

UNIVERSITÀ DI GENOVA - DIFI / Presso il Dipartimento di Fisica, professori e ricercatori, assegnisti e dottorandi operano a livello internazionale su quasi tutti i settori della fisica

Rivelatori superconduttivi per osservare stelle e Buchi Neri

Dopo circa 20 anni di sviluppi, la moderna frontiera della tecnologia è pronta per operare al fianco della NASA per il futuro telescopio spaziale ATHENA

Con il telescopio spaziale si potranno osservare il cosiddetto cosmic-web e i primi Buchi Neri e stelle di circa 13 miliardi di anni fa

Il "Low Temperature Detectors Group - LTD/Group" guidato dal Prof. Flavio Gatti lavora per studiare ai raggi X le stelle e la loro evoluzione fino ai Buchi Neri. Il Sole è una stella di ultima generazione nata in un ambiente sufficientemente ricco di metalli e di molti elementi chimici tale da consentire la creazione di pianeti e della vita. Ma le stelle della prima generazione nacquero nel primo miliardo di anni, quando c'era abbondanza di solo idrogeno, elio e litio del Big Bang, sufficienti solamente a farle vivere fino a collassare nei primi Buchi Neri. Forse, sono questi stessi che hanno dato origine ai Buchi Neri Giganti al centro delle galassie, come Sgr.A nella Via Lattea, e ne hanno influenzato la formazione e l'evoluzione per circa 10 miliardi di anni. L'LTD/Group ha sviluppato dal '90 una nuova classe di rivelatori che operano a temperature inferiori al decimo di Kelvin. Un gruppo di giovani ricercatori, dottorandi e studenti (M. de Gerone, G.Gallucci, M. Fedkevyc, B. Siri, L. Ferraro Barusso, P. Tarassi) partecipano alle ricerche nel laboratorio dove si progettano e realizzano questi dispositivi superconduttivi, che rappresentano la moderna frontiera della tecnologia dei rivelatori. Dopo circa 20 anni di sviluppi, sono sufficientemente maturi da essere proposti dall'Agenzia Spaziale Europea per

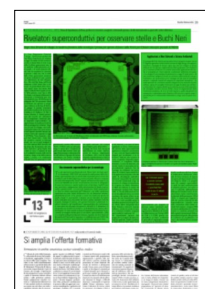
il futuro telescopio spaziale ai raggi X: ATHENA. "Uno strumento - spiega il Prof. Flavio Gatti - cento volte più risolutivo rispetto ai telescopi attuali, con cui si potrà indagare il fato della materia dell'Universo: dal Big Bang alla formazione del Sole. Potrà osservare i primi Buchi Neri e stelle di circa 13 miliardi di anni fa, il cosiddetto 'cosmic-web', cioè la struttura a larga scala della materia visibile e oscura, e le coalescenze di Buchi Neri che generano le onde gravitazionali rivelate dalle antenne LIGO e VIRGO. Sarà un telescopio lungo 13 metri, dove i rivelatori sul piano focale della enorme 'lente' per raggi X lavoreranno a temperature di 50 milli-Kelvin. Il gruppo di Genova contribuisce con l'unico rivelatore europeo che funzionerà in tandem con quello realizzato dal Goddard Space Flight Center della NASA".

Il gruppo del Prof. Gatti lavora nel Dipartimento di Fisica dell'Università di Genova, dipartimento di eccellenza, offre corsi di laurea triennali, rispettivamente in Fisica e quello interdipartimentale in Scienze dei Materiali, e un corso di laurea magistrale in Fisica. Relativamente alle attività sulla superconduttività applicata ai rivelatori e acceleratori, vi sono corsi di Superconduttività, Magneti per Acceleratori e un Laboratorio dedicato alle tecniche di vuoto, criogenia e dispositivi superconduttori. A completare l'offerta formativa, il corso di dottorato, che include inoltre il curriculum in Superconduttività Applicata. Dal '90 il gruppo ha sviluppato una nuova classe di rivelatori superconduttivi e li ha applicati per la prima volta allo studio di decadimenti radioattivi, altrimenti impossibili da osservare con tecniche tradizionali. Dopo un decennio di sviluppi in laboratorio, ha scoperto un effetto denomina-

to BEFS che deforma lo spettro del decadimento nucleare beta (Nature 1999). A 70 anni dalla teoria di Fermi sul decadimento beta si è potuto constatare che questo effetto va aggiunto alla sua formulazione originale. Ciò è stato possibile grazie ai contributi pionieristici dei prof. Sandro Vitale, allievo del grande fisico Ettore Pancini, e del prof. Gaetano Gallinaro, che fu tra i primi al mondo a realizzare rivelatori criogenici superconduttivi negli anni '60.

Nel dipartimento operano altri gruppi che si occupano di superconduttività applicata. Quello coordinato dalla Prof.ssa Putti studia nuovi superconduttori per magneti ad altissimo campo, soprattutto quelli basati su composti del ferro, che rappresentano l'obiettivo di ricerche in collaborazione con l'istituto SPIN del CNR e il CERN, perché consentirebbero ai futuri acceleratori di particelle di raggiungere energie 5-10 volte più alte dell'attuale LHC".

Quello coordinato dal Dott. Pasquale Fabbricatore dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare di Genova, che opera nel dipartimento di fisica, che dirige lo studio e la progettazione dei magneti superconduttivi, molti dei quali realizzati presso le industrie genovesi. Tra questi vi sono il solenoide dell'esperimento Babar per lo Stanford Linear Accelerator Center, vicino a San Francisco, il solenoide dell'esperimento CMS al CERN e i magneti per l'upgrade di LHC che saranno realizzati da ASG Superconductors, coinvolta anche nella costruzione delle bobine toroidali del reattore a fusione ITER nel nuovo stabilimento di La Spezia. Genova si conferma pertanto una delle capitali internazionali della superconduttività grazie alla presenza di eccellenze sia accademiche e di ricerca che industriali ben connesse fra loro.



Applicazioni ai Beni Culturali e Scienze Ambientali

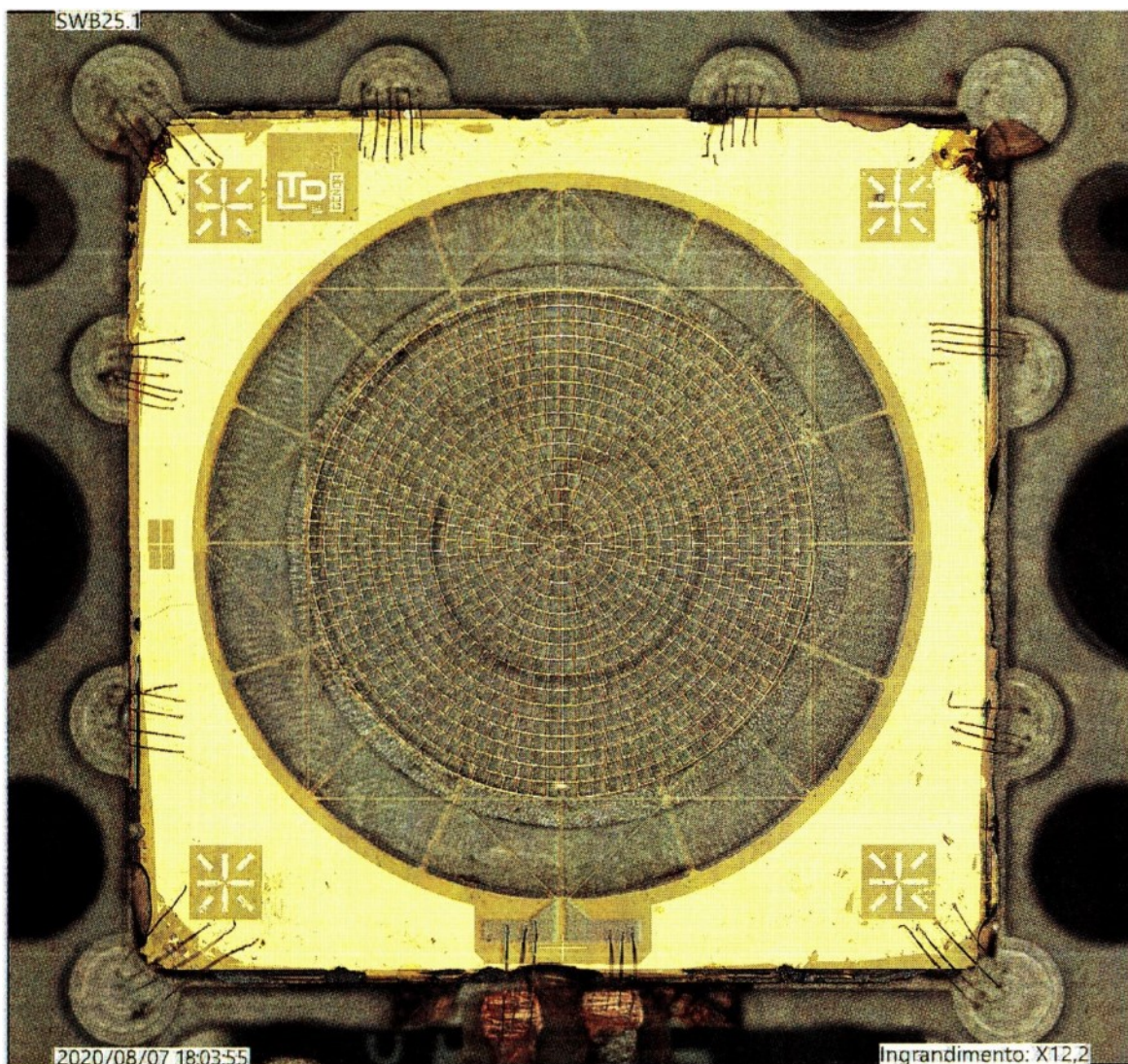
Il gruppo del Prof. Gatti ha al suo attivo diversi progetti europei, tra cui l'appena approvato AHEAD2020 (Advanced High Energy Astrophysics Detectors). Il gruppo di Genova segue due linee di sviluppo: la prima dedicata ad un ulteriore miglioramento della performance del rivelatore per la missione ATHENA e la seconda relativa alla applicazione allo studio di manufatti per i beni culturali e ambientali. L'obiettivo principale è lo sviluppo di un prototipo di spettrometro a raggi X multi-pixel e ad alta risoluzione energetica basato sui rivelatori superconduttivi nati per l'astrofisica, ma che possono essere impiegati per gli studi di manufatti artistici e culturali, nonché di campioni di inquinanti atmosferici. Lo studio prevede che i rivelatori saranno integrati in una struttura di facile utilizzo, capace di raccogliere l'emissione di raggi X indotta da sottili fasci di protoni che vengono diretti su piccolissime porzioni della superficie del manufatto artistico (tecnica PIXE). Grazie al miglioramento della risoluzione energetica, di circa 10 volte rispetto a quelli attualmente in commercio, si apriranno nuove frontiere alla ricerca in questi campi e possibilità per la realizzazione industriale su larga scala di questi strumenti.

Uno strumento superconduttivo per la cosmologia

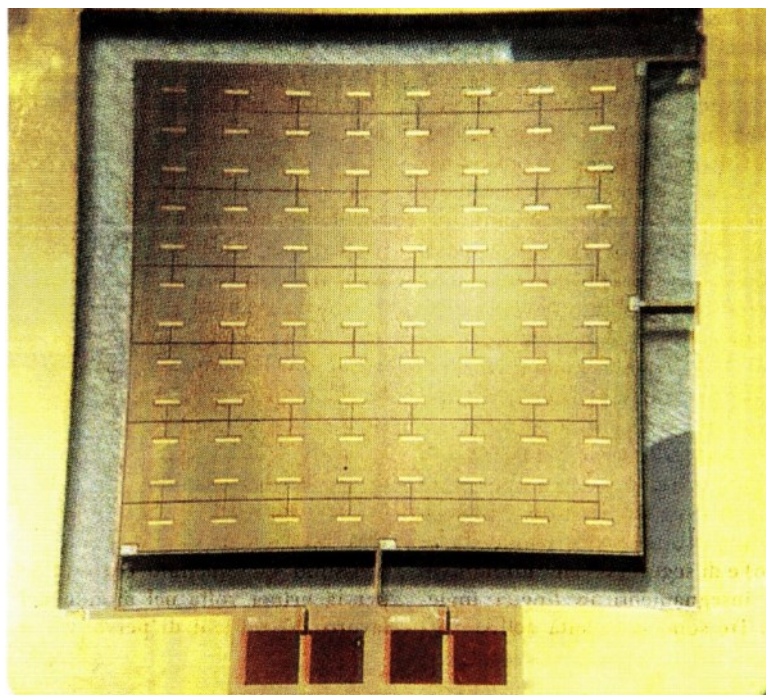
Tra gli esperimenti coordinati dal prof. Flavio Gatti, troviamo quello denominato LSPE-INFN che prevede la realizzazione dello strumento superconduttivo per la misura delle microonde per la ricerca dei cosiddetti modi B della radiazione cosmica di fondo. Questa è composta da onde elettromagnetiche "fossili" vaganti nell'universo dai tempi in cui aveva solo 300.000 anni di vita. Ci trasmettono una sorta di "fotografia" di come era l'universo a epoche molto vicine al big bang. I modi B sono una particolare configurazione della polarizzazione del fondo cosmico, simili a "grandi vortici", e si osservano tramite una "lente" polarizzatrice. Sono un indizio importante dell'"inflazione", cioè della rapidissima espansione nei primi istanti dell'universo che, da dimensioni inimmaginabilmente piccole, lo ha portato a essere non molto più piccolo di quello attuale. Le osservazioni si faranno con un telescopio che volerà nella stratosfera artica trascinato dal vortice polare invernale a 40 Km di quota. Il gruppo di Genova, con i giovani ricercatori e dottorandi, realizza i bolometri e gli "amplificatori" superconduttori che costituiscono il cuore attivo del telescopio che opererà a 300 milli-K. Il bolometro è il più grande mai prodotto al mondo (1 cm di diametro) ed è spesso solo 1 micrometro. La zona centrale a forma di ragnatela è l'antenna per le microonde che vengono rivelate grazie a un sensore superconduttore. LSPE è un progetto dell'Agenzia Spaziale Italiana; è guidato dal prof. Paolo de Bernardis dell'Università La Sapienza e in collaborazione con l'INFN che finanzia lo strumento superconduttivo, guidato dal Prof Flavio Gatti.



Il Prof. Flavio Gatti del Dipartimento di Fisica dell'Università di Genova



Un Bolometro per lo studio del Big Bang prodotto nei laboratori del LTD/Group a Genova montato nella cavità a microonde sviluppata all'Università La Sapienza



Il rivelatore realizzato a Genova per il piano focale del futuro telescopio a raggi X ATHENA che opererà in tandem con quello del Goddard Space Flight Center - NASA