

ALLEGATO A

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

Procedura di valutazione per la chiamata a professore di II fascia da ricoprire ai sensi dell'art. 24, comma 6, della Legge n. 240/2010 per il settore concorsuale 02/B1 Fisica Sperimentale della Materia, (sette scientifico-disciplinare FIS/01 - Fisica Sperimentale FIS/03 - Fisica della Materia) presso il Dipartimento di FISICA "ALDO PONTREMOLI", Codice concorso 4057

Simone Cialdi CURRICULUM VITAE

INFORMAZIONI PERSONALI

COGNOME	CIALDI
NOME	SIMONE
DATA DI NASCITA	[11, 12, 1972]

Curriculum del Dr. Simone Cialdi

giugno 2019

Curriculum Vitae

Nato a Viareggio (LU) il 11/12/1972 e residente a Vimercate (MI) in via Cremagnani 13/11.

PRESENTAZIONE

Sono ricercatore universitario 02/B1 – FIS/03 dal 1 Nov 2008 e ho conseguito l'abilitazione a professore di II fascia per lo stesso settore nel 2014.

Sono il PI sperimentale del Quantum Technology Lab @ UniMI e responsabile dei laboratori di Ottica Quantistica e Laser.

Sono docente di due corsi della laurea magistrale in Fisica: il corso di Laboratorio di Fisica del Laser 1 ed il corso di Laboratorio di Ottica Quantistica.

Nel seguito, dopo un sommario del mio curriculum accademico, ho suddiviso il mio curriculum in 5 sezioni: (1) Attività scientifica, (2) Attività didattica, (3) Attività di servizio, (4) Commento alle 12 pubblicazioni scelte, (5) Lista di tutte le pubblicazioni su riviste internazionali con referee

CV ACCADEMICO (posizioni precedenti)

[da Nov 2008 -] Ricercatore Universitario 02/B1 – FIS/03

[Gen 2006 – Ott 2008] Ricercatore (art. 23) a tempo determinato dell'INFN sez. di Milano per la collaborazione scientifica nell'ambito del progetto europeo CARE-PHIN del sesto programma quadro.

[Nov 2002 – Gen 2006] Assegni di ricerca @ UniMI su progetti riguardanti 1) "Studio di un sistema laser per cannoni a radiofrequenza di alta brillantezza e sperimentazione di un suo sottoinsieme: la compressione e la decompressione di un impulso ultra corto". 2) "Sviluppo di catodi ceramici per cannoni di elettroni robusti per applicazioni industriali e per iniezione nelle sorgenti di ioni".

[Nov 1998 – Dic 2001] Dottorato di ricerca in Fisica @ UniMI con una tesi sull'emissione di elettroni da ceramiche ferroelectriche dal titolo: "Experiments and theory of electron emission from electrically excited ceramics". Tutore: Prof. I. Boscolo.

[Nov 1997] Laurea in fisica presso l'Università di Pisa nel novembre del 1997 con una tesi sull'analisi dinamica e spettroscopica di cristalli $\text{Ca}_3\text{Sc}_2\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ drogati con Tm^{3+} e Ho^{3+} (i risultati sono stati pubblicati su rivista, art.1)

Attività Scientifica

Sono autore di 78 pubblicazioni su riviste internazionali con referee e circa 30 pubblicazioni a conferenze (dati Scopus: 1350 citazioni, H factor 19; dati WOS: 1187 citazioni, H factor 18 ; dati Google Scholar: 2257 citazioni, H factor 25).

Parlerò prima dell'attività scientifica più recente, ovvero, quella svolta nel corso dell'ultimo anno e poi passerò a descrivere in ordine cronologico il lavoro svolto a partire dal mio dottorato in Fisica.

L'ultimo anno è stato caratterizzato da tre novità (la mia nuova responsabilità nel progetto MariX, una nuova invenzione che sto brevettando con Unimi-CNRS e l'inizio dei lavori nell'ambito del progetto INFN Aegis-Quplas per realizzare una mia proposta per lo studio della decoerenza su un fascio di positroni) e dalla continuazione dell'attività di ottica quantistica nel mio laboratorio presso il dipartimento di fisica di Milano iniziata nel 2006.

Il progetto MariX ha come fine quello di produrre due diversi tipi di radiazione X per mezzo di un FEL e di un apparato per il Compton backscattering entrambi di nuova concezione. Non posso qui dilungarmi nella descrizione della macchina e delle applicazioni, numerosissime che vanno dal campo medico allo studio dei materiali, ma voglio sottolineare l'importanza del ruolo del sistema laser che farà parte di questa grande realizzazione scientifica.

In pratica il sistema ottico svolge tre compiti fondamentali, ovvero, deve immagazzinare in una cavità ottica ad alta finesse la potenza di circa 1MW per ottenere l'alto flusso di radiazione X via effetto Compton, deve guidare la fotoemissione per la generazione dei pacchetti di elettroni che circolano negli acceleratori ed infine fa da orologio per l'intera macchina.

La realizzazione di questo sistema ottico è una vera sfida scientifica e tecnologica e io sono molto orgoglioso di essere stato nominato responsabile di questa parte del progetto. Si tratterà di un laser dal costo superiore al milione di euro e ci sarà bisogno di un gruppo di persone numeroso per poterlo realizzare. Ho già iniziato l'attività di ricerca grazie al supporto dell'INFN e del Dipartimento di Fisica e ho iniziato a creare il gruppo di ricerca sul laser di MariX. Attualmente nel mio laboratorio ho un assegnista INFN, un dottorando Unimi, un dottorando del Politecnico di Milano, una dottoranda marocchina con borsa, un laureando e collaboro attivamente con un assegnista Unimi che si occupa di elettronica. Inoltre ho avviato la collaborazione con altri colleghi del dipartimento e del dipartimento di Fisica del Politecnico su questo argomento.

Al momento abbiamo già costruito una cavità attivamente stabilizzata e geometricamente identica a quella che useremo per il Compton per studiare i problemi del rumore e delle deformazioni termiche. Ho individuato quello che ritengo essere il problema fondamentale da risolvere, ovvero il mode-coupling in cavità e sto guidando il gruppo di lavoro che si occupa dello studio di questo problema. Inoltre a breve inizierà presso il LASA una nuova attività che inizialmente sarà centrata sul test dei fotocatodi ad alta frequenza (100MHz) e per questo dovrò realizzare anche un nuovo laboratorio con un nuovo laser. Il progetto del sistema laser è stato già descritto e pubblicato nel CDR di MariX ed è pronto per la valutazione.

Oltre alla novità relativa al progetto MariX nel corso dell'ultimo anno ho dedicato molto tempo allo sviluppo di una mia invenzione che si sta trasformando in un brevetto. Attualmente la domanda di brevetto (dal titolo: "Beam pointing stability measurement device"), di cui io sono il responsabile, è stata accettata dal consiglio di amministrazione di Unimi ed un ingegnere dell'ufficio brevetti (Stefano Brunazzi) sta ultimando la versione che verrà depositata (numero bozza: W0082612/SB). Ho coinvolto in questa attività due colleghi di Milano, uno del CNRS di Parigi (che è il responsabile del laser Apollon) e una ricercatrice dell'ARCNL di Amsterdam.

Questo strumento serve a misurare le fluttuazioni angolari di un fascio laser con precisione del nano-radiante fino a frequenze di centinaia di kHz. Si tratta di un oggetto piccolo, trasportabile e facile da usare e flessibile, nel senso che si adatta a fasci laser con dimensioni diverse e non ha bisogno di sistemi ottici di adattamento come invece accade nel caso di altre tecnologie.

La misura delle fluttuazioni angolari di un fascio laser è di grande importanza ad esempio nel caso dell'accelerazione al plasma dove un fascio laser di grandissima potenza deve essere focalizzato all'interno di un piccolo capillare. Ed infatti nel mio laboratorio ho realizzato tre prototipi dello strumento che sono stati testati in tre diverse installazioni laser finalizzate all'accelerazione al plasma: il laser del progetto Apollon a Parigi, il laser dell'INO a Pisa e recentemente siamo stati invitati a Berkeley presso i LBNL per testare lo strumento con il sistema laser del progetto BELLA.

Ovviamente durante queste misure non possiamo rivelare il funzionamento dello strumento ma i gruppi di ricerca che ci ospitano sono comunque interessati al risultato delle misure ottenute per caratterizzare il loro sistema. In particolare ho pensato di allegare alla fine di questo CV la lettera scritta dal direttore della divisione acceleratori (ATAP) del LBNL, Thomas Schenkel, per confermare l'interesse a proseguire la collaborazione e per mettere in evidenza l'importanza delle misure fatte con il nostro strumento.

Ci siamo messi in contatto anche con il responsabile del sistema laser del progetto Virgo. Anche in questo caso la misura delle fluttuazioni angolari è fondamentale dal momento che rappresentano uno dei contributi più importanti al rumore dell'interferometro. A Virgo chiaramente hanno un sistema per la misura delle fluttuazioni angolari, molto sensibile, ma non flessibile e trasportabile e sono interessati a misurare la fluttuazioni in diverse parti del sistema cosa che non è possibile con il loro strumento.

Crediamo molto a questo brevetto anche perchè sappiamo che ci sono alcune ditte interessate.

Riporto brevemente, dal momento che ancora non abbiamo risultati sperimentali, l'attività di ricerca che sta procedendo nell'ambito del progetto INFN Aegis-Quplas attorno ad una mia idea per lo studio delle decoerenza su un fascio di positroni. Recentemente, insieme ad altri colleghi del dipartimento di fisica, ho proposto questa idea per un progetto dal titolo "Quantum interference and decoherence with antimatter" nell'ambito della "Linea 2" del piano di sostegno alla ricerca, e questo progetto è stato finanziato.

La mia proposta è quella di usare una cavità a microonde per indurre decoerenza in un fascio di positroni. Il progetto della cavità è stato portato a termine ed è iniziata la realizzazione. L'esperimento è rilevante dal punto di vista scientifico perchè recentemente Quplas è stato il primo esperimento in cui si è vista interferenza quantistica su antiparticelle e con questo nuovo setup che ho proposto sarebbe la prima volta in cui si mette in evidenza una dinamica di decoerenza di tipo Non-Markoviano su antiparticelle.

Come dicevo nel corso dell'ultimo anno è proseguita anche l'attività di ricerca di ottica quantistica. Attualmente sono infatti il responsabile scientifico del laboratorio di ottica quantistica e laser del Dipartimento di Fisica di Milano e la mia attività di ricerca principale riguarda la generazione e le applicazioni di stati non classici della radiazione elettromagnetica. Questa ricerca è inserita nell'ambito del gruppo di Meccanica Quantistica Applicata guidato dal Prof. M. Paris.

Nel seguito ho elencato in ordine cronologico le varie attività di ricerca di cui mi sono occupato a partire dal mio dottorato di ricerca. Per ognuna di queste ho cercato di mettere subito in evidenza il mio principale contributo.

1) Durante il Dottorato e in una parte del periodo in cui ho ricevuto l'assegno di ricerca ho lavorato sull'emissione di elettroni da ceramiche ferroelettriche (progetti SERENA e CEARES dell'INFN). Questa attività ha prodotto 10 pubblicazioni su riviste internazionali e 3 presentazioni in conferenze.

Con questi lavori ho definito un modello per il processo di emissione di elettroni da questi particolari materiali ed alternativo a quello proposto inizialmente dal CERN. Inoltre, ho progettato e realizzato il cannone di elettroni usato per le misure e le relative diagnostiche.

Più in dettaglio: il lavoro è consistito nella costruzione del modello di emissione che desse ragione dei risultati sperimentali, nello sviluppo di tecniche di guida e misura di impulsi di elettroni molto intensi, nella messa a punto di tecniche di crescita di materiali ferroelettrici e della loro elettrodizzazione. I lavori pubblicati si riferiscono a due ambiti, le pubblicazioni 2, 5, 7, 9 sono più attinenti alla parte tecnologica sperimentale del lavoro, mentre le pubblicazioni 4, 8, 10, 11 si riferiscono maggiormente all'interpretazione fisica delle osservazioni sperimentali. Il lavoro si è concluso con la definizione di un nuovo modello interpretativo dell'emissione di elettroni basato su un effetto legato alla repulsione per space charge tra gli elettroni definito nella pubblicazione 8, e che è alternativo a quello proposto inizialmente da un ricercatore del CERN che era basato sullo switch dei domini ferroelettrici. Inoltre, dal punto di vista applicativo, la peculiarità di questi catodi di poter operare in ambienti a pressione relativamente elevata, ha permesso la loro implementazione in una sorgente di ioni Electron Cyclotron Resonance (ECR). Anni fa era stata proposta l'iniezione di elettroni in dette sorgenti per aumentarne la luminosità. Il problema era avere sorgenti di elettroni robuste. La nostra sorgente era naturale per questo tipo di esperimenti. E' stato quindi sviluppato l'apparato di inserimento di un catodo ferroelettrico per la sorgente CAESAR dei laboratori Nazionali del Sud a Catania e sono stati fatti due esperimenti. Questi hanno dato risultati positivi, come documentato dalle due pubblicazioni 6, 13.

2) Durante la restante parte del periodo di assegno di ricerca e nel periodo relativo al contratto art.23 mi sono occupato dello studio e dello sviluppo di sistemi laser. In particolare ho progettato e realizzato il sistema di laser pulse shaping del progetto speciale SPARC INFN. Questa attività ha prodotto 17 pubblicazioni su riviste internazionali e 13 pubblicazioni in conferenze. Il ritrovato più importante di questo mio lavoro è stato un innovativo sistema per il laser pulse shaping utilizzato nel progetto SPARC. Sempre in relazione a questa attività al fine di testare gli apparati per il pulse shaping ho progettato e realizzato nel lab. laser di Milano un sistema laser basato su un Nd:YAG funzionante in mode locking con allargamento dello spettro in fibra via self phase modulation e sistema 4f con maschera di fase. Tale attività è stata supportata dal progetto europeo CARE-PHIN.

Più in dettaglio: nel 2003 il nostro gruppo ha avviato a Milano un programma di ricerca in relazione alle sorgenti di elettroni guidate da laser. Questo programma era parte del programma nazionale su una sorgente FEL, SPARC (Sorgente Pulsata e Amplificata di Radiazione Coerente). Il tema di ricerca sui cannoni di elettroni a radiofrequenza è considerato strategico per le macchine acceleratrici ad alta brillantezza della prossima generazione. In Italia questa attività di ricerca anche sperimentale è stata avviata con l'esperimento SPARC. In questa attività al nostro laboratorio è stato assegnato il compito di "studiare-progettare-costruire-sperimentare le tecniche di generazione di impulsi laser nell'ultravioletto con profilo temporale rettangolare". Nelle pubblicazioni 17, 19, 21, 23 abbiamo affrontato le problematiche relative al nostro compito dal punto di vista teorico e pratico. Nella pubblicazione 24 è stato messo alla prova con successo il nostro modello teorico con il sistema laser di SPARC. In particolare nella pubblicazione 28 è descritto un innovativo sistema di laser pulse shaping da me proposto ed al momento in funzione. Si tratta di un sistema con il quale, rispetto ai precedenti, è molto più semplice definire

la forma dell'impulso laser in terza armonica ed è molto più semplice e rapida la diagnostica. Questa nostra attività ha avuto un riconoscimento Europeo con la integrazione del nostro gruppo di ricerca di Milano nella collaborazione JRA2-PHIN, Joint Research Activities 2 Photo-Injectors, nel VI programma quadro Europeo e finanziata con il contratto PHI506395. Inoltre, le pubbl. 14, 15, 18, 20 sono fatte da tutta la coll. SPARC e descrivono il sistema in generale, le pubbl. 30, 32 riguardano le prime misure di emittanza sul fascio di elettroni (in entrambe, in particolare nella 32, vengono messe in evidenza le novità relative al sistema laser), le pubbl. 25, 29, 34 sono relative ad un nuovo studio proposto dal gruppo di Milano relativo alla generazione ed all'impiego negli Rf-Gun di pacchetti di impulsi laser ad altissima frequenza (anche in questo caso il sistema laser gioca un ruolo fondamentale per la generazione dei treni di impulsi, ed io ho avuto il ruolo di proporre il sistema ottico per la loro generazione). La pubbl. 26 è relativa ad una collaborazione tra alcuni ricercatori del progetto SPARC ed il gruppo tedesco (DESY) che lavora al progetto PITZ, il mio contributo è consistito nella realizzazione di un programma che è stato utilizzato per le simulazioni presentate nella pubblicazione. La pubbl. 35 è relativa al funzionamento in regime di "single spike" del FEL del progetto SPARC.

3) Negli anni 2002-2003 ho trascorso due periodi di 4 mesi presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Los Angeles. Durante questo periodo ho proposto e realizzato una modifica del sistema laser del laboratorio Neptune finalizzata alla formazione degli impulsi laser di interesse per gli RF gun ed ho presentato un seminario su un sistema innovativo per l'analisi della radiazione FEL. L'upgrade del sistema laser del laboratorio Neptune è stata giudicata molto positivamente dal responsabile Prof. Rosenzweig ed ha rappresentato la base da cui partire per lo sviluppo del sistema di laser pulse shaping del progetto INFN SPARC.

4) Nel 2007 è iniziata la nostra collaborazione nel progetto AEGIS dell'INFN. Il fine ultimo di questo esperimento è quello di misurare l'accelerazione gravitazionale sull'antimateria, più precisamente su atomi di anti-idrogeno. Il mio compito principale è stato quello di progettare e di realizzare il sistema laser per l'eccitazione del positronio, ovvero, di mettere in pratica uno degli step fondamentali per la produzione di anti-idrogeno. In particolare io ho proposto e poi realizzato un sistema laser innovativo per l'eccitazione del positronio su livelli Rydberg attualmente in funzione al CERN (pub. 48). Il sistema laser ha funzionato correttamente e il risultato relativo all'eccitazione del Ps su livelli Rydberg è stato pubblicato in un articolo su Phys. Rev. A. (70).

Più in dettaglio: il progetto AEGIS (Antimatter Experiment: Gravity, Interferometry, Spectroscopy) (pubbl. 31) ha come fine quello di misurare l'accelerazione gravitazionale tra Terra e anti-idrogeno. La collaborazione conta 82 ricercatori e 20 istituti internazionali. Il progetto prevede la formazione di anti-idrogeno via una reazione di scambio carica tra positronio eccitato e anti-protone. Il positronio deve essere eccitato ai livelli Rydberg per rendere molto più probabile la formazione di anti-idrogeno via reazione di scambio carica tra positronio e antiprotoni. Il nostro compito principale è stato quello di progettare e realizzare il sistema laser per l'eccitazione del positronio. Il sistema laser da me proposto basato su generazione di impulsi con cristalli non lineari di Niobato di Litio Periodicamente Polarizzato era alternativo ad un'altra proposta basata su laser Dye (pubbl. 47 e 48) . E' stata accettata la proposta di Milano perchè usa una tecnologia più innovativa ed economica ed inoltre non fa uso di sostanze cancerogene come nel caso dalla

tecnologia Dye. L'eccitazione sui livelli Rydberg avviene in due step guidati da due impulsi laser a diversa lunghezza d'onda. Con il primo salto si arriva sul livello 3. Il passaggio dal livello 3 è stata una novità dal momento che i laser usati da altri gruppi per lo stesso fine eccitano sul livello 2. Questa novità ha una sua importanza perchè permette di studiare la fisica dell'eccitazione del Ps in modo innovativo e ha aperto di fatto un nuovo filone di ricerca nell'ambito del progetto Aegis basato sulla fisica del positronio. In particolare è attualmente allo studio presso il CERN la generazione di Ps metastabile, e quindi dotato di lunga vita media, tramite eccitazione sul livello 3 e seguente diseccitazione sul livello 2S.

Inoltre il nostro modello teorico dell'eccitazione del Positronio in alti campi magnetici è oggetto di una pubblicazione sul Phys. Rev. A (pubbl. 36). Attualmente nell'ambito del progetto AEGIS sono stati pubblicati molti altri lavori relativi ad esempio agli sviluppi di parti specifiche dell'apparato (pubbl. 38, 39, 42, 46, 52, 58, 59, 61, 64, 65, 67) ed in particolare la pubbl. 62 è apparsa sulla rivista Nature. Nel 2016 è stato testato con successo il laser da me progettato e relizzato per l'eccitazione del Ps su livelli Rydberg e il risultato delle misure è stato pubblicato su Phys. Rev. A (pubbl. 70).

5) Dal 2006 collaboro con il Prof. M. Paris e l'attività principale del mio laboratorio da allora è stata l'ottica quantistica. L'esperienza maturata nel campo dei laser e dell'ottica non lineare negli anni precedenti è stata di fondamentale importanza per poter costruire da zero un nuovo laboratorio di ottica quantistica a Milano. Dal 2006 ad oggi posso dire che 4 sono stati i contributi più importanti di questo mio laboratorio: (1) lo sviluppo di una nuova tecnica per la purificazione di stati entangled di due fotoni. (2) la realizzazione di un esperimento per lo studio delle correlazioni iniziali sistema-ambiente (siamo stati i primi insieme ad un gruppo cinese a fare questo esperimento). (3) La realizzazione di un nuovo apparato per lo studio delle dinamiche di decoerenza Markov e Non-Markov. (4) La realizzazione di un sistema ottico per la generazione degli stati squeezed dotato di un sistema innovativo per la generazione di seed con distribuzione di fase e di ampiezza impostabile a piacere da Pc e di un sistema innovativo per la stabilizzazione tra seed e pompa. (tengo inoltre a sottolineare che il mio è uno dei pochi lab. di ottica quantistica dove si fanno esperimenti sia nel campo delle variabili continue che variabili discrete).

Più in dettaglio: Nel 2006 ho iniziato a costruire un nuovo laboratorio di ottica quantistica a Milano. I primissimi lavori hanno riguardato la generazione di coppie di fotoni via parametric down-conversion (pubbl. 33, 37). Successivamente nel 2010 ho sviluppato un nuovo metodo per la purificazione degli stati entangled in polarizzazione di due fotoni. In particolare il metodo è descritto nelle pubbl. 43, 44 rispettivamente Phys. Rev. A e Appl. Phys. Lett. e la novità principale è che permette una purificazione molto flessibile e programmabile via computer per mezzo di una maschera a cristalli liquidi. Questo ci ha permesso in seguito di pubblicare molti altri lavori che hanno come base questo tipo di apparato. In particolare le pubbl. 46, 50 e 53, 72 hanno come argomento diverse applicazioni di questo metodo rispettivamente relative allo studio delle dinamiche non Markoviane, alla crittografia quantistica, allo studio delle proprietà dello stato entangled in funzione delle proprietà spaziali del laser di pompa usato per generarlo e lo studio del tempo di coerenza dei fotoni generati per parametri down-conversion. Successivamente anche il Prof. B. Vacchini ha partecipato a questi lavori e con lui abbiamo pubblicato degli studi sulle correlazioni sistema-ambiente. In particolare la pubbl. 49 pubblicata su Phys. Rev. A dal titolo "Experimental investigation of initial system-environment correlations via trace distance evolution" rappresenta (insieme ad un'altra pubblicazione uscita in

contemporanea di un gruppo cinese) la prima verifica sperimentale di un metodo per l'analisi delle correlazioni iniziali tra sistema e ambiente. A questo lavoro ne sono seguiti altri due relativi allo stesso campo di ricerca su Phys. Rev. A (pubbl. 56 e 63 questo su Phys. Rev. A. Rapid Comm.).

Abbiamo poi pubblicato altri lavori sperimentali due dei quali in regime di variabili continue (che nel nostro caso vuol dire osservare il campo elettrico attraverso un apparato basato su un'omodina bilanciata sviluppato da me nel lab. di Milano) pubbl. 51 e 55, poi altri tre lavori uno sulla superliminalità (40) uno sul problema della stima di un parametro (41) e uno dal titolo "The data aggregation problem in quantum hypothesis testing" (66) basati su fotoni generati per parametric down conversion.

Inoltre nel 2013 abbiamo pubblicato in collaborazione con il Prof. A. Bramati del lab. Kastler Brossel di Parigi uno studio sui nanocristalli colloidali come emettitori di singoli fotoni. Per questa attività di ricerca abbiamo costruito in laboratorio a Milano un microscopio confocale dedicato con rivelatore a singoli fotoni.

Tra il 2014 e il 2015 ho progettato e realizzato un nuovo sistema ottico basato su un laser Nd:YAG singolo modo home-made, un optical parametric oscillator (OPO) attivamente stabilizzato e una rivelazione omodina per la generazione e lo studio di stati quantistici squeezed, ovvero, con rumore inferiore a quello di vuoto in particolari fasi del campo elettrico.

Il primo lavoro che abbiamo scritto relativo a questo apparato è stato pubblicato su Phys. Rev. A e riguarda un nuovo metodo per la ricostruzione degli stati dal titolo "Full quantum state reconstruction of symmetric two-mode squeezed thermal states via spectral homodyne detection and a state-balancing detector" (pubbl. 68)

Altre due pubblicazioni basate su questo apparato (69, 77) riguardano rispettivamente la valutazione della bontà della "fidelity" come stimatore e la ricostruzione della funzione di correlazione dell'intensità in regime di variabili continue.

In particolare ci tengo a citare il lavoro pubblicato su JOSA B (76) nel quale in collaborazione con il gruppo del Prof. R. Osellame del Politecnico abbiamo testato per la prima volta la possibilità di usare una tecnologia ottica integrata basata su vetro per la trasmissione degli stati squeezed.

Un altro lavoro importante è quello pubblicato su Appl. Phys. Lett.(73) dove mostriamo le dinamiche Markoviana e non-Markoviana grazie ad un nuovo tipo di implementazione sperimentale basata su parametric down-conversion. Da questo lavoro ne è poi nato un secondo (75) e adesso stiamo ultimando un terzo lavoro dove studiamo le dinamiche relative a 2 qubits entangled. Questo ultimo lavoro è stato particolarmente impegnativo dal punto di vista sperimentale perchè è stato necessario generare coppie di fotoni con correlazioni spaziali micrometriche.

Abbiamo recentemente spedito a "Information and Computation" un lavoro fatto con il gruppo di informatici che collabora con il nostro gruppo e stiamo per spedire a Phys. Rev. Lett. un lavoro dove mostriamo come si può usare lo squeezing quantistico per ridurre il rumore di fase in una comunicazione.

6) Varie: Ho collaborato con l'Università di Roma II e i Laboratori Nazionali di Frascati per lo studio dell'emissione per field emission e per effetto fotoelettrico da catodi di diamante e da catodi di nanotubi. In questo ambito ho anche progettato e costruito un cannone di elettroni per lo studio dell'emissione secondaria di elettroni. Questo ha portato alla pubblicazione di 5 articoli su riviste internazionali (pubbl. 3, 12, 16, 22, 27).

Un'altra importante collaborazione è quella con il Prof. I. Veronese del Dipartimento di Fisica. Ho partecipato infatti ad un suo progetto per la realizzazione di uno strumento per la rivelazione della dose locale di raggi X assorbita da un paziente durante un trattamento radioterapico. Il mio ruolo è

stato quello di realizzare il rivelatore di singoli fotoni di questo strumento. Il prototipo è adesso funzionante ed è stato firmato un contratto di consulenza con la ditta Detector di Torino, al quale ho partecipato, per la realizzazione di uno strumento commerciale. Questo lavoro ha anche portato alla pubblicazione (74) dove mostriamo le caratteristiche dello strumento.

Riporto per completezza la lista dei progetti a cui ho preso parte come responsabile dell'attività sperimentale:

- [2018 -] MariX CDR, responsabile del sistema laser
- [2018 -] MariX-RAD, responsabile della doppia cavità per test tecnica double-color
- [2018 -] Responsabile domanda di brevetto dal titolo: "Beam pointing stability measurement device"
- [2018 -] QUPLAS, realizzazione metodo basato microonde per studio decoerenza positroni (dal 2019 proponente progetto Linea 2 "quantum interference and decoherence with antimatter")
- [2018] FFABR: Fondo per il Finanziamento delle Attività di Base Ricerca 2018
- [2017] Progetto "Giovani" 2017 del Dip. di Fisica dell'Università degli Studi di Milano per: "Continuous-variable quantum optical simulator with integrated quantum photonics".
- [2016-2018] Progetto europeo QUPROCS, realizzazione apparato per studio dinamiche Markov e non-Markov
- [2016] Sviluppo UniMi 2016 del Dip. di Fisica dell'Università degli Studi di Milano per: "Continuous-variable quantum technology with integrated quantum photonics"
- [2015] Sviluppo UniMi 2015 del Dip. di Fisica dell'Università degli Studi di Milano per: "Programmable optical devices for quantum transport"
- [2014] Sviluppo UniMi 2014 del Dip. di Fisica dell'Università degli Studi di Milano per : "Generation, characterization and application of non-classical continuous-variable states for quantum information protocols"
- [2012-2015] FIRB – Futuro in ricerca 2010: "Light correlations for high-precision innovative sensing (LiCHIS)"
- [2007-2016] INFN AEGIS, responsabile sistema laser per eccitazione positronio
- [2006-2008] Progetto europeo CARE-PHIN, realizzazione sistema di pulse shaping
- [2006-2007] PRIN 2005 "Generation, manipulation and detection of entangled light for quantum communication"
- [2002-2008] INFN SPARC, tecniche per la generazione di impulsi UV con profilo temporale rettangolare
- [1999-2002] INFN SERENA e CAERES: studio emissione di elettroni da ceramiche ferroelectriche

Attività Didattica

Ho iniziato la mia attività didattica nel 2000 facendo l'assistente nel laboratorio di Fisica del Dipartimento di Biologia dell'Università di Milano.

Dal 2003 ho fatto l'assistente nel laboratorio Laser del Dipartimento di Fisica.

Nel 2005 ho tenuto le lezioni di laboratorio per il corso di Dottorato di Ottica non Lineare tenuto da F. Castelli.

Sono stato incaricato come docente nel corso di Lab. di Fisica del Laser 2 (66 ore) per l'anno accademico 2007-2008.

Dall'anno accademico 2008-2009 sono il docente dei corsi di Lab. di Fisica del Laser 1 e Lab. di Ottica Quantistica (ex Lab. di Fisica dei Laser 2) (fino all'anno accademico 2016-2017 ho tenuto entrambi i corsi nello stesso anno accademico, quindi $66+66=132$ ore. Dall'anno accademico 2017-2018 devo tenere i corsi ad anni alterni, quindi 62 ore)

Sono uno dei docenti nel corso di Dottorato in Fisica "Metodi sperimentali per lo studio di sistemi strutturati su scala nanometrica" dal 2015.

Ho strutturato il corso di Lab. di Ottica Quantistica in modo da offrire agli studenti la possibilità di osservare direttamente molti aspetti fondamentali della meccanica quantistica.

In particolare ho progettato e costruito un sistema ottico che permette agli studenti generare stati di due fotoni entangled nella polarizzazione. Tali stati vengono utilizzati per determinare il parametro S della disuguaglianza di Bell, e ciò permette di mettere in evidenza la non località ed il fatto che non è possibile spiegare i risultati per mezzo di una teoria locale a variabili nascoste. Durante il corso gli studenti hanno anche la possibilità di fare misure relative alla funzione di correlazione dell'intensità per mettere in evidenza la differenza tra stati coerenti ("classici") e stati di Fock (quantistici). Inoltre può essere osservata la mancanza di realismo alla Einstein degli stati generati per mezzo di un quantum eraser funzionante con stati entangled, ed il dualismo onda particella con un interferometro a singolo fotone.

In particolare gli studenti rimangono sempre molto sorpresi quando vedono direttamente in laboratorio i comportamenti quantistici.

Per quanto riguarda il corso di Lab. di Fisica del Laser I, gli studenti possono costruire diversi tipi di laser funzionanti in continua o in regime impulsato e quindi capire in profondità come operano le diverse tipologie di laser. Gli studenti hanno anche la possibilità di vedere i modi spaziali di una cavità ottica e di analizzare le frequenze dei modi e il loro comportamento rispetto ai parametri della cavità. Da questo anno inoltre gli studenti avranno la possibilità di lavorare con il sistema laser che stiamo usando per l'R&D sul progetto MariX e quindi di avvicinarsi a questo tipo di ricerca. Penso infatti che l'intreccio tra attività didattica e attività di ricerca sia molto importante in un corso della magistrale anche per far capire meglio agli studenti quale potrebbe essere il loro percorso dopo la laurea.

Sono stato il relatore di 17 Tesi di Laurea in Fisica (triennali e magistrali). Attualmente sono il tutor di un dottorando Unimi (Edoardo Suerra) e sono stato in passato il tutor di altri 3 dottorandi (Davide Brivio, titolo tesi: "A novel source of entangled states for quantum information applications"; Stefano Vezzoli, titolo tesi: "Experimental study of nanocrystals as single photon sources"; Carmen Porto, titolo tesi: "Generation and detection of nonclassical states in the continuous variable regime"). Inoltre, pur non essendo stato formalmente il loro tutor, ho seguito per quasi tutto il loro periodo di dottorato le attività sperimentali di altri due studenti: Fabio Villa e Zeudi Mazzotta. Attualmente lavorano nel mio laboratorio anche un dottorando del Politecnico, una dottoranda marocchina (Sanae Samsam) con una borsa di un anno e un assegnista INFN (Dario Giannotti) che si stanno occupando del progetto MariX.

Aggiungo infine che quasi ogni anno con piacere accolgo nel mio laboratorio gli studenti delle scuole secondarie in occasione dell'Open Day.

Attività di Servizio

- Dal 2012 sono un referee del progetto INFN FAMU
- Nel 2016 sono stato membro della commissione giudicatrice per l'assunzione di un ricercatore a tempo determinato presso l'Università degli Studi dell'Insubria.
- Nel 2019 sono stato membro della commissione giudicatrice per l'esame finale per il conseguimento del titolo di Dottore di Ricerca in Fisica e Astrofisica presso l'Università degli Studi di Milano
- Nel 2018 sono stato membro della commissione giudicatrice per l'assegnazione di un assegno di ricerca INFN
- Referee di riviste internazionali: Phys. Rev. Lett., Phys. Rev. A, Physics Letter A, Opt. Lett., Optics Express, JOSA, International Journal of Quantum Information, EPL
- Valutatore dei progetti nell'ambito del Bando Vinci emanato dell'Università Italo Francese negli anni 2014 e 2015
- Membro del Collegio Didattico dei corsi di Laurea e Laurea Magistrale in Fisica dell'Università degli Studi di Milano
- Membro del Collegio dei Docenti del Dottorato in Fisica, Astrofisica e Fisica Applicata dell'Università degli Studi di Milano
- Premi: Abilitazione scientifica nazionale alle funzioni di professore universitario di Seconda Fascia nel settore concorsuale 02/B1, validità 11/12/2013 – 11/12/2019

Commento alle 12 pubblicazioni selezionate

Descriverò brevemente la scelta che ho fatto in relazione alle 12 pubblicazioni selezionate da me per questo concorso. Le pubblicazioni appaiono nell'ordine seguito nella lista allegata.

La prima pubblicazione della lista è *Experimental investigation of initial system-environment correlations via trace distance evolution*, A. Smirne, D. Brivio, S. Cialdi, B. Vacchini, M. G. A. Paris, Phys. Rev. A. **84**, 3 (2011) 032112. E' una pubblicazione che ritengo importante dal momento che grazie alla flessibilità dell'apparato sperimentale da me messo a punto nel laboratorio di ottica quantistica di Milano è stato possibile realizzare la prima misura relativa allo studio delle correlazioni iniziali sistema-ambiente (in contemporanea ad un altro gruppo cinese per essere corretti).

Un altro punto che ci tengo a sottolineare è che questo apparato e più in generale il laboratorio di ottica quantistica ha permesso un'avvicinamento tra il gruppo dei teorici (in questo caso M. Paris e B. Vacchini) e quello degli sperimentali. In particolare in questo lavoro hanno partecipato attivamente due studenti che allora erano dottorandi, ovvero, A. Smirne e D. Brivio, il primo teorico ed il secondo sperimentale.

L'apparato sperimentale di cui sto parlando di base serve a generare e purificare gli stati entangled in polarizzazione di due fotoni. In particolare questo apparato è programmabile da computer e per questo molto flessibile. Ho scelto quindi anche la pubblicazione *Demonstration of a programmable source*

of two-photon multiqubit entangled states, S. Cialdi, D. Brivio, M. G. A. Paris, *Phys. Rev. A*, **81**, 042322 (2010) dove viene descritto il metodo per la purificazione per la prima volta.

Un altro esempio di applicazione di questo apparato per la generazione e la manipolazione degli stati entangled è *Programmable entanglement oscillations in a non Markovian channel*, S. Cialdi, D. Brivio, E. Tesio, M. G. A. Paris, *Phys. Rev. A*, **83** (2011) 042308.

Più recentemente ho realizzato un apparato per la generazione di fotoni via parametric down conversion con il quale è ad esempio possibile studiare la transizione tra dinamiche non-Markov e dinamiche Markov in stati di singolo fotone. Il primo articolo pubblicato con questo apparato è *All-optical quantum simulator of qubit noisy channels*, S. Cialdi, MAC Rossi, C. Benedetti, B. Vacchini, D. Tamascelli, S. Olivares, MGA Paris, *Appl. Phys. Lett.*, **110**, 081107 (2017).

Segue l'articolo: *Two-step procedure to discriminate discordant from classical correlated or factorized states*, S. Cialdi, A. Smirne, M.G.A. Paris, S. Olivares, B. Vacchini, *Phys. Rev. A*, **90**, 050301(R) (2014). In questo lavoro ho proposto un nuovo metodo per discriminare tipi di versis di stati.

Rimanendo sempre nell'ambito dell'attività di ricerca del mio laboratorio di ottica quantistica ho voluto selezionare: *Optical interferometry in the presence of large phase diffusion*, M. Genoni, S. Olivares, B. Davide, S. Cialdi, D. Cipriani, A. Santamato, S. Vezzoli, M. G. A. Paris, *Phys. Rev. A* **85**, 4 (2012). L'apparato sperimentale usato per questo lavoro è completamente diverso rispetto a quello precedentemente descritto. Si tratta infatti di un apparato per la rivelazione omodina e quindi per la misura del campo elettrico. E' un esempio di come il laboratorio di ottica quantistica si occupi sia di variabili discrete (quindi il primo tipo di apparato) sia di variabili continue (quindi il secondo tipo di apparato).

Tra il 2014 e il 2015 ho realizzato un apparato per la generazione degli stati quantistici squeezed grazie al quale è nata una linea di ricerca sulle applicazioni di questo tipo di stati nel nostro gruppo.

In particolare riporto qui questa pubblicazione che riguarda gli stati squeezed: *Full quantum state reconstruction of symmetric two-mode squeezed thermal states via spectral homodyne detection and a state-balancing detector*, S. Cialdi, C. Porto, D. Cipriani, S. Olivares, MGA Paris, *Phys Rev. A* **93**, 043805 (2016), dove abbiamo realizzato un nuovo metodo per la ricostruzione tomografica degli stati.

Le successive tre pubblicazioni hanno a che fare con il progetto INFN Aegis il cui fine è quello di misurare l'accelerazione gravitazionale tra materia e anti-materia (ovvero tra la Terra e una nuvola di anti-idrogeno). La prima è: *Efficient two-step Positronium laser excitation to Rydberg levels*, F. Castelli, I. Boscolo, S. Cialdi, M. G. Giammarchi, D. Comparat, *Phys. Rev. A*, **78**, 052512 (2008), dove studiamo il problema dell'eccitazione del Ps. Gli studi fatti durante questo lavoro sono stati importanti per il progetto del laser che poi ho realizzato. Il sistema laser da me realizzato è descritto nella pubblicazione: *Efficient two-step Positronium laser excitation to Rydberg levels*, S. Cialdi, I. Boscolo, F. Castelli, F. Villa, G. Ferrari, M. Giammarchi, *Nuc. Inst. Meth. B*, **269**, 1527 (2011). Questo Sistema laser è stato usato dalla collaborazione Aegis per eccitare il Ps e il risultato di queste misure è mostrato in: *Laser excitation of the n=3 level of positronium for antihydrogen production*, Aegis Collaboration, *Phys. Rev. A* **94**, 012507 (2016).

I successivi due lavori riguardano invece la mia collaborazione al progetto INFN SPARC. Il primo è: *High-power third-harmonic flat pulse laser generation*, S. Cialdi, M. Petrarca, C. Vicario, *Opt. Lett.*, **31**, 2885 (2006). In questo articolo descriviamo il metodo da me proposto per la formazione temporale dell'impulso laser UV basato su un sistema DAZZLER. Questo sistema è stato in seguito usato dalla collaborazione SPARC per minimizzare l'emittanza del fascio di elettroni. Il risultato delle misure è pubblicato in: *Direct Measurement of the Double Emittance Minimum in the Beam Dynamics of the Sparc High-Brightness Photoinjector*, SPARC coll., *Phys. Rev. Lett.* **99**, 234801 (2007).

Publicazioni su riviste internazionali con referee

1. NIR luminescence and laser parameters of $\text{Ca}_3\text{Sc}_2\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ garnet host crystal activated with Tm^{3+} and Ho^{3+} , A. Toncelli, M. Tonelli, E. Zannoni, E. Cavalli, S. Cialdi, *J. of Luminescence* 92 (2001) 237-244.
2. Effects of prepoling and polarization on photoemission from ferroelectric ceramics, I. Boscolo, S. Cialdi, L. Catani, L. Giannessi, *J. Appl. Phys.* 89, 2 (2001) 1367-1370.
3. Polycrystalline diamond and Nd-doped diamond photoemitters. I. Boscolo, S. Cialdi, G. Benedek, F. Tazzioli, M. L. Terranova, E. Rembeza, M. Rossi, *Opt. Comm.* 187 (2001) 179-184.
4. Emission from ferroelectric cathodes versus temperature and the relevant physics, I. Boscolo, S. Cialdi, *Appl. Phys. Lett.* 78, 25 (2001) 4013-4015.
5. Operation of ceramic cathodes with bipolar pulse excitation, I. Boscolo, S. Cialdi, *J. Appl. Phys.*, 90, 12 (2001) 6341-6344.
6. Ion source improvement by electron injection from a ferroelectric cathode, I. Boscolo, S. Cialdi, M. Valentini, S. Gammino, G. Ciavola, L. Celona, S. Marletta, H. Riege, J. Handerek, *J. Appl. Phys.* 90, 5 (2001) 2447-2453.
7. An apparatus for the investigation of ceramic cathodes with relevant result, I. Boscolo, S. Cialdi, D. Cipriani, *Nuc. Inst. Meth. A.* 481 (2002) 708-717.
8. Polarizability model of emission from ceramic cathodes, I. Boscolo, S. Cialdi, *J. Appl. Phys.* 91, 9 (2002) 6125-6133.
9. High dielectric constant ceramics for ion/electron sources, I. Boscolo, S. Cialdi, *Nuc. Inst. Meth. A.* 489 (2002) 32-37.
10. Dielectric-spontaneous polarization versus electron emission in perovskite cathodes, I. Boscolo, S. Cialdi, *J. Appl. Phys.* 92, 8 (2002) 4590-4593.
11. Polarization dynamics in a ferroelectric relaxor excited by short pulses, I. Boscolo, S. Cialdi, *App Phys. Lett.* 82, 14 (2003) 2500-2502.
12. Photo-emission from diamond films illuminated by intense Nd:YAG laser harmonics, I. Boscolo, L. Catani, S. Cialdi, S. Orlanducci, M. Rossi, V. Sessa, F. Tazzioli, M.L. Terranova, C. Vicario, *Applied Physics A* 77 (2003) 805-809.
13. Operation of an electron-cyclotron-resonance ion source with supplemental electron injection. I. Boscolo, S. Cialdi, S. Gammino, G. Ciavola, *Phys. Rev. ST-AB*, 6, 073501 (2003).
14. The SPARC project: a high-brightness electron beam source at LNF to drive a SASE-FEL

- experiment. SPARC coll. Nuc. Instr. Met. A 507 (2003) 345-349.
15. Conceptual design of a high-brightness linac for soft X-ray SASE-FEL source. SPARC coll. Nuc. Instr. Met. A 507 (2003) 502-506.
 16. Structural features of diamond layers photo-emitting at sub-band gap energies, S. Orlanducci, V. Sessa, M. L. Terranova, F. Tazzioli, C. Vicario, I. Boscolo, S. Cialdi, L. Catani, M. Rossi, *Diamond and Related Materials* 12 (2003) 2186-2194.
 17. Features of a phase-only shaper relative to a long rectangular ultraviolet pulse . S.Cialdi, I. Boscolo, A. Flacco, *J. Opt. Soc. Am. B* 21 (2004) 1693.
 18. The SPARC/X SASE-FEL projects, SPARC coll., *Laser and Part. Beams*. 22, 3 (2004) 341-350.
 19. A laser pulse shaper for the low emittance radiofrequency SPARC electron gun. S. Cialdi, I. Boscolo, *Nuc. Inst. Meth. A* 526, 3 (2004) 239-248.
 20. Status of the SPARC project, SPARC collaboration, *Nuc. Int. Meth.* 528 Issue: 1-2 Pages: 586-590 (2004).
 21. A shaper for providing long laser waveforms. S. Cialdi, I. Boscolo, *Nuc. Inst. Meth. A* 538, 1-3 (2005) 1-7.
 22. Ablated Mg films with a graphite cover as photocathodes, A.Perrone, L. Cultrera, A. Pereira, M. Rossi, S. Cialdi, I. Boscolo, F. Tazzioli, C. Vicario, G. Gatti, *Nuc. Inst. Meth. A* 554 (2005) 220-225.
 23. Rectangular pulse formation in a laser harmonic generation, S.Cialdi, F. Castelli, I. Boscolo, *Appl. Phys. B* 82, 3 (2006) 383-389.
 24. High power third harmonic flat pulse laser generation, S. Cialdi, C. Vicario, M. Petrarca, *Opt. Lett.* Vol. 31, Issue 19, pp. 2885-2887 (October 2006) and selected for *Virtual J. of Ultrafast Scie.*, Oct. 2006.
 25. A train of micro-bunches for PWFA experiments produced by RF photoinjectors. M. Boscolo, M. Ferrario, C. Vaccarezza, I. Boscolo, F. Castelli, S. Cialdi. *Int. J. Mod. Phys. B*, Vol. 21, n. 3&4 (2007), 415-421.
 26. Parmela simulations for PITZ: first machine studies and interpretation of measurements, M. Boscolo, M. Ferrario, S. Cialdi, M. Krasilnikov, A. Opplet, *Int. J. Mod. Phys. B*, Vol. 22, n. 23 (2007), 4115-4124.
 27. Capacitative and analytical characterization of a carbon nanotube cathode in a sphere-plane diode, I. Boscolo, S. Cialdi, A. Fiori, S. Orlanducci, V. Sessa, M. L. Terranova, A. Ciorba, M. Rossi, *J. of Vac. Sci. and Tech.* 25, 4 (2007) 1253 (has been selected for the July 23, 2007 issue of *Virtual Journal of Nanoscale Science & Technology*).
 28. Simple scheme for ultraviolet time pulse shaping, S. Cialdi, C. Vicario, M. Petrarca, P. Musumeci, *Appl. Opt.* 46, 22 (2007) 4959.

29. Generation of Short THz Bunch Trains in a RF Photoinjector, M. Boscolo, M Ferrario, I. Boscolo, F. Castelli, S. Cialdi, *Nuc. Inst. Meth. A*, Vol. 577, Issue 3 (2007) 409-416.
30. Direct measurement of the double emittance minimum in the beam dynamics of the SPARC high-brightness photoinjector, SPARC coll. *Phys. Rev. Lett.* 99, 234801 (2007).
31. Proposed antimatter gravity measurement with an antihydrogen beam, AEGIS coll., *Nuc. Inst. Meth. B*, 266 (2008) 351-356.
32. High brightness electron beam emittance evolution measurements in an rf photoinjector, SPARC coll., *Phys. Rev. Special Topics – Accelerators and Beams* 11, 032801 (2008).
33. Generation of entangled photon pairs using small-coherence-time cw pump laser, S. Cialdi, F. Castelli, I. Boscolo, M. G. A. Paris, *Appl. Opt.* 47, 11 (2008) 1832-1836.
34. Generation of comb electron beam to drive SASE FEL radiation spikes, M. Boscolo, I. Boscolo, F. Castelli, S. Cialdi, M. Ferrario, V. Petrillo, C. Vaccarezza, *Nuch. Inst. Meth. Phys. Res. A* 593 (2008) 106-110.
35. Single spike operation in SPARC SASE-FEL, M. Boscolo, I. Boscolo, F. Castelli, S. Cialdi, M. Ferrario, V. Petrillo, C. Vaccarezza, *Nuch. Inst. Meth. Phys. Res. A* 593 (2008) 137-142.
36. Efficient positronium laser excitation for antihydrogen production in a magnetic field, F. Castelli, I. Boscolo, S. Cialdi, M. Giammarchi, D. Comparat, *Phys. Rev. A* 78, 052512 (2008).
37. Properties of entangled photon pairs generated by a CW laser with small coherence time: theory and experiment, S. Cialdi, F. Castelli, M. G. A. Paris, *Special Issue of the Journal of Modern Optics on Single-Photon: Sources, Detectors, Applications and Measurement Methods* Vol. 58, N. 2-3 (2009) 215-225.
38. M. G. Giammarchi, AEGIS Collaboration; *Hyperfine Interact* (2009) vol 193 pagg. 321–327 DOI 10.1007/s10751-009-0018-5.
39. G. Bonomi, AEGIS proto-collaboration; *Hyperfine Interact* (2009) vol. 193 pagg. 297-303 DOI 10.1007/s10751-009-0015-8.
40. Apparent superluminal advancement of a single photon far beyond its coherence length, S. Cialdi, I. Boscolo, F. Castelli, V. Petrillo, *New J. of Physics* 11 (2009) 023036.
41. Experimental estimation of one-parameter qubit gates in the presence of phase diffusion, D. Brivio, S. Cialdi, S. Vezzoli, B. T. Gebrehiwot, M. G. Genoni, S. Olivares, M. G. A. Paris, *Phys. Rev. A* 81, 012305 (2010).
42. The AEGIS detection system for gravity measurements, Aegis coll., *Nuc. Phys. A*, 834 (2010) 751.
43. Demonstration of a programmable source of two-photon multiqubit entangled states, S. Cialdi, D. Brivio, M. G. A. Paris, *Phys. Rev. A*, 81, 042322 (2010).
44. Programmable purification of type-I polarization entanglement, S. Cialdi, D. Brivio, M. G. A. Paris, *Appl. Phys. Lett.* 97, 041108 (2010).

45. Antihydrogen Physics: gravitation and spectroscopy in AEgIS, Aegis Collaboration, Canadian J. of Physics, 89 (2011) 17-24.
46. Programmable entanglement oscillations in a non Markovian channel, S. Cialdi, D. Brivio, E. Tesio, M. G. A. Paris, Phys. Rev. A, 83 (2011) 042308.
47. Laser sources for efficient two-step Positronium excitation to Rydberg states, M. Becucci, G. Ferrari, I. Boscolo, F. Castelli, S. Cialdi, F. Villa and M.G.Giammarchi, J. Mol. Struct. 993, 1-3 (2011) 495-499.
48. Efficient two-step Positronium laser excitation to Rydberg levels, S. Cialdi, I. Boscolo, F. Castelli, F. Villa, G. Ferrari, M. G. Giammarchi, Nuch. Inst. and Meth. B, 269, 13 (2011) 1527-1533.
49. Experimental investigation of initial system-environment correlations via trace distance evolution, A. Smirne, D. Brivio, S. Cialdi, B. Vacchini, M. G. A. Paris, Phys. Rev. A. 84, 3 (2011) 032112.
50. Nonlocal compensation of pure phase objects with entangled photons, S. Cialdi, D. Brivio, E. Tesio. M. G. A. Paris, Phys. Rev. A 84, 4 (2011) 043817.
51. Optical interferometry in the presence of large phase diffusion, M. Genoni, S. Olivares, B. Davide, S. Cialdi, D. Cipriani, A. Santamato, S. Vezzoli, M. G. A. Paris, Phys. Rev. A 85, 4 (2012) 043817.
52. Exploring the WEP with a pulsed cold beam of antihydrogen, Aegis Coll., Classical and Quantum Gravity, 29, 18, 184009 (2012).
53. Innovative method to investigate how the spatial correlation of the pump beam affects the purity of polarization entangled states, Simone Cialdi, Davide Brivio, Andrea Tabacchini, Ali Mohammed Kadhim, and Matteo G. A. Paris, Opt. Lett. 37, 19, 3951 (2012).
54. Lasers as Toda oscillators: an experimental confirmation, S. Cialdi, F. Castelli, F. Prati, Opt. Comm. 287, 176-179 (2013).
55. Homodyne detection as a near-optimum receiver for phase-shift-keyed binary communication in the presence of phase diffusion, S. Olivares, S. Cialdi, F. Castelli, Fabrizio, M. G. A. Paris, Phys. Rev. A, 87, 5, 050303(R) (2013).
56. Quantum probes to experimentally assess correlations in a composite system, A. Smirne, S. Cialdi, G. Anelli, Giorgio, M. G. A. Paris, B. Vacchini, Phys. Rev. A, 88, 1, 012108 (2013).
57. An ensemble-based method to assess the quality of a sample of nanocrystals as single photon emitters, S. Vezzoli, S. Shojaii, S. Cialdi, D. Cipriani, F. Castelli, M. G. A. Paris, L. Carbone, P. D. Cozzoli, E. Giacobino, A. Bramati, Opt. Comm.,300, 215-219 (2013).
58. Prospects for measuring the gravitational free-fall of antihydrogen with emulsion detectors , Aegis Collaboration, J. of Inst., 8, P08013 (2013).

59. AEGIS experiment: Towards antihydrogen beam production for antimatter gravity measurements. Aegis Collaboration, *Europ. Phys. J. D*, 68, 3, 41 (2014)
60. Laser pulse shaping for multi-bunches photoinjectors, F. Villa, S. Cialdi, M. P. Anania, G. Gatti, F. Giorgianni, R. Pompili, *Nuc. Inst. & Meth A*, 740, 188-192 (2014).
61. Detection of low energy antiproton annihilations in a segmented silicon detector, Aegis Collaboration, *J. of Inst.*, 9, P06020 (2014).
62. A moire deflectometer for antimatter, Aegis Collaboration, *Nature Comm.*, 5, 4538 (2014)
63. Two-step procedure to discriminate discordant from classical correlated or factorized states, S. Cialdi, A. Smirne, M. G. A. Paris, S. Olivares, B. Vacchini, *Phys. Rev. A*, 90, 5, 050301(R) (2014)
64. Investigation of silicon sensors for their use as antiproton annihilation detectors, Aegis Collaboration, *Nuc. Inst. & Meth. A*, 765, 161-166 (2014).
65. Comparison of Planar and 3D Silicon Pixel Sensors Used for Detection of Low Energy Antiprotons, Aegis. Collaboration, *IEEE Trans. On Nuc. Dev.*, 61, 6, 3747 (2014)
66. The data aggregation problem in quantum hypothesis testing, S. Cialdi, M. G. A. Paris, *Europ. Phys. J. D*, 69,1, 7 (2015)
67. Positron bunching and electrostatic transport system for the production and emission of dense positronium clouds into vacuum, Aegis Collaboration, *Nuc. Inst. & Meth B*, 362, 86-92 (2015).
68. Full quantum state reconstruction of symmetric two-mode squeezed thermal states via spectral homodyne detection and a state-balancing detector, S. Cialdi, C. Porto, D. Cipriani, S. Olivares, MGA Paris, *Phys Rev. A* 93, 043805 (2016)
69. Assessing the significance of fidelity as a figure of merit in quantum state reconstruction of discrete and continuous-variable systems, A. Mandarino, M. Bina, C. Porto, S. Cialdi, S. Olivares, MGA Paris, *Phys. Rev. A* 93, 062118 (2016)
70. Laser excitation of the $n=3$ level of positronium for antihydrogen production, Aegis Collaboration, *Phys. Rev. A* 94, 012507 (2016)
71. Direct detection of antiprotons with the Timepix3 in a new electrostatic selection beamline, Aegis Collaboration, *Nuc. Inst. & Meth B*, 831, 12-17 (2016)
72. High-order dispersion effects in two-photon interference, Z. Mazzotta, S. Cialdi, D. Cipriani, S. Olivares, MGA Paris, *Phys. Rev. A*, 94, 063842 (2016)
73. All-optical quantum simulator of qubit noisy channels, S. Cialdi, MAC Rossi, C. Benedetti, B. Vacchini, D. Tamascelli, S. Olivares, MGA Paris, *Appl. Phys. Lett.*, 110, 081107 (2017)
74. Real-time dosimetry with Yb-doped silica optical fibres, I. Veronese, N. Chiodini, S. Cialdi, E. d'Ippolito, M. Fasoli, S. Gallo, S. La Torre, E. Mones, A. Vedda, G. Loi, *Phys. In Med. and Bio.*, 60, DOI: 10.1088/1361-6560/aa642f (2017)

75. Non-Markovianity by undersampling in quantum optical simulators, MAC. Rossi, C. Benedetti, D. Tamascelli, S. Cialdi, S. Olivares, B. Vacchini, MGA Paris, Int. J. Of Quant. Inf. 15, 1740009 (2017)
76. Detection of squeezed light with glass-integrated technology embedded into a homodyne detector setup, C. Porto, D. Rusca, S. Cialdi, A. Crespi, R. Osellame, D. Tamascelli, S. Olivares, MGA Paris, JOSA B, 35, 1596-1602 (2018)
77. Homodyning the $g^{(2)}(0)$ of Gaussian states, S. Olivares, S. Cialdi, MGA Paris, Opt.Comm., 426, 547-552 (2018)
78. MariX, an advanced MHz-class repetition rate X-ray source for linear regime time-resolved spectroscopy and photon scattering, MariX coll., Nuc. Inst. Meth. B, 930, 167 (2019)

In fase di scrittura o spediti alla rivista:

Squeezing phase diffusion, S. Cialdi, E. Suerra, S. Olivares, S. Capra, MGA Paris, spedito a Phys. Rev. Lett. (arXiv:1905.13158)

Photonic Realization of a Quantum Finite Automaton, C. Mereghetti, B. Palano, S. Cialdi, V. Vento, S. Olivares, M.G.A. Paris, spedito a Information and Computation

Two-pass two-way acceleration in a Super-Conducting CW linac to drive low jitters X-ray FELs, A. Bacci et al., spedito a Phys. Rev. AB

Experimental evidence of local-to-common noise transition in entangled two-qubit systems, S. Cialdi, V. Vento, C. Benedetti, S. Olivares, MGA Paris, in lavorazione



ACCELERATOR TECHNOLOGY &
APPLIED PHYSICS DIVISION

Dr. Thomas Schenkel

Interim Director, Accelerator Technology & Applied Physics Division
Program Head, Fusion Science & Ion Beam Technology

February 21, 2019

Dr. Simone Cialdi, Dr. Stefano Capra and Dr. Daniele Cipriani
Università degli studi di Milano, Quantum Technology Lab
Physics department "Aldo Pontremoli", Università degli Studi
Via Celoria 16, 20133 Milano, Italy

Dr. Zeudi Mazzotta and Dr. François Mathieu
CNRS, LULI, APOLLON
Parc des Algorithmes, Route de l'Orme des Merisiers
Bâtiment Euclide, 91190 Saint-Aubin, France

Dear All:

This letter is to confirm the interest of the Accelerator Technology and Applied Physics ATAP Division of Lawrence Berkeley National Laboratory, and the Division's BELLA Center, to continue collaborative work among University of Milano, CNRS and the BELLA Center, LBNL on the topic of laser stability. Such collaboration would build on our recent successful collaborative work at BELLA.

Laser fluctuation is a key driver of the precision of laser-plasma acceleration experiments that form the core of the BELLA program. In particular, isolation of particular elements which cause fluctuation is key to enable mitigation in the short term. In the longer term, identification of the frequency spectrum of the fluctuations that cannot be mitigated is essential to develop compensation strategies. The "Angular Agdedge" device that was invented by University of Milano and CNRS gives unique capabilities in this space, while the BELLA Center offers state of the art lasers and mechanical/vibrational capabilities. These complementary capabilities enable progress in an important and little exploited area of laser science and hence future laser-plasma accelerator performance.

Recent pointing fluctuation measurements of a pilot laser through the BELLA Petawatt facility isolated particular components and vibration sources and extended in frequency up to 2,000 Hz, a level of precision not accessible previously. The measurement results will provide useful information, not only to improve current system but also for future facility design studies.

The Division and Center appreciate the collaborative work to date with your groups, and look forward to continued collaboration. We anticipate a rich future for continue work, in iteration with facility improvements and in advancing the technique to capture pulsed beams. We also anticipate exciting joint publications with continued engagement on mutual intellectual property.

Sincerely yours,

Thomas Schenkel
Interim Director, Accelerator Technology & Applied Physics Division
Program Head, Fusion Science & Ion Beam Technology

Lawrence Berkeley National Laboratory

One Cyclotron Road / MS: 710259 / Berkeley, California 94720 USA / Office: 510-486-7788 / E-Mail: T_Schenkel@lbl.gov

Dati personali: Autorizzo il trattamento dei miei dati personali ai sensi del Decreto Legislativo 30 giugno 2003, n. 196 (Codice in materia di protezione dei dati personali) e sue successive modifiche e integrazioni, nonché del Regolamento UE 679/2016 (Regolamento Generale sulla Protezione dei dati o, più brevemente, RGPD).

Data

30/06/2019

Luogo

Milano