

[as] benvenuti a bordo

Misurare l'incredibilmente piccolo.

di Antonella Varaschin

<
Uno Squid al microscopio elettronico: il lato del quadrato esterno misura circa 1 millimetro! La serpentina più chiara che si vede in primo piano è la bobina che genera la variazione di campo magnetico, lo Squid invece è "l'anello quadrato" che sta sotto la bobina, di colore più scuro.

Misurare nelle antenne risonanti oscillazioni di ampiezza inferiore a un milardesimo di miliardesimo di metro, ovvero un millesimo delle dimensioni di un nucleo atomico, è possibile grazie a complessi dispositivi, all'interno dei quali a svolgere un ruolo determinante sono gli Squid. Andrea Vinante è un giovane fisico che attualmente lavora a Trento con un assegno di ricerca post-doc all'Istituto di Fotonica e Nanotecnologie del Cnr ed è associato all'Infn di Padova. Fin dai tempi della laurea, nel 1998, si è occupato dello studio degli Squid (*Superconducting Quantum Interference Devices*), sofisticatissimi misuratori di variazione del campo magnetico.

"Qualsiasi fenomeno induca un campo magnetico, anche molto debole, può essere in linea di principio misurato da uno Squid", ci spiega Andrea. "Gli Squid – prosegue – sono degli anelli superconduttori che, sfruttando effetti quantistici a livello macroscopico, convertono il campo magnetico che li attraversa in un segnale elettrico amplificato". Nelle antenne gravitazionali, lo Squid è collocato in prossimità della barra. Tra i due dispositivi, c'è un sistema, chiamato trasduttore, che fa sì che l'oscillazione meccanica della barra sia tradotta in un segnale elettrico, il quale produce, attraverso una bobina, una variazione del campo magnetico che attraversa lo Squid. Nell'applicazione

degli Squid alle antenne gravitazionali i ricercatori del gruppo di Trento si sono però trovati davanti a un problema:

"Questi sono dispositivi estremamente sensibili ma applicati alle antenne gravitazionali – ci racconta Andrea – la loro sensibilità peggiorava di vari ordini di grandezza." Lo Squid, finché funziona da solo, ha un livello di rumore di fondo bassissimo. Questo rumore "inquinante", che è proprio di ogni processo e di ogni strumento di misura, negli Squid è vicino ai livelli minimi consentiti dai principi fondamentali della meccanica quantistica, sui quali essi si basano. Quando, però, si accoppia uno Squid a un particolare dispositivo, come un'antenna gravitazionale, si generano delle instabilità e le prestazioni peggiorano. "Individuare dove fossero i problemi, che erano di vario tipo, e trovare per ciascuno di essi una soluzione, è stato un lavoro che ci ha impegnato per alcuni anni, ma ora Auriga, l'esperimento dell'Infn ai Laboratori Nazionali di Legnaro, al quale io ho lavorato, è operativo con uno Squid che funziona con elevata stabilità al suo livello di rumore ottimale". Gli Squid sono nati negli anni '60 nell'ambito di studi di fisica dei superconduttori. "L'antenna gravitazionale è al momento l'applicazione che richiede le prestazioni più spinte. Attualmente stiamo valutando un possibile utilizzo di Squid nell'esperimento Dual, che rappresenta un'evoluzione delle

antenne risonanti, e per il quale sono richieste prestazioni ancora più spinte. Tuttavia, si tratta per ora solo di uno studio di fattibilità, la cui finalizzazione in un vero rivelatore è ancora incerta. Per questo stiamo anche cercando di capire se possiamo applicare gli Squid ad altri studi di fisica fondamentale", osserva Andrea. Attualmente gli Squid hanno una serie di applicazioni abbastanza variegata ma tutte di nicchia. Le prestazioni sono spesso nettamente superiori a quelle di altri dispositivi concorrenti, ma il fatto di essere superconduttori e di necessitare quindi di temperature molto basse ha limitato la loro diffusione in applicazioni pratiche. Una delle più interessanti riguarda il loro utilizzo in neuroscienze per misurare, in modo non invasivo, le correnti elettriche che si generano all'interno del cervello (magnetoencefalografia). Altre applicazioni riguardano lo studio di proprietà magnetiche della materia, la risonanza magnetica nucleare, le prospezioni geomagnetiche e archeologiche. In fisica fondamentale sono usati in esperimenti di gravitazione, in esperimenti per la rivelazione di assioni (particelle che, se scoperte, potrebbero dare informazioni sulla materia oscura) o forze esotiche, e nei rivelatori di particelle (come nei bolometri e nei microcalorimetri criogenici). "Il settore che però vedo più promettente per questa tecnologia è quello dei computer quantistici", conclude Andrea.