

## Projectos de 4º e 5º ano

2001-02

### Desenvolvimento da Experiência CMS (Compact Muon Solenoid) no LHC

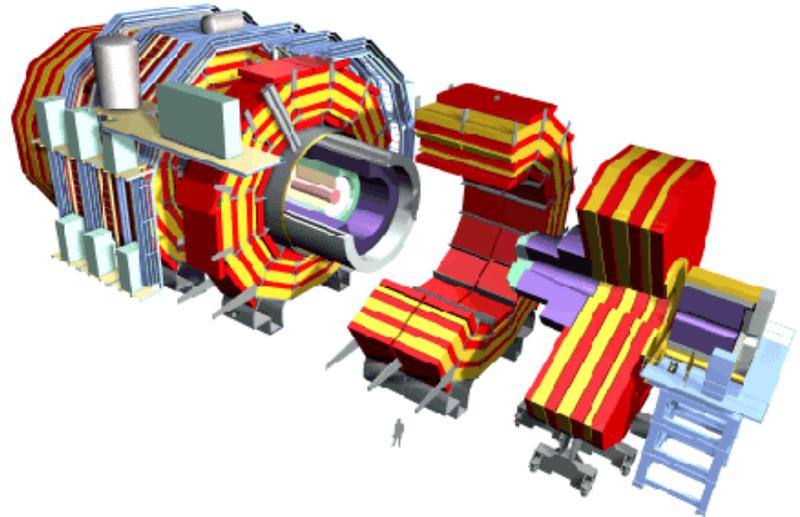
**Responsável:** Prof. João Varela

**Área científica:** Física de Partículas

**Contacto:** joao.varela@cern.ch

#### Motivação científica

A experiência Compact Muon Solenoid (CMS) no colisionador Large Hadron Collider (LHC), actualmente em preparação no CERN, tem por objectivo o estudo de colisões de prótons à energia de 14 TeV. O LHC pretende investigar uma das questões chave na física de



partículas, nomeadamente a origem da quebra espontânea de simetria (SSB) da interacção electrofraca. O mecanismo SSB envolve muito provavelmente novas partículas, bosões de Higgs, partículas supersimétricas, novos bosões de gauge, etc. O LHC e a experiência CMS são concebidos com a perspectiva de descobrir e investigar todas estas possibilidades.

#### Metodologia científica

Muitos dos novos estados previstos implicam a produção de fótons e bosões intermediários W e Z. Os Ws e Zs são detectados claramente através dos decaimentos em electrões ou muões.

O detector CMS detecta muões, electrões e fótons com uma resolução em energia da ordem de 1% a 100 GeV. Este objectivo é atingido com um sistema de muões redundante, um calorímetro electromagnético de cristais  $\text{PbWO}_4$  e um detector central de trajectórias de alta qualidade. O detector CMS inclui um solenóide supercondutor com 13 m de comprimento e um raio interno de 2.95 m que fornece um campo magnético uniforme de 4T.

Os projectos propostos visam o desenvolvimento de métodos de medida e análise de acontecimentos com electrões e fótons.

#### Equipamento e técnicas experimentais

O calorímetro electromagnético (ECAL) é um detector de electrões e de fótons composto por cerca de oitenta mil cristais de tungstanato de chumbo. A granularidade fina e a excelente resolução em energia deste instrumento tornam-no particularmente bem adaptado para a medida de electrões e fótons no LHC. A luz de cintilação de cada cristal é convertida por um díodo de avalanche (APD), digitalizada e transmitida por uma ligação óptica de alto débito (1 Gbit/s).

O sistema de *trigger* de calorimetria da experiência CMS/LHC no CERN é um sistema electrónico/computacional de alto desempenho, que processa em tempo real os dados dos detectores,

seleccionando electrões, fótons, *taus* e eventos com energia perdida, assim como amostras de eventos com *jets*. O sistema de *trigger* executa o primeiro passo da pesquisa de novas reacções de física, em particular, a pesquisa do bóson de Higgs. O factor de rejeição pretendido só pode ser atingido com a aplicação de algoritmos sofisticados, baseados no perfil da energia depositada e em critérios de isolamento. O estudo dos algoritmos de *trigger* é feito a partir de simulações detalhadas das reacções de física e da resposta do detector. Estes algoritmos são implementados em sistemas electrónicos dedicados.

O estudo dos algoritmos de identificação, reconstrução e medida de electrões e fótons é feito com dados simulados. Estes algoritmos são integrados no software de análise de física ORCA e executados em *farms* de PCs.

### **Tópicos de projectos para alunos do 4º ou 5º ano**

#### 1. Estudo dos critérios físicos de filtragem dos dados do calorímetro electromagnético:

O sistema de leitura de dados deverá reduzir o volume de dados de cada evento de um factor aproximadamente vinte sem comprometer os objectivos experimentais. Este projecto tem por objectivo estudar o impacto das técnicas de filtragem nas medidas de física.

#### 2. Estudo do *trigger* de electrões e fótons no *endcap*

Um algoritmo apropriado à região do *endcap* será estudado por métodos de simulação Monte Carlo por forma a obter estimativas da eficiência e da taxa de rejeição de *jets*.

#### 3. Monitorização e teste do sistema de *trigger*

Este projecto tem por objectivo identificar as operações de monitorização e teste do sistema e implementá-las em software no quadro do sistema CARDS. O software será validado com um protótipo do sistema de *trigger*.

#### 4. Análise dos dados adquiridos no feixe de partículas

Os dados adquiridos com o protótipo do calorímetro electromagnético no feixe de teste H4 do CERN operando em modo *LHC-like* serão analisados. Pretende-se medir a resolução em energia e a eficiência de identificação de electrões.

Os projectos são realizados no CERN no âmbito de equipas de investigação do LIP e institutos associados.

Os candidatos seleccionados beneficiarão de uma bolsa de Iniciação à Investigação e de ajudas de estadia no CERN.

Nas áreas das tecnologias informáticas, formação complementar nas metodologias orientadas a objectos será fornecida através de cursos intensivos no CERN.