

For positioning electrodes in the ATLAS experiment's New Small Wheels using detector characterization techniques

Lia Formenti

Department of Physics
McGill University, Montreal
October, 2021

A thesis submitted to
McGill University
in partial fulfillment of the
requirements of the degree of
Master of Science

© Lia Formenti 2021

Table of Contents

Abstract

The particle collision rate at the Large Hadron Collider (LHC) will be increased up to seven times its design value in 2025-2027 by an extensive upgrade program. The innermost endcaps of the ATLAS muon spectrometer consist of two wheels of muon detectors that must be replaced to maintain the muon momentum resolution in the high-rate environment. The so-called New Small Wheels (NSWs) are covered with two detector technologies: micromegas and small-strip thin gap chambers (sTGCs). sTGCs are gas ionization chambers that hold a thin volume of gas between two cathode boards. One board is segmented into strips of 3.2 mm pitch that are used to precisely reconstruct the coordinate of a passing muon. Modules of four sTGCs glued together into quadruplets cover the NSWs. Quadruplets were designed to achieve 1 mrad angular resolution to fulfill the spectrometer's triggering and precision tracking requirements. To deliver the angular resolution the strips must be positioned in the ATLAS coordinate system to within the chambers' position resolution (less than 100 μm). So, the internal geometry of the quadruplets must be characterized. At McGill University, quadruplets were characterized using a cosmic ray hodoscope before being sent to CERN, where the charge profile left by x-rays is used to measure the offset of the strip patterns at known positions on the quadruplet surface. The x-ray measurements are being used to position the strips within the ATLAS alignment system. They have acceptable but limited precision and do not span the whole area of the strip layers. Given the importance of alignment, the x-ray method must be validated by an independent method. Cosmic ray data is used to characterize the relative alignment between layers and validate the x-ray method.

Résumé

Le rythme des collisions du collisionneur LHC augmontera jusqu'à sept fois le rythme nominal en 2025-2027 par un programme d'amélioration majeur et varié. Une partie du spectromètre à muons est composée de deux roues couvertes de détecteurs de muons qu'il faut remplacer pour maintenir la résolution d'élan après l'augmentation du rythme. Appelées les nouvelles petites roues (NSWs), elles sont couvertes de deux technologies: des chambres micromegas et des chambres sTGCs (chambres à petites bandes et à intervalles fins). Les sTGCs sont des chambres d'ionisation de gaz, qui contiennent un volume de gaz fin entre deux panneaux cathodiques. Un panneau est segmenté à petites bandes avec une pente de 3.2mm qui est utilisé pour reconstruire précisément la coordonnée d'un muon qui passe. Des modules de quatres sTGCs collées ensemble en quadruplets couvrent les NSWs. Les quadruplets étaient conçus pour réaliser une résolution angulaire de 1 mrad pour satisfaires les besoins des systèmes de déclenchement et de mésures de précision. Pour réaliser la résolution angulaire il faut que les bandes soient positionnées dans ATLAS avec une précision à moins de 100 μm , la résolution de position des sTGCs. Alors, il faut caractériser la géometrie internes des quadruplets. À l'Université de McGill, les quadruplets étaient caractériser avec des rayons cosmiques avant les envoyer à CERN, où le profil de charge laisser par des rayons-X est utilisé pour mesurer le déplacement du motif des bandes à des positions specifiques sur la surface des quadruplets. Les déplacements mesurer pas les rayons-X sont utilisés pour positionner les bandes dedans le système d'alignement d'ATLAS. Ils ont une précision acceptable mais limitée, et ne couvrent pas la région entière des panneaux. Étant donné l'importance de l'alignement, il faut une méthode indépendante pour valider la méthode des rayons-X. Les données recueillies avec les rayons cosmiques sont utilisées pour caracteriser l'alignement relatif entre les panneaux et pour valider la méthode des rayons-X.

Acknowledgements

Something along the lines of . . . I would like to thank all the people who made this thesis possible.

Contribution of authors

Something along the lines of . . . I hereby declare that I am the sole author of this thesis. This is a true copy of the thesis, including any required final revisions, as accepted by my examiners.