

CURRICULUM VITAE dott. Ing. ENRICO SERRA

Tecnologo presso l'Istituto di Fisica Nucleare con oltre 15 anni di esperienza nella progettazione e fabbricazione di dispositivi e apparecchiature per esperimenti di fisica fondamentale (rivelatori di onde gravitazionali, gravità quantistica, optomeccanica di cavità) con particolare competenza nelle tecnologie di nano/microfabbricazione per resonatori ultra-coerenti utilizzati per rilevare segnali deboli classici/quantistici.

Educazione e Qualifiche

2003 – Dottorato di ricerca in Ingegneria Industriale e dell'Informazione – Università di Udine - Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Gestionale e Meccanica - Tesi: Metodi Avanzati per il Calcolo dei Campi Magnetici Stazionari (cavi superconduttivi per Tokamak e apparecchiature)

1999 – Laurea Magistrale in Ingegneria Elettrica (ingegneria dell'automazione) - Università di Padova - Dipartimento di Ingegneria Elettrica - Tesi: Applicazione della Teoria della Passività per il Controllo di Motori Asincroni

2000 – Abilitazione alla professione di Ingegnere - Università di Padova

2013 – Qualifiche per il processing CMOS/MEMS - Else Kooi (nella camera bianca ISO5-ISO7), Technical University of Delft

Esperienza Lavorativa

Luglio 2021 – ad oggi, tecnologo (permanente), Istituto Nazionale di Fisica Nucleare – INFN-TIFPA, Trento

Novembre 2018 – Giugno 2021, senior post-doc, Consiglio Nazionale delle Ricerche - IMEM, Trento

Agosto 2015 – Agosto 2018, tecnologo, Istituto Nazionale di Fisica Nucleare -INFN-TIFPA, Trento

Agosto 2013 – Agosto 2015, post-doc, Università di Trento, Dipartimento di Fisica

Gennaio 2008 – Agosto 2013, ricercatore a tempo determinato, Fondazione Bruno Kessler – FBK (istituto di ricerca privato) – Centro per Materiali e Microsistemi (ora <https://sd.fbk.eu/it/>)

Ottobre 2004 – Dicembre 2007 – consulente ingegnere freelance per aziende ad alta tecnologia e istituti nazionali di ricerca nel campo dell'ingegneria computazionale, sviluppo di sensori e fabbricazione di prototipi

Ottobre 2003 – Ottobre 2004 – post-doc, AREA Science Park Trieste

Febbraio 2000- Settembre 2003 – dottorando presso l'Università di Udine – Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Gestionale e Meccanica

Collaborazione internazionale a lungo termine

dal 2013, ricercatore associato presso l'Technical University of Delft

Dipartimento di Microelettronica/ Membro del Laboratorio Else Kooi di NanoLabNL

<https://www.tudelft.nl/ewi/onderzoek/faciliteiten/else-kooi-lab>

dal 2024 Tera-Hertz Sensing Group, Dipartimento di Microelettronica, Technical University of Delft, Delft, 2628 CD, Paesi Bassi

Indicatori bibliometrici (Maggio 2024):

Sono coautore di oltre 70 articoli e capitoli di libro in riviste scientifiche sottoposte a peer-review e conferenze internazionali.

Google Scholar (Publish or Perish): 70+ pubblicazioni, 1293 citazioni, indice h: 21

Web of Science - 68 pubblicazioni, 966 citazioni, indice h: 19

Scopus - 69 pubblicazioni, 889 citazioni, indice h: 18

Collegamenti professionali:

<http://orcid.org/0000-0002-5120-4092>

Attività di ricerca negli ultimi cinque anni:

La mia ricerca è incentrata sulla progettazione e le tecnologie innovative volte alla creazione di resonatori ultra-coerenti microfabbricati per applicazioni di fisica fondamentale e applicata. Questi resonatori sfruttano l'interazione optomeccanica all'interno di cavità ottiche ad alta finesse, dove una nanomembrana semitrasparente modula la frequenza della cavità tramite la pressione della radiazione. Questa interazione con il campo intracavità dà origine a vari fenomeni fisici significativi, tra cui lo squeezing ponderomotivo, il raffreddamento ottico allo stato fondamentale quantistico e la trasparenza indotta optomeccanicamente.

Per realizzare resonatori all'avanguardia, collaboro strettamente con istituzioni di ricerca leader come l'Università Tecnica di Delft, un rinomato centro per le Tecnologie Quantistiche attraverso la sua iniziativa QuTech. Nel 2023, ho ricevuto il premio del progetto PRIN2022 per "Trasduzione Quantistica e Rilevazione con Sistemi Opto-Elettro-Meccanici", promuovendo la collaborazione con il nodo di ricerca IMEM-CNR per lo sviluppo di innovativi trasduttori ibridi resonanti.

Il mio lavoro riceve supporto finanziario da prestigiosi progetti internazionali e nazionali, tra cui il progetto EU QUANTERA "QuaSeRT - Rilevazione Quantistica a Temperatura Ambiente" e due progetti dell'INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare). Un progetto INFN indaga gli effetti della gravità su corpi macroscopici in stati quantistici per conciliare la gravità con la meccanica quantistica (GRAFIQO/HUMOR), mentre l'altro si concentra sulla trasduzione del segnale quantistico a temperatura ambiente utilizzando resonatori optomeccanici ibridi (tHEEOM-RD). Svolgo il ruolo di coordinatore locale e nazionale per questi progetti INFN, supervisionando la microfabbricazione dei dispositivi.

I miei sforzi hanno portato allo sviluppo di una piattaforma tecnologica unica e flessibile per dispositivi resonanti a nanomembrana di nitruro di silicio ad ultra-bassa perdita, accessibile a laboratori ottici di alto livello in tutto il mondo. Tra i risultati degni di nota vi è una riduzione di dieci volte nei parametri che definiscono la scala di Planck nel campo della ricerca sulla gravità quantistica [Nature Commun. 6, 7503 (2015)], oltre alla realizzazione di fluttuazioni intracavità al di sotto del livello del rumore di scatto in uno schema di misurazione quantistica non demolitiva [Phys. Rev. A 97, 033833, (2018)]. Inoltre, abbiamo osservato firme quantistiche derivanti dall'asimmetria delle bande laterali delle modalità meccaniche sottoposte a squeezing a partire dalla temperatura ambiente [Phys. Rev. Lett. 124, 023601, (2020)]. Attualmente, sto anche contribuendo all'analisi strutturale e termica del Modello di Ingegneria di un nuovo tracker di particelle basato su chip CMOS pixel attivi monolitici simili ad ALICE-ITS. Questo tracker verrà utilizzato a bordo del satellite in bassa orbita CSES-02 (LIMADOU-2).

Attività di ricerca precedente:

Durante il mio dottorato di ricerca, mi sono concentrato sullo sviluppo di soluzioni ingegneristiche per cavi superconduttori multistrato inseriti in condotti (CICCs) e sistemi associati utilizzati nei reattori a fusione nucleare Tokamak, in particolare ITER (www.iter.org) e RFX Consortium. Utilizzando formulazioni sia analitiche che numeriche, ho affrontato complessi problemi di correnti parassite insiti in questi dispositivi.

Nel 2004, mi sono unito al gruppo INFN Trento, contribuendo allo studio di progettazione di un rivelatore di onde gravitazionali a barre non risonante basato sul concetto DUAL. Questo approccio innovativo sfrutta la sovrapposizione di modalità risonanti quadripolari per migliorare il rilevamento dello sforzo, mitigando di conseguenza il rumore dalle modalità non sensibili alla gravità. Inoltre, mi sono concentrato sulla progettazione di sistemi di lettura elettromeccanici a basso rumore (progetto Quantum Limit Readout - QL-readout) e sull'analisi dei canali di perdita nei resonatori, compresa l'ammortizzazione strutturale e termoelastica, attraverso lo sviluppo di strumenti software personalizzati.

Inoltre, ho supportato la ricerca del Laser Interferometer per il rivelatore di onde gravitazionali VIRGO-INFN, in particolare nell'ottimizzazione dei rivestimenti ottici dei substrati e degli specchi all'interno del framework ILIAS dal 2004 al 2009.

Passando al Nano-Micro Facility della Fondazione Bruno Kessler (FBK) nel 2008, ho assunto ruoli di progettista e ingegnere di processo in sala bianca per sensori e attuatori MEMS, dispositivi in silicio c-Si e dispositivi optoelettronici come fototransistori e fotodiodi. Partecipando a vari progetti applicativi come EnerVis, MISTICO, T.B.E.S.T., HCSC e FMIS, ho contribuito a promuovere l'efficienza energetica, le tecnologie di sostenibilità e i sistemi di monitoraggio antincendio.

Parallelamente, ho avviato iniziative presso la FBK focalizzate sulla fabbricazione di dispositivi resonanti in silicio a perdite molto basse su scala centimetrica utilizzando micromacchine di massa/superficie e deposizioni selettive per funzionalizzare le superfici dei dispositivi. Queste attività hanno ricevuto finanziamenti parziali da un accordo MEMS tra la Fondazione Bruno Kessler e l'INFN.

Nel 2010, mi sono impegnato a sostenere programmi di ricerca finalizzati allo sviluppo di sensori ottici in silicio a micro-ottica-micro per optomeccanica di cavità ultra-sensibili a scala millimetrica, sostenendo importanti esperimenti come SQUALO e il progetto congiunto CNR-INFN QUANTOM mirato alle chiamate HORIZON2020 QT. Questi dispositivi integravano un riflettore Bragg ottico ad ultra bassa in un elemento resonante in silicio, precedentemente disaccoppiato dalla struttura da un filtro a uno o due stadi, gettando le basi per la successiva ricerca tecnologica su una nuova generazione di resonatori a nanomembrana di nitruro di silicio.

Responsabilità progettuali negli ultimi cinque anni presso l'INFN:

Coordinatore locale per esperimenti di CSNII (Commissione 2) – Progetti INFN: GRAFIQO - Forza Gravitazionale In Optomeccanica Quantistica (2022 – ad oggi) e HUMOR - Incertezza di Heisenberg Misurata con Risonatori Opto-Meccanici (2013–2022)

Coordinatore nazionale per esperimenti di CSNV (Commissione 5) - INFN: tHEEOM-RD – tecnologia per Modulatori Elettro-ottici ad Alta Efficienza (2018- 2024)

Responsabile di Unità di Ricerca per INFN per PRIN2022 - Quantum transduction and sensing with opto-electro-mechanical (EOM) systems [Prot. 2022KP2N2L bando 2022 area PE2]. Sviluppo e realizzazione di nuovi risonatori EOM per quantum sensing con sistemi non-Hermetiani. (2023-2025)

Progetti di trasferimento tecnologico:

DONE - Development Optimal New Entanglements (Aquafl s.p.a.), ho sviluppato e fabbricato un innovativo dispositivo prototipo per l'intersuola a basso consumo energetico per l'industria tessile.

STRIPLAMINATOR (Gruppo Marangoni): Ho creato un pacchetto software integrato con il sistema mecatronico basato su PLC che pilota efficientemente le macchine per pneumatici. Questo codice è attualmente venduto con le macchine per pneumatici da GOODYEAR, PIRELLI, NOKIAN, BRIDGESTONE, CONTINENTAL; ERMM - Event Recorder Memory Module (ERMM) (Gruppo Tosoni) Ho sviluppato e fabbricato un registratore dati per treni ad alta velocità e conforme agli standard internazionali per treni nell'industria ferroviaria (IEEE1482.1, FRA CRF29).

Principali ruoli amministrativi nell'INFN:

Dal 2022 – ad oggi - RLS per l'INFN-TIFPA (Rappresentante per i Lavoratori per la Sicurezza)

Dal 2018 – ad oggi - RUP (Responsabile Unico Progetto) per acquisti della pubblica amministrazione relativi a forniture per esperimenti dell'INFN delle commissioni CSNV e CSNII.

9-10-2023 – Membro della commissione congruità per l'acquisto dell'Engineering Model del componente Electrode Housing per la missione spaziale LISA (290k euro)

Pubblicazioni selezionate (20) riguardanti l'attività di ricerca:

1-Michele Bonaldi, Antonio Borrielli, Giovanni Di Giuseppe, Nicola Malossi, Bruno Morana, Riccardo Natali, Paolo Piergentili, Pasqualina Maria Sarro (2023). Enrico Serra, David Vitali Low Noise Opto-Electro-Mechanical Modulator for RF-to-Optical Transduction in Quantum Communications. MDPI *ENTROPY* 2023, 25(7), 1087; <https://doi.org/10.3390/e25071087>

2- Serra E, Borrielli A, Marin F, Marino F, Malossi N, Morana B, Piergentili P, Prodi G A, Sarro P M, Vezio P, Vitali D, Bonaldi M (2021). Silicon-nitride nanosensors toward room temperature quantum optomechanics. *JOURNAL OF APPLIED PHYSICS*, ISSN: 1089-7550, doi: 10.1063/5.0055954

3- Borrielli A, Bonaldi M, Serra E, Sarro P M, Morana B, (2021). Active feedback cooling of a SiN membrane resonator by electrostatic actuation *Journal of Applied Physics* 130, 014502, doi: 10.1063/5.0049721

4-Malossi N, Piergentili P, Li J, Serra E, Natali R, Di Giuseppe G, Vitali D (2021). Sympathetic cooling of a radio-frequency LC circuit to its ground state in an optoelectromechanical system. *PHYSICAL REVIEW. A*, ISSN: 2469-9934, doi: 10.1103/PhysRevA.103.033516

5-A. Chowdhury, P. Vezio, M. Bonaldi, A. Borrielli, F. Marino, B. Morana, G. A. Prodi, P. M. Sarro, E. Serra, F. Marin (2020). Quantum Signature of a Squeezed Mechanical Oscillator. *PHYSICAL REVIEW LETTERS*, vol. 124, ISSN: 0031-9007, doi: 10.1103/PhysRevLett.124.023601

6-Vezio P, Chowdhury A, Bonaldi M, Borrielli A, Marino F, Morana B, Prodi GA, Sarro PM, Serra E, Marin F (2020). Quantum motion of a squeezed mechanical oscillator attained via a optomechanical experiment. *PHYSICAL REVIEW. A*, ISSN: 2469-9934, doi: 10.1103/PhysRevA.102.053505

7- A. Pontin, J. E. Lang, T. S. Monteiro, A. Chowdhury, F. Marino, P. Vezio, B. Morana, E. Serra, F. Marin (2018). Imaging Correlations in Heterodyne Spectra for Quantum Displacement Sensing. *PHYSICAL REVIEW LETTERS*, vol. 120, ISSN: 1079-7114, doi: 10.1103/PhysRevLett.120.020503

8-A. Pontin, M. Bonaldi, A. Borrielli, L. Marconi, F. Marino, G. Pandraud, G. A. Prodi, P. M. Sarro, E. Serra, F. Marin (2018). Quantum nondemolition measurement of optical field fluctuations by optomechanical interaction. *PHYSICAL REVIEW. A*, vol. 97, ISSN: 2469-9934, doi: 10.1103/PhysRevA.97.033833

9-Enrico Serra, Bruno Morana, Antonio Borrielli, Francesco Marin, Gregory Pandraud, Antonio Pontin, Giovanni Andrea Prodi, Pasqualina M. Sarro, Michele Bonaldi (2018). Silicon Nitride MOMS Oscillator for Room Temperature Quantum Optomechanics. *JOURNAL OF MICROELECTROMECHANICAL SYSTEMS*, vol. 27, p. 1193-1203, ISSN: 1057-7157, doi: 10.1109/JMEMS.2018.2876593

10-Massimiliano Rossi, Nenad Kralj, Stefano Zippilli, Riccardo Natali, Antonio Borrielli, Gregory Pandraud, Enrico Serra, Giovanni Di Giuseppe, and David Vitali (2018). Normal-Mode Splitting in a Weakly Coupled Optomechanical System. *PHYSICAL REVIEW LETTERS*, vol. 120, ISSN: 1079-7114, doi: 10.1103/PhysRevLett.120.073601

11- Rossi Massimiliano, Kralj Nenad, Zippilli Stefano, Natali Riccardo, Borrielli Antonio, Pandraud Gregory, Serra Enrico, Di Giuseppe Giovanni, Vitali David (2017). Enhancing Sideband Cooling by Feedback-Controlled Light. *PHYSICAL REVIEW LETTERS*, vol. 119, ISSN: 0031-9007, doi: 10.1103/PhysRevLett.119.123603

12- Borrielli, A., Marconi, L., Marin, F., Marino, F., Morana, B., Pandraud, G., Pontin, A., Prodi, G. A., Sarro, P. M., Serra, E., Bonaldi, M. (2016). Control of recoil losses in nanomechanical SiN membrane resonators. *PHYSICAL REVIEW. B*, vol. 94, ISSN: 2469-9969, doi: 10.1103/PhysRevB.94.121403

13- Pontin A., Bonaldi M., Borrielli A., Marconi L., Marino F., Pandraud G., Prodi G. A., Sarro P. M., Serra E., Marin F. (2016). Dynamical two-mode squeezing of thermal fluctuations in a cavity opto-mechanical system. *PHYSICAL REVIEW LETTERS*, vol. 116, ISSN: 0031-9007, doi: <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevLett.116.103601>

14- Serra E., Bawaj M., Borrielli A., Di Giuseppe G., Forte S., Kralj N., Malossi N., Marconi L., Marin F., Marino F., Morana B., Natali R., Pandraud G., Pontin A., Prodi G. A., Rossi M., Sarro P. M., Vitali D., Bonaldi M. (2016). Microfabrication of large-area circular high-stress silicon nitride membranes for optomechanical applications. *AIP ADVANCES*, vol. 6, ISSN: 2158-3226, doi: 10.1063/1.4953805

15- Bawaj, Mateusz, Biancofiore, Ciro, Bonaldi, Michele, Bonfigli, Federica, Borrielli, Antonio, Di Giuseppe, Giovanni, Marconi, Lorenzo, Marino, Francesco, Natali, Riccardo, Pontin, Antonio, Prodi, Giovanni Andrea, Serra, Enrico, Vitali, David, Marin, Francesco (2015). Probing deformed commutators with macroscopic harmonic oscillators. *NATURE COMMUNICATIONS*, vol. 6, ISSN: 2041-1723, doi: 10.1038/ncomms8503

16- E. Serra, M. Bonaldi, A. Borrielli, F. Marin, L. Marconi, F. Marino, G. Pandraud, A. Pontin, G. A. Prodi, P.M. Sarro (2015). Fabrication and characterization of low loss MOMS resonators for cavity opto-mechanics. *MICROELECTRONIC ENGINEERING*, vol. 145, p. 138-142, ISSN: 0167-9317, doi: 10.1016/j.mee.2015.03.036

17- A. Pontin, Bonaldi, Michele, A. Borrielli, F. S. Cataliotti, F. Marino, G. A. Prodi, Serra, Enrico, F. Marin (2014). Detection of weak stochastic force in a parametrically stabilized micro opto-mechanical system. *PHYSICAL REVIEW A*, vol. 89, ISSN: 1050-2947

18- A. Pontin, M. Bonaldi, A. Borrielli, F. S. Cataliotti, F. Marino, G. A. Prodi, E. Serra, and F. Marin (2014). Squeezing a thermal mechanical oscillator by stabilized parametric effect on the optical spring. *PHYSICAL REVIEW LETTERS*, vol. 112, ISSN: 0031-9007, doi: 10.1103/PhysRevLett.112.023601

19- Serra E, A Bagolini, A Borrielli, M Boscardin, F S Cataliotti, F Marin, F Marino, A Pontin, G A Prodi, M Vannoni, M Bonaldi (2013). Fabrication of low loss MOMS resonators for quantum optics experiments. *JOURNAL OF MICROMECHANICS AND MICROENGINEERING*, ISSN: 0960-1317, doi: 10.1088/0960-1317/23/8/085010

20- E. Serra, A. Borrielli, F.S. Cataliotti, F. Marin, F. Marino, A. Pontin, G.A. Prodi, M. Bonaldi (2012). A low-deformation mirror micro-oscillator with ultra-low optical and mechanical losses. *APPLIED PHYSICS LETTERS*, ISSN: 0003-6951, doi: 10.1063/1.474551