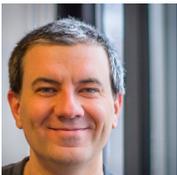




NEWSLETTER 71

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

INTERVISTA



MVM, DALLA MATERIA OSCURA AI VENTILATORI POLMONARI

Intervista a Cristian Galbiati, professore al GSSI Gran sasso Science Institute e alla Princeton University, ricercatore INFN, ideatore e promotore del progetto MVM, p. 2

NEWS

RICONOSCIMENTI

- A LUCIO ROSSI IL PREMIO ROLF WIDERÖE 2020, p. 5

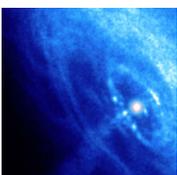
APPLICAZIONI - COVID-19

- IL SUPERCALCOLO PUBBLICO SOSTEGNO DELLA LOTTA ALLA PANDEMIA, p. 6
- UN SITO DI SUPPORTO PER LE IMPRESE ITALIANE DELLA BIG SCIENCE, p. 7

APPLICAZIONI

- RIVELAZIONE A RAGGI-X E SEMICONDUTTORI ORGANICI, p. 8

FOCUS



LA PULSAR DEL GRANCHIO AI RAGGI X: POLARLIGHT CONFERMA IL SUCCESSO DELLA TECNOLOGIA TUTTA ITALIANA, p. 9

» INTERVISTA**MVM, DALLA MATERIA OSCURA
AI VENTILATORI POLMONARI**

Intervista a Cristian Galbiati, professore al GSSI Gran sasso Science Institute e alla Princeton University, ricercatore INFN, ideatore e promotore del progetto MVM.

La rapida diffusione del CoViD-19 ha drammaticamente prospettato per molti dei Paesi colpiti dalla pandemia una possibile scarsità di ventilatori rispetto al numero di pazienti: chi contrae il virus può, infatti, sviluppare complicanze polmonari molto gravi tanto da richiedere l'impiego di un supporto respiratorio che pompi l'ossigeno nei polmoni ed espella l'anidride carbonica quando viene rilasciata l'aria. I ventilatori attualmente reperibili sul mercato sono apparecchiature sofisticate, con complessi sistemi di controllo, costose e con progetto protetto. L'obiettivo della collaborazione internazionale MVM Milano Ventilatore Meccanico è stato allora progettare, sviluppare, costruire e certificare un ventilatore sicuro ed efficiente, dotato di un sistema di controllo avanzato che consentisse le diverse modalità di ventilazione, ma che al contempo fosse caratterizzato da un design semplice, basato su componenti di facile reperibilità sul mercato per poter essere rapidamente prodotto nei diversi Paesi. MVM è diventato un prototipo replicabile certificato in poco più di un mese: concepito come idea il 19 marzo, il 1° maggio ha infatti ottenuto la EUA Emergency Use Authorization della FDA Food and Drug Administration, l'ente certificatore statunitense, e potrà quindi entrare nelle dotazioni degli ospedali dei Paesi che riconoscono la certificazione americana. Abbiamo chiesto a Cristian Galbiati, ideatore e promotore di MVM, di descrivere il progetto e ripercorrerne la storia.

Come è nato il progetto MVM?

È nato su idea e iniziativa di alcuni scienziati della collaborazione internazionale GADM (Global Argon Dark Matter), che sono impegnati in attività di ricerca sulla materia oscura, con esperimenti ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'INFN e in laboratori canadesi. La realizzazione dei sofisticati apparati sperimentali per la ricerca in fisica fondamentale ha consentito, infatti, lo sviluppo di specifiche competenze in materia di sistemi di controllo complessi e per la gestione dei gas, analoghi a quelli impiegati nei ventilatori polmonari. Da qui l'idea di impiegare queste nostre competenze per realizzare un nuovo dispositivo meccanico per la respirazione assistita.

Come siete riusciti, partendo dalle vostre competenze di fisici, ad arrivare al prototipo industrializzato di un ventilatore polmonare in poco più di un mese?

Grazie alla capacità di mettere a sistema le risorse e lavorare in grandi collaborazioni e in contesti

» INTERVISTA

multidisciplinari, unita alla grande dedizione di tutte le persone che vi hanno preso parte.

Il primo esemplare di MVM è stato realizzato in Lombardia, la Regione italiana maggiormente colpita dalla pandemia, e dove risiedo. Abbiamo sviluppato un primo prototipo presso il centro di assistenza tecnica per respiratori dell'azienda Sapio Life di Vaprio d'Adda, vicino a Bergamo, in collaborazione diretta e continua con il Dipartimento di Fisica dell'Università Statale di Milano. Ma portare il ventilatore MVM fino ai pazienti richiede ovviamente competenze che vanno ben oltre l'ambito della fisica delle particelle. E la collaborazione è andata così espandendosi per includere tutte le competenze necessarie, in particolare quelle in ambito medico e anestesiologicalo. Al progetto hanno quindi aderito clinici e operatori sanitari, e imprese con capofila Elemaster, che ha coordinato la partecipazione delle altre aziende Nuclear Instruments, AZ Pneumatica, Saturn Magnetic, Bel Power Europe e Camozzi. Elemaster ha messo a disposizione il suo laboratorio per lo sviluppo delle prime unità e ha creato l'intera parte elettronica del ventilatore, dal circuito stampato, prodotto dalla propria divisione, all'assemblaggio completo, realizzato grazie al contributo di tutte le altre aziende coinvolte. Dopo collaudi accurati e processi di qualifica della performance del primo prototipo con simulatori di respirazione, condotti con il Dipartimento di Medicina dell'Università di Milano-Bicocca presso l'Ospedale San Gerardo di Monza, è stato possibile realizzare in poche settimane il primo prototipo industrializzato che ha dimostrato la correttezza e la fattibilità del disegno concettuale.

Qual è stato in particolare il contributo dell'INFN?

L'INFN ha coordinato lo sviluppo dell'elettronica, con il contributo di varie Sezioni, del Centro Nazionale di Calcolo CNAF e dei Laboratori del Gran Sasso. In pochi giorni i ricercatori INFN hanno progettato il prototipo della scheda che ospita il microcontrollore e gestisce le elettrovalvole, i sensori di pressione e di ossigeno. Le competenze informatiche disponibili nell'INFN hanno reso inoltre possibile la realizzazione della Graphic User Interface (GUI) che permette di visualizzare su un display LCD i parametri vitali del paziente e consente al personale medico di impostare i parametri di funzionamento del ventilatore.

La collaborazione si è ampliata velocemente in Italia e all'estero.

Sì, il progetto MVM ha potuto contare fin da subito sul supporto di molte istituzioni italiane: oltre al fondamentale contributo dell'INFN, anche le Università di Milano-Bicocca, Milano Statale, Napoli Federico II, GSSI Gran Sasso Science Institute, degli istituti STIIMA e ISTP del CNR Consiglio Nazionale delle Ricerche del CNR, e in seguito anche sul contributo delle altre Università lombarde di Bergamo, Brescia, Pavia, e dell'Insubria, e di ricercatori del Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale dell'Università di Pisa e dell'IFC del CNR, supportati dal personale della Fondazione Toscana Gabriele Monasterio, e della ditta SRA Instruments.

All'estero il primo ad appassionarsi al progetto e a raccogliere l'invito a metterlo in atto è stato il premio Nobel

» INTERVISTA

per la fisica Arthur McDonald della Queen's University, che ha poi coinvolto i laboratori canadesi di CNL, TRIUMF, SNOLAB, mentre per gli Stati Uniti hanno partecipato gruppi di ricerca del Fermilab, del Laboratorio di Fisica del Plasma di Princeton e di varie Università.

La collaborazione è nel contempo cresciuta anche in Europa, coinvolgendo ricercatori di istituzioni scientifiche francesi, spagnole, tedesche e polacche. Siamo riusciti a realizzare MVM in un tempo così breve grazie all'instancabile impegno di tutte le persone che, senza risparmiarsi, hanno investito tutte le loro energie e risorse, lavorando senza sosta anche durante i weekend e le feste, giorno e notte, sfruttando i diversi fusi orari.

Qual è il punto di forza del progetto e il vantaggio che offre rispetto ai ventilatori standard?

Il suo punto di forza è rappresentato dalla semplicità del suo disegno meccanico. MVM trae ispirazione dal ventilatore sviluppato da Roger Manley nel 1961, basato sul principio della "possibilità di utilizzare la pressione dei gas emessi dall'apparecchio da anestesia come forza motrice per un semplice apparecchio per ventilazione polmonare nei pazienti in sala operatoria". Progettato per essere il più semplice possibile, MVM è costituito da elettrovalvole pneumatiche e non da commutatori meccanici, integrando le caratteristiche avanzate proposte dagli anestesisti che partecipano al progetto, operanti nelle corsie degli ospedali della Lombardia.

Mentre il suo principale vantaggio risiede nel suo disegno modulare che rende possibile lo scambio di componenti in base alla disponibilità nelle diverse parti del mondo, così da poter essere prodotto su larga scala e a costi contenuti nei diversi Paesi.

Proprio per agevolare la sua facile, veloce e ampia riproduzione, il disegno di MVM è open access, cioè non è coperto da brevetto: ogni step del progetto è stato pubblicato su arXiv.org, dove è disponibile anche l'articolo scientifico del progetto finale.

Che cosa insegna questa esperienza?

Che la ricerca di base è uno straordinario motore di crescita e innovazione. La storia di MVM è esemplificativa di alcuni degli elementi caratteristici che rendono la ricerca di base, in particolare quella in fisica fondamentale, una risorsa di conoscenza e progresso non solo nell'ambito specifico in cui essa si muove ma anche in ambiti molto lontani, con ricadute tecnologiche e applicazioni di pubblica utilità. Ciò è reso possibile dal fatto che queste ricerche sviluppano capacità di reagire velocemente, di intraprendere nuove sfide andando oltre i limiti attuali, di affrontare i problemi con visione, di creare e lavorare in collaborazioni internazionali e multidisciplinari. La ricerca scientifica rappresenta la nostra risorsa chiave per affrontare le grandi sfide dei nostri tempi, dobbiamo esserne consapevoli sempre e investire in essa con visione e costanza, se vogliamo essere preparati e in grado di gestire al meglio le future prove. ■



RICONOSCIMENTI

A LUCIO ROSSI IL PREMIO ROLF WIDERÖE 2020

La EPS European Physical Society ha assegnato a Lucio Rossi, fisico del CERN e dell'INFN, il premio Rolf Wideröe 2020, attribuito ufficialmente giovedì 14 maggio nel corso della IPAC International Particle Accelerator Conference, che quest'anno si è tenuta in modalità videoconferenza per l'emergenza CoVid-19. Rossi è stato insignito del prestigioso riconoscimento "per il suo ruolo pionieristico nello sviluppo della tecnologia dei magneti superconduttori per gli acceleratori e gli esperimenti, e la sua applicazione a progetti complessi di fisica delle alte energie, progetti che comportano una forte spinta allo sviluppo delle capacità industriali, e per il suo instancabile impegno nel promuovere il campo della scienza e della tecnologia degli acceleratori". Il premio Rolf Wideröe rappresenta il riconoscimento della comunità scientifica della fisica delle particelle al contributo determinante, sia dal punto di vista scientifico sia manageriale, di Lucio Rossi nella progettazione e nello sviluppo dei magneti dipoli di LHC del CERN. Rossi è professore di Fisica all'Università di Milano Statale dal 1992. Lavora nell'ambito delle grandi applicazioni della superconduttività per acceleratori e rivelatori di particelle. È stato responsabile per l'INFN dei primi magneti dipoli di LHC, e poi responsabile delle prime bobine toroidali ATLAS. Dal maggio 2001, Rossi è al CERN, dove ha diretto il progetto Magnetisuperconduttori per LHC, e attualmente è responsabile di *High-Luminosity* LHC, il progetto di potenziamento dell'acceleratore che partirà dopo il 2025. ■



APPLICAZIONI - COVID-19

IL SUPERCALCOLO PUBBLICO A SOSTEGNO DELLA LOTTA ALLA PANDEMIA

Oltre 8 milioni di ore di calcolo a disposizione dei ricercatori per progetti volti alla lotta contro l'epidemia da CoViD-19. Questo è l'impegno del Centro Nazionale di Calcolo CNAF dell'INFN assieme a CINECA, CMCC, ENEA, che rappresentano i principali enti pubblici di supercalcolo in Italia, in un'iniziativa promossa dall'Associazione Big Data, in stretta cooperazione con la Fondazione internazionale *Big Data and Artificial Intelligence for Human Development*. L'obiettivo è sostenere gruppi di ricerca, pubblici e privati, per un'ampia tipologia di progetti, senza limiti disciplinari: dalla ricerca biomolecolare, biochimica e bioinformatica alle bio-simulazioni, dall'analisi epidemiologiche alla mitigazione dell'impatto della pandemia. L'iniziativa risponde alla crescente richiesta di risorse di calcolo ed è volta a sostenere progetti di ricerca in cui l'uso dei supercalcolatori è necessario per le simulazioni e la gestione di grandi moli di dati, come nel caso dell'identificazione di terapie, lo studio di anticorpi virali, la conoscenza della struttura molecolare del virus e delle sue mutazioni, la preparazione di vaccini, oltre all'elaborazione di modelli di diffusione e contenimento di CoViD-19. In particolare, il bando tiene in considerazione l'esigenza dei gruppi di lavoro di poter procedere celermente con le ricerche: l'iniziativa prevede, quindi, la possibilità di presentare i progetti in via continuativa. Inoltre, le proposte saranno valutate contestualmente alla sottomissione, in un paio di giorni, da una commissione tecnico-scientifica, e potranno subito partire. I ricercatori di tutte le nazionalità, purché affiliati a istituzioni italiane, sia pubbliche sia private, possono presentare i propri progetti di ricerca. ■



APPLICAZIONI - COVID-19

UN SITO DI SUPPORTO PER LE IMPRESE ITALIANE DELLA BIG SCIENCE

Un nuovo strumento per supportare PMI e industrie del settore *Big Science*, in questa fase di ripresa delle attività a seguito della crisi causata dalla pandemia da CoViD-19. È l'obiettivo del nuovo sito realizzato da INI-ILO (Ilo Network Italia), la rete degli ILO (Industrial

Liaison Officers), composta di esperti rappresentanti dei maggiori enti di ricerca italiani - oltre all'INFN, anche CNR, ENEA e INAF -, che svolgono un ruolo di collegamento fra le aziende nazionali, considerate un'eccellenza a livello mondiale nel comparto, e le grandi infrastrutture di ricerca, come CERN, ESO, ESRF, ESS, F4E/ITER. I grandi laboratori europei stanno comunicando i piani per la graduale riapertura e ora prove importanti attendono le aziende italiane che operano in questi centri con il proprio personale. Le aziende si troveranno, infatti, ad affrontare difficoltà di vario genere, come extra-costi, restrizioni nei movimenti da e verso l'Italia, regole stringenti per la sicurezza. Gli ILO, in collaborazione con i laboratori, sono impegnati per trovare il modo migliore di gestire questi nuovi ostacoli. Grazie al nuovo strumento, il primo in Europa nel settore, le imprese potranno segnalare, direttamente a INI e agli ILO di competenza, eventuali problematiche riscontrate nelle attività, ma anche accedere agli aggiornamenti sulle misure riguardanti l'emergenza Covid-19, e alle informazioni sulla riapertura dei laboratori delle maggiori infrastrutture di ricerca internazionali. ■

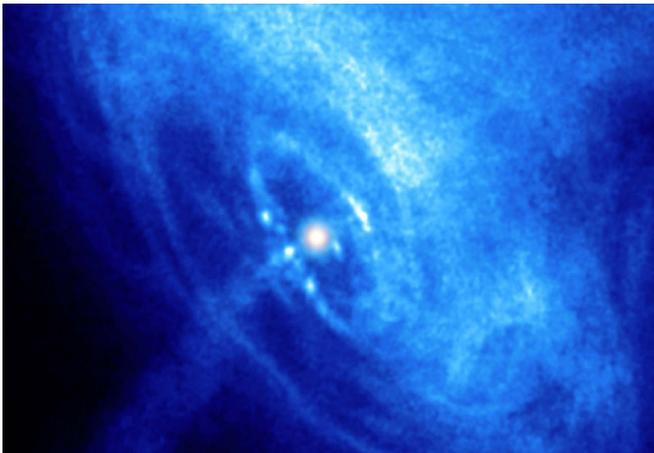


APPLICAZIONI

RIVELAZIONE A RAGGI-X E SEMICONDUTTORI ORGANICI

Una sottile pellicola di materiale organico può trasformarsi in un potente rivelatore di raggi X. Un gruppo di ricerca coordinato da studiosi dell'Università di Bologna e della Sezione INFN Bologna ha individuato alcune caratteristiche grazie alle quali è possibile massimizzare le capacità di questa tecnologia. Lo studio, pubblicato su Nature Communications, mostra come sia possibile migliorare sia il limite di rivelazione sia la sensibilità di questa innovativa tecnologia, che ha potenzialità di applicazione in diversi campi, dalla diagnostica medica alla sicurezza pubblica, dalle applicazioni spaziali alla preservazione del patrimonio culturale e al monitoraggio ambientale. I risultati costituiscono un passo cruciale nella comprensione dei parametri e dei processi fisici che controllano la rivelazione di raggi X da parte di semiconduttori organici a film sottile (poche centinaia di nanometri): una conoscenza fondamentale per l'implementazione efficace di rivelatori di radiazione ionizzante basati su tali materiali per applicazioni nella vita reale.

Essendo in grado di alterare la struttura delle molecole e degli atomi, i raggi X possono rivelarsi dannosi per la salute e per il funzionamento di strumenti e dispositivi elettronici. Per questo è molto importante monitorare e tenere sotto controllo questo tipo di radiazioni, in particolare in contesti come strutture mediche per radioterapia, missioni spaziali, gestione delle scorie nucleari, esperimenti di fisica delle alte energie. ■

» FOCUS**LA PULSAR DEL GRANCHIO
AI RAGGI X: POLARLIGHT
CONFERMA IL SUCCESSO DELLA
TECNOLOGIA TUTTA ITALIANA**

Super efficienti rivelatori di raggi X di derivazione tecnologica italiana studiano la pulsar del Granchio da un nanosatellite in orbita terrestre: è la missione spaziale cinese PolarLight, che ha pubblicato i suoi primi risultati il 12 maggio su *Nature Astronomy*. La collaborazione PolarLight, cui partecipano anche ricercatori dell'INFN e dell'INAF Istituto Nazionale di Astrofisica INAF, avrebbe registrato una diminuzione del grado di polarizzazione della radiazione emessa dalla pulsar del Granchio, a cavallo di un *glitch*, una rapida accelerazione della rotazione della stella di neutroni, dovuta a un riassetto repentino del suo nucleo. Questa variazione potrebbe essere legata a un riaggiustamento della magnetosfera della pulsar e alla conseguente variazione col tempo dell'angolo di polarizzazione della radiazione di alta energia emessa. Ma, oltre al risultato scientifico, PolarLight sancisce il successo della tecnologia impiegata, e questo è determinante in vista della futura missione IXPE. La missione PolarLight, che è frutto di una collaborazione tra Italia e Cina, nasce, infatti, come dimostratore tecnologico, cioè con l'obiettivo di testare la nuova tecnica osservativa, sviluppata in 20 anni dall'INFN di Pisa e dall'INAF-IAPS di Roma, e basata su rivelatori *Gas Pixel Detector* (GPD). Si tratta della stessa tecnologia dei rivelatori di IXPE (*Imaging X-ray Polarimetry Explorer*), il satellite della NASA che verrà lanciato nel 2021, in collaborazione con l'ASI Agenzia Spaziale Italiana ASI, cui partecipano l'INFN e l'INAF.

PolarLight è un payload delle dimensioni di un cubetto di 10 cm di spigolo, installato in un Cubesat costituito da 6 unità e lanciato in orbita bassa eliosincrona il 28 ottobre 2018. In questo cubetto, oltre al rivelatore, è alloggiata l'elettronica di lettura, sviluppata dall'INFN, che gestisce sia il rivelatore, acquisendone i dati e trasferendoli in memoria, sia le linee ad alta tensione.

In particolare, su PolarLight vola un chip elettronico di lettura, cuore tecnologico del rivelatore, sviluppato interamente nei laboratori INFN, che funziona come una sorta di "macchina fotografica" per tracce di

» FOCUS

elettroni di bassa energia. La principale sfida nella sua realizzazione è consistita nel riuscire a raggiungere la granularità necessaria per ricostruire la morfologia di queste tracce microscopiche e derivarne la direzione, che è il link diretto con la polarizzazione della radiazione incidente che si vuole misurare. La difficoltà risiedeva nel mettere insieme una serie di requisiti contrastanti e difficilmente conciliabili: un dispositivo a pixel segmentato molto finemente (50 micron di passo), ma allo stesso tempo di grande area per lavorare al fuoco di un'ottica a raggi X, che potesse essere letto velocemente, dotato di un'elettronica a bassissimo rumore, e a basso consumo per poter operare nello spazio. Era inoltre necessaria un'elettronica di lettura che fosse in grado di guidare ed estrarre il segnale per la successiva analisi, che dal punto di vista tecnico è un'impresa tutt'altro che trascurabile. Una delle caratteristiche peculiari del chip è la capacità di selezionare automaticamente la regione al suo interno in cui un elettrone ha lasciato la traccia: per tornare al parallelo con la macchina fotografica, sarebbe come avere una CCD (*Charged Coupled Device*) intelligente che seleziona da sola in una foto l'oggetto che ti interessa. Questo permette di abbattere significativamente il tempo di lettura. Questo chip è il risultato di un processo durato anni che, attraverso la progettazione e la realizzazione di tre generazioni di *chip* (via via più grandi e performanti) ha portato alla versione attuale, che ha volato su PolarLight e che ha permesso di programmare la futura missione di polarimetria IXPE.

Il successo tecnologico della missione PolarLight, quindi, segna il coronamento di un lungo programma di R&D, condotto grazie al fondamentale contributo di Rolando Bellazzini, che ha permesso di portare per la prima volta nello spazio una nuova tecnologia tutta italiana, e fornisce conferma delle potenzialità della futura missione IXPE, che utilizzerà lo stesso identico *chip*. ■

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

COORDINAMENTO:

Francesca Scianitti

REDAZIONE

Eleonora Cossi

Francesca Mazzotta

Francesca Scianitti

Antonella Varaschin

GRAFICA:

Francesca Cuicchio

TRADUZIONI:

ALLtrad

ICT SERVICE:

Servizio Infrastrutture e Servizi Informatici Nazionali INFN

IMAGES

Cover ©Tsinghua University

Interview ©Princeton University, C. Todd Reichart

CONTATTI

Ufficio Comunicazione INFN

comunicazione@presid.infn.it

+ 39 06 6868162