

Lucio Rossi - Brevissimo CV – Ottobre 2020

Lucio Rossi, laureatosi in Fisica nel 1981 con tesi in Fisica dei Plasmi, è professore di Fisica all'Università di Milano dal 1992. Lavora nell'ambito delle grandi applicazioni della Superconduttività per acceleratori di particelle e rivelatori. È stato responsabile INFN dei primi magneti dipoli per LHC e poi responsabile delle prime bobine toroidali ATLAS, il più grande esperimento di LHC.

Dal maggio 2001 L. Rossi è al CERN, in aspettativa dall'U. di Milano, dove ha diretto i Magnet & Superconduttori per il progetto LHC (*Large Hadron Collider*), il più grande strumento scientifico del mondo. I magneti superconduttori di LHC sono la spina dorsale del collider stesso (e valgono 1700 M€, la metà dell'intero budget della macchina) e a tutt'oggi sono la più grande impresa di superconduttività mai compiuta.

Nel 2010 ha fondato, e diretto fino al luglio 2020, l'ambizioso "upgrade" di LHC, chiamato *High Luminosity LHC*, volto ad aumentare di un fattore 10 la luminosità del collider. Il progetto LHC ad Alta Luminosità ha un budget totale di 1500 M€ e comprende lo sviluppo di tecnologie di frontiera, come magneti superconduttori molto avanzati e potenti dei magneti LHC, come pure delle nuove linee superconduttive da 150 kAmpère.

Dal 1° ottobre 2020 ha ripreso servizio attivo presso il dipartimento di Fisica dell'U. di Milano.

L. Rossi è stato insignito del premio *IEEE- Council of Superconductivity Award for Applied Superconductivity* nell'agosto 2007 a Philadelphia (USA) ed è *IEEE fellow* dal 2013. Nel 2013-14 è stato *IEEE distinguished speaker*. Ha ricevuto nel maggio 2020 il I premio alla carriera Rolf Wideröe 2020 per gli acceleratori attribuito dalla *European Physical Society*. Ha ricevuto diversi premi e riconoscimenti dalla sua città natale, Piacenza.

Ha pubblicato oltre 150 articoli su giornali o riviste internazionali ed è attivo in divulgazione di scienza e grandi progetti, sviluppando temi come la relazione tra scienza e tecnologia, certezza e verità.

Chiara Guazzoni, born in Milano (Italy) on December 6, 1972, is Associate Professor of Electronics (since 2009) with tenure (since 2012) at Politecnico di Milano.

She graduated in Physics in 1996 at Università degli Studi, Milano, Italy where she attended a Master Course in Nuclear Physics in 1996.

In 2000 she obtained the Ph.D. in Electronics and Telecommunications Engineering at Politecnico di Milano.

From 1999 up to February 2001 she had a research contract with Politecnico di Milano, Italy - Dipartimento di Elettronica e Informazione.

Since March 2001 she had worked as Assistant Professor of Electronics at Politecnico di Milano, Italy.

Since May 2008 she has been Associate Technological Researcher of the Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) to which she was associated since 1995.

From November 2009, up to October 2011 she was visiting scientist of the Brookhaven National Laboratory where she spent short periods.

In 2014-2015 she took a 5-month maternal leave due to the birth of her daughter, Daniela.

Since 2014 she has the habilitation as Full professor of Electronics.

She is Senior Member of IEEE and Member of the Italian Physical Society (SIF).

Honors and Awards

She won two best conference talk awards (Annual Meeting of the Electronic Group in Alghero (SS), Italy, June 10-13, 1999 and 85° National Conference of the Italian Physics Society, Pavia, Italy, September 20-24, 1999 (second place)).

She won the 1999 IEEE Nuclear and Plasma Sciences Society Graduate Student Award.

In 2001 she was awarded for her brilliant scientific activity by the Italian Physical Society.

In 2004 she received the 2004 IEEE Nuclear and Plasma Sciences Society Radiation Instrumentation Early Career Award, for "contributions to an innovative X-ray spectroscopic imager with fast frame rates and nuclear electronics".

Reviewer, Editorial Board and Committees

She has been reviewer for the main journals in the field of radiation detectors, electronics and instrumentation.

She has been Member of the Organizing committee of the X and of the XI European Symposium on Semiconductor Detectors (Wildbad Kreuth, June 12-16, 2005 and June 7-11, 2009), of the Programme Committee of Bioimaging 2016 (Feb. 21-23, 2016, Rome, Italy), and member of the International Advisory Committee of ANSiP 2011 – Advanced School and Workshop on Nuclear Physics Signal Processing, Nov. 21-24, 2011, Acireale (CT).

She has been one of the Editors of two Volumes (568, 2006 and 624, 2010) of Nuclear Instruments & Methods in Physics Research. Section A and Associate Editor of IEEE Transaction on Nuclear Science, Special Issue of the SORMA West 2012 Conference (Vol. 60, 2013) and 2016 Conference (Vol. 64, 2017).

She was elected Member-at-Large of the Radiation Instrumentation Steering Committee (RISC) of the IEEE Nuclear and Plasma Sciences Society (NPSS) for the term 2014-2016.

She was appointed Chair of the Awards Sub-Committee of the RISC of the IEEE NPSS for 2016, 2017 and 2018.

She was elected Vice-Chair of the RISC of the IEEE NPSS for the term 2017-2018, Chair for the term 2019-2020 and she is serving as Immediate Past Chair for the term 2021-2022. This role greatly enhanced her leadership experience.

She was elected Vice-Chair of the Italian Chapter of the Nuclear and Plasma Sciences Society for the term 2016-2018 and 2018-2020.

She served as Deputy Program Chair for the 2015 IEEE Nuclear Science Symposium, San Diego (California) Oct. 31 - Nov. 7, 2015. The IEEE Nuclear Science Symposium is the premier meeting on the use of instrumentation in the nuclear fields and constitutes an ideal forum for scientists and engineers in the field of nuclear science, radiation instrumentation, software engineering and data acquisition.

She has been elected General Chair for the 2022 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference, Milano (Italy), having the full scientific and financial responsibility (attendance about 1,800 people), highlighting her international reputation in the field and her managerial skills.

She served as Topic Convener for the IEEE Nuclear Science Symposium in 2014, 2017 and 2018.

She has been external reviewer for proposals submitted to the 2015 Initiation into Research of FONDECYT of CONICYT, Chile, to PRIN2010-2011, MIUR, Italy, for the R&D projects "Poli di Innovazione" issued by Regione Piemonte and managed by FinPiemonte SpA and for the POR Puglia 2014/2020 – Asse X – Azione 10.4. Avviso pubblico n. 2/FSE/2019 "Research for Innovation – REFIN, managed by ARTI, Agenzia Regionale per la Tecnologia e l'innovazione.

She is registered as reviewer in the Register of Expert Peer Reviewers for Italian Scientific Evaluation both for the Fundamental Research Area and for the Applied Research Area.

Starting from March 2021, she has been appointed Assistant Conference Chair of the IEEE Nuclear and Plasma Sciences Society.

Scientific Activity

Since 1994 she has carried out her research activity in the field of Radiation Detectors and Frontend and Backend Electronics. The main research activities are: 1) Semiconductor radiation detectors for position and energy measurements of X-rays, gamma-rays and charged particles; 2) Low-noise front-end electronics; 3) Digital Acquisition systems and filtering techniques for signal coming from radiation detectors.

She presently carries out her research activity, both theoretical and experimental, in the research laboratories of Politecnico di Milano and in the past also of Università degli Studi di Milano. She collaborates/collaborated with the Halbleiterlabor of Max Planck Institut in Munich (Germany), with PNSensor GmbH (Germany), with the Brookhaven National Laboratory, with Sincrotrone ELETTRA in Trieste, with University of Siegen, with LABEC laboratory (INFN - Florence University), with University College London, with INFN Sezione di Catania and Laboratori Nazionali del Sud. For her research needs she has worked for short periods at the Halbleiterlabor of Max Planck Institut in Munich (Germany) and at Brookhaven National Laboratory (Upton, USA) and she took part in several beam times at the SYRMEP beam-line (Sincrotrone ELETTRA in Trieste, Italy), at the B16 beamline of Diamond Synchrotron Source in Didcot (UK), at GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung in Darmstadt (Germany), at Laboratori Nazionali del Sud (Catania, Italy) and at INFN LABEC (Firenze, Italy).

The leitmotiv of her research activity are detectors for imaging and spectroscopy from the design to their system application together with the low-noise frontend electronics. From the beginning of her research activity she developed innovative detectors for X-ray imaging and spectroscopy based on the drift mechanism, as recognized by several awards in the field and many scientific publications. She promoted their use in innovative application fields, proposing several advances with respect to state-of-the art. Just to mention few examples: the use of silicon drift detectors and polycapillary X-ray optics in PIXE experiments and in X-ray scatter imaging and more recently for the detection of Gold NanoParticles as tumor markers. Since 2009, she started to devote her competences towards detection instruments for multi-fragmentation measurements in nuclear physics, as demonstrated by several publications and by the responsibility of different research projects in the field.

Publications and bibliometric data

Starting with the first paper published in 1997, she is author of 84 papers on international peer-reviewed journals and of 124 international conference proceedings. She was invited speaker for 12 talks on her research activity on radiation detectors and front-end electronics and related applications.

She is also co-inventor of an Italian, European and US patent about a novel semiconductor detector for X-ray imaging with time and energy resolution, named Controlled-Drift Detector.

Her h-index – as provided by ISIKnowledge and by Scopus– is 18, with 1140 citations and 20 – as provided by Google Scholar.

Project Coordination

She is/was principal investigator of the following projects/Contracts:

- ✓ PI of the Young Researcher Project - Year 2000 for the development of a compact and flexible multichannel acquisition system for detectors for high-resolution X-ray spectroscopy. One year starting July 24, 2002.
- ✓ PI of the research contract with Societa' EIS s.r.l. on the development of an acquisition system for X-ray detectors. Starting date: March 2003.
- ✓ PI for the Milano Section of INFN of the DANTE Experiment (Development of Analytical Nuclear TEchniques) 2006-2008 for the development of an innovative spectrometer for PIXE measurements
- ✓ PI for the Milano Section of INFN of the EXOCHIM Experiment 2008-2014, since 2010, a Nuclear Physics Experiment
- ✓ Associated investigator for the program PRIN 2009 "Development of the prototype of a high angular resolution detector array for very precise momentum measurements of light particles and fragments, aimed at dynamics and spectroscopy studies in nuclear reactions with stable and radioactive beams at low and intermediate energies", Protocol n. 2009RLCYL8
- ✓ PI for the Milano Section of INFN of the NEWCHIM Experiment 2015-2020, mainly devoted to the development of a Femtoscope Array for Correlation and Spectroscopy in which she has the responsibility of the microstrip detectors qualification and response mapping and of the frontend electronics design and qualification.
- ✓ PI for the Milano Section of INFN of the CHIRONE Experiment, a Nuclear Physics Experiment, 2021-2023.

She collaborates/collaborated to different INFN experiments, PRIN programs and EU Projects.

Teaching, Supervisor and Managing Activity

She teaches Electronics courses at Politecnico di Milano since 2001 and has supervised few tens of B.Sc. and M. Sc. Theses in Electronics Engineering and three PhD Theses. In 2016, she ideated and taught the PhD course "X-Rays, a Tool for Science and Technology: Interaction with Matter, Detection Techniques, Applications". She serves and has served for many managing activities mainly at Politecnico di Milano related both to research, dissemination and teaching.

March 11th, 2021

The undersigned Chiara Guazzoni authorizes the treatment of her personal data contained in this document, in compliance with the GDPR and the Italian Legislative Decree no. 196 dated 30/06/2003

Chiara Guazzoni

CURRICULUM VITAE

Ing. Marco Statera, PhD

Esperienze lavorative:

Dal 2/10/2017 ad oggi: Tecnologo III livello - tempo indeterminato – responsabile tecnico per la progettazione elettrica ed elettromeccanica, costruzione e collaudo dei magneti correttori multipolari (prototipi e serie) per HiLumi-LHC presso il laboratorio LASA, INFN sezione di Milano.

Dal 1/9/2016 al 30/12/2017: responsabile servizio vuoto e criogenia Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra – Università degli studi di Ferrara. Contratto a tempo indeterminato.

Dal 1/9/2015 al 31/8/2016: Tecnologo III livello art.36 - tempo determinato con titolo 'progetto elettromagnetico e meccanico dei prototipi dei magneti correttori multipolari di HL-LHC e della definizione delle procedure di assemblaggio e collaudo criogenico'- progettazione elettrica ed elettromeccanica, costruzione e collaudo dei magneti correttori multipolari per HiLumi-LHC presso il laboratorio LASA, INFN sezione di Milano.

Dal 1/12/2009 al 31/8/2015: responsabile servizio vuoto e criogenia Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra – Università degli studi di Ferrara. Contratto a tempo indeterminato - in aspettativa fino al 31/8/2016.

Dal 01/01/2008 al 30/11/2008: assegnista di ricerca dip. Fisica - Università degli studi di Ferrara – settore disciplinare FIS/01 – titolo 'Disegno e sviluppo del punto di interazione per esperimenti con antiprotoni polarizzati'.

Dal 02/05/2006 al 31/12/2007: assegnista di ricerca tecnologica INFN sez. di Ferrara - Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - Via Enrico Fermi, 40 - Frascati (Roma) – tema di ricerca 'Sistema magnetico per un bersaglio interno gassoso polarizzato trasversalmente'.

Dal 11/06/2003 al 01/05/2006: borsista (dottorato) presso Università di Ferrara - dip. Fisica - Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - Via Enrico Fermi, 40 - Frascati (Roma).

Formazione:

23 Febbraio 2006 - tesi di **dottorato** in **fisica** con titolo 'Superconducting magnetic systems for high energy polarized physics' - DESY 06-069.

19 Luglio 2002- tesi di **laurea** in **ingegneria dei materiali** con tesi dal titolo 'Caratterizzazione e collaudo dell'apparato criogenico per il condizionamento di magneti superconduttori e misura, a bassa temperatura, di campi magnetici, per l'esperimento HERMES' con voto 109/110.

Principali attività scientifiche e tecnologiche:

HL-LHC serie dei correttori di alto ordine

Responsabile (technical coordinator) dal 1/1/2018 dell'addendum KE3085/TE/HL-LHC (collaboration agreement) all'interno del framework collaboration agreement KN3083 tra CERN e INFN per la progettazione, la realizzazione, il test e la consegna al CERN di 54 magneti correttori di alto ordine per il progetto High Luminosity LHC (HL-LHC). I magneti di tipo superconduttivo superferrico, divisi in cinque famiglie (quadrupolo, sestupolo, ottupolo, decapolo e dodecapolo), saranno installati nelle nuove zone a basso beta. Lo scrivente è il

responsabile di progettazione e test dei magneti, progettazione e operazione della stazione criogenica di misura dedicata presso il laboratorio LASA e della qualità, dalla stesura delle specifiche alla loro applicazione.

Stazione di misura per magneti HTS

Progettazione e realizzazione di una stazione di misura a temperatura variabile per magneti superconduttori ad alta temperatura HTS per i progetti Eucard2 e BISCOTTO. Lo scrivente è responsabile tecnico della modifica (sia meccanica che criogenica) di un criostato tradizionale progettato per lavorare in bagno di elio liquido, in seguito alla modifica sarà possibile testare magneti superconduttivi ad alta temperatura in elio gas a temperatura variabile. Il sistema prevede l'utilizzo di cryocooler, lo scrivente si è occupato di scrivere le specifiche per l'acquisto. Lo scrivente è responsabile locale (INFN MI) del progetto BISCOTTO (GRV INFN) che ha come scopo principale lo sviluppo della tecnologia dei magneti superconduttori CCT in Italia. In particolare l'attività della sezione di Milano (LASA) si occupa di valutare la costruzione di questo tipo di magneti superconduttivi presso l'industria sia come prototipi che come produzione di serie. Lo scrivente è responsabile del fondo BISCOTTO per l'anno 2019.

HL-LHC prototipi dei correttori di alto ordine

Dal 1 Gennaio 2017, technical correspondent, figura che affianca il coordinatore tecnico, per l'addendum KE2291/TE/HL-LHC (collaboration agreement) tra CERN e INFN. Il WP1 consiste nella progettazione, costruzione e test di cinque prototipi dei magneti correttori di alto ordine per le regioni di interazione ad alta luminosità del progetto HL-LHC (CERN), basato su un disegno superferrico con superconduttore al NbTi. I correttori a sei, otto e dieci poli sono stati progettati per essere installati sia in configurazione normal che skew in ottica di un'ottimizzazione in vista della produzione di serie.

Dipoli ad alto campo Eurocircol - FCC

Lo scrivente ha partecipato alla progettazione concettuale (elettromagnetica e meccanica) dei dipoli superconduttivi in Nb₃Sn per i progetti EuroCirCol e Future Circular Collider (FCC). Dal 2019 si occupa della preparazione di una zona di assemblaggio per un magnete dipolare in Nb₃Sn (modello) e prepara l'assemblaggio presso LASA con la tecnica di Bladder & Key.

Criogenia laboratorio LASA - INFN Milano

Co-coordinazione di revisione, aggiornamento e valutazione di un eventuale spostamento presso l'ex area EXPO del sistema criogenico del laboratorio LASA. (Milano - lab LASA, 2018 ad oggi) Valutazione, nella prospettiva di un trasferimento a MIND con UNIMI, la validità dello spostamento del presente sistema di criogenia o la sua sostituzione.

INFN_e Polfusion

Responsabile componenti magnetiche e collaborazione sulla parte criogenica per il progetto polfusion INFN, INFN_e Progetti Speciali. Il progetto si propone di studiare la fattibilità di una reazione con combustibile polarizzato (deuterio con spin orientato) per migliorare l'efficienza delle reazioni e mitigare il danneggiamento da irraggiamento dei materiali del reattore attraverso un preciso direzionamento intrinseco nelle reazioni con spin orientato.

IEC new proposal

Responsabile per la presentazione della proposta per la standardizzazione delle misure meccaniche a temperatura ambiente su fili superconduttori in MgB₂ all'interno del comitato superconduttività (CT90) della International Electromechanical Commission (IEC) (2014-oggi);

CLAS12

Progettazione e realizzazione dei test di fattibilità per l'utilizzo di un magnete superconduttivo di tipo bulk con funzione duale di schermo magnetico adattivo (self tuning) e di mantenimento di un campo trasverso senza alimentazione elettrica esterna per l'esperimento CLAS12 (USA, JLAB, 2013-oggi).

Ricerca finanziata da Columbus Superconductors

Progettazione e realizzazione del progetto di ricerca e sviluppo di un sistema per la misura delle proprietà di trasporto elettriche di fili superconduttori in funzione della deformazione con temperature di utilizzo fino a 20 K e corrente erogata fino a 600 A (Ferrara, 2010-2017).

CLAS12

Lo scrivente si è occupato della progettazione magnetica del sistema superconduttivo per il bersaglio della proposta per l'esperimento CLAS12 (USA, JLAB, 2011-2013). In vista dell'inserimento di un bersaglio polarizzato trasversalmente nell'esperimento CLAS12 al JLab, si è reso necessario un sistema magnetico che schermasse il solenoide già presente nel sistema (5 T) oltre ad un magnete che generi un campo magnetico trasverso di 0.5 T - 1.2 T per mantenere la polarizzazione (in spin) di un bersaglio solido di idrogeno e deuterio.

ELI-NP

Lo scrivente è stato responsabile del sistema da vuoto per il l'analisi dei fasci ad alta e bassa energia per la diagnostica di fascio del progetto Extreme Light Infrastructure - Nuclear Physics ELI-NP (Magurele, RO, 2012-2015).

NA62

Lo scrivente ha collaborato alla progettazione e realizzazione del sistema da vuoto e presa dati di un prototipo di sistema di raffreddamento per il rivelatore al silicio GigaTracker per l'esperimento NA62 (CERN, 2010-2011). Il prototipo realizzato e caratterizzato permette di raffreddare con azoto gassoso alla temperatura di circa 100 K un rivelatore al silicio all'interno di una camera in alto vuoto.

LAUE

Lo scrivente è stato responsabile della progettazione, realizzazione presso l'industria e installazione del sistema da vuoto per test di lenti per raggi X per il progetto LAUE presso il laboratorio LARIX (Ferrara, 2009-2013). Progettazione, acquisto ed installazione di tubo a vuoto lungo 21 m di diametro 650 mm, dei relativi supporti meccanici, del sistema di pompaggio, del sistema di misura della pressione e delle flange da vuoto (diametro 650 mm) di entrata ed uscita in fibra di carbonio spesse 2 mm. Il sistema è parte di un laboratorio per la realizzazione di lenti per raggi X da installare su satelliti.

Liquefattore di azoto Università di Ferrara

Lo scrivente è stato responsabile del funzionamento del liquefattore di azoto del dipartimento di Fisica e scienze della Terra (Ferrara, 2009-2015) compreso trasporto nella nuova sede, installazione e messa in funzione. Lo scrivente è stato responsabile del funzionamento della macchina e del relativo servizio di fornitura di azoto liquido, coordinando fino a tre tecnici;

PAX

Lo scrivente è stato co-responsabile del commissioning e funzionamento di bersaglio gassoso polarizzato e polarimetro dell'esperimento PAX installato presso FZJ (Juelich, Germania 2006-

2015). Il sistema comprende un sistema di vuoto ultra alto, una sorgente polarizzata di idrogeno atomico neutro, un sistema di accumulazione con relativo campo magnetico ed un polarimetro. Lo scrivente è stato inoltre responsabile per la progettazione concettuale del sistema magnetico superconduttivo per il technical design report per l'esperimento PAX (2006), progetto che prevede la polarizzazione in spin di un fascio di antiprotoni. Lo scrivente si è occupato di un magnete dipolare per mantenere la polarizzazione di un bersaglio gassoso e di un toroide per il detector per PAX technical proposal;

HERMES, DESY

Lo scrivente è stato responsabile del commissioning e del funzionamento del solenoide superconduttivo del recoil detector dell'esperimento HERMES (DESY, Germania 2005-2006);

Didattica:

a) Corsi universitari

Laboratorio di Superconduttività Applicata (6 CFU) a.a. 2016/2017 titolare del corso come professore a contratto.

b) Correlatore tesi

- Construction and characterization of a MgB₂ round coil for superconducting magnets, Riccardo Valente, Università degli studi di Milano laurea magistrale in Fisica, 04-04-2018, Relatore Prof. Massimo Sorbi, correlatore Dr. Marco Statera.
- Electromagnetic Study and Design of a superconductive corrector magnet with MgB₂ coils, Samuele Mariotto, Università degli studi di Milano laurea triennale in Fisica, 04-10-2017, Relatore Prof. Massimo Sorbi, correlatore Dr. Marco Statera.

In fede

CURRICULUM VITAE
di
SERGIO BRAMBILLA

Titolo di studio:

- Laurea in Fisica, Milano, Marzo 1987

Posizione attuale:

Primo Tecnologo presso la sezione I.N.F.N. di Milano, laboratorio di elettronica gruppo III.

Esperienze di lavoro:

- Sviluppo di sistemi di acquisizione dati
- Sviluppi di sistemi di controllo
- Sviluppo di modulistica elettronica

Collaborazioni negli ultimi anni:

Attività sperimentali nazionali e internazionali con diversi gruppi presso i seguenti laboratori:
L.N.L., IPN Orsay, IFJ PAN Cracovia, GANIL Caen, ILL Grenoble

Attività scientifica e tecnologica:

L'attività scientifica e tecnologica rientra nella sperimentazione di gruppo III ed in particolare in quella del gruppo di spettroscopia γ della Sezione di Milano. All'interno di questo gruppo ho seguito la maggior parte delle attività sperimentali, effettuate presso laboratori nazionali e internazionali, avendo come responsabilità lo sviluppo di sistemi di acquisizioni dati, la preparazione del setup sperimentale e l'integrazione di elettronica e acquisizione.

Nel corso degli anni ho collaborato allo sviluppo di modulistica elettronica analogica e digitale utilizzata nei vari esperimenti, definendone le caratteristiche funzionali, seguendone le fasi di produzione e test, validando le loro prestazioni per l'utilizzo sperimentale.

L'attività svolta ha portato a diverse pubblicazioni su congressi e riviste nazionali e internazionali.

Sergio Brambilla



Milano, 9 Marzo 2021

Dario Giove

Curriculum formativo e dell'attività svolta

Diploma di laurea in Fisica conseguito nel Novembre 1982: votazione di 110/110 e lode.

Titolo tesi: "Applicazioni Biomediche delle Tecniche di Risonanza Magnetica Nucleare".

In servizio dal maggio 1985 presso la Sezione di Milano dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

Inquadro nel profilo di Ricercatore INFN con la delibera 3318 del 15 Luglio 1988 con decorrenza 31 dicembre 1987

Quadro sintetico attività e ambiti di collaborazione internazionale in cui si è svolta

L'attività del sottoscritto si è svolta nel campo della fisica degli acceleratori di particelle, nello sviluppo di sistemi di diagnostica e misura del fascio e nello sviluppo di rivelatori per la fisica nucleare.

I principali progetti a cui il sottoscritto ha partecipato possono essere così riassunti :

- Collaborazione Milano-Catania per la realizzazione del "Ciclotrone Superconduttore" (dal 1923 al 1995)
- Gruppo di studio proponente il progetto "Elfa" (1991-1994)
- Collaborazione TESLA per la realizzazione di un TeV collider lineare (dal 1994 al 1999)
- Collaborazione ATER-LINA, progetti LIBO, PALME e ACLIP (CSN5) per la realizzazione di un linac booster per adroterapia (dal 1998 al 2009)
- Progetto speciali SPARC e SPARX, progetto Thompson (dal 2002 al 2013)
- Progetti LILIA ed ELIMED per lo studio e la sperimentazione di accelerazione e guida di fasci di protoni emessi da interazioni laser ad alta potenza (dal 2007 al 2015)
- Collaborazione internazionale con il laboratorio TRIUMF di Vancouver (Canada) per lo sviluppo di sistemi di studio del comportamento di cavità superconduttive (dal 2002 al 2005)
- Esperimento TRON (CSN5 – Responsabile Nazionale) per lo studio di sistemi di calcolo avanzati basati su Transputer (dal 1990 al 1991)
- Esperimento EPTAR (CSN5 – Responsabile Sez. Milano) per lo studio di applicazioni di Transputer a rivelatori a multidetector (dal 1992 al 1993)
- Esperimenti MOLIBDE, LIDIA e TRADE (CSN5) per lo studio di sistemi diagnostici per fasci di ioni pesanti ed elettroni di alta energia (dal 1996 al 2003)
- Esperimenti CORA e SALAF (CSN5) per lo sviluppo di cavità RF per la compressione di fasci di elettroni ad alta brillantezza (dal 2002 al 2006)
- Attività di dosimetria varie in ambito CSN5
- Progetto L3IA (CSN5 - Responsabile Nazionale - dal 2016 al 2019) per lo sviluppo di una sorgente laser-plasma in Italia
- Progetto SICILIA (CSN5 – responsabile Sez. Milano - dal 2016) per lo sviluppo di rivelatori SiC per esperimenti di Fisica Nucleare
- Progetto LPA2 (CSN5 – responsabile nazionale dal 2020) per lo sviluppo di un becnh per misure radio-biologiche da interazione protoni cellule
- Progetto MariX per lo sviluppo di una struttura di ricerca analitica multidisciplinare. Tale infrastruttura è basata su una sorgente di fasci di fotoni da acceleratori di elettroni: fasci di

raggi X altamente coerenti da FEL (Free Electron Laser), nella gamma di energia da 1 a 5 keV, con impulsi ultrabrevi (10-50 fs) e frequenza di ripetizione fino a 1 MHz, e fasci di raggi X Compton monocromatici fino a 150 keV, con flussi elevati fino a 1013 fotoni / s.

In questo ambito ho la responsabilità del sistema di sincronizzazione della infrastruttura, della diagnostica di fascio e partecipo alle attività del gruppo che si occupa delle cavità ottiche di amplificazione.

Incarichi ricoperti in collaborazioni internazionali, comitati, Università e INFN

- **In programmi internazionali per lo studio e la costruzione di acceleratori di particelle:**
 - Partecipante alla collaborazione governativa (Ministero degli Esteri) fra Italia e Canada con incarico di responsabile delle tecniche di qualifica cavità superconduttive presso il laboratorio TRIUMF (Vancouver – Canada)
 - Membro della TESLA Technical Collaboration
 - Membro della collaborazione EUPRAXIA
 - Tra gli autori di vari rapporti concettuali ed esecutivi per acceleratori di particelle, tra i quali:
 - TESLA-CDR, SPARX, MariX
- **In attività, iniziative e programmi INFN:**
 - Dal 1990 ad oggi *Responsabile Nazionale* (e Locale di Milano) di varie sigle della CSN5 afferenti ad esperimenti nel campo dei sistemi di acquisizione dati, diagnostica di fasci, sviluppo di nuove tecniche di accelerazione.
 - Dal 1986 al 1995 responsabile nazionale delle attività e delle persone connesse con il gruppo di Controlli e Diagnostica del Ciclotrone Superconduttore di Milano (responsabilità mantenuta anche durante il primo periodo di trasferimento presso LNS)
 - Dal 1991 al 1994 responsabile del sistema di controllo e della diagnostica del progetto ELFA
 - Da luglio 1991 a giugno 1997 rappresentante del Personale Ricercatore nell'ambito del Consiglio della Sezione di Milano.
 - Nel 2001 e 2002 responsabile e coordinatore dei test di potenza RF presso il CERN dell'acceleratore lineare compatto LIBO e quindi dei test di accelerazione di fascio presso i LNS.
 - Nel 2007 responsabile e coordinatore dei test di potenza RF dell'acceleratore lineare compatto PALME-ACLIP e quindi dei test di accelerazione di fascio presso i LNS.
 - Dal 2011 al 2019 Coordinatore delle attività della CSN5 presso la Sezione di Milano
 - Dal 2007 al 2015 responsabile locale dei progetti LILIA ed ELIMED per l'accelerazione laser di protoni
 - Dal 2016 Responsabile Nazionale del progetto L3IA
 - Dal 2016 Responsabile Locale della CALL Sicilia
 - Dal 2020 Responsabile Nazionale dell'esperimento LPA2
 - Dal 2019 membro del gruppo di lavoro AccTEco
 - Dal 2020 nominato dal Presidente INFN membro del Comitato INFN acceleratori con disposizione n. 22270
 - Dal 2020 coordinatore del Laboratorio LASA di Milano
 - Dal 2020 Technical Coordinator del TDR dell'esperimento Brixino
 - Partecipazione a commissioni INFN:
 - Per il conferimento degli assegni di ricerca della Sezione di Milano dal 2012 ad oggi
 - Per varie gare di acquisto nel settore dei sistemi di acquisizione dati e delle macchine acceleratrici
 - Per la selezione di personale tecnico presso la sezione di Milano e presso i LNS.
 - Referece per progetti INFN afferenti alla CSN5: SHAMASH, REGATA, ODR12, SL_COMB, SL_Thomson, TERASPACR, !CHAOS, MOLOCH, APOTEMA, ESOPO, ISIDE, COSA, NANET, NTA-DISCORAP, NTA-QSAL, SL_EXIN, SL_POSSO, NTA-SUPERB, SL_FEMTOTERA,SL_G_RESIST, SPEME, TECHN_OSP, TIME.
 - Responsabile Unico del Procedimento per varie sigle afferenti alla Sezione di Milano.
- **In PROGETTI MIUR:**
 - Partecipazione a due progetti MIUR finanziati per lo sviluppo e la verifica sperimentale di acceleratori di particelle per applicazioni di Adroterapia e per lo sviluppo di cavità acceleranti per fasci di elettroni.

Incarichi ricoperti in attività didattiche presso l'Università di Milano

Il sottoscritto negli anni accademici dal 1987 al 1993 e' stato professore a contratto dell'Università' degli Studi di Milano per il corso di "Esperimentazioni di Fisica II". Dal 1995 al 2003 e' stato professore a contratto dell'Università' degli Studi di Milano per il Laboratorio di "Sensori e rivelatori".

Dal 2008 al 2019 e' stato professore a contratto dell'Università' degli Studi di Milano Corso di Laurea in Fisica per il Laboratorio di "Optica, Elettronica e Fisica Moderna" (6 crediti).

Dal 2009 al 2019 e' stato professore a contratto dell'Università' degli Studi di Milano Corso di Laurea in Informatica per il Corso di "Acustica" (9 crediti).

Nel 2020 è stato professore a Contratto per la Scuola di Specializzazione in Fisica Medica a Milano

L'attività' di ricerca del sottoscritto ha avuto come riflesso nella sua attività' didattica lo svolgimento di 26 Tesi di Laurea presso il Dipartimento di Fisica ed il Dipartimento di Informatica dell'Università' di Milano, tesi delle quali il sottoscritto e' stato relatore o correlatore.

Incarichi ricoperti in attività esterne all'Ente

Il sottoscritto a partire dal 2018 svolge una attività di supporto e consulenza nella progettazione e realizzazione da parte della multinazionale OHB di un telescopio terrestre per la rivelazione di detriti spaziali.

Il progetto, che vede coinvolta come committente l'Agenzia Spaziale Europea, prevede di costruire un telescopio in accordo ad una architettura ottica innovativa definita "fly eye". Tale telescopio costituirà l'elemento prototipo di una futura rete di sorveglianza ottica. Il telescopio prevede la presenza di 16 telecamere ciascuna da 4000x4000 pixels con un CCD da 60x60 mm. Queste telecamere risultano essere uno degli elementi maggiormente complessi nell'intero telescopio.

In questo ambito io mi sono occupato dello sviluppo e dell'ingegnerizzazione della telecamera. Tutti gòi elementi che la costituiscono (dalla criogenia necessaria per il funzionamento, alla meccanica complessiva, alla analisi termica, alla elettronica integrata) sono sviluppati in Italia da un team di 10 ricercatori.

Curriculum Vitæ Laura Silvia Monaco

DATI ANAGRAFICI:

e-mail:

laura.monaco@mi.infn.it

TITOLO DI STUDIO:

Data:

26 marzo 2001

Università:

Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Fisica.

Titolo conseguito:

Laurea in Fisica, 110/110 con lode

Titolo della tesi:

Misura dell'energia cinetica degli elettroni fotoemessi da catodi Cs₂Te mediante un analizzatore a tempo di volo (relatori: C. Pagani, P. Michelato, D. Sertore)

CURRICULUM POST-LAUREA:

Periodo:

16 settembre 2001 – 15 marzo 2002

Ente - Qualifica:

INFN - Vincitrice di borsa di studio INFN per neolaureati, attribuita tramite concorso, usufruita presso la sezione di Milano

Periodo:

6 maggio 2002 – 5 maggio 2004

Ente - Qualifica:

INFN - Borsista CE (V Prog. Quadro/PDS-XADS)

Periodo:

9 luglio 2004 – 8 gennaio 2005

Ente - Qualifica:

INFN – Art. 2222 su fondi CE (VI Prog. Quadro/CARE)

Periodo:

14 febbraio 2005 – 4 marzo 2005

Ente - Qualifica:

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY - Scientific Visitor

Periodo:

21 marzo 2005 – 20 novembre 2005

Ente - Qualifica:

INFN – Art. 2222 su fondi CE (VI Prog. Quadro/SFS)

Periodo:

1 febbraio 2006 – 31 gennaio 2008

Ente - Qualifica:

INFN – Assegno di ricerca nell'ambito della ricerca tecnologica su fondi CE (VI Prog. Quadro/CARE) con tema: "analisi di affidabilità dei processi produttivi di cavità superconduttive ad alto campo e dei componenti ancillari"

Periodo:

1 aprile 2008 – 31 ottobre 2008

Ente - Qualifica:

INFN – Art. 23 su fondi CE (VI Prog. Quadro/IA-SFS)

Periodo:

1 novembre 2008 – 6 febbraio 2009

Ente - Qualifica:

INFN – Art. 23 su fondi MIUR-SPARX

Periodo:

3 aprile 2009 – 31 marzo 2010

Ente - Qualifica:

INFN – Art. 23 su fondi CE (VI Prog. Quadro/EUROTRANS)

Periodo:

3 maggio 2010 – 31 gennaio 2012

Ente - Qualifica:

INFN – Art. 23 su fondi CE (VII Prog. Quadro/ILC-HiGrade)

Periodo:

5 aprile 2012 – 4 aprile 2015

Ente - Qualifica:

INFN – Art. 23 su fondi XFEL

Periodo:

5 aprile 2015 – 4 aprile 2018

Ente - Qualifica:

INFN – Art. 36 su fondi XFEL

Periodo:

5 aprile 2018 – 30-settembre 2018

Ente - Qualifica:

INFN – Art. 36 su fondi ESS-MIUR (scadenza 4 aprile 2020)

Periodo:

1 ottobre 2018 – oggi

Ente - Qualifica:

INFN – Tecnologo III livello presso INFN sezione di Milano

ATTIVITÀ DI RICERCA

Attività relative a componenti per acceleratori SC per elettroni e protoni (2002-oggi)

La mia attività di ricerca riguardante le cavità acceleranti SuperConduttive (SC) a RadioFrequenza (RF) e i rispettivi componenti ancillari si è sviluppata nel contesto di programmi europei quali PDS-XADS, CARE, EUROTRANS, ILC-HiGrade affrontando diverse tematiche, in molti casi comuni alle cavità per protoni e per elettroni. La varietà dei problemi affrontati mi ha permesso di acquisire competenze specifiche in differenti campi e, dal 2007, mi sono occupata direttamente della produzione di cavità SC a 3.9 GHz e a 1.3 GHz presso l'industria italiana nell'ambito del progetto europeo European X-Ray Free-Electron Laser (XFEL). Dal 2010 al 2015 ho ricoperto l'incarico di "deputy" del leader italiano del Work Package 4 (WP04-Cavity Production) di XFEL relativo alla produzione delle 800 cavità SC a 1.3 GHz del linac SC, in operazione dal 2016. Grazie alla fondamentale esperienza acquisita con XFEL, dal 2015 mi occupo di differenti tematiche relative a cavità SC RF medio β per protoni che porteranno alla produzione presso l'industria di 38 cavità $\beta = 0.67$ a 704.42 MHz per il progetto European Spallation Source (ESS) e per il futuro alla produzione di 33 cavità a $\beta = 0.61$ a 650 MHz per il progetto Proton Improvement Plan-II (PIP-II) a Fermilab.

La realizzazione delle presenti e future grandi macchine acceleranti (ILC, XFEL, ADS e le sorgenti di neutroni come ESS), richiede un'analisi critica della tecnologia utilizzata per la costruzione delle cavità SC RF e dei relativi sottocomponenti, per aumentare la loro affidabilità e ridurre i costi di produzione. Nell'ambito del programma CARE, ho raccolto e analizzato le differenti tecnologie costruttive delle cavità sviluppate nei laboratori internazionali [25,33] individuando criticità importanti che ho evidenziato in particolare nel sistema di tenuta da vuoto delle cavità e nelle connessioni tra cavità e He-tank. Per quanto riguarda il sistema di flangiatura, ho realizzato un set-up sperimentale ed effettuato misure sistematiche di caratterizzazione meccanica di diverse configurazioni (geometria e materiale) a differenti temperature (ambiente e in condizioni criogeniche) [35,38]. Sulla base di questi risultati, è stato sviluppato un modello ad elementi finiti che ha riprodotto con ottimo accordo i risultati sperimentali e che permette lo studio di nuove soluzioni di flangiatura meno costose e più affidabili. La connessione tra la cavità SC e la He-tank è stata studiata sviluppando un modello numerico che ha portato ad una soluzione semplificata [59] che, pur garantendo le caratteristiche di rigidità richieste e semplificando le fasi di montaggio, aumenta la flessibilità e ne riduce i costi di produzione.

Particolarmente critiche per le performance finali delle cavità SC risultano essere i trattamenti delle superfici in Nb esposte alla RF, la loro corretta manipolazione durante le varie fasi di lavorazione e di assemblaggio (che eviti inclusioni di materiali estranei) e la qualità delle saldature a fascio elettronico Electron Beam Welding (EBW). Mediante microscopia ottica ho studiato l'evoluzione, durante i differenti trattamenti chimici (Buffered Chemical Polishing - BCP) ed elettrochimici (Electrochemical Polishing - EP), di difetti prodotti ad-hoc sulla superficie di campioni di Nb, evidenziando una forte dipendenza sia dalla geometria del difetto che dal tipo di trattamento [66,101]. Questo studio ha trovato riscontro nell'analisi di difetti nelle regioni di saldatura EBW e nelle zone con difetti simili trovati in cavità SC con basse performance [94,106]. Per una migliore comprensione del processo EBW e per una riduzione dei costi, ho realizzato e messo in funzione, in collaborazione con la ditta Zanon, un dispositivo tuttora in uso basato su sensori pirometrici per lo studio del comportamento termico dei sottocomponenti e delle cavità SC durante la saldatura a EBW. Ho così studiato l'evoluzione temporale del profilo di temperatura durante la saldatura dei pezzi, ottenendo un dimezzamento dei tempi effettivi di fabbricazione con la conseguente diminuzione dei costi di produzione presso l'industria [81,89]. Ho studiato la qualità delle saldature EBW realizzando un apparato specifico per l'ispezione ottica della superficie interna delle cavità SC [67]. Questa diagnostica è ora una tecnica standard utilizzata nei processi di produzione di cavità di serie per la determinazione, localizzazione ed eventualmente rimozione di possibili difetti che possono provocare quench nei risonatori [85,112].

Un ulteriore aspetto critico per raggiungere fattori di qualità elevati per le cavità SC è lo schermaggio del campo magnetico terrestre a temperatura criogenica. Grazie all'esperienza acquisita durante il mio lavoro di tesi [2] relativa allo schermaggio del campo magnetico terrestre per lo spettrometro di volo per elettroni lenti TOF, ho studiato diverse configurazioni di schermo magnetico per cavità SC sia per protoni che per elettroni. Le soluzioni sviluppate sono tali da permettere l'installazione di tutti gli ancillari della cavità e, ovviamente, garantire il fattore di schermaggio richiesto. Per esempio, nel caso delle cavità SC per protoni a 704.4 MHz del

progetto EUROTRANS, la soluzione innovativa che ho individuato è costituita da uno schermo in materiale ad alto μ_r alle basse temperature interno al serbatoio di elio superfluido. Questa soluzione è stata realizzata [46,54] e caratterizzata sperimentalmente [60], mostrando ottimo accordo tra il fattore di schermaggio di disegno e quello misurato. La cavità, con il rispettivo schermo, è stata poi integrata nel criomodulo dimostrativo di EUROTRANS per i test a Orsay [68,69]. Per le cavità 3.9 GHz dell'iniettore di EXFEL, ho studiato una soluzione che ha semplificato lo schermo sviluppato da FNAL, garantendo le stesse performance.

Affidabilità per Accelerator Driven Systems

Un aspetto peculiare che ho affrontato nell'ambito del programma europeo PDS-XADS, progetto concettuale di un trasmutatore di scorie nucleari alimentato da un acceleratore superconduttivo di protoni, è stata la valutazione dell'affidabilità e disponibilità dell'acceleratore stesso. Requisito fondamentale per questo tipo di acceleratore è il raggiungimento di una elevata affidabilità (poche interruzioni di fascio all'anno), imposta dal suo accoppiamento con il reattore nucleare sottocritico. L'analisi di affidabilità del sistema, comunemente utilizzata in progetti di tipo industriale, è stata applicata sin dalla fase di progettazione dell'acceleratore e mi ha permesso, insieme al gruppo di Milano, di definire lo schema dell'acceleratore e di condurre un'analisi FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) dei principali sottosistemi [6,8]. Il risultato di questo studio è stato riassunto nei vari deliverable contrattuali del programma PDS-XADS, in particolare il documento D57 [11] che è alla base anche di ulteriori approfondimenti [23,24]. Sempre nell'ambito dei sistemi ADS, ho studiato la regione dell'interfaccia tra reattore e acceleratore nell'ipotesi "windowless" (assenza di una barriera fisica tra acceleratore e reattore), che ne costituisce uno dei punti critici [13,14,15]. Poiché né il tasso di evaporazione né la sticking probability del materiale del reattore (PbBi) erano conosciuti, ho partecipato alla realizzazione e operazione di un apparato di misura realizzato al LASA, in collaborazione con la ditta SAES Getters e con l'ENEA, per la caratterizzazione delle proprietà fisiche dei vapori di Pb e Bi (prodotti dalla lega eutettica di PbBi) in condizioni di alto vuoto. Questi risultati sono stati alla base della dimostrazione della fattibilità della soluzione "windowless".

Cavità superconduttive per EXFEL

L'esperienza acquisita nell'ambito dei vari progetti europei mi ha permesso di affrontare varie tematiche concernenti la costruzione delle cavità SC a 1.3 GHz e a 3.9 GHz per il progetto europeo EXFEL.

Dal 2010 al 2015 ho seguito l'attività relativa alla produzione di 800 cavità in Nb a 1.3 GHz per il progetto EXFEL presso l'industria italiana e tedesca, in collaborazione con DESY (Amburgo), con il ruolo di "deputy" del leader italiano del WP04.

La sfida connessa a questo progetto è stata quella di richiedere all'industria non solo la fabbricazione meccanica delle cavità RF ma anche tutti i successivi trattamenti necessari per produrre cavità pronte per essere montate ed utilizzate nei criomoduli. Questo è stato possibile trasferendo all'industria il "know-how" (finora limitato principalmente ai laboratori di ricerca) necessario, come per esempio i vari trattamenti di superficie (BCP, EP, High Pressure Rinsing-HPR, trattamenti termici), le misure RF e di tuning delle cavità, etc. In una prima fase, la mia attività ha riguardato la revisione delle specifiche relative al complesso schema produttivo in vista del loro trasferimento alle ditte, la gestione del processo di trasferimento tecnologico stesso [87], il supporto alle ditte per la messa a punto delle infrastrutture (HPR, camera bianca e sistemi di pompaggio lenti [88]) e la loro qualifica, con particolare attenzione ai processi di trattamento di superficie (BCP e EP) [86,83]. Da dicembre 2012, inizio della effettiva produzione in serie delle cavità da parte dell'industria, ho fornito supporto tecnologico-scientifico alle ditte e ho seguito il controllo qualità dell'intero processo produttivo. Al fine di limitare possibili cause di basse performance delle cavità in Nb, ho collaborato allo sviluppo di un sistema non invasivo per l'identificazione di inclusioni [102], alla realizzazione presso l'industria di un sistema meccanico per la riparazione locale dei difetti [97], e all'analisi della distribuzione di difetti dei circa 25000 sottocomponenti per la costruzione delle cavità per EXFEL [94].

La produzione delle cavità SC si è conclusa con ottimi risultati a fine 2015. Le cavità prodotte hanno infatti raggiunto performance che superano largamente le caratteristiche fissate del progetto [106,108]. Il mio contributo al raggiungimento di questi risultati è stato nella continua analisi dei parametri produttivi e al loro confronto con le performance delle cavità nei test RF a 2 K a DESY. Tra i risultati più significativi delle analisi, a

cui ho lavorato attivamente assieme a un team dedicato di DESY, si è evidenziata la differenza tra i due processi finali (BCP e EP) e l'efficacia dei lavaggi ad alta pressione (HPR), non solo nell'eliminazione della "field emission", ma anche nel miglioramento delle performance finali [93,101,103,106,107,108].

La mia attività relativa alle cavità SC a 3.9 GHz di terza armonica per l'iniettore di EXFEL (WP46), è cominciata nel 2007 e si è concentrata, inizialmente, sulle ispezioni ottiche delle strutture risonanti prototipali realizzate presso la ditta Zanon. In particolare, ho seguito l'evoluzione della superficie interna delle cavità durante tutte le fasi di trattamento chimico e termico, portando all'individuazione e alla rimozione di difetti, possibili causa di quench [67,85] e all'ottimizzazione del processo produttivo. Ho partecipato in seguito alla preparazione dei prototipi per i test RF al LASA e ai loro test RF a temperatura criogenica [78,80,82]. Grazie all'esperienza acquisita nella produzione delle cavità 1.3 GHz per EXFEL e nella realizzazione dei prototipi a 3.9 GHz, ho seguito il trasferimento del "know-how" all'industria necessario per la produzione delle 10 cavità di serie sin dalla fase di preparazione delle specifiche tecniche e ho definito il sistema di controllo qualità. Durante la produzione delle cavità di serie a 3.9 GHz, la mia attività ha riguardato differenti tematiche tra cui il controllo qualità delle varie fasi del processo produttivo, sia presso la ditta Zanon che presso il LASA [84,91,92] e il controllo delle superfici RF nelle diverse fasi di lavorazione. Nel 2015, le prime 10 cavità di serie sono state testate superando i parametri di progetto richiesti, e 8 di queste sono ora montate ed operanti nel criomodulo installato nell'iniettore di EXFEL [76,84,95,98,100] che nella primavera 2016 è stato commissionato con successo. Ho quindi seguito la produzione di ulteriori 10 cavità per un secondo modulo spare, occupandomi principalmente del controllo qualità dell'intero processo produttivo [105]. Anche questo secondo gruppo di cavità ha superato le richieste di progetto, dimostrando l'efficacia del sistema di produzione trasferito all'industria e del piano di controllo qualità utilizzato [109,122]. Ho seguito la costruzione (meccanica e trattamenti superficiali) presso l'industria di una cavità 3.9 GHz realizzata con materiale largo grano in Nb, occupandomi principalmente dell'evoluzione della sua superficie durante i vari trattamenti e individuando, tramite ispezioni ottiche, la presenza di difetti geometrici causa della sua limitazione delle performance finali durante il test RF a freddo [112].

Cavità superconduttive per ESS e per PIP-II

Grazie alla fondamentale esperienza acquisita con EXFEL, dal 2015 mi occupo di tematiche concernenti la produzione di cavità RF SC medio beta per protoni a 704.42 MHz per il progetto ESS [99]. Questa attività, relativa alla costruzione e caratterizzazione di prototipi e alla produzione delle 38 cavità di serie (contributo italiano in-kind) presso l'industria, è partita nel 2016. Un aspetto peculiare di cui mi occupo attivamente è l'interazione con i diversi laboratori coinvolti nel progetto come il CEA di Saclay (che gestirà l'integrazione delle cavità nei criomoduli), DESY (per i test delle cavità a 2 K) e ESS (in quanto laboratorio di riferimento dell'intero progetto) per la definizione e lo scambio delle informazioni relative alla qualifica delle cavità prodotte. Ho partecipato alla stesura delle specifiche tecniche delle cavità prototipo e alla definizione del tipo di trattamenti (chimici, termici) necessari alla loro preparazione che, come per le cavità 1.3 GHz, prevede la fornitura di cavità pronte per il test e la successiva installazione nei criomoduli. Inoltre ho messo a punto ed organizzato il ciclo produttivo, il controllo qualità (QC) ed il trasferimento tecnologico per la produzione dei prototipi che sono stati realizzati dall'industria nel 2016 [104,110], utilizzando sia Nb a grano fine che a largo grano, e testati con successo al LASA tra il 2016 e 2017 [111,113,114,115,116,117,118]. L'ottimo risultato in termini di performance del prototipo equipaggiato con la sua He-tank (ora al CEA per il suo montaggio nel criomodulo dimostratore M-ECCTD) ha validato sia il design INFN del risonatore, sia la sua compatibilità con le interfacce richieste, sia l'intero processo produttivo presso l'industria. Per quanto riguarda le 38 cavità di serie per ESS, ho contribuito attivamente alla stesura delle specifiche tecniche per la loro costruzione presso l'industria, con particolare riguardo alla definizione dell'intero ciclo produttivo (meccanica e trattamenti) e al piano di QC, del quale sarò responsabile anche durante la produzione di serie e che comprenderà lo scambio di informazioni con i differenti partner coinvolti nel progetto. Ho infine collaborato alla stesura delle specifiche tecniche per l'acquisto del Nb ad alto RRR, ho fatto parte della commissione di valutazione della gara stessa e sono responsabile del controllo qualità del Nb prodotto in Cina.

Dal 2017 mi occupo di alcune tematiche relative al design delle cavità per il progetto PIP-II che prevedono la realizzazione meccanica e i necessari trattamenti di tre cavità a cella singola con $\beta = 0.61$, alla frequenza di 650 MHz [119]. I temi di mia responsabilità riguardano la scelta delle caratteristiche meccaniche del Nb legate

al tipo di trattamento superficiale con EP e l'ottimizzazione della forma delle celle in modo da renderle compatibili con la produzione meccanica, garantendo anche l'ottimo livello di pulizia della superficie interna indispensabile al raggiungimento delle performance richieste dal progetto. A breve inizierà la produzione di prototipi (sia singola cella che multi-cella) presso l'industria [121], che necessiterà della messa in opera di un controllo qualità del processo simile a quello utilizzato per i precedenti progetti (EXFEL e ESS) oltre allo sviluppo di un dedicato processo di EP necessario per raggiungere le performance del progetto. Questa attività permetterà di validare, come per ESS, la procedura di produzione e il controllo qualità delle cavità multicella che successivamente applicherò nella produzione delle 33 cavità nell'industria.

Attività relative a fotocatodi per cannoni RF ad alta brillantezza (2001-oggi)

La mia attività di ricerca nell'ambito dei fotocatodi è iniziata con il mio lavoro di tesi [2] e negli anni ho potuto affrontare vari temi relativi alla loro caratterizzazione (proprietà fotoemissive e ottiche dei film), alla loro produzione ed ottimizzazione e all'analisi delle loro prestazioni nei cannoni RF.

Crescita e trasferimento di fotocatodi per cannoni RF

Sin dal 1998, il Laboratorio LASA produce i catodi fotoemissivi in Cs_2Te impiegati, come sorgenti di elettroni, nei cannoni RF ad alta brillantezza di TTF/FLASH a DESY-Amburgo e di PITZ (Photo Injector Test Facility) a DESY-Zeuthen. Dal 2004 sono responsabile sia della produzione dei fotocatodi che della gestione dei rapporti con i laboratori coinvolti. Fino ad ora sono stati realizzati per FLASH, PITZ, APEX circa 150 fotocatodi in Cs_2Te , la cui vita media operativa è passata da 90 giorni [9], a 180 giorni [37,53,56,62,72,74,79] fino ai 2 anni del fotocatodo ora in uso a FLASH [120], anche grazie al lavoro che ho sviluppato negli anni mirato all'ottimizzazione e alla riproducibilità della ricetta di crescita [29,34,63,73]. La lunga vita operativa e i continui miglioramenti delle caratteristiche dei film (efficienza quantica $QE \sim 9.4\%$ per $\lambda = 254\text{ nm}$, bassa corrente di buio, alta uniformità fotoemissiva spaziale, elevata robustezza) hanno contribuito al raggiungimento degli ottimi risultati a FLASH [31,32,39,42,51] e a PITZ [19,20,22,58,70,77] che hanno motivato diversi "upgrade" delle macchine negli anni [26,30,45,55,57,64,65,70,71]. Inoltre le ottime prestazioni dei film fotoemissivi mi hanno permesso di creare nuove collaborazioni con DESY-Amburgo [74], con FNAL e con LBNL. Per DESY e FNAL sono stati realizzati, installati e messi in funzione due sistemi di crescita dei fotocatodi, analoghi al sistema del LASA, che sono attualmente in operazione (per EXFEL, FLASH e REGAE a DESY e per FAST a FNAL). Per LBNL ho prodotto al LASA i film fotoemissivi che sono stati impiegati in APEX. Per quest'ultima collaborazione ho attivamente partecipato alla progettazione, caratterizzazione e realizzazione di un nuovo sistema di trasferimento che, utilizzando una pompa con getter non evaporabili (SAES), permette il trasporto aereo dei fotocatodi mantenendone inalterate le caratteristiche per più di due anni [75,90]. Grazie a quest'ottimo risultato, in collaborazione con LBNL stiamo ora producendo dei fotocatodi in Cs_2Te che verranno impiegati per il commissioning dell'iniettore di LCLS-II previsto per il 2018.

Come accennato in precedenza, una parte significativa del mio lavoro ha riguardato l'ottimizzazione del processo di crescita dei film fotoemissivi in modo da incrementare la riproducibilità delle loro caratteristiche fotoemissive e la loro robustezza così come l'affidabilità del loro trasporto. Una prima analisi critica di questi temi l'ho sviluppata nell'ambito del progetto IA-SFS (Integrating Activity on Synchrotron & Free Electron Laser Science), rivolto alle nuove sorgenti di luce di sincrotrone di 4^a generazione, occupandomi anche della riduzione della corrente di buio e dell'emittanza termica [34,50]. Successivamente, ho affiancato alle usuali metodologie di caratterizzazione (misura della QE durante la deposizione e dell'uniformità fotoemissiva spaziale del film) altre diagnostiche innovative in questo campo effettuando misure di QE e di riflettività a differenti lunghezze d'onda (λ tra 239 nm ÷ 436 nm) durante la crescita dei fotocatodi. Questa tecnica mi ha permesso di studiare la crescita dei vari composti precedenti alla formazione completa del Cs_2Te , di verificare la stabilità delle caratteristiche fotoemissive dei film prodotti [5,63], di studiare l'evoluzione della soglia fotoemissiva durante la deposizione dei film [5,44,63,73] e di qualificare l'omogeneità fotoemissiva dei film prodotti [34,44]. Questo ha permesso di incrementare significativamente il controllo delle caratteristiche fotoemissive dei film e la loro riproducibilità. L'ottimizzazione del processo di crescita è stata anche affrontata applicando l'analisi multivariata che ha permesso di evidenziare alcune criticità (p. es. il "rate" di evaporazione delle sorgenti di Cs) [29].

Una parte importante del mio lavoro di ricerca ha riguardato inoltre lo studio dei fotocatodi e delle loro prestazioni sia durante l'operazione nei cannoni RF che dopo il loro utilizzo. Invitata da DESY, ho contribuito alla realizzazione di un sistema di monitoraggio della QE on-line, tuttora utilizzato come strumento di controllo della qualità dei fotocatodi nel cannone RF, con il quale ho studiato gli effetti di deterioramento delle proprietà fotoemissive durante le operazioni e l'influenza degli elevati campi elettrici presenti nei cannoni [28,37,41,43,53,56,62,79]. Operando in remoto su FLASH e PITZ da Milano ho approfondito, in particolare, il tema della corrente di buio evidenziando la criticità della regione di transizione tra catodo e cannone [27,36,40]. Ho infine analizzato i dati di corrente di buio relativi ai fotocatodi in operazione raccolti sin dal 1998 [36], evidenziando l'influenza del condizionamento della cavità RF del cannone e la criticità della preparazione delle superfici dei catodi [21,36,50]. Ho applicato e confrontato diverse tecniche di preparazione dei substrati in Mo e differenti procedure di lucidatura ottica [5,29], consentendo la riduzione di almeno un ordine di grandezza della corrente di buio [9]. Per l'analisi post-utilizzo dei catodi [17,18,34,44], oltre alle tecniche usuali (misura della QE e della sua uniformità spaziale a differenti λ), ho studiato la superficie dei film fotoemissivi con microscopia ottica e analisi SEM [34], SEM-EDX a DESY [79] e con XPS a BESSY [61]. In particolare le misure XPS effettuate su catodi con vita media molto breve [49], hanno evidenziando la correlazione tra la vita media e la presenza di contaminanti (F e C) provenienti da parti in Teflon installate nella linea di fascio.

Tutto il materiale relativo ai fotocatodi e alle loro performance (crescita, operazione nei cannoni RF, analisi dopo l'utilizzo) è raccolto in un database SQL accessibile via web (<http://www.lasa.mi.infn.it/ttfcathodes>) del quale sono responsabile. Esso costituisce il "TTF Photocathodes Database" che si è rivelato essere uno strumento essenziale per lo studio dell'affidabilità e dell'ottimizzazione dei catodi.

Attività di R&D sui fotocatodi

L'emittanza termica dei fotocatodi è un parametro di fondamentale importanza per le sorgenti di elettroni ad alta brillantezza. Sin dal mio lavoro di tesi, mi sono occupata di questa tematica realizzando un apparato sperimentale per la sua misura e successivamente metodologie per il suo controllo. Nello specifico, ho partecipato alla progettazione e, successivamente, ho realizzato e caratterizzato uno spettrometro a tempo di volo TOF (Time-Of-Flight) per elettroni lenti ($<5\text{eV}$), operante in condizioni di ultra alto vuoto (UHV) [1,2,3,12,16]. Ho proceduto alla sua caratterizzazione e calibrazione, sia tramite simulazioni che sperimentalmente su campioni policristallini metallici noti quali Ag [1], Ag cesiato [3], Nb, Mo. Ho progettato e costruito un nuovo schermo magnetico che ha permesso di ridurre significativamente il campo residuo all'interno dell'analizzatore (da $\sim 300\text{ mG}$ a 8 mG) limitando le distorsioni degli spettri [12]. Ho inoltre studiato gli effetti di carica spaziale, analizzando le deformazioni degli spettri ottenuti a differenti densità di carica emessa. L'ottimizzazione del TOF mi ha così portato a misurare per la prima volta con questa tecnica l'emittanza termica degli elettroni fotoemessi sia da Ag policristallino che da Cs_2Te illuminati con radiazione UV ($\lambda = 263\text{ nm}$ e 211 nm) [16]. Il valore misurato per il Cs_2Te è risultato essere compatibile con le richieste per le sorgenti SASE-FEL. Ho infine affrontato il tema della riduzione dell'emittanza termica "invecchiando" ad-hoc un film in Cs_2Te mediante inquinamento controllato con ossigeno, aumentando così l'affinità elettronica del film ma mantenendo inalterata la sua uniformità spaziale fotoemissiva, caratteristica richiesta per l'utilizzo dei fotocatodi nei cannoni RF [52].

L'analisi delle caratteristiche fotoemissive dei film in Cs_2Te è stata ulteriormente affrontata tramite tecniche di spettroscopia elettronica e di misure ottiche di riflettività risolte in angolo, misure di parametri ottici e di rugosità (effettuate anche su metalli policristallini quali Ag e Mo) [2,5]. L'insieme di tutte le misure utilizzate nella caratterizzazione dei film fotoemissivi mi hanno così permesso di comprendere meglio la struttura a bande DOS (Density-Of-States) del Cs_2Te e di determinare la componente reale e complessa dell'indice di rifrazione [5]. Queste informazioni sono ora inserite in un modello di fotoemissione utilizzato per ottimizzare i parametri fotoemissivi al fine di ridurre ulteriormente l'emittanza termica.

L'esperienza così acquisita, mi ha recentemente portato ad iniziare nuovi studi relativi alla crescita e caratterizzazione degli antimoniuri di metalli alcalini (K_2CsSb), fotocatodi sensibili al verde, già studiati in passato presso il laboratorio LASA. Il nuovo interesse per i fotocatodi sensibili al verde è motivato dalle scelte di molti laboratori internazionali che stanno investendo proprio in questo campo al fine di ridurre ulteriormente l'emittanza termica. L'attività è cominciata nel 2017 con la crescita di fotocatodi su campioni in Mo in un sistema

in UHV (presso il LASA) dedicato ad attività di R&D. I primi risultati sono stati incoraggianti, soprattutto in termini di carica prodotta rispetto al deterioramento della QE dei film fotoemissivi [125]. Una volta messa a punto una ricetta riproducibile e soddisfacente in termini di QE, vita media e uniformità spaziale, si procederà alla realizzazione di un sistema di produzione di fotocatodi, in collaborazione con DESY, per testarli nelle condizioni operative di un cannone RF.

Futuri iniettori ad alta brillantezza

L'esperienza acquisita sia nell'ambito dei fotocatodi impiegati negli iniettori ad alta brillantezza che nella produzione delle cavità SC per acceleratori e le varie collaborazioni internazionali mi hanno portato ad essere coinvolta nel progetto MariX (Multidisciplinary Advanced Research Infrastructure with X-rays), nato dalla collaborazione INFN- Unimi e attualmente in fase di definizione, che si propone di costruire una macchina interdisciplinare in grado di generare radiazione X sia attraverso il meccanismo del Compton backscattering ($E_{ph} 20 \div 180$ keV) che con radiazione SASE FEL ($E_{ph} 0.3 \div 10$ keV) [123,124]. La radiazione Compton prodotta sarà CW a 100 MHz con alto flusso e trova applicazioni principalmente in campo medico (diagnostica) ma anche ad esempio in archeometria. La radiazione FEL invece, data la sua coerenza, trova principali applicazioni nella caratterizzazione dei materiali, misure di pump & probe, cristallografia delle proteine, ecc. Questa macchina prevede un iniettore ad alta brillantezza per la produzione del fascio di elettroni che impiegherà i fotocatodi prodotti al LASA e dei quali sarò responsabile. Per questo motivo, sono referente per la sezione relativa all'iniettore "The Injectors" del Conceptual Design Report ora in fase di stesura. Inoltre contribuisco anche per la parte relativa all'acceleratore SC ed in particolare nella scelta delle cavità acceleranti per quanto riguarda le loro performance e gli aspetti legati alla loro produzione in serie.

CONCORSI E ABILITAZIONI:

- Concorso:** Concorso a n. 20 borse di studio per neolaureati (Bando 8424/00)
Ente - Graduatoria: INFN - 1° posto della graduatoria di merito
- Concorso:** Concorso n. 1 assegno di ricerca nell'ambito della ricerca tecnologica (Bando 11066/05)
Ente - Graduatoria: INFN (VI Progr. Quadro/CARE) - Vincitrice sul tema di ricerca "Analisi di affidabilità dei processi produttivi di cavità superconduttive ad alto campo e dei componenti ancillari"
- Concorso:** Concorso per titoli ed esami per l'assunzione, con contratto di lavoro a tempo determinato, di personale Tecnologo di III livello professionale (Selezione 6N/T3/MAC)
Ente - Graduatoria: INFN - 7ª posizione, facente parte della graduatoria degli idonei della selezione
- Concorso:** Concorso per titoli ed esami a tre posti per il profilo professionale di Ricercatore di III livello professionale (Bando 13709/2010)
Ente - Graduatoria: INFN - 14ª posizione, facente parte della graduatoria di merito
- Concorso:** Concorso per titoli ed esame colloquio per 1 posto di Primo Tecnologo – II livello professionale (Bando 16622/2014)
Ente - Graduatoria: INFN – ammessa all'orale con giudizio sui titoli più che buono, esame colloquio molto buono. Giudizio complessivo finale più che buono
- Concorso:** Concorso per titoli ed esame colloquio per l'assunzione presso la sezione di Milano di una unità di personale con contratto di lavoro subordinato a tempo determinato, con profilo di Tecnologo di III livello professionale (Codice MI/T3/466)
Ente - Graduatoria: INFN – 1ª posizione
- Concorso:** Concorso per titoli ed esame colloquio per 5 posti per il profilo di Primo Ricercatore – II livello professionale (Bando 18011/2016)
Ente - Graduatoria: INFN – non ammessa all'orale con giudizio complessivo sui titoli buono
- Concorso:** Concorso per titoli ed esami per 2 posti per il profilo di Tecnologo – III livello professionale con contratto a tempo indeterminato (Bando 18786/2017)
Ente - Graduatoria: INFN – 3ª posizione nella graduatoria di merito

CORSI E SCUOLE:

- Corso di "Tecnologie del Vuoto e Ultravuoto" (laboratorio LASA INFN Milano, 2002)
- "CERN Accelerator School" (Sesimbra, Portogallo, 2002)
- "Second International Accelerator School for Linear Colliders" (Erice, 2007)
- Corso di "Analisi multivariata e progettazione di esperimenti" (lab LASA INFN Milano, 2007)
- Corso di "ANSYS WorkBench V12.1: Corso Base e Design Modeler" (INFN Milano, 2010)
- Corso di "Comunicare in pubblico – Comunicare la scienza" (INFN Milano, 2017)

ATTIVITA' DIDATTICA-GESTIONALE E RESPONSABILITÀ:

- Deputy del leader italiano del WP04 per la produzione delle 800 cavità 1.3 GHz per EXFEL
- External Expert for the DUNE PIP-II Cryomodules, STFC's Projects Peer Review Panel (PPRP), June 5th 2018
- Componente della commissione per la selezione di neodiplomati (bandi 17366/2015 e 17365/2015) presso la sezione di Milano (disposizione 17547, 8/9/ 2015)
- Componente della commissione per l'assunzione di 1 unità a tempo determinato profilo di Collaboratore Tecnico E.R. di VI livello professionale (bando MI/C6/696) presso la sezione di Milano (disposizione 19320, 22/9/2017)
- Componente commissione aggiudicazione per la gara relativa alla fornitura di lastre e semilavorati in Nb RRR 300 e Nb RRR 40, per la realizzazione delle cavità medio beta per il progetto ESS (disposizione 18960, 13/4/2017)
- Organizzatrice del "Workshop on High QE Photocathodes", 4-6 Ottobre 2006, lab. LASA (INFN Milano)
- Membro del Local Organizing Committee del "TESLA Technology Collaboration (TTC) Meeting", 28 Febbraio - 3 Marzo 2011, Università degli Studi di Milano
- Membro del Local Organizing Committee del "TESLA Technology Collaboration (TTC) Meeting", 6 - 9 Febbraio 2018, Università degli Studi di Milano
- Responsabile della sezione relativa all'iniettore "The Injectors" del Conceptual Design Report (CDR) di MariX
- Correlatrice di tesi di laurea triennale e magistrale in fisica

Milano, 3 maggio 2019

Laura Silvia Monaco

Laura Silvia Monaco



8/8