



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Fisica e Astronomia “Galileo Galilei”

Corso di Laurea in Fisica

Tesi di Laurea

Proprietà dei candidati Muoni del Trigger L1 di CMS

Relatore

Prof./Dr. Nome Cognome

Correlatore

Prof./Dr. Nome Cognome

Laureando

Francesco La Rovere

Anno Accademico 2023/2024

Indice

Abstract	iii
1 Introduzione	1
2 Il progetto LHC:	3
2.1 Large Hadron Collider e Compact Muon Solenoid	3

Abstract

Dalla primavera del 2024 a CMS e' in produzione un sistema per acquisire a 40 MHz (ovvero senza filtro di trigger) i dati relativi ad i candidati oggetti fisici ricostruiti dal sistema di trigger di primo livello; tale sistema e' indicato come L1 Trigger Data Scouting, L1DS. In particolare il L1DS raccoglie le informazioni dai vari passaggi della catena logica dedicata alla identificazione e misura dei muoni, sono in particolare a disposizioni i "segmenti" individuati da ciascuna stazione dello spettrometro e le tracce ottenute a partire da questi. Lo studio che si propone in questa tesi verte sull'analisi di questi dati, con l'obbiettivo di caratterizzarne le proprietà. Appurato che le performance siano compatibili con quanto atteso (sulla base del confronto con i dati sintetici prodotti con simulazioni Monte Carlo), si utilizzeranno questi dati per cercare tracce con uno sviluppo temporale piu' lungo dello standard (in particolare sviluppandosi su piu' "bunch crossing") al fine di mettere le basi per la ricerca di particelle esotiche "lente" ovvero prodotte con β non vicino ad 1.

Capitolo 1

Introduzione

Capitolo 2

Il progetto LHC:

2.1 Large Hadron Collider e Compact Muon Solenoid

Formato da un anello di circonferenza pari a 27 km, il Large Hadron Collider (LHC), situato al CERN a Ginevra, Svizzera, è il più grande acceleratore di particelle mai costruito, disegnato con lo scopo di studiare collisioni tra protoni con un'energia nel centro di massa $\sqrt{s} = 13.6$ TeV e una luminosità istantanea nominale $\mathcal{L} = 2 \times 10^{34} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$, corrispondente ad un rate di interazioni tra protoni di 40MHz, ovvero una collisione ogni 25ns. L'intervallo temporale tra le collisioni è chiamato *bunch crossing*, BX, ed è una unità di misura standardizzata: 1 BX = 25ns.

All'interno dell'LHC pacchetti, formati da 1.1×10^{11} protoni, circolano in due condotti differenti in direzioni opposte e collidono in quattro punti di interazione (IP) dove sono presenti i principali rivelatori dell'LHC: ATLAS (IP1), Alice (IP2), CMS (IP5) e LHCb (IP8), come si può vedere in Figura 2.1

I protoni subiscono una serie di fasi di accelerazione prima di essere immessi nell'LHC [2]: una prima fase di accelerazione fino a 50MeV ad opera di un acceleratore lineare Linac, poi vengono accelerati fino a 1.4GeV dal Proton Synchrotron Booster (PSB), quindi a 28GeV dal Proton Synchrotron (PS) e infine dal Super Proton Synchrotron (SPS) a 450GeV. A questo punto i protoni sono iniettati nell'LHC dove verranno accelerati fino a 7 TeV, collidendo frontalmente nei punti di interazione con una energia nel centro di massa $\sqrt{s} \approx 14 \text{TeV}$.

L'LHC alterna periodi di fasi di attività e di raccolta dati (Run) con fasi di arresto in cui vengono effettuate opere di upgrade e di manutenzione. Tra la Run 1, iniziata nel 2009 e finita nel 2013, e la Run 2, tra 2015 e 2018, il sistema di trigger Level-1 (L1T) del CMS ha subito importanti miglioramenti (*Phase 1*), rimpiazzando e potenziando hardware, elettronica e software del trigger permettendo, durante la Run 2, un incremento dell'energia di collisione protone protone nel centro di massa da 8 a 14 TeV [3]. Nel 2025 è in programma un ulteriore upgrade dell'LHC (*Phase 2*) che porterà un incremento della luminosità istantanea fino a $5 \times 10^{34} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$, aumentando quindi il numero di collisioni medio per BX da 50 a 200 [1]. In contemporanea, al fine di sfruttare appieno l'incremento della luminosità dell'LHC della Phase 2 (noto come *HL-LHC*, High Luminosity LHC), è previsto un upgrade anche del sistema di detector del CMS, ed in particolare sul sistema di trigger L1.

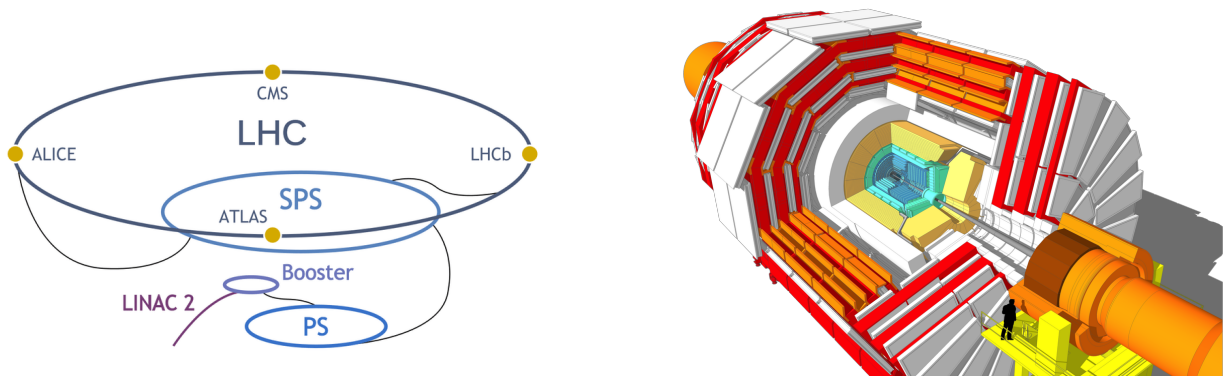


Figura 2.1: Struttura dell'LHC e dei suoi rivelatori nei punti di interazione (sinistra), CMS (destra)

Bibliografia

- [1] CMS Collaboration. The phase-2 upgrade of the cms data acquisition and high level trigger. Technical report, 2021.
- [2] Lyndon Evans and Philip Bryant. Lhc machine. *Journal of instrumentation*, 3(08):S08001, 2008.
- [3] Albert M Sirunyan, Armen Tumasyan, Wolfgang Adam, Federico Ambroggi, Bernhard Arnold, Herbert Bergauer, Thomas Bergauer, Marko Dragicevic, J Ero, A Escalante Del Valle, et al. Performance of the cms level-1 trigger in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=13$ tev. *Journal of Instrumentation*, 15(10), 2020.