

Étude et caractérisation des circuits hybrides intégrés en silicium pour le Muon Forward Tracker de l'expérience ALICE au LHC

Spécialité Physique nucléaire

Niveau d'étude Bac+4/5

Formation Ingenieur/Master

Unité d'accueil

Candidature avant le 27/07/2018

Durée 4 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact [PANEBIANCO Stefano](#)
+33 1 69 08 73 57
stefano.panebianco@cea.fr

Résumé

Dans le cadre de l'amélioration du détecteur ALICE auprès du LHC, un nouveau spectromètre (MFT, Muon Forward Tracker) basé sur des capteurs CMOS est en phase de développement. Le candidat contribuera aux tests en laboratoire et à la caractérisation des circuits hybrides intégrés en silicium, éléments de base du spectromètre MFT.

Sujet détaillé

ALICE est la seule expérience au LHC dédiée à l'étude des collisions d'ions lourds ultra-relativistes. L'objectif principal d'ALICE est de mettre en évidence et d'étudier un nouvel état de la matière, le Plasma de Quarks et Gluons (QGP), où les quarks et gluons sont déconfinés, qui aurait existé lors des premiers instants de l'univers. Une des sondes les plus discriminantes pour l'étude du QGP est la suppression, dans ce milieu chaud et déconfiné, des résonances lourdes J/psi et Upsilon. Ces résonances sont mesurées dans ALICE via leur décroissance en deux muons par un spectromètre vers l'avant.

Les performances du spectromètre à muon sont contraintes par la présence d'un épais absorbeur utilisé pour arrêter la plupart des hadrons (essentiellement pions et kaons) avant leur décroissance muonique, dont les produits constitueraient un bruit de fond très important. Cependant, la présence de cet absorbeur empêche la mesure précise des propriétés des muons d'intérêt à cause des effets de perte d'énergie et de collisions multiples. Ceci impose un certain nombre de limitations sur l'étendue des résultats de physique que l'on peut actuellement extraire. Par exemple, seule la production inclusive de J/psi peut être étudiée car il n'est pas possible de distinguer les J/psi provenant de la décroissance des mésons B. Afin d'améliorer les performances actuelles du spectromètre et élargir le spectre d'observables accessibles à l'expérience ALICE, un projet majeur d'upgrade, appelé Muon Forward Tracker (MFT), est en cours de développement. Le MFT consistera en un télescope de détecteurs de silicium à pixels placé devant l'absorbeur, ce qui permettra, grâce à une association précise avec les traces dans les spectromètre actuel, d'améliorer sensiblement la résolution en énergie avec laquelle les résonances lourdes seront reconstruites.

Le MFT est basé sur des pixels silicium de technologie CMOS assemblés en des circuits hybrides intégrés qui iront équiper un système de 5 disques concentriques autour du tube faisceau. L'élément de base de ces circuits est le chip

ALPIDE, développé au sein d'une collaboration entre le CERN et des Instituts partenaires, dont l'Irfu. La qualification des circuits hybrides intégrés, éléments de base du détecteur MFT, est dans sa phase de finalisation et la mise en production des quelques 500 circuits qui équiperont le MFT va démarrer au début de l'année 2018.

Le/la candidat(e) contribuera à l'assemblage et à la qualification de la production des circuits hybrides intégrés du détecteur MFT. Il/elle devra également intégrer les caractéristiques mesurées dans la simulation du MFT afin d'en optimiser les performances de trajectographie et réjection des bruits de fond. Ce travail inclut la familiarisation de l'étudiant avec les détecteurs de type pixel-silicium, le système d'acquisition spécifiques au projet, ainsi que les outils de travail de la grille de calcul et les codes de simulation, reconstruction et analyse de la collaboration ALICE.

Mots clés

Physique des Particules, Détecteur pixel silicium, LHC, ALICE, QGP

Compétences

Assemblage circuits en micro-électronique, analyse de données, simulation Montecarlo, Data Acquisition Systems

Logiciels

C++, ROOT, AliROOT

Study and characterization of silicon-based hybrid integrated circuits for the Muon Forward Tracker of the ALICE experiment at CERN-LHC

Summary

In the framework of the ALICE experiment at LHC, a new spectrometer (MFT, Muon Forward Tracker), based on CMOS sensors, is presently under development. The candidate will contribute to the laboratory test campaign for the characterization of the Silicon hybrid integrated circuits which are the base elements of the MFT spectrometer

Full description

ALICE is the only LHC experiment specifically devoted to the study of ultra-relativistic heavy ion collisions. Its main goal is to identify and study a new state of matter, le Quark Gluon Plasma (QGP), where quarks and gluons are deconfined, which might have existed during the first instants of the Universe. One of the most powerful signatures for QGP study is the suppression, within this hot and deconfined medium, of heavy resonances as J/psi et Upsilon. These resonances are measured in ALICE by their di-muon decay thanks to a forward spectrometer.

The muon spectrometer performances are constrained by the presence of a thick absorber, meant to stop most of the hadrons (essentially pions and kaons) before their muonic decay, thus reducing the large noise generated by their decay products. However, the presence of this absorber limits the precision of the measurement of interesting muon properties because of energy loss and multiscattering effects. This implies some limitations on the broadness of the physics results that are actually accessible. For example, only the inclusive production of J/psi can be studied and there is no room to distinguish the J/psi coming from the decay of B mesons. In order to improve the present performances of the di-muon spectrometer and thus enlarge the set of observables that ALICE can measure, a major upgrade project, called Muon Forward Tracker (MFT), is under development. The MFT will consist in a telescope of silicon-pixel detectors placed in front of the absorber, which will allow precise backtracking and vertexing from the present spectrometer. This will largely improve the energy resolution in reconstructing the heavy resonances.

The MFT is based on CMOS technology silicon pixels, assembled in Hybrid Integrated Circuits (HIC) that will equip 5 concentric disks around the beam pipe. The main detection element of these circuits is the ALPIDE chip, developed within a collaboration between CERN and some partner institutions, Ifnu being among them. The qualification of the hybrid integrated circuits, base elements of the MFT detector, is in its final phase and the start of the production of some 500 circuits that will equip the MFT will take place in the beginning of 2018.

The candidate will contribute to the assembly and qualification of the HICs of produced for the MFT detector. He/she will also include the measured characteristics into the MFT simulation in order to optimize the tracking and noise reduction performances. The candidate is expected to become familiar with pixel-silicon detectors, the readout and DAQ specific to the project, together with the main tools developed within ALICE related to data grid, simulations, tracking and data analysis.

Keywords

Particle Physics, Silicon Pixel Detector, LHC, ALICE, QGP

Skills

Micro-electronics circuits assembly techniques, data acquisition and analysis, Montecarlo simulation

Softwares

C++, ROOT, AliROOT