideati, e realizzati con tecniche innovative di stampa 3D, presentano una particolare gradazione delle proprietà meccaniche, in virtù della quale sono in grado di “catturare” l’onda che li attraversa, forzandola a concentrarsi dove è posizionato il materiale piezoelettrico – un fenomeno denominato *“rainbow trapping”*. **La tecnologia messa a punto per l’ingegnerizzazione dei metamateriali è stata brevettata da Imperial College**

London e Politecnico di Milano. Ciò ha permesso di prototipare gli *energy harvester* su varie scale, fino a giungere alla **scala MEMS** (*Micro-Electro-Mechanical Systems*): **il dispositivo concepito** è un oggetto lungo complessivamente 300 micron, ovvero meno di mezzo millimetro, e sta **tutto dentro una moneta da 1 centesimo**.

«Con MetaVEH abbiamo provato che gli *harvester* di energia vibrazionale possono passare dalla teoria a una piattaforma multisensore completamente autonoma – afferma **Andrea Colombi**, docente presso **ZHAW Zürich** e **coordinatore di MetaVEH** – Abbinando strutture di metamateriali avanzati a una gestione non lineare dell'energia e alla trasmissione wireless, abbiamo dimostrato che i sensori possono funzionare senza batterie pur continuando a raccogliere dati attendibili, anche in ambienti in cui sostituire le batterie è difficile o impossibile. Questo apre la strada a soluzioni di monitoraggio sostenibili per infrastrutture e per l'Internet of Things».

«MetaVEH ha rappresentato anche una sfida interessante dal punto di vista matematico, per cui abbiamo affrontato la complessità di mettere insieme sistemi non lineari, la creazione di metamateriali e la multifisica – dichiara **Richard Craster**, preside della Facoltà di Scienze Naturali dell'**Imperial College London** – Questi progressi nella teoria e nella simulazione sono stati essenziali per arrivare al prototipo e dimostrarne il potenziale in applicazioni reali».

«Noi ci occupiamo di meccanica strutturale ad ampio spettro, specialmente su questo tipo di sensori – ha commentato **Raffaele Ardito**, docente del **DICA – Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale** e coordinatore di **MetaVEH** per il Politecnico di Milano – e con i colleghi del **Dipartimento di Meccanica** di ateneo abbiamo lavorato molto per trovare un'alternativa “green”. Così, a fine progetto, abbiamo a disposizione **un prototipo che è un energy harvester su scala micro con materiale piezoelettrico senza piombo, né terre rare**, quindi neutro da un punto di vista etico e di sostenibilità ambientale».

Moltissime le potenzialità per l'applicazione pratica, in due campi in particolare: come risonatori ad altissima qualità per **telecomunicazioni 6G**, e come **sensori autonomi per il monitoraggio dell'integrità strutturale e dei rischi ambientali**. Raccogliendo l'energia dalle vibrazioni ambientali, questi dispositivi possono essere impiegati in zone inaccessibili, riattivandosi solo quando necessario e trasmettendo dati in tempo reale per salvaguardare le infrastrutture. Per esempio, potrebbero fornire segnali di preallerta per movimenti indotti da terremoti, instabilità del suolo, o danni da logoramento in strutture critiche come ponti e gallerie.

Per il progetto, **STMicroelectronics** ha realizzato prototipi su scala micrometrica integrando materiali piezoelettrici senza piombo direttamente nel processo di fabbricazione dei MEMS. Questa innovazione ha migliorato l'efficienza nella conversione dell'energia meccanica in energia elettrica e ha aperto la strada a nuove applicazioni potenzialmente utili nei settori delle comunicazioni 6G e dell'Internet of Things (IoT). Inoltre, il progetto MetaVEH è stato selezionato nell'ambito delle iniziative [EU Innovation Radar Platform](#) per l'elevato contenuto innovativo.

[QUI IL LINK ALLE IMMAGINI](#)

[QUI IL LINK AL SITO MetaVEH](#)

PER INFORMAZIONI:

ZHAW ZÜRICH

IMPERIAL COLLEGE LONDON

Andrea Colombi | colo@zhaw.ch

Eleanor Green | +44 (0)20 7594 9915 | e.green@imperial.ac.uk

POLITECNICO DI MILANO – Media Relations

Raffaella Turati | +39 3402652568 | relazionimedia@polimi.it