

Presentazione del dott. Federico Siviero  
Dottorato di Ricerca in Fisica - XXXIV ciclo  
Università degli Studi di Torino

Dottorando: Federico Siviero

Relatore: Prof. Marco Costa (UNITO)

Relatore: Prof.ssa Roberta Arcidiacono (UNIPO)

Titolo della Tesi:

**The Endcap Timing Layer of the CMS experiment: detector development and impact on physics analyses**

Durante il triennio di dottorato il dott. Federico Siviero ha seguito e sostenuto l'esame relativo ai seguenti corsi della Scuola:

- Data Analysis Techniques
- Experimental techniques for neutron detection
- Corsi di Formazione Generale alla Salute e Sicurezza per i Lavoratori
- Big Data Science and Machine Learning
- Calorimetry in particle physics experiments
- Lectures on advanced higgs topics
- The hunt of physics beyond the standard model
- Corso di radioprotezione

e i seguenti corsi esterni:

- Python in the Lab

L'attività di ricerca del dott. Federico Siviero ha riguardato lo sviluppo e la caratterizzazione dei rivelatori al silicio per l' Endcap Timing Layer di CMS. Trattasi di rivelatori innovativi sviluppati sulla base della tecnologia Low Gain Avalanche Diode, e ottimizzati per misure di tempo con 30 ps di risoluzione per la fisica delle particelle a LHC. Sono quindi rivelatori che, oltre alla ottima risoluzione temporale devono esibire anche caratteristiche di una elevata resistenza alle radiazioni e, più in generale, essere operati in ambiente ostile. L'attività del dott. Federico Siviero ha riguardato lo sviluppo originale di tali sensori e la loro caratterizzazione sia in laboratorio sia su fasci di particelle. Il suo lavoro è stato fondamentale per arrivare a definire tutte le specifiche di disegno che rendesse tali rivelatori adatti ad essere utilizzati dall'esperimento CMS.

Il dott. Federico Siviero, in questo contesto, è stato capace di sviluppare metodi di analisi e di lavoro innovativi e di dimostrarne l'applicabilità. Egli ha inoltre contribuito fortemente anche al disegno globale dell'apparato sperimentale del Endcap Timing Layer, andando anche a definirne concretamente la struttura all'interno del programma di ricostruzione dell'esperimento. Infine è stato capace anche di portare avanti uno studio originale per valutare l'impatto della misura di timing su alcuni canali di fisica, e in particolare per quelli in

cui la reiezione del pile-up sui jet, grazie alla informazione derivante dal timing layer, e' più significativa.

I risultati che il dott. Federico Siviero ha ottenuto sono originali, di ottima qualita' scientifica, riconosciuti e apprezzati all'interno di tutta la collaborazione internazionale CMS, come testimoniano le molte presentazioni a conferenze e workshop fatte dal dottorando e le molte pubblicazioni di cui e' co-autore.

L' impatto del suo lavoro di tesi di dottorato e' notevole e apre scenari di applicazione potenzialmente molto vasti.

Durante la sua attività di ricerca il dott. Federico Siviero ha dimostrato una ottima maturità scientifica che e' andata consolidandosi e arricchendosi, nonché una grande e intensa capacità lavorativa.

Pertanto si esprime grande apprezzamento per il lavoro svolto dal dott. Federico Siviero durante il triennio del Dottorato di Ricerca

Torino, 23 Novembre 2021

I tutori

Prof. Marco Costa

Profssa Roberta Arcidiacono



### **Partecipazione a scuole e conferenze**

- CMS DATA Analysis School INFN Pisa
- XXVIII Giornate di studio sui rivelatori , Cogne, IT
- 33rd RD50 Workshop , CERN, Geneva
- CMS Timing days, CERN Geneva
- 14th Trento Workshop on advanced silicon radiation detectors, Trento, IT
- CMS Week june 2019 CERN Geneva
- CMS Week september 2019 CERN Geneva
- The 28th International Workshop on vertex detector, 2019, Lopud Island, Croatia
- 35rd RD50 Workshop, CERN, Geneva
- 15th Trento Workshop on advanced silicon radiation detectors, Vienna, Austria
- 36rd RD50 Workshop, CERN, Geneva
- 37rd RD50 Workshop, CERN, Geneva
- 2020 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference
- CMS week, december 2020
- 16th Trento Workshop on advanced silicon radiation detectors, Trento, IT
- 5th Technology and Instrumentation in Particle Physics Conference (TIPP2021)
- European Physical society Conference on high-energy physics 2021
- 1st Workshop of the CMS Upgrade Study group on long-living particle and use of timing

### **Seminari come relatore**

- First application of a machine learning algorithm to the distributed signals of Resistive Silicon Detectors, INFN Torino
- Exploiting the distributed signals in Resistive Silicon Detectors to achieve micron-level spatial resolution

### **Visite e Stage**

- Santa Cruz Institute for Particle Physics (USA) 13-20 april 2019
- Fermilab, Batavia, (USA) 18 aprile- 4 maggio 2019

### **Elenco delle pubblicazioni**

- M. Ferrero et al., "Radiation resistant LGAD design", Nucl. Instrum. Meth. A 919 (2019) 6558-6566, doi:10.1016/j.nima.2018.11.121, arXiv:1802.01745.
- M. Mandurrino et al., "First demonstration of 200, 100, and 50  $\mu\text{m}$  pitch Resistive AC-Coupled Silicon Detectors (RSD) with 100% fill-factor for 4D particle tracking", IEEE Electronic Device Letters, EDL-2019-07-1412
- Technical Design Report for a MIP Timing Detector for the CMS Phase-2 Upgrade, Collaboration CMS, HEP INSPIRE-00744425
- F. Siviero, "Development of ultra-fast silicon detectors for 4D-tracking", IL NUOVO CIMENTO 42 C (2019) 194
- G. Paternoster et al., "Trench-Isolated Low Gain Avalanche Diodes (TI-LGAD)", IEEE Electronic Device Letters, EDL-2020-04-0678

- M. Mandurrino et al., "Analysis and numerical design of Resistive AC-Coupled Silicon Detectors (RSD) for 4D particle tracking", NIMA (2020) 163479, [doi.org/10.1016/j.nima.2020.163479](https://doi.org/10.1016/j.nima.2020.163479)
- M.Ferrero et al., "Evolution of the design of ultra fast silicon detector to cope with high irradiation fluences and fine segmentation", Journal of Instrumentation 15(04):C04027-C04027 (2020), <https://doi.org/10.1088/1748-0221/15/04/C04027>
- Y.Jin et al., "Experimental Study of Acceptor Removal in UFSD", Nucl. Instrum Meth. A (2020) 983 164611, <https://doi.org/10.1016/j.nima.2020.164611>, <https://arxiv.org/abs/2003.07076>
- R.arcidiacono et al., "State-of-the-art and evolution of UFSD sensors design at FBK", Nucl. Instrum. Meth. A 978 (2020) 164375, <https://doi.org/10.1016/j.nima.2020.164375>
- N.Cartiglia et al., "LGAD designs for Future Particle Trackers", Nucl. Instrum. Meth. A 979 (2020), <https://doi.org/10.1016/j.nima.2020.164383>
- G.Paternoster et al., "Novel Strategies for Fine-Segmented Low Gain Avalanche Diodes", NIMA\_PROCEEDINGS-D-20-00119R1 (2020)
- M.Tornago et al., "Resistive AC-Coupled Silicon Detectors principles of operation and first results from a combined laser-beam test analysis", <https://arxiv.org/abs/2007.09528>
- F.Siviero et al., "First Application of a machine learning algorithm to the distributed signals of Resistive Silicon Detectors", 2021 JINST 16 P03019, arXiv:2011.02410
- F. Siviero on behalf of the CMS collaboration, "Precision Timing with Low-Gain Avalanche Diode Sensors with the CMS Endcap Timing Layer for HL-LHC", proceeding of the European Physical Society Conference on High-Energy Physics 2021, submitted to PoS
- R.Heller et al., "Combined analysis of HPK 3.1 LGADs using a proton beam, beta source, and probe station towards establishing high volume quality control", NIM A 1018 (2021), [arxiv.org/abs/2104.08369](https://arxiv.org/abs/2104.08369)
- M.Ferrero et al., "Characterization of carbonated gain implants in FBK-Low-Gain Avalanche Diode pre- and post-irradiation", submitted to NIM A
- V.Sola et al., "Next-Generation Tracking System for Future Hadron Colliders", Proceedings of Science, Vol. 373, The 28th International Workshop on Vertex Detectors (2020)