



Alessandro Cianchi

Nazionalità: Italiana **Data di nascita:** 27/09/1970 **Numero di telefono:** (+39) 3804722056

Indirizzo e-mail: alessandro.cianchi@uniroma2.it

Lavoro: Via della Ricerca Scientifica 1 Università di Roma Tor Vergata, Dipartimento di Fisica, 00133 Roma (Italia)

ISTRUZIONE E FORMAZIONE

Laurea in Fisica (VO)

Laurea in Fisica (1997)

Università degli studi di Roma La Sapienza

Titolo della tesi: "Misure di stabilità lungo il macroimpulso del fascio di TTF (Tesla Test Facility) realizzate con la radiazione di transizione in banda ottica "

Relatori: Prof. Carlo Bernardini, Dott. Michele Castellano

Dottorato di Ricerca in Fisica

Dottorato di ricerca in Fisica (2002)

Università degli studi di Roma Tor Vergata

Titolo della tesi: "Radiazione di diffrazione e suo utilizzo come sistema di diagnostica non intercettante per fasci intensi di particelle"

Relatori: Prof. Sergio Tazzari, Dott. Michele Castellano

ESPERIENZA LAVORATIVA

Professore Ordinario PHYS-01/A Fisica sperimentale delle interazioni fondamentali e applicazioni

Università degli studi di Roma Tor Vergata [01/10/2024 – Attuale]

Città: Roma | Paese: Italia

Vicedirettore Dipartimento di Fisica Università di Roma Tor Vergata

Science Director ISIS@MACH ITALIA

Responsabile del Working Package 13 Diagnostics nel progetto europeo EuPRAXIA-PP

Responsabile del Working Package 2 Progetto EuAPS PNRR

Responsabile della diagnostica di fasci e fotoni nel progetto EuPRAXIA@SPARC_LAB presso INFN-LNF e in EuPRAXIA-PP.

Responsabile sezione INFN Roma Tor Vergata esperimento SL_BETATEST

Corso di Fisica degli Acceleratori di Particelle presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma Tor Vergata

Corso di Fisica Generale I e II presso Ingegneria Gestionale Università di Roma Tor Vergata

Membro del Senato Accademico dell'Università di Roma Tor Vergata

Professore Associato FIS/07

Università degli studi di Roma Tor Vergata [14/04/2021 – 30/09/2024]

Città: Roma | Paese: Italia

Science Director ISIS@MACH ITALIA

Responsabile del Working Package 13 Diagnostics nel progetto europeo EuPRAXIA-PP

Responsabile del Working Package 8 Diagnostics nel progetto europeo CompactLight

Responsabile del Working Package 2 Progetto EuAPS PNRR

Responsabile della diagnostica di fasci e fotoni nel progetto EuPRAXIA@SPARC_LAB presso INFN-LNF e in EuPRAXIA-PP.

Corso di Fisica degli Acceleratori di Particelle presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Roma Tor Vergata
Corso di Fisica Generale I e II presso Ingegneria Gestionale Università di Roma Tor Vergata
Membro del Senato Accademico dell'Università di Roma Tor Vergata

Ricercatore universitario (FIS/01-FIS/07)

Università degli studi di Roma Tor Vergata [16/04/2008 – 13/04/2021]

Città: Roma | Paese: Italia

Responsabile nazionale dell'esperimento ODRI2D, collaborazione INFN-DESY per l'utilizzo della radiazione di diffrazione ottica come diagnostica non intercettante per fasci di elettroni ad alta luminosità.

Responsabile delle misure di fasci di elettroni presso lo SPARC-LAB dell'INFN-LNF.

Responsabile del WP15 Progetto Europeo EuPRAXIA.

Responsabile scientifico del progetto TECNOMUSE della Regione Lazio, per l'utilizzo dello scattering di muoni come strumento diagnostico per container portuali.

Coordinatore locale per l'INFN-Tor Vergata dell'esperimento SL_COMB

Presidente del comitato del programma scientifico del 4th European Advanced Accelerator Concepts 2019 (Isola d'Elba, Italia)

Membro del comitato scientifico di: 2022 IBIC (International Beam Instrumentation Conference) Cracovia (Polonia), 2016 IBIC (International Beam Instrumentation Conference) Barcellona (Spagna), 2016 Physics and Applications of High Brightness Beams, Havana (Cuba), 2014 6th microbunching instability workshop, Trieste (Italia), 2013 1° European Advanced Accelerator Concept, Isola d'Elba, Italia

Professore di Fisica degli Acceleratori di Particelle (2011-in corso) per la Fisica, Fisica Generale I e II (2013-in corso) per l'Ingegneria Gestionale, Informatica (2008-2010) per la Fisica dell'atmosfera.

Esercitatore di laboratorio 3 (2007-2014)

Ricercatore Tempo determinato

INFN [03/01/2005 – 15/04/2008]

Città: Roma | Paese: Italia

Progettazione e installazione della diagnostica del fascio di elettroni presso l'acceleratore TTF2/FLASH a Desy (Amburgo)

Responsabile misure di fasci di elettroni presso SPARC presso INFN-LNF Frascati

Responsabile esperimento ODRI, collaborazione INFN-Desy per la misura dei parametri trasversali del fascio mediante radiazione di diffrazione.

Assegno di Ricerca

Università degli studi di Roma Tor Vergata [22/12/2002 – 22/12/2004]

Città: Roma | Paese: Italia

Attività teorica e sperimentale di deposizione di film sottili di Niobio su rame in strutture acceleranti a radiofrequenza.

Guest Scientific Researcher

Fermi National Accelerator Laboratory [19/06/1997 – 17/12/1997]

Città: Batavia | Paese: Stati Uniti

Installazione e messa in servizio di diagnostiche risolte in tempo del fascio di elettroni per il fotoiniettore A0

Borsa INFN

INFN [14/05/1998 – 03/03/1999]

Città: Frascati | Paese: Italia

Setup e misurazione dei parametri del fascio di elettroni sull'iniettore TTF1 a Desy (Amburgo)

[01/03/2011 – Attuale]

Corso di Particle Accelerators for Physics and Interdisciplinary Applications

Corso di studi in Fisica, Università degli Studi di Roma Tor Vergata, 6CFU

Il corso è sempre stato erogato, avendo sempre un numero di studenti variabile tra due e otto.

[01/03/2013 – Attuale]

Corso di Fisica Generale I

Corso di studi in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Roma Tor Vergata, 12 CFU, canale online

[22/09/2014 – Attuale]

Corso di Fisica Generale II

Corso di studi in Ingegneria Gestionale, Università degli Studi di Roma Tor Vergata, 9 CFU, canale online

[2008 – 2009]

Introduzione all'informatica

Corso di studi in Fisica dell'atmosfera e meteorologia, Università degli Studi di Roma Tor Vergata, 6 CFU

[2008 – 2015]

Esercitazioni di laboratorio per il corso di Laboratorio 3

Corso di laurea in Fisica, Università degli Studi di Roma Tor Vergata

Lezioni alla Cern Accelerator School

2018 - School on Beam Instrumentation, Helsinki (Finlandia)

2017 - School on Particle Accelerator (Advanced Level), Londra (UK)

2015 - School on Intensity Limitations in Particle Beams, Ginevra, Svizzera

2015 - School on Particle Accelerator (Advanced Level), Varsavia, Polonia

2011 - School on Particle Accelerator (Advanced Level), Chios, Grecia

2009 - School on Particle Accelerator (Advanced Level), Darmstadt (Germania)

Relatore tesi dottorato

Relatore tesi di dottorato in Fisica, Università di Roma Tor Vergata (dott. Riccardo Pompili, vincitore premio SILS per la tesi di dottorato e attuale responsabile dell'acceleratore SPARC.)

Relatore tesi di dottorato in Fisica e Tecnologia degli acceleratori, Sapienza Università di Roma (dott.ssa Gemma Costa, vincitrice premio Resmini dell'INFN per la tesi di dottorato)

Relatore tesi di dottorato in Fisica e Tecnologia degli acceleratori, Sapienza Università di Roma (dott. Matteo Cesarini)

Relatore di tesi magistrale in Fisica

Relatore tesi magistrale dott.ssa Federica Stocchi, attualmente studente di dottorato

Relatore tesi magistrale dott. Gianmarco Parise, attualmente studente di dottorato

Relatore tesi magistrale dott. Francesco De Murtas, attualmente studente di dottorato.

Relatore tesi magistrale dott. Luca Innocenti, attualmente RTdA.

Relatore di tesi triennale in Fisica

Relatore tesi Triennale dott. Gianmarco Parise

Relatore tesi Triennale dott.ssa Chiara Arcangeletti

Relatore tesi Triennale dott. Francesco Sgaramella

Relatore tesi Triennale dott. Luca Innocenti

Relatore tesi Triennale dott. Matteo Cremonesi

Relatore tesi Triennale dott. Damiano Lupetto

Relatore tesi Triennale dott. Giulio Cornelio Grossi

Chair Program Committee

2019- 4th European Advanced Accelerator Concept - Isola d'Elba (Italia)

La conferenza più importante e frequentata sulle nuove tecnologie di accelerazione, il talk introduttivo è stato tenuto dal premio Nobel per la Fisica 2018 G. Mourou

Membro Program Committee

2023 - Physics and Applications of High Brightness Beams - San Sebastian (Spagna)

2022 - IBIC (International Beam Instrumentation Conference) Cracovia (Polonia)

2016 - IBIC (International Beam Instrumentation Conference) Barcellona (Spagna)

2016 - Physics and Applications of High Brightness Beams - Havana (Cuba)

2014 - 6th Microbunching Instability Workshop - Trieste (Italia)

2013 - 1st European Advanced Accelerator Concept - Isola d'Elba (Italia)

Invited talks

2022 - 6th International Conference Frontiers in Diagnostic Technologies - Frascati (Italia)

2018 - 29th Linac Accelerator Conference - Beijing (Cina)

2018 - Topical Workshop on Emittance Measurements - Barcellona (Spagna)

2017 - American Physical Society annual meeting - Milwaukee (USA)

2016 - Physics and Applications of High Brightness Beams - Havana (Cuba)

2015 - SPIE Optics Optoelectronics: Advances in X-ray Free-Electron Laser Instrumentation - Praga (Repubblica Ceca)

2015 - 2nd European Advanced Accelerator - Isola d'Elba (Italia)

2014 - 100esimo congresso SIF - Pisa (Italia)

2013 - Physics and applications of high brightness beams - San Juan (Portorico)

2013 - 3rd International Conference Frontiers in Diagnostic Technologies - Frascati (Italia)

2013 - 99esimo congresso SIF - Trieste (Italia)

2009 - Physics and Applications of High Brightness Electron Beams Maui, Hawaii (USA)

2008 - 8th DIPAC- Diagnostic and instrumentation for Particle Accelerator Conference - Venezia (Italia)

Contributed Talks

2023 - 6th European Advanced Accelerator Concept - Isola d'Elba (Italia)

2017 - 3th European Advanced Accelerator Concept - Isola d'Elba (Italia)

2012 - Free Electron Laser Conference - Nara (Giappone)

2012 - 2nd International Conference Frontiers in Diagnostic Technologies - Frascati (Italia)

2011 - International Symposium on Radiation From Relativistic Electrons in Periodic Structures (RREPS) - London (UK)

2003 - International Conference Plasma 2003 - Varsavia (Polonia)

[01/01/2006 – Attuale]

Coordinatore della diagnostica di elettroni del laboratorio SPARC_LAB

Questo esperimento ha permesso di produrre per la prima volta amplificazione FEL da un fascio di elettroni accelerato dal plasma con un driver di elettroni. Tor Vergata si è sempre occupata di coordinare la diagnostica di elettroni.

Finanziamento 22k€.

[01/01/2019 – 31/12/2023]

Coordinatore locale per la sezione INFN di Roma Tor Vergata dell'esperimento SL_COMB2FEL

E' stato l'esperimento che ci ha permesso di accelerare dei fasci di elettroni tramite una onda di plasma innescata da un pacchetto di elettroni. Tor Vergata si è occupata della parte di diagnostica degli elettroni

Budget 244k€

[01/01/2013 – 31/12/2018]

Coordinatore locale per la sezione INFN di Roma Tor Vergata dell'esperimento SL_COMB

[01/01/2024 – Attuale]

Coordinatore locale per la sezione INFN di Roma Tor Vergata dell'esperimento SL_BETATEST

RESPONSABILITÀ SCIENTIFICA

[12/03/2024 – Attuale]

Science Director ISIS@MACH_Italia

ISIS@MACH_ITALIA è una infrastruttura di ricerca distribuita sul territorio italiano. Il ruolo è stato messo a bando dalla Venice International University.

[01/12/2022 – Attuale]

Responsabile WP2 del progetto EuAPS (PNRR)

Si tratta di un WP che unisce la collaborazione di CNR, Università di Tor Vergata, INFN.

Il budget di questo WP è di circa 9M di euro.

L'obiettivo è la costruzione di una sorgente di betatrone nei raggi X presso LNF che sia una user facility per esperimenti.

[01/12/2022 – Attuale]

Responsabile della diagnostica di elettroni e fotoni nel WP13 del progetto Europeo EuPRAXIA-Preparatory phase (progetto ESFRI)

Si tratta del progetto EuPRAXIA, condivido la leadership del Working Package 13 dedicato alla diagnostica di elettroni e fotoni con Rasmus Ischebeck di PSI.

[2018 – Attuale]

Responsabile della diagnostica di elettroni e fotoni nel progetto EuPRAXIA@SPARC_LAB presso INFN-LNF

Sono leader della working area della diagnostica di fotoni e elettroni per l'acceleratore EuPRAXIA@SPARC_LAB, che sarà costruito a LNF e che rappresenta uno dei due acceleratori che saranno costruiti nell'ambito del progetto Europeo EuPRAXIA.

[2020 – 2022]

Responsabile del Working Package 8 Diagnostics nel Progetto europeo CompactLight

Era un progetto europeo che ha realizzato un Conceptual Design Report per una sorgente FEL (Free Electron Laser) basata su un linac in banda X. Io ho avuto la responsabile del Working Package sulla diagnostica di elettroni e fotoni, che ho diviso con Marco Zangrando della Sincrotrone Trieste.

[2016 – 2019]

Responsabile del gruppo diagnostica nel Work Package 15 nel progetto "Compact European Plasma Accelerator with superior beam quality" (EUPRAXIA) - Horizon 2020

Sono stato responsabile, insieme a N. Delerue di Saclay del Working Package dedicato alla diagnostica degli elettroni nel progetto Europeo EuPRAXIA, che ha portato alla scrittura del Conceptual Design Report.

[2017 – 2019]

Responsabile scientifico del Progetto Regionale TECNOMUSE

Sono stato responsabile scientifico del progetto Regionale TECNOMUSE per l'uso dello scattering muonico come strumento di diagnostica per i container dei porti. Topic: TECNOlogia MUonica per la SicurEzza nei porti. Intervento realizzato avvalendosi del finanziamento del POR FESR -Avviso Pubblico "Mobilità sostenibile e Intelligente" Contributo finanziato: €766.825,39. Si è trattato di una collaborazione tra enti e partner privati. Abbiamo realizzato e messo in funzione un prototipo.

[2017]

Premiale MIUR PLASMAR

Responsabile unità di Tor Vergata, finanziamento per questa unità 70kEuro

[01/01/2013 – 31/12/2015]

Principal investigator esperimento ODRI2D

Collaborazione INFN-DESY l'uso della radiazione di diffrazione come diagnostica non intercettante per un fascio di elettroni di alta brillantezza atto a pilotare un FEL.

Prima misura di emittanza di un fascio di particelle totalmente non intercettante con il metodo del quadrupole scan.

Finanziamento di 50k€.

[01/01/2010 – 31/12/2012]

Principal investigator esperimento ODRI (Optical Diffraction Radiation Interference)

Collaborazione INFN-DESY per l'uso della interferenza della radiazione di diffrazione come diagnostica non intercettante per un fascio di elettroni di alta brillantezza atto a pilotare un FEL.

Misura delle dimensioni di un fascio di elettroni in modo totalmente non intercettante.

Finanziamento 80 k€.

DIREZIONE O PARTECIPAZIONE A COMITATI EDITORIALI DI RIVISTE, COLLANE EDITORIALI, ALTRO

[01/01/2018 – Attuale]

Membro Editorial Board rivista Instruments

Physics and Applications of High Brightness Beams – San Sebastian (Spagna)

Pubblicati su Instruments Special Issue "Selected Papers from the Workshop on Physics and Applications of High Brightness Beams"

https://www.mdpi.com/journal/instruments/special_issues/HBB2023

[2023]

Editor dei proceedings

4th European Advanced Accelerator Concepts, Elba (Italia), 2019

Pubblicati da IOP in Journal of Physics Conference Series

[2019]

Editor dei Proceedings

Rivista Instruments Articoli selezionati in una special issue della conferenza Physics and Applications of Brightness Beams, Creta (2019)

[2019]

Editor dei Proceedings

Conferenza Physics and Applications of High Brightness Beams, Cuba (2016) pubblicati su NIMA di Elsevier

[2016]

Editor dei Proceedings

FORMALE ATTRIBUZIONE DI INCARICHI DI RICERCA (FELLOWSHIP)

[18/06/1997 – 16/12/1997]

Guest Scientific Researcher

Fermi National Accelerator Laboratory, Batavia, Illinois (USA)

Installazione e messa in servizio di diagnostiche risolte in tempo del fascio di elettroni per il fotoiniettore A0

ALTRI INCARICHI ACCADEMICI

[Attuale]

Membro collegio di dottorato

2023 - ora Dottorato Nazionale Fisica e tecnologia degli acceleratori, Sapienza

2017 - ora Dottorato in Fisica, Tor Vergata

[01/11/2021 – Attuale]

Membro Senato Accademico Tor Vergata Università degli studi di Roma

[01/11/2012 – 31/10/2015]

Membro Giunta del Dipartimento di Fisica Università di Tor Vergata

PUBBLICAZIONI

Publications

Autore di 140 articoli. Scopus riporta h-index 37, con 6221 citazioni.

Nota per la lettura

Per ogni sezione i lavori riportati non sono esaustivi della produzione scientifica, ma sono solo i più significativi.

La divisione è per argomento di ricerca e non per periodo temporale, visto che tutti i periodi sono, tra loro, sovrapposti.

La radiazione di transizione e diffrazione

La mia carriera inizia con lo studio della radiazione di transizione in banda ottica usata come diagnostica per fasci di alta brillantezza di elettroni adatti per produrre radiazione tramite FEL (Free Electron Laser).

La radiazione di transizione non era allora usata per questo scopo, ma ha delle caratteristiche, che abbiamo sfruttato, che ben si adattano a questo uso.

Ho usato radiazione di transizione e sviluppato la radiazione di diffrazione come metodo di misura non intercettante di proprietà trasverse di un fascio di particelle di alta brillantezza in vari esperimenti eseguiti presso Desy (Amburgo).

Su questo argomento sono stati prodotti diversi lavori sulla fisica della emissione di radiazione [1]-[2]-[3]-[4] che hanno rappresentato per me il mio tirocinio sperimentale con la strumentazione e che si è arricchito anche con un periodo di permanenza al Fermilab.

In seguito, come Principal Investigator, ho applicato per vari esperimenti e tempo macchina al linac FLASH a Desy (Amburgo), basati sullo sviluppo della radiazione di diffrazione come metodo di diagnostica non intercettante per questa tipologia di fasci [5].

Siamo riusciti per la prima volta a fare una misura di emittanza, un parametro fondamentale per un fascio di particelle, in modo totalmente non intercettante [6] e a studiare le proprietà anche della emissione coerente di radiazione, così importante per la diagnostica longitudinale e la misura delle lunghezze di questi fasci [7].

[1] Castellano, M., Cianchi, A., Orlandi, G., & Verzilov, V. A. (1999). Effects of diffraction and target finite size on coherent transition radiation spectra in bunch length measurements. *NIMA*, 435(3), 297-307.

[2] Castellano, M., Verzilov, V. A., Catani, L., Cianchi, A., Orlandi, G., & Geitz, M. (2001). Measurements of coherent diffraction radiation and its application for bunch length diagnostics in particle accelerators. *PRE*, 63(5), 056501.

[3] Castellano, M., Verzilov, V., Catani, L., Cianchi, A., D'Auria, G., Ferianis, M., & Rossi, C. (2003). Search for the prewave zone effect in transition radiation. *PRE*, 67(1), 015501. **Numero 1 degli articoli allegati**

[4] Castellano, M., E. Chiadroni, and A. Cianchi. "Phase control effects in optical diffraction radiation from a slit." *NIMA* 614.2 (2010): 163-168.

[5] Cianchi, A., et al. "Nonintercepting electron beam size monitor using optical diffraction radiation interference." *PR ST-AB* 14.10 (2011): 102803. **Numero 7 degli articoli allegati**

[6] Cianchi, A., Balandin, V., Castellano, M., Chiadroni, E., Catani, L., Golubeva, N., Honkavaara, K., Kube, G., Migliorati, M. "First non-intercepting emittance measurement by means of optical diffraction radiation interference", (2014) *New Journal of Physics*, 16, art. no. 113029. **Numero 11 degli articoli allegati**

[7] Chiadroni, E., Castellano, M., Cianchi, A., Honkavaara, K., & Kube, G. (2012). Effects of transverse electron beam size on transition radiation angular distribution. *NIMA*, 673, 56-63.

La diagnostica di FLASH

Il FEL chiamato oggi FLASH, e precedentemente TTF-I e TTF-II, è stato costruito in collaborazione tra Desy e vari istituti di ricerca, tra cui i laboratori nazionali di Frascati dell'INFN. Il nostro gruppo aveva la responsabilità di tutta la diagnostica ottica della macchina.

Da ricordare che questo è stato il primo FEL della storia a laserare a lunghezza d'onda così corta, da i VUV alla finestra dell'acqua, ovvero a pochi nanometri, primato che ha tenuto diversi anni. Era dunque una macchina di frontiera.

All'inizio avevamo alcune stazioni dedicate, che ho montato e utilizzato per le misure sul fascio, con cui abbiamo ottenuto i primi risultati di emissione FEL [1]-[2].

Successivamente, con l'upgrade della energia e della lunghezza della macchina, sono stati realizzati dei sistemi definitivi.

Ho dunque partecipato attivamente alla progettazione, realizzazione, test in laboratorio, montaggio sulla macchina, allineamento, ed infine utilizzo per le misure delle proprietà del fascio dei nostri sistemi, rimanendo per dei periodi medio/lunghi ad Amburgo spalmati su diversi anni per seguire questa attività [3]-[4].

I risultati più rilevanti di tutta l'attività sono poi condensati nei due lavori più importanti che abbiamo pubblicato con la collaborazione e nei quali ho partecipato attivamente sia nella parte di setup della macchina, che di misura [5]-[6].

[1] Ayvazyan, V., et al. "A new powerful source for coherent VUV radiation: Demonstration of exponential growth and saturation at the TTF free-electron laser." *The EPJ D* 20 (2002): 149-156.

[2] Ayvazyan, V., et al. "Generation of GW radiation pulses from a VUV free-electron laser operating in the femtosecond regime." *PRL* 88.10 (2002): 104802.

[3] Catani, L., Cianchi, A., Di Pirro, G., & Honkavaara, K. (2005). A large distributed digital camera system for accelerator beam diagnostics. *Review of Scientific Instruments*, 76(7).

[4] Löhl, F., Schreiber, S., Castellano, M., Di Pirro, G., Catani, L., Cianchi, A., & Honkavaara, K. (2006). Measurements of the transverse emittance at the FLASH injector at DESY. PRST-AB, 9(9), 092802.

[5] Ayvazyan, Valeri, et al. "First operation of a free-electron laser generating GW power radiation at 32 nm wavelength." *EPJ-D* 37 (2006): 297-303.

[6] Ackermann, W. al, et al. "Operation of a free-electron laser from the extreme ultraviolet to the water window." *Nature photonics* 1.6 (2007): 336-342. **Numero 2 degli articoli allegati**

SPARC_LAB: Oscillazione di emittanza e velocity bunching

SPARC_LAB è un laboratorio interdisciplinare, volto allo studio e alla realizzazione di macchine acceleratrici compatte e sorgenti di radiazione per applicazioni in diversi campi.

Ho lavorato sin dall'inizio nel progetto, partecipando alla progettazione, messa in servizio e funzionamento della macchina e imparando a conoscere tutti i sottosistemi. Il fotoiniettore SPARC offre una vasta gamma di sfide, in particolare per la diagnostica. Ho contribuito significativamente allo sviluppo del cosiddetto Emittance-Meter, un dispositivo in grado di misurare l'evoluzione dell'emittanza (cioè l'area del fascio di particelle nello spazio delle fasi trasversale) in un fotoiniettore. [1]-[2]. Questa misura è stata particolarmente rilevante perché è stata la prima dimostrazione sperimentale della teoria del punto di lavoro sul quale sono basate tutte le macchine X-FEL esistenti in tutto il mondo. L'oscillazione di emittanza in un fotoiniettore non era mai stata dimostrata sperimentalmente. Su questo argomento ho avuto un invited a conferenza e abbiamo prodotto diversi altri lavori che non riporto per brevità.

Successivamente abbiamo iniziato a lavorare su una compressione longitudinale del pacchetto di elettroni, per aumentarne la corrente, realizzata con una struttura a radiofrequenza immersa in un campo magnetico solenoidale. La preservazione della emittanza in questo schema è stata una totale novità [3]. Su questo argomento avevo avuto un invited a conferenza.

Il velocity bunching è stato fondamentale per la produzione e manipolazione di fasci a pettine, cioè treni di impulsi con alta frequenza di ripetizione, circa 1 THz. Questo tipo di treni è molto utile nella generazione di radiazioni FEL a due colori (molto interessanti in esperimenti pump e probe), radiazioni THz a banda stretta ed è di grande interesse per l'accelerazione del plasma [4].

[1] Ferrario, M., et al. "Direct measurement of the double emittance minimum in the beam dynamics of the sparc high-brightness photoinjector." PRL 99.23 (2007). **Numero 3 degli articoli allegati.**

[2] Cianchi, A., et al. "High brightness electron beam emittance evolution measurements in an rf photoinjector." PRST-AB 11.3 (2008): 032801. **Numero 4 degli articoli allegati.**

[3] Ferrario, M., et al. "Experimental demonstration of emittance compensation with velocity bunching." Physical review letters 104.5 (2010): 054801., PRL 104, 054801 (2010) **Numero 5 degli articoli allegati.**

[4] Ferrario, M., et al. "Laser comb with velocity bunching: Preliminary results at SPARC." NIMA 637.1 (2011): S43-S46.

SPARC_LAB: FEL

Una grande parte del lavoro su SPARC_LAB è stato dedicato alla ricerca e sviluppo di nuovi schemi per la produzione di radiazione FEL. C'è stato un grandissimo lavoro per far funzionare il FEL [1], di ottimizzazione di tutta la macchina, a cui ho contribuito sia nello sviluppo della diagnostica, sia nei turni di macchina, nelle misure e sia nell'organizzazione del lavoro.

In particolare, abbiamo dimostrato la possibilità di produrre impulsi FEL ultra corti in regime SASE in single spike combinando un ondulatore taperato con un fascio con una correlazione in energia [2], abbiamo generato un seme tramite armoniche in gas e prodotto radiazione a lunghezza d'onda più corta della fondamentale [3], siamo arrivati alla 11esima armonica [4], infine abbiamo laserato con due pacchetti separati in energia e quasi sovrapposti in tempo, a distanza del centinaio di femtosecondi [5].

Di tutti questi lavori ho parlato in un invited alla SIF e ad una conferenza SPIE a Praga, sottolineando come alcune idee per misurare certi parametri di fascio ci hanno poi consentito il raggiungimento di questi risultati.

[1] Giannessi, Luca, et al. "Self-amplified spontaneous emission for a single pass free-electron laser." PRST-AB 14.6 (2011): 060712.

[2] Giannessi, L., et al. "Self-amplified spontaneous emission free-electron laser with an energy-chirped electron beam and undulator tapering." PRL 106.14 (2011): 144801. **Numero 6 degli articoli allegati**

[3] Labat, M., et al. "High-gain harmonic-generation free-electron laser seeded by harmonics generated in gas." PRL 107.22 (2011): 224801. **Numero 8 articoli allegati**

[4] Giannessi, L., et al. "High-order-harmonic generation and superradiance in a seeded free-electron laser." PRL 108.16 (2012): 164801.

[5] Petrillo, V., et al. "Observation of time-domain modulation of free-electron-laser pulses by multi-peaked electron-energy spectrum." PRL 111.11 (2013): 114802. **Numero 10 articoli allegati**

Lo sviluppo di diagnostiche per FEL e Plasma

Man mano che proseguivamo nella ricerca e sviluppo, le domande a cui cercavamo risposta si facevano più complicate, come i parametri da misurare. Sia per la parte FEL ma anche e soprattutto per l'accelerazione a plasma, una novità assoluta nel campo degli acceleratori, c'era tanto da fare. Mi sono dedicato dunque a risolvere due problemi sostanzialmente: la diagnostica di un treno di elettroni con frequenza di ripetizione del THz e quella di fasci accelerati da plasma. Su questi argomenti c'è stata anche una buona produzione scientifica [1]-[2]-[3]-[4]-[5]-[6]-[7] per citarne alcuni e diversi invited a conferenza.

Tra i migliori risultati mi piace ricordare proprio la misura trasversa delle proprietà di un treno di 4 pacchetti di elettroni sovrapposti o in tempo o in energia. Questo approccio, che ha usato una struttura deflettente a

Radiofrequenza e un dipolo magnetico più una serie di algoritmi e tools sviluppati per lo scopo, è stato anche alla base del successo del FEL a due colori, dove non eravamo mai riusciti a laserare finché non sono riuscito a misurare i parametri dei singoli pacchetti. In questo modo abbiamo potuto trovare il setup ottimale che ci ha poi consentito il risultato.

[1] Cianchi, A., et al. "Challenges in plasma and laser wakefield accelerated beams diagnostic." *NIMA* 720 (2013): 153-156. **Numero 9 degli articoli allegati.**

[2] Pompili, R., et al. "First single-shot and non-intercepting longitudinal bunch diagnostics for comb-like beam by means of electro-optic sampling." *NIMA* 740 (2014): 216-221.

[3] Cianchi, A., et al. "Six-dimensional measurements of trains of high brightness electron bunches." *PRST-AB* 18.8 (2015): 082804. **Numero 12 degli articoli allegati.**

[4] Cianchi, A., et al. "Observations and diagnostics in high brightness beams." *NIMA* 829 (2016): 343-347.

[5] Cianchi, A., et al. "Transverse emittance diagnostics for high brightness electron beams." *NIMA* 865 (2017): 63-66.

[6] Curcio, Alessandro, et al. "Trace-space reconstruction of low-emittance electron beams through betatron radiation in laser-plasma accelerators." *PR-AB* 20.1 (2017): 012801.

[7] Cianchi, Alessandro, et al. "Frontiers of beam diagnostics in plasma accelerators: Measuring the ultra-fast and ultra-cold." *Physics of Plasmas* 25.5 (2018).

L'accelerazione a plasma a SPARC_LAB

Lo sviluppo di acceleratori compatti e più economici basati su una tecnologia completamente nuova è al centro di molti studi. SPARC_LAB aveva ed ha grandi potenzialità in questo campo perché tutto quello che è stato sviluppato, i fasci a bassa emittanza, i treni di impulsi corti, il velocity bunching, lo studio accurato della beam dynamics, hanno poi permesso di ottenere dei risultati alla frontiera delle conoscenze. Circa 10 anni fa mi recai con il responsabile di SPARC_LAB, Massimo Ferrario, ai laboratori di Brookhaven negli Stati Uniti per prendere contatto con una realtà a noi allora sconosciuta.

Da allora abbiamo ottenuto grandi risultati, anzitutto nelle misure di emittanza di un fascio accelerato da plasma [1], una prima volta anche questo, nella manipolazione dello spazio fase longitudinale [2], nella compensazione dello spread di energia che difficilmente si riusciva a compensare in un plasma [3], ed infine nella generazione di radiazione FEL con un fascio accelerato da plasma [4].

Il mio ruolo in questi lavori e in questa attività è stato un po' più maturo, ho sempre partecipato alle misure, sono intervenuto con un'idea nel design dei tool di diagnostica per misurare il grande energy spread, ho contribuito alla definizione dei programmi di misure, e alla scrittura e alla revisione degli articoli.

[1] Shpakov, V., et al. "First emittance measurement of the beam-driven plasma wakefield accelerated electron beam." *PR-AB* 24.5 (2021): 051301.

[2] Shpakov, V., et al. "Longitudinal phase-space manipulation with beam-driven plasma wakefields." *PRL* 122.11 (2019): 114801. **Numero 13 degli articoli allegati**

[3] Pompili, Riccardo, et al. "Energy spread minimization in a beam-driven plasma wakefield accelerator." *Nature Physics* 17.4 (2021): 499-503. **Numero 15 degli articoli allegati.**

[4] Pompili, R., et al. "Free-electron lasing with compact beam-driven plasma wakefield accelerator." *Nature* 605.7911 (2022): 659-662. **Numero 16 degli articoli allegati.**

I progetti Europei

L'esperienza maturata in questa terra di frontiera mi ha consentito di essere scelto come Work Package (WP) leader per diversi progetti Europei.

CompactLight è un Conceptual Design Report di una macchina compatta che sfrutta le strutture a Radio Frequenza (RF) in banda X per pilotare un FEL. E' in via di pubblicazione su rivista. Io sono stato il responsabile della parte di diagnostica di elettroni.

EuPRAXIA è stato un progetto europeo che ha portato alla scrittura del conceptual design report di un acceleratore a plasma [1]. Ho coordinato il WP della diagnostica di elettroni e ho scritto un capitolo di questo lavoro in collaborazione con gli altri partecipanti al mio gruppo. E' la prima volta che si affronta in modo sistematico il problema della misura di questi fasci di particelle accelerati da plasma, con differenti schemi, che includono come driver per l'onda di plasma o un fascio di elettroni brillante o un laser di alta potenza, tipicamente un 10^{18} W/cm². Entrambi, come si può immaginare, presentano delle sfide non indifferenti per la diagnostica.

EuPRAXIA-PP è il nuovo progetto europeo, PP sta per Preparatory Phase, che è partito nel 2022 e che deve continuare l'opera di ricerca e sviluppo sulle tematiche EuPRAXIA. In questo coordino il WP della diagnostica degli elettroni e dei fotoni. Stiamo sviluppando dei nuovi dispositivi per misurare l'ultra-cold e l'ultra fast, per riprendere il titolo di un mio invited talk ad una conferenza a Pechino.

[1] Assmann, R. W., et al. "EuPRAXIA conceptual design report." *The EPJ Special Topics* 229.24 (2020): 3675-4284. **Numero 14 deli articoli allegati.**

EuAPS (EuPRAXIA Advanced Photon Source)

Un fascio di particelle, mentre viene accelerato in un plasma, compie delle oscillazioni, chiamate di betatrone, all'interno del mezzo. Questo moto provoca l'emissione di radiazione, chiamata di betatrone.

Me ne ero interessato in passato come diagnostica del fascio di particelle all'interno del plasma.

Il progetto EuAPS (EuPRAXIA Advanced Photon Source) che ha vinto il bando PNRR per le infrastrutture di ricerca (è giunto primo), di cui coordino il WP più cospicuo, è dedicato alla realizzazione di una sorgente X [1]-[2] compatta basata sull'accelerazione a plasma, per usi applicativi.

Quando sarà finita, nel 2025 sarà la prima sorgente di radiazione X per utenti generata con un plasma, con caratteristiche di larghezza di spettro tipica della radiazione di Sincrotrone e di lunghezza temporale di pochi femtosecondi propri di un FEL. Si collocherà dunque con caratteristiche complementari a entrambe le sorgenti tradizionali, ma con l'incredibile vantaggio della compattezza, pochi metri, e del costo, un fattore almeno 50 in meno di una sorgente di luce convenzionale.

[1] Curcio, A., Cianchi, A., Costa, G., Demurtas, F., Ehret, M., Ferrario, M., ... & Gatti, G. (2022). Performance study on a soft X-ray betatron radiation source realized in the self-injection regime of laser-plasma wakefield acceleration. *Applied Sciences*, 12(23), 12471.

[2] Stellato, F., Anania, M. P., Balerna, A., Botticelli, S., Coreno, M., Costa, G., ... & Cianchi, A. (2022). Plasma-generated x-ray pulses: betatron radiation opportunities at EuPRAXIA@ SPARC_LAB. *Condensed Matter*, 7(1), 23.

L'esperimento ARCO

Sebbene questo esperimento non abbia dato seguito ad una attività, mi ha permesso di acquisire delle competenze sull'ultra alto vuoto (UHV) che non sono molto diffuse, oltre al know-how che ho acquisito nelle scariche in vuoto.

Era un esperimento del gruppo V dell'INFN e che trattava la deposizione di film sottili di Niobio superconduttore su substrato di rame. Questo per costruire delle strutture RF superconduttive ma con il materiale bulk di rame, che ha proprietà termiche e meccaniche superiori al niobio. La tecnica utilizzata era la scarica ad arco in ultra alto vuoto e siamo anche riusciti alla fine a deporre e misurare una cella con valori del campo intorno ai 20 MV/m. Avevo avuto un contributed talk ad una conferenza in Polonia su questo argomento.

[1] Russo, R., Catani, L., Cianchi, A., Tazzari, S., & Langner, J. (2005). High quality superconducting niobium films produced by an ultra-high vacuum cathodic arc. *Superconductor Science and Technology*, 18(7), L41.

[2] Catani, L., Cianchi, A., Lorkiewicz, J., Tazzari, S., Langner, J., Strzyzewski, P., ... & Russo, R. (2006). Cathodic arc grown niobium films for RF superconducting cavity applications. *Physica C: Superconductivity*, 441(1-2), 130-133.

[3] Russo, R., Cianchi, A., Akhmadeev, Y. H., Catani, L., Langner, J., Lorkiewicz, J., ... & Koval, N. N. (2006). UHV arc for high quality film deposition. *Surface and Coatings Technology*, 201(7), 3987-3992.

ISIS@MACH Italia

Sono il direttore scientifico di questa infrastruttura di ricerca distribuita in Italia, con sedi a Roma, Milano, Napoli, Firenze e Venezia, e con un Transnational access a facility all'estero come ISIS a Rutheford Appleton Lab.

Questo lavoro è molto sinergico con EuPRAXIA, che si prefigge di portare avanti lo sviluppo di macchine compatte per la produzione di radiazione elettromagnetica in modo molto più economico e compatto delle macchine tradizionali, sviluppando un network di Small e Medium Range Facility che possono aiutare nella preparazione e nella caratterizzazione dei campioni da analizzare.

DICHIARAZIONI

Dichiarazione di veridicità

Il sottoscritto, consapevole che, ai sensi degli articoli 46 e 47 del D.P.R. 445 del 2000, le dichiarazioni mendaci, la falsità negli atti e l'uso di atti falsi sono puniti ai sensi del codice penale e delle leggi speciali vigenti in materia, dichiara sotto la propria responsabilità la veridicità delle seguenti informazioni contenute nel curriculum vitae

29/11/2024



Alessandro Cianchi