

DR. LUIGI RIGON

CURRICULUM DELL'ATTIVITÀ SCIENTIFICA

DATI PERSONALI

- Nato a Camposampiero (PD) il 26 gennaio 1972.
- Residente a Cervignano del Friuli (UD), in via Aquileia 31.
- e-mail: luigi.rigon@units.it

CORSO DI STUDI

- Laurea in fisica conseguita presso l'Università degli Studi di Trieste il 19/05/1998 con la votazione di 110/110 e lode, discutendo la tesi "Procedure di ottimizzazione di immagini radiologiche digitali prodotte con luce di sincrotrone" (relatore prof. Edoardo Castelli, correlatore dott. Alessandro Olivo).
- Dottorato di ricerca in fisica conseguito presso l'Università degli Studi di Trieste il 18/01/2002, discutendo la tesi "Nuove modalità per la produzione di immagini digitali con luce di sincrotrone mediante cristallo analizzatore" (tutore prof. Edoardo Castelli).

ATTIVITÀ SCIENTIFICA

- Negli anni 1999, 2000 e 2001 ho svolto regolarmente i tre anni di corso di Dottorato di Ricerca in Fisica presso l'Università degli Studi di Trieste. L'attività di ricerca di Dottorato si è concentrata sull'implementazione, presso la linea SYRMEP, di una tecnica radiologica di fase denominata *Diffraction Enhanced Imaging* (DEI). Tale tecnica utilizza un sistema di cristalli monocromatore e analizzatore, posti rispettivamente a monte ed a valle del campione di interesse, per ottenere immagini di alta qualità capaci di fornire informazioni sulle proprietà di rifrazione oltre che sull'assorbimento.
- Nel periodo gennaio - giugno 2000 ho ottenuto un contratto per la posizione di *Technical Collaborator* presso il Brookhaven National Laboratory (Upton, New York, USA), dove ho collaborato con il gruppo di fisica medica locale, operando presso due linee di luce della National Synchrotron Light Source. In tale circostanza ho approfondito lo studio sulla tecnica DEI ed ho partecipato ad esperimenti *in vivo* su animali riguardanti da una parte lo sviluppo di nuovi agenti di contrasto, con la partnership industriale della Schering AG (Berlino, Germania) e dall'altra una tecnica di radioterapia innovativa denominata *Microbeam Radiation Therapy* (MRT).
- Nel periodo novembre 2001 - ottobre 2005 sono stato titolare di un assegno di ricerca su "Sistemi analizzatori di fase per nuove modalità di imaging" presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Trieste, SSD FIS/07. Tale attività si è collocata nell'ambito del progetto europeo PHASY (PHase Analyzer SYstems for novel imaging modalities) finanziato dalla

Comunità Europea nel V Programma Quadro (Contratto EU HPRI-CT-1999-50008). PHASY ha coinvolto quattro laboratori di luce di Sincrotrone europei (Elettra, Trieste – ESRF, Grenoble, Francia – DESY, Amburgo, Germania – SRS, Daresbury, Regno Unito), tre Università (Trieste - Siegen, Germania – Brema, Germania), e, quale partner industriale, la Siemens AG (Erlangen, Germania). Obiettivo del progetto lo studio, l'ottimizzazione e le applicazioni dei metodi di imaging con raggi X duri basati sull'impiego di un cristallo analizzatore. Nell'ambito del progetto PHASY ho condotto molti esperimenti di imaging biomedico su campioni *in vitro* prevalentemente presso la linea di luce SYRMEP ad Elettra, sia con il gruppo di Trieste che in collaborazione con i gruppi di ESRF, SRS, DESY e Siegen. Inoltre, ho contribuito a progettare, sviluppare e realizzare un apparato sperimentale con elevata stabilità e sensibilità angolare, operativo presso la linea SYRMEP.

- Nel periodo novembre 2005 - agosto 2007 sono stato titolare di una borsa di studio post-dottorato presso l'ente di ricerca internazionale "The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics", con sede a Trieste. Argomento della borsa di studio sono state le tecniche innovative di imaging con raggi X duri basate sull'impiego della luce di sincrotrone, sia a livello teorico che applicativo. In questo contesto ho introdotto e verificato sperimentalmente nuovi algoritmi che ampliano e generalizzano la tecnica DEI, in quanto consentono di trattare effetti di diffusione dei raggi X a piccolo angolo assieme agli effetti di rifrazione.
- Dal 1998 al 2005 sono stato associato alla sezione di Trieste dell'INFN per le collaborazioni SYRMEP, FRONTRAD (FRONTier RADiology) e MATISSE (MAMmographic and Tomographic Imaging with Synchrotron light Source at Elettra) del gruppo V. In tali progetti, tutti dedicati allo sviluppo di rivelatori a microtrip di silicio per la radiologia digitale con raggi X duri, ho contribuito in modo particolare alle prove su fascio dei vari prototipi realizzati, caratterizzandoli in termini di geometria, di risoluzione spaziale e di risoluzione in contrasto e misurandone le prestazioni di *single photon counting* in funzione del flusso incidente.
- Nel periodo settembre 2007 - agosto 2012 sono stato ricercatore a tempo determinato presso l'INFN, sezione di Trieste, dedicandomi alle seguenti collaborazioni:
 - 2007-2010 PICASSO (Phase Imaging for Clinical Application with Silicon detector and Synchrotron radiation), del gruppo V. Continuazione ideale di MATISSE e degli esperimenti precedenti, PICASSO si proponeva di effettuare mammografia digitale in contrasto di fase nell'ambito del programma di mammografia clinica già avviato alla linea SYRMEP. Il progetto ha sviluppato un rivelatore multistrato di ampie dimensioni e di elevata velocità nell'acquisizione. In particolare, ho condotto l'attività sperimentale riguardante le prove su fascio e la relativa analisi dati. Inoltre ho sviluppato alcune modalità di acquisizione che, sfruttando la caratteristica geometria del fascio e del rivelatore, mettono in risalto gli effetti di fase e consentono di rivelare dettagli di piccole dimensioni.
 - 2011-2012 BEATS 2 (BEAm line from Thomson Source 2), del gruppo V (partecipanti le sezioni INFN di Bari, Cagliari, Ferrara, Laboratori Nazionali di Frascati, Milano, Pisa, Roma1 e Trieste). BEATS 2 ha realizzato una sorgente di raggi X da Thomson back-scattering, molto interessante per le applicazioni di imaging medico, presso lo SPARC LAB di Frascati. In tale contesto, ho seguito la caratterizzazione, presso la linea SYRMEP di

Elettra, di vari dispositivi destinati alla linea Thomson di Frascati, tra cui un interferometro a reticoli per raggi X (grating interferometry). Inoltre, ho contribuito a sviluppare algoritmi sensibili alla fase per immagini planari e tomografiche (in collaborazione con i gruppi di Bari e Roma¹).

- Nel periodo ottobre 2012- dicembre 2019 sono stato ricercatore all'Università di Trieste, con afferenza al Dipartimento di Fisica. La mia attività di ricerca si è svolta lungo le stesse linee che hanno caratterizzato il mio percorso precedente, focalizzandosi quindi su metodi di *imaging* innovativi con raggi X duri (intervallo energetico: 10-100 keV) e sulle possibili applicazioni di tali metodi in radiologia medica. I principali enti finanziatori della mia attività scientifica sono stati l'Università degli Studi di Trieste e l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN). L'attività di ricerca si è svolta in costante collaborazione con ricercatori di questi enti, del sincrotrone Elettra e dell'Azienda Sanitaria Universitaria Integrata di Trieste (ASUITS), nonché, spesso, con ricercatori di altri enti nazionali ed internazionali.
- Nel periodo luglio 2013- aprile 2016 sono stato membro del *Beam Time Allocation Panel C06*, la commissione che valuta le proposte di esperimento ed aggiudica il tempo macchina alle linee ID17 ed ID19 della *European Synchrotron Radiation Facility* (ESRF) a Grenoble (Francia). La mia collaborazione è stata apprezzata dal presidente della commissione ed il mandato biennale è stato esteso per un ulteriore anno.
- Nel periodo 2014-2016 ho condotto un progetto di ricerca da me proposto, intitolato "*Estensione della mammografia con radiazione di sincrotrone all'Analyzer-Based Imaging*", nell'ambito del Finanziamento di Ateneo per la Ricerca Scientifica (FRA 2013) dell'Università degli Studi di Trieste. Tale progetto ha esplorato un'altra possibile evoluzione del progetto SYRMA citato nel punto precedente, andando però a cambiare la tecnica utilizzata per ottenere il contrasto di fase. A differenza di SYRMA e SYRMA-CT/3D, che sfruttano la tecnica del "*Propagation-Based Imaging*", infatti, in questo caso si punta a sfruttare la tecnica dell' "*Analyzer-Based Imaging*", in cui un cristallo analizzatore viene interposto tra la mammella ed il rivelatore. Questo approccio presenta maggiori difficoltà nell'implementazione, ma può, in linea di principio, produrre immagini di maggiore qualità e valore diagnostico.
- Nel periodo 2014-2018 la mia attività di ricerca si è concentrata su due esperimenti finanziati dalla Commissione Scientifica Nazionale V dell'INFN, SYRMA-CT (2014-16) e SYRMA-3D (2017-2019, partecipanti le sezioni di Cagliari, Ferrara, Pisa, Napoli e Trieste, responsabile nazionale Prof. Renata Longo). SYRMA-CT/3D raccolgono l'eredità della sperimentazione clinica di mammografia planare con luce di sincrotrone che si è tenuta presso la linea SYRMEP del sincrotrone Elettra di Trieste (progetto SYRMA). Tale sperimentazione, unica al mondo, ha dimostrato i vantaggi qualitativi e diagnostici dei metodi utilizzati al sincrotrone (incluso il contrasto di fase) rispetto alla mammografia convenzionale. SYRMA-CT/3D, che oltre all'INFN coinvolgono Elettra e l'Azienda Sanitaria Universitaria Integrata di Trieste (ASUITS), hanno aperto la strada per realizzare una sperimentazione simile ma con immagini tomografiche, seguendo in questo modo una tendenza verso le immagini tridimensionali che recentemente si riscontra anche nella pratica clinica.
- Nel periodo novembre 2014 – dicembre 2021 sono stato **coordinatore locale della linea scientifica V** (Ricerche tecnologiche, interdisciplinari e di fisica degli acceleratori) dell'INFN, presso la sezione di Trieste.

- Dal 2013 sono membro della SIF (Società Italiana di Fisica) e dell'AIFM (Associazione Italiana di Fisica Medica).
- Dal gennaio 2024 sono responsabile locale di un esperimento finanziato dalla Commissione Scientifica Nazionale V dell'INFN. Il progetto, il cui responsabile nazionale è il Dott. Cerello della Sezione di Torino, si chiama VI_HI ed è dedicato alla virtual histology, ovvero alla possibilità di ottenere immagini simili a quelle istologiche evitando di sezionare il campione di interesse, ed ottenendo invece immagini in microtomografia con raggi X in contrasto di fase.
- Dal 13/12/2016 al 1/11/2019 sono stato **membro del comitato editoriale di *Physica Medica - European Journal of Medical Physics*** (Elsevier Science Ltd, Oxon, England, UK).
- Dal 2/3/2017 sono **membro del comitato editoriale di *Scientific Reports*** (Nature Publishing Group, London, England, UK); come tale, ad oggi ho scelto i referee ed ho deciso (o sto decidendo) sulla pubblicazione di oltre 50 articoli (webofscience.com).
- Dal 2000 svolgo attività di **referee per conto di riviste scientifiche internazionali**; come tale, ad oggi ho esaminato, commentato e dato il mio parere sulla pubblicazione di 86 articoli (per un totale di 118 referaggi verificati webofscience.com). Le riviste con cui ho collaborato in questo senso sono:, quali:
 - *EPL (Europhysics Letters)* (IOP Publishing Ltd, Bristol, England, UK)
 - *European Journal of Radiology* (Elsevier Science Ltd, Oxon, England, UK)
 - *Journal of Instrumentation* (SISSA, Trieste, Italy and IOP Publishing Ltd, Bristol, England, UK)
 - *Journal of Physics D: Applied Physics* (IOP Publishing Ltd, Bristol, England, UK)
 - *Journal of Synchrotron Radiation* (Wiley-Blackwell, Malden, MA, USA)
 - *Journal of the Optical Society of America A* (Optical Society of America, Washington, DC, USA)
 - *Materials* (Multidisciplinary Digital Publishing Institute AG, Basel, Switzerland)
 - *Medical Physics* (Wiley, American Association of Physicists in Medicine, Melville, NY, USA)
 - *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment* (Elsevier Science Ltd, Oxon, England, UK)
 - *Optics Express* (Optical Society of America, Washington, DC, USA)
 - *Optics Letters* (Optical Society of America, Washington, DC, USA)
 - *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* (Royal Society, London, England, UK)
 - *Physica Medica - European Journal of Medical Physics* (Elsevier Science Ltd, Oxon, England, UK)
 - *Physics in Medicine and Biology* (IOP Publishing Ltd, Bristol, England, UK)
 - *Review of Scientific Instruments* (Amer. Inst. Physics, Melville, NY, USA)
 - *Scientific Reports* (Nature Publishing Group, London, England, UK)

RELAZIONI SU INVITO

- L.Rigon
X-ray Phase-Contrast Imaging: Principles and Applications
4th International Forum on Advances in Radiation Physics (IFARP-4 – Riyadh, Saudi Arabia – 27-31/3/2022)
Partecipazione da remoto.
- Luigi Rigon
on behalf of the SYRMA 3D Collaboration
Breast Computed Tomography with Synchrotron Radiation
International Conference on Radiation Medicine (ICRM2022 – Riyadh, Saudi Arabia – 13-17/2/2022)
Partecipazione da remoto.
- L.Rigon
Image Processing in Breast Computed Tomography with Synchrotron Radiation
XIX Electrical Engineering Symposium (SIE 2021 – Las Villas, Cuba – 24-27/11/2013)
Partecipazione da remoto.
- L.Rigon
Le nuove frontiere. Immagini da onde o da particelle? Phase contrast e photon counting
8° Congresso Nazionale AIFM (AIFM 2013 – Torino – 16-19/11/2013)
- L.Rigon
Clinical Mammography at the SYRMEP beamline of Elettra
Medical Applications of Synchrotron Radiation (MASR) Conference (Shanghai, PRC – 17-20/10/2012).
- L.Rigon
Recent Developments In Diffraction Enhanced Imaging
International Workshop On X-Ray Spectromicroscopy And Imaging For Improving Life Conditions And Human Health (Trieste – 20-22/05/2006)
- L.Rigon
Phase contrast Mammography
Australian Synchrotron Workshop on Clinical Applications (Melbourne, Australia – 30/08/2003)
- L.Rigon for the PHASY collaboration
Diffraction Enhanced X-ray Medical Imaging at the Elettra Synchrotron Light Source
World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering (Sydney, Australia – 24-29/08/2003)
- L.Rigon, A.Bergamaschi, F.Arfeili, D.Dreossi, R.Longo, A.Olivo, S.Pani, E.Vallazza, C.Venanzi, E.Castelli.
Edge-On Silicon Micro-strip Detectors for Medical Imaging with Synchrotron X-rays
Second International Workshop On Mini And Micro Dosimetry And Its Applications (Sydney, Australia – 26-27/08/2003)

ATTIVITÀ DIDATTICA

- Dall'AA 2002-2003 tengo corsi presso l'Università degli Studi di Trieste. Attualmente (AA 2024-25) le mie lezioni sono:
 - FISICA APPLICATA ALLE SCIENZE RADIOLOGICHE- per la laurea in Tecniche Di Radiologia Medica, Per Immagini E Radioterapia (Abilitante Alla Professione Sanitaria Di Tecnico Di Radiologia Medica)
 - FISICA MEDICA per la laurea in Fisioterapia (Abilitante Alla Professione Sanitaria Di Fisioterapista)
 - FONDAMENTI DI FISICA MEDICA per la Laurea Magistrale Interateneo in Fisica
 - LABORATORIO DI FISICA MEDICA per la Laurea Magistrale Interateneo in Fisica
- Relatore/Correlatore/Controrelatore di oltre 25 Tesi di Laurea presso l'Università degli Studi di Trieste
- Tutore per oltre 12 tirocini del Corso di Laurea Triennale/Magistrale in Fisica, Università degli Studi di Trieste
- Dall'AA 2021-2022 sono il **coordinatore del Corso di Studi in Fisica** presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Trieste

BREVETTI

- Co-Inventore del brevetto internazionale WO2004071535 (World Intellectual Property Organization) del 26/8/2004, EP1592456 (European Patent Office) del 9/11/2005 e US20060235296 (US Patent Office) del 19/10/2006. Titolo dell'invenzione "Contrast Enhanced X-ray Phase Imaging", titolare BRACCO SpA. L'invenzione riguarda l'uso di agenti di contrasto ecografici a microbolle per imaging a raggi X usando tecniche di fase.