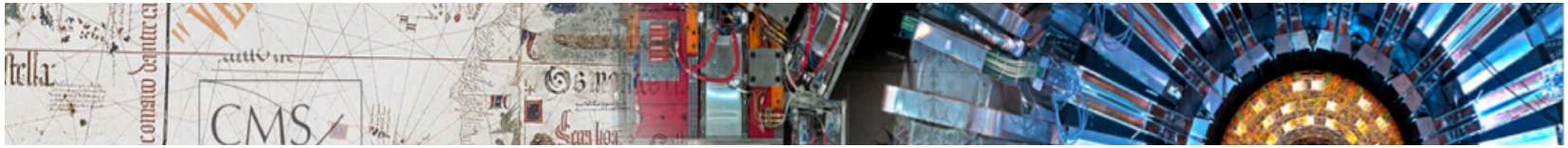
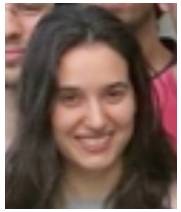
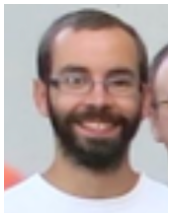
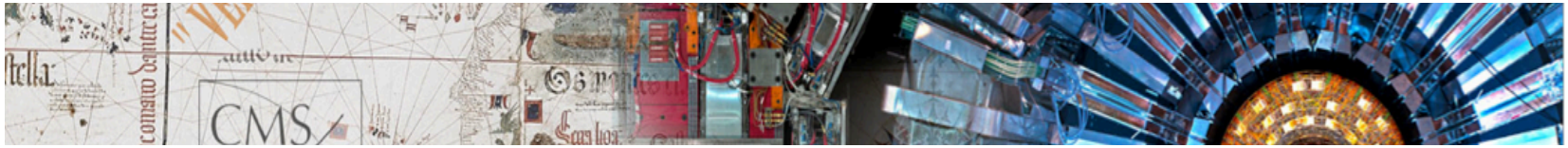


Apresentação do grupo LIP-CMS

Inside Views, LIP, 27 Fevereiro 2018

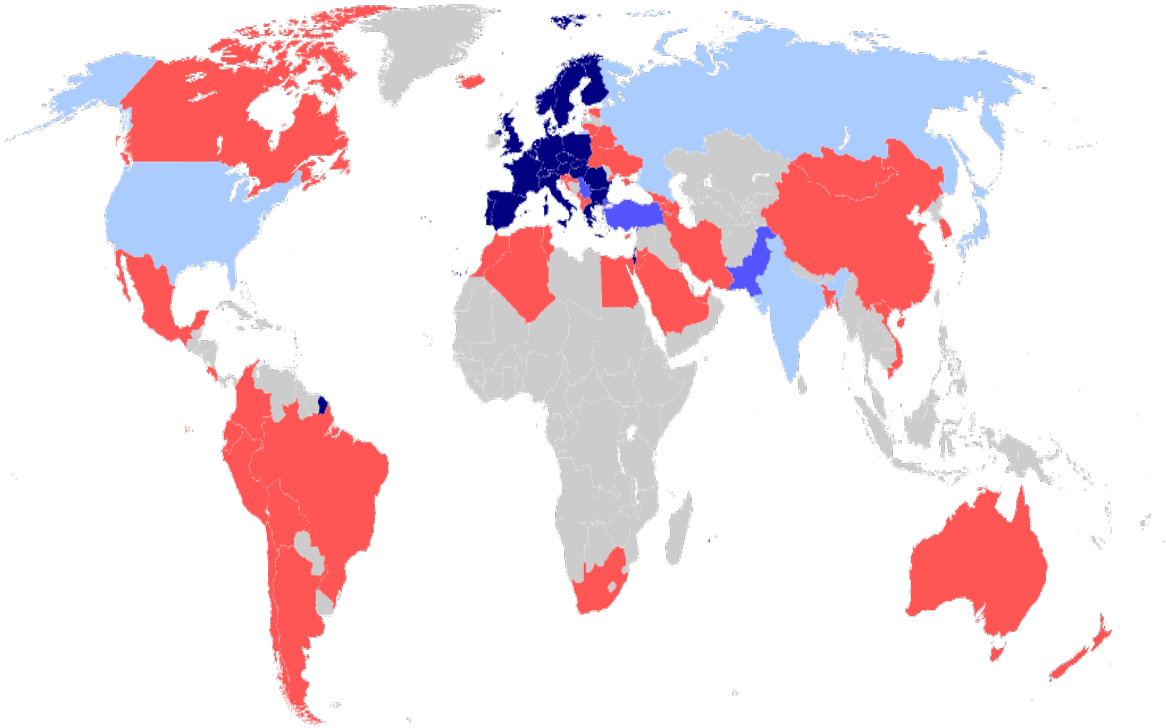






- O CERN e o LHC
- A experiencia CMS
- A física de partículas
- O envolvimento do LIP
- O upgrade de CMS (HL-LHC, 2025-)
- Higgs & Susy
- Rare Decays & Quark gluon plasma
- Detectores & Upgrades

O CERN é o centro de referência mundial em física de partículas

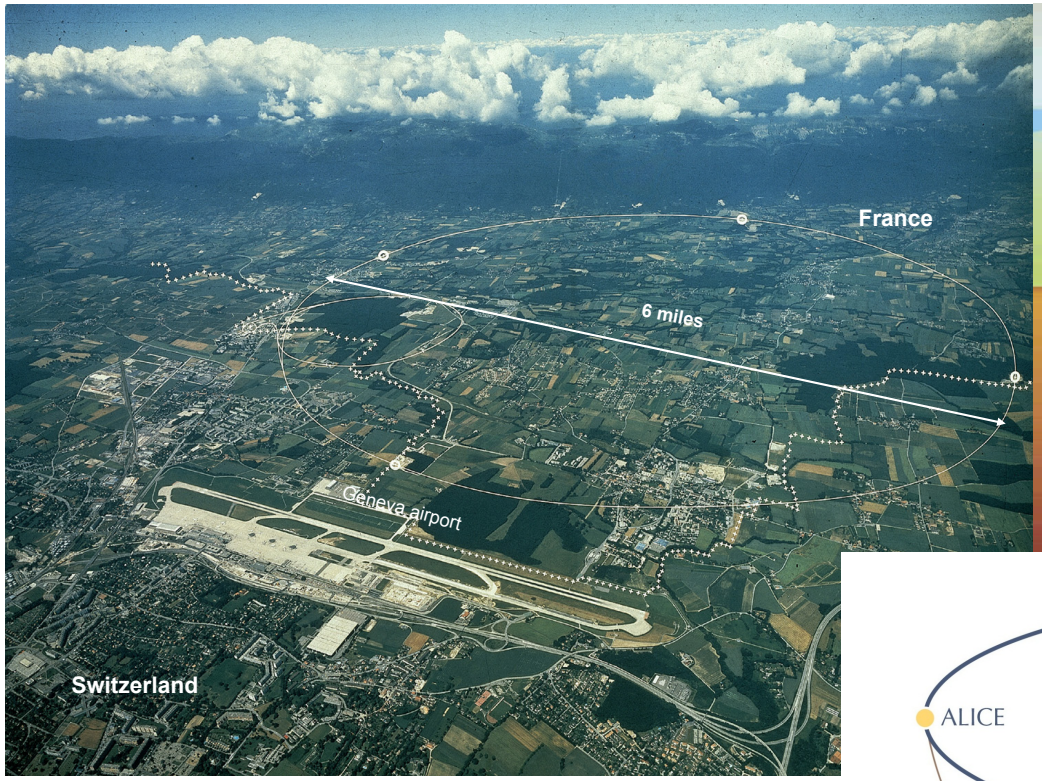


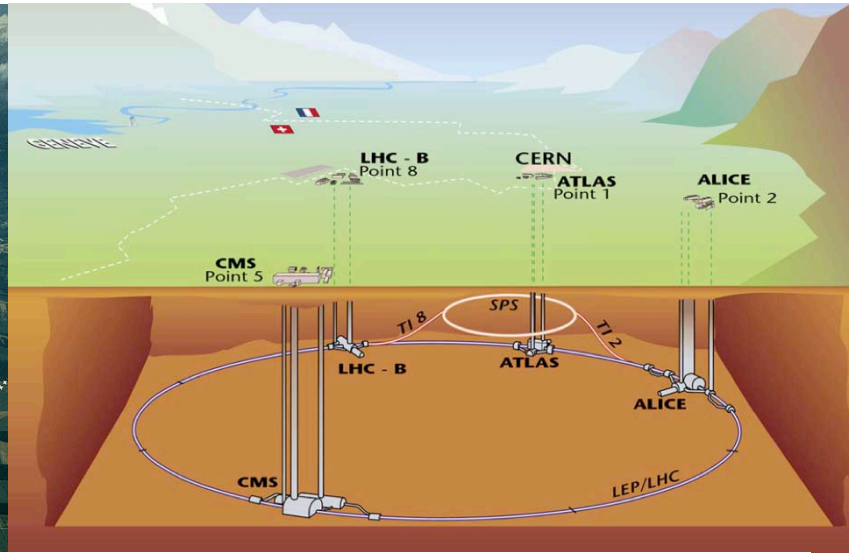
Organização internacional fundada em 1954

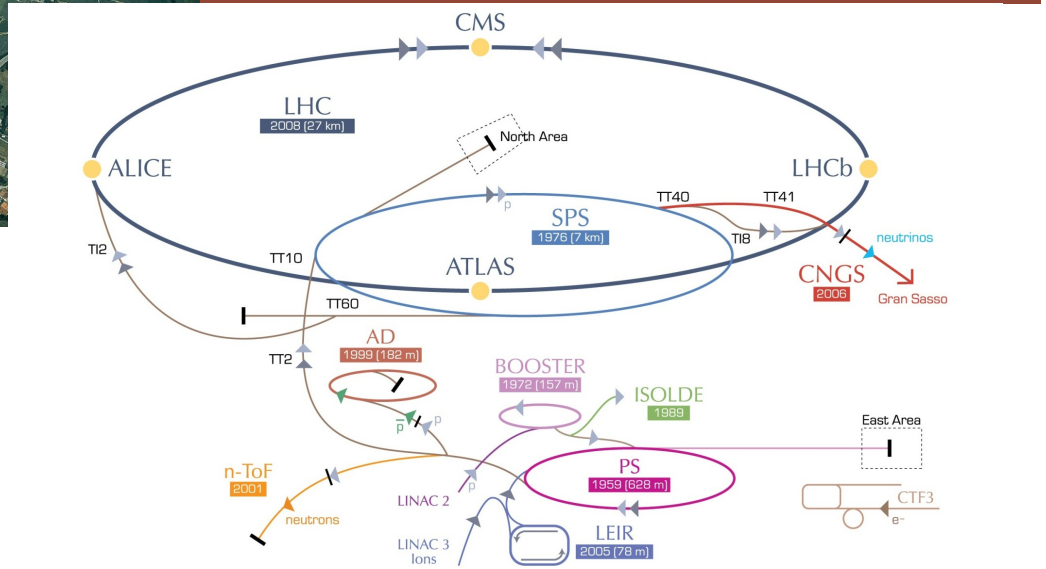
Portugal membro desde 1986

Mais de 13000 colaboradores de todas as partes do mundo

O LHC


France
6 miles
Geneva airport
Switzerland


LHC - B
Point 8
CERN
ATLAS
Point 1
ALICE
Point 2
CMS
Point 5
SPS
TI 8
TI 2
LHC - B
ATLAS
ALICE
CMS
LEP/LHC


CMS
LHC
2008 (27 km)
North Area
ALICE
LHCb
TT40
TT41
SPS
1976 (7 km)
TI8
neutrinos
TI2
TT10
ATLAS
CNGS
2006
Gran Sasso
TT60
AD
1999 (182 m)
TT2
BOOSTER
1972 (157 m)
ISOLDE
1989
East Area
n-ToF
2001
PS
1959 (628 m)
CTF3
neutrons
LINAC 2
LINAC 3
Ions
LEIR
2005 (78 m)

A experiência CMS

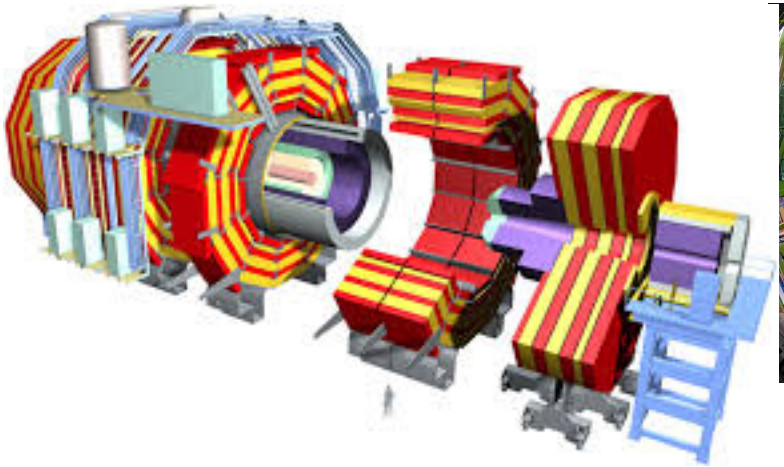
diâmetro:
15 m

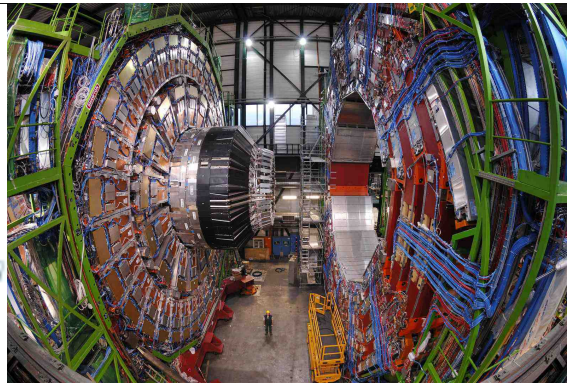
comprimento:
21.6 m

peso:
14.000 toneladas

colaboração:
3800 pessoas
200 institutos
43 países

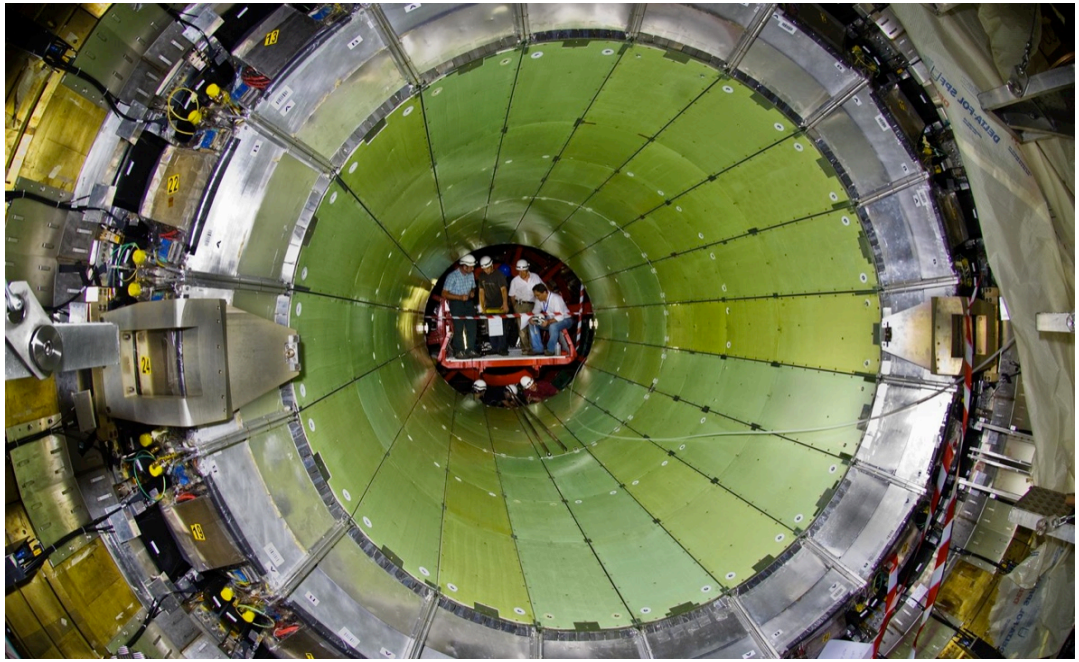
entre os quais
LIP / Portugal





- O grupo do LIP em CMS tem excelente reputação internacional
- Membro fundador de CMS, liderou a concepção e construção de componentes importantes do detector CMS
  - Sistema de Aquisição de Dados do Calorímetro Electromagnético (detecção de fotões e electrões)
  - Sistema de Trigger (selecção on-line das colisões interessantes)
- Na primeira fase de tomada de dados (Run1: 2010-2015), membros do LIP lideraram ou produziram contribuições importantes em diferentes áreas do programa de física da experiência:
  - a descoberta do bosão de Higgs;
  - a descoberta do decaimento raro do mesão Bs;
  - a descoberta de supressão sequencial de quarkonia no QGP;
  - o estudo das propriedades do quark Top;
  - a medição das polarizações dos estados quarkonia Psi e Upsilon;
  - a pesquisa de um Higgs carregado e da partícula supersimétrica Stop.
- O grupo está activamente envolvido nas áreas de física do Higgs, quark Top, quark B, electrofraca (Z,W), SUSY, quarkonia, e QGP.

Deteção de electrões e fotões



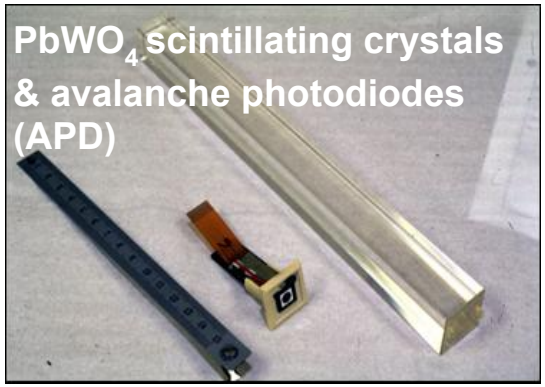
Calorimetro eletromagnético (ECAL)

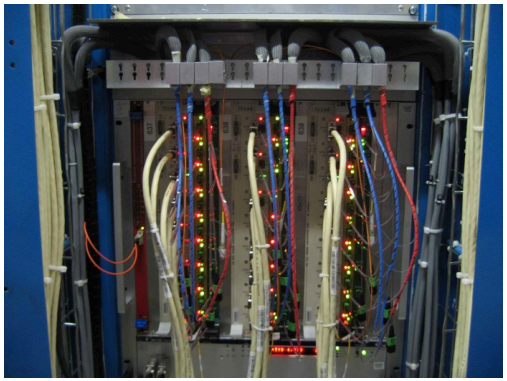
Fotões de alta energia no LHC

- Cinquenta mil milhões de vezes mais energéticos que luz visível
- designam-se por γ (gamma)
- Desenhado para detectar γ's de $H \rightarrow \gamma\gamma$

Cristal: (61200+14648) absorve γ's; converte energia em luz

APD: converte luz num sinal elétrico





<u>Desenvolvido pelo LIP:</u>

- Eletrónica no detector perto dos APDs
- fibras ópticas
- eletrónica de tomada de dados (a 100m do detector)

Coordenação em CMS

- Um membro do grupo (J.Varela) serviu como Deputy Spokesperson de toda a colaboração CMS em 2012-13.

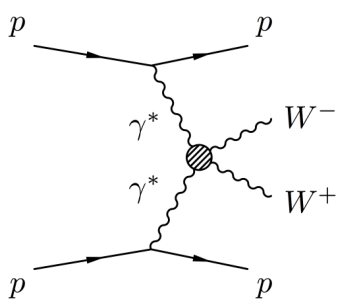
- Um membro do grupo (N.Leonardo) coordenou um dos grupos de física de CMS (heavy quarks) em 2014-16.
- Dois ex-membros do grupo coordenaram outros dois grupos de física de CMS: Higgs (A.David) e quark Top (P.Silva) em 2015-17.
- Cada um dos 9 Grupos de Física de CMS envolve cerca de uma centena de investigadores.
- Membros do grupo lideram várias análises de dados em CMS.

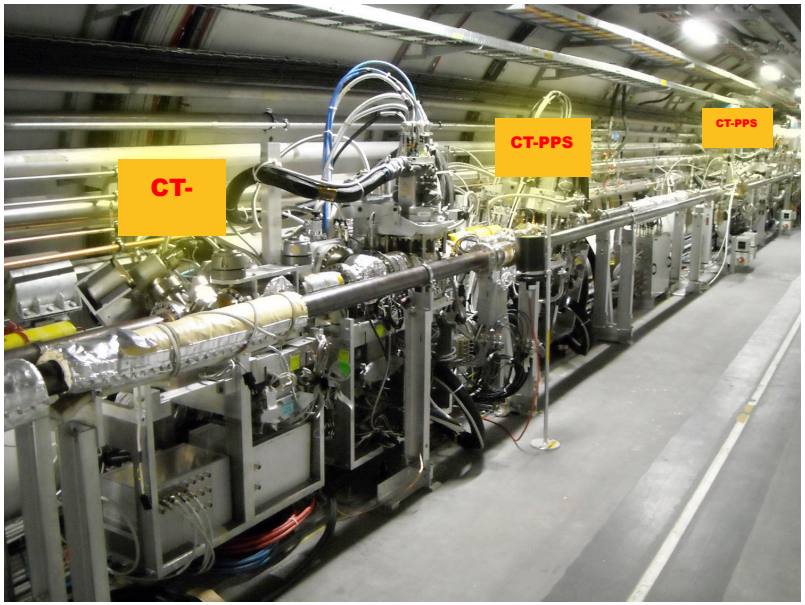
- Coordenação do espectrómetro de protões em 2016-18:
  - Coordenação geral (J.Varela)
  - Coordenação do sistema de detectores temporais (M.Gallinaro)
  - Coordenação do sistema de aquisição de dados (J.Hollar)
  - O detector CT-PPS envolve 80 investigadores de 14 universidades.

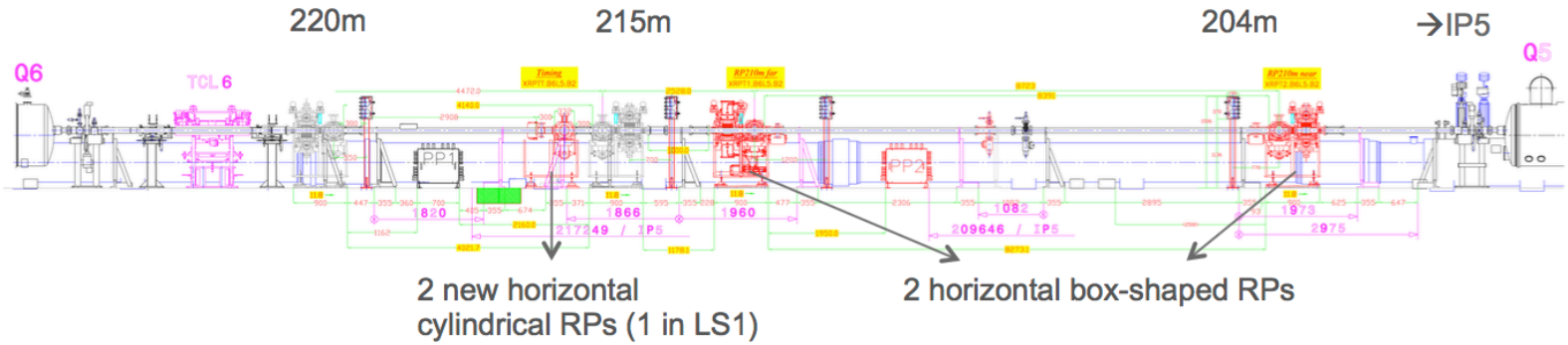
Novo espectrómetro de protões

- O grupo LIP liderou o desenvolvimento do novo espectrómetro de protões “forward” (CT-PPS) de CMS
- Permite o estudo de interacções fotão-fotão no LHC

- CT-PPS entrou em operação em 2016.







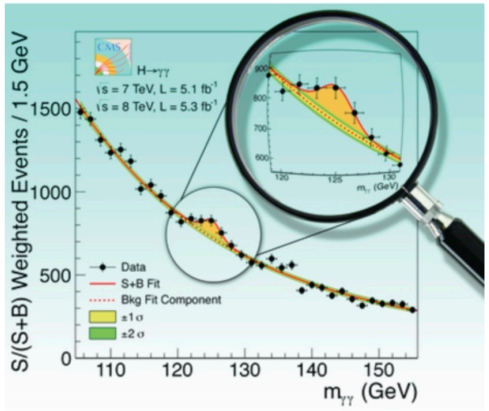
Física @ LIP-CMS

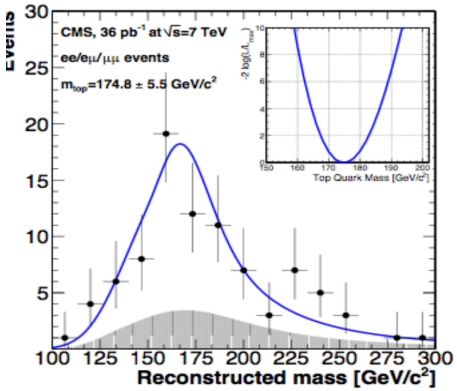
Colisões protão-protão

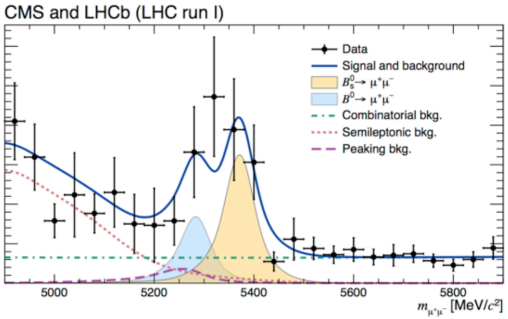
Higgs
quark B
Rare decays
quark Top
Supersimetria

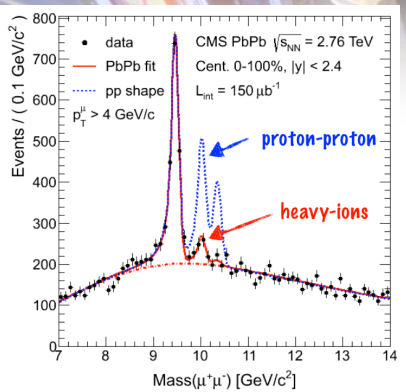
Colisões de lões pesados

plasma de quarks e gluões



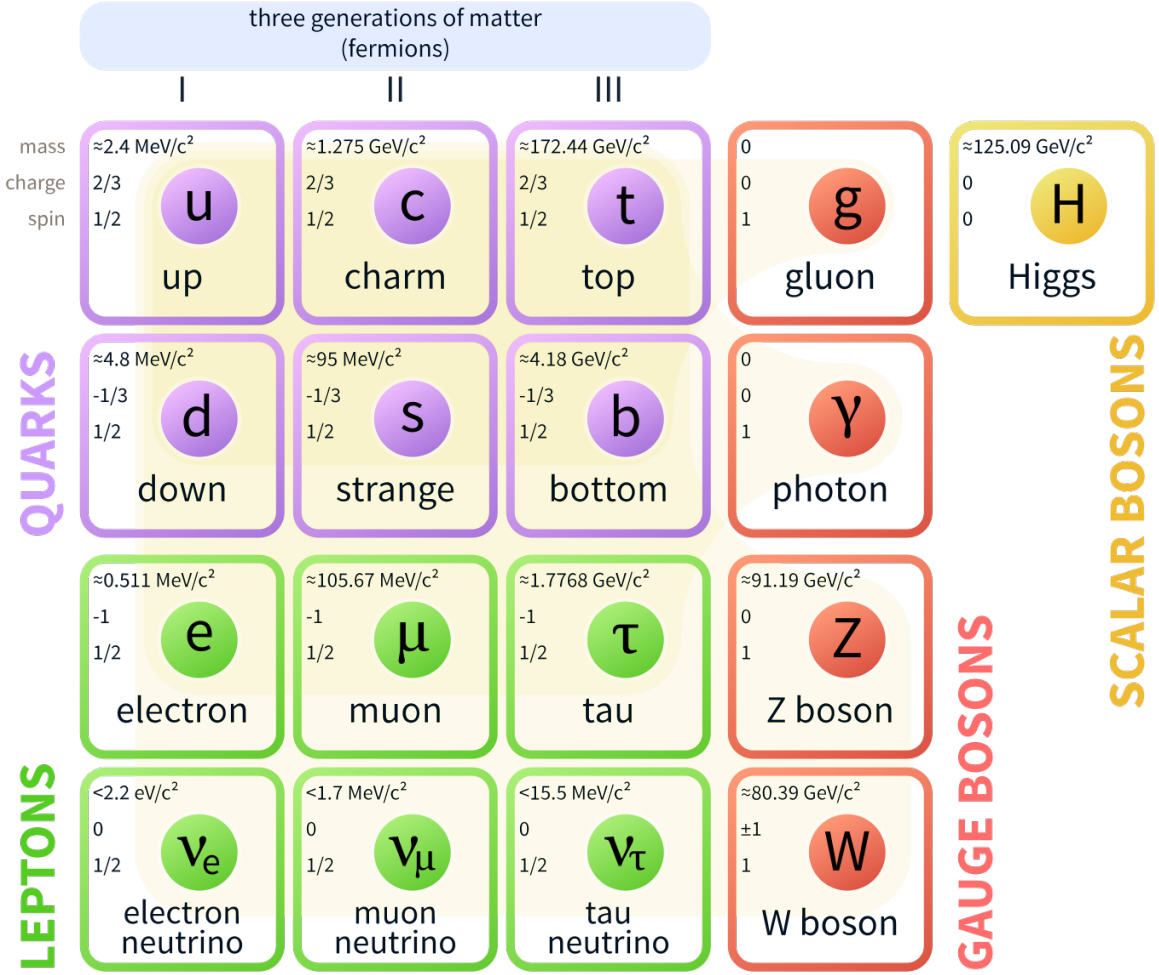






The particle zoo

Standard Model of Elementary Particles



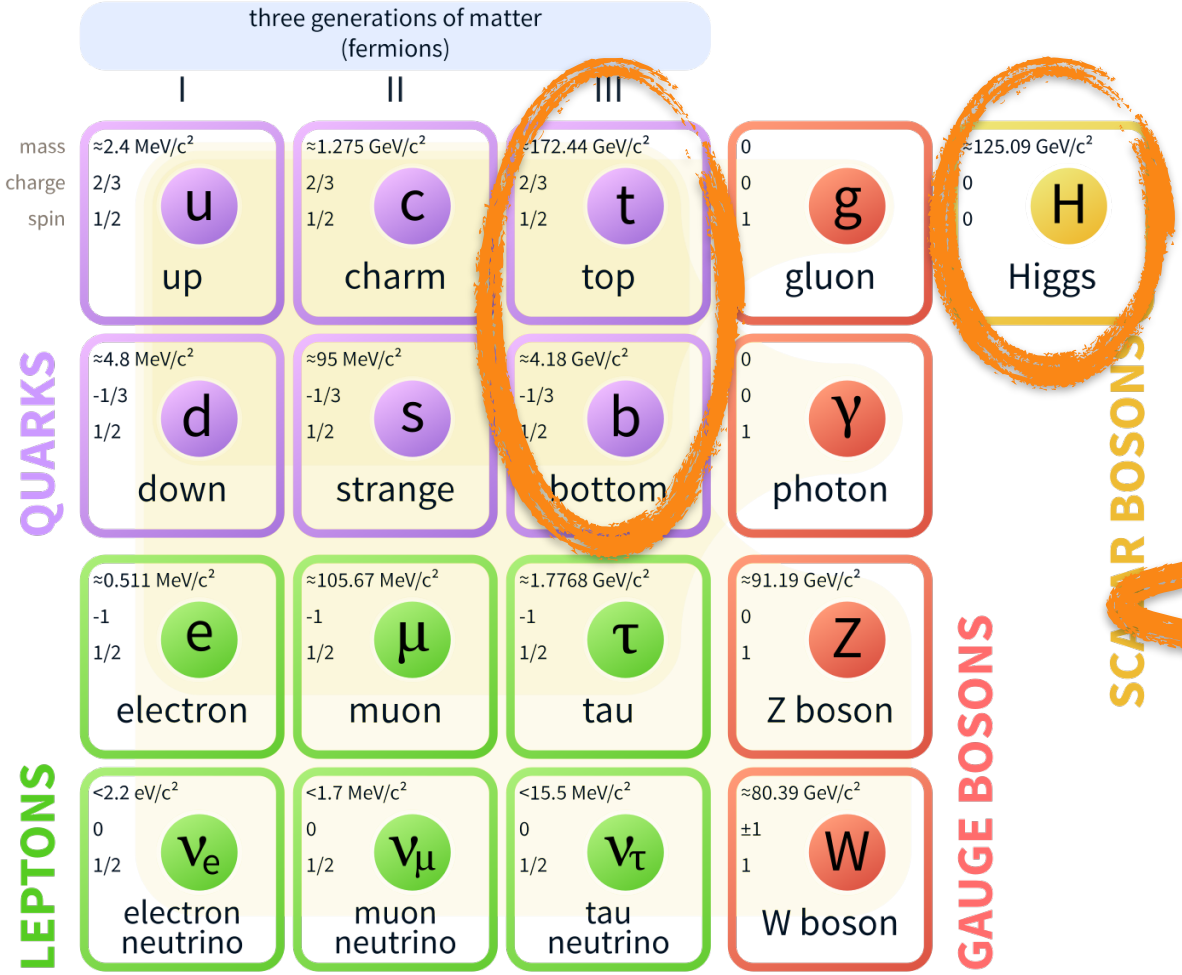
Test the Standard Model through precision measurements

… and find what new physics lies beyond it:

(theoretical scenarios)
Supersymmetry
Extra dimensions
Technicolor
Wimps
Axions
Unparticles
…

The particle zoo

Standard Model of Elementary Particles



Test the Standard Model through precision measurements

… and find what new physics lies beyond it:

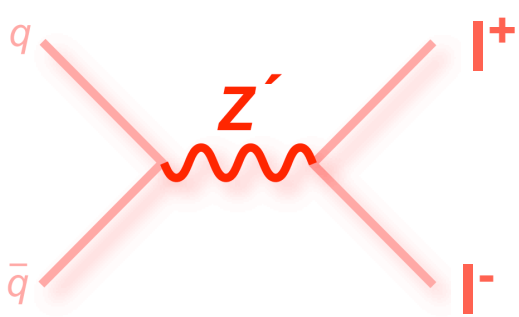
(theoretical scenarios)

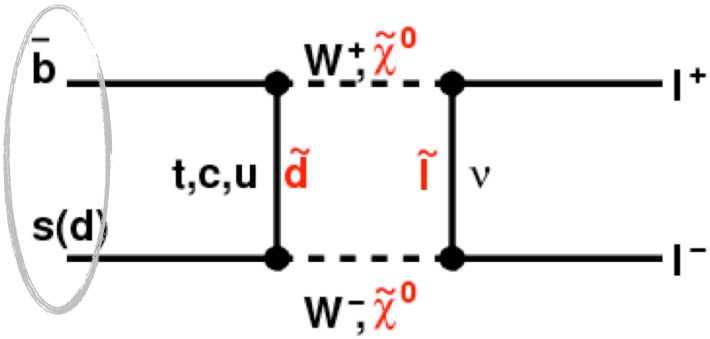
Supersymmetry
Extra dimensions
Technicolor
Wimps
Axions
Unparticles
…

The SM & beyond

- Busca de novas partículas
  - Supersimetria, dimensões extra, outros cenários teóricos, ou algo em que ainda não pensámos
- Partículas novas detectadas directamente
  - Se suficientemente leves para serem produzidas no LHC

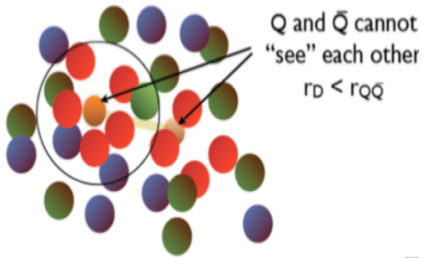
- Medidas de precisão
  - Higgs, Top, B hadrons, quarkonia
- Decaimentos raros
  - B, Z, Higgs
- Partículas novas detectadas virtualmente
  - Sensible as escalas de energia superiores

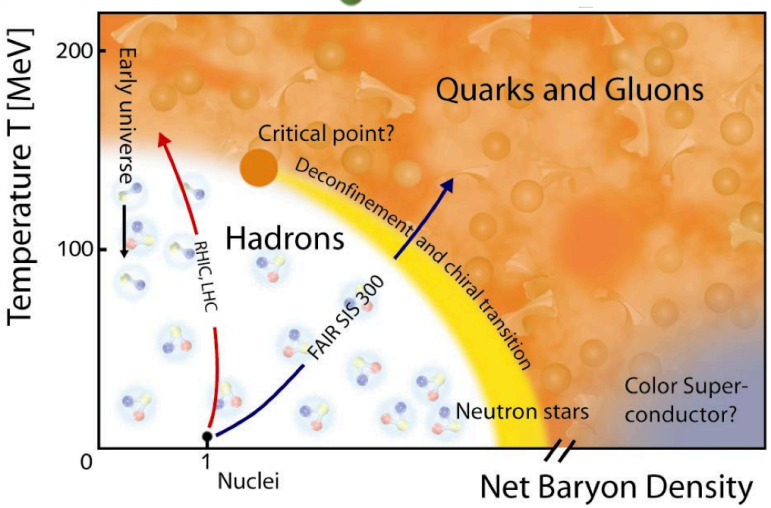


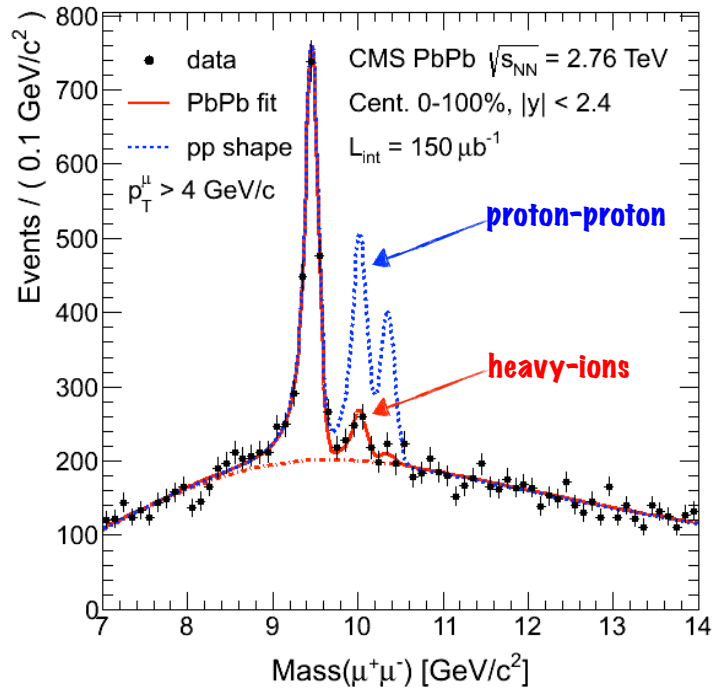


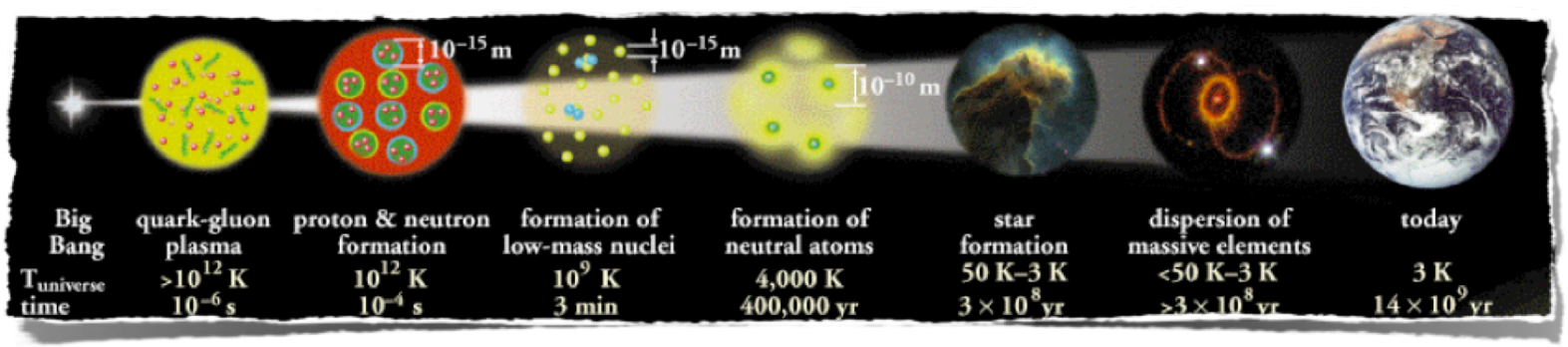
Probing the QGP

with heavy ion collisions









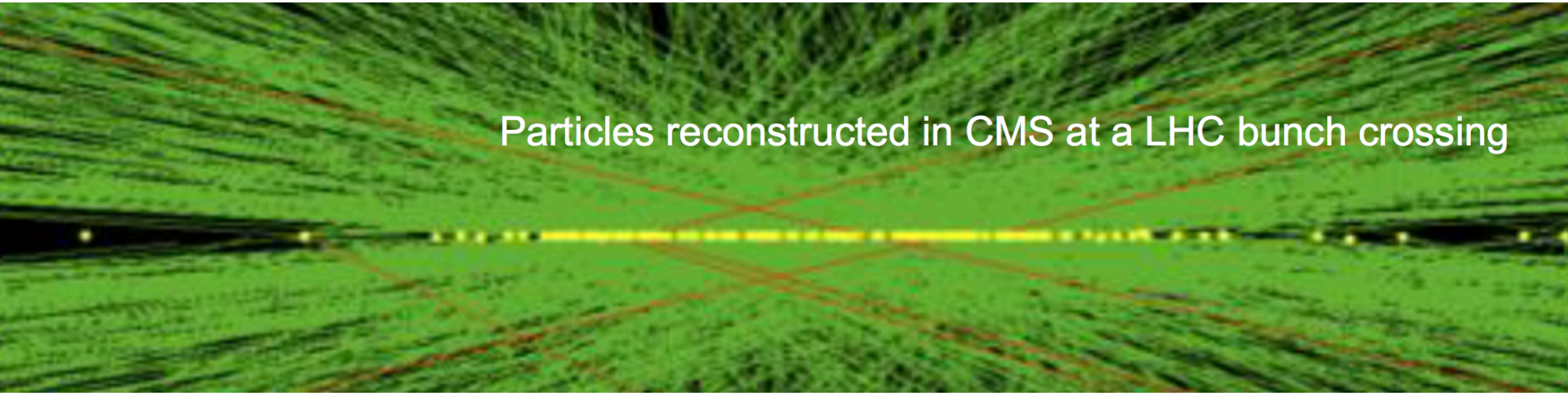
HL-LHC

- Na fase de alta luminosidade, o LHC irá operar com 10x mais intensidade
- Requer um grande “upgrade” dos detetores CMS, a realizar no período 2018-2023

Timing detectors

- Colisões de “pacotes” de protões
  - ~10^{11} protões / pacote
  - tempo entre colisões ~1ns (pacotes com ~30cm)
  - ~50 colisões pp (agora)
  - até 200 colisões (HL-LHC)

- Resolução temporal
  - Presentemente: 0.5-1ns
  - Futuro: 10-30 ps (~3mm à velocidade da luz)

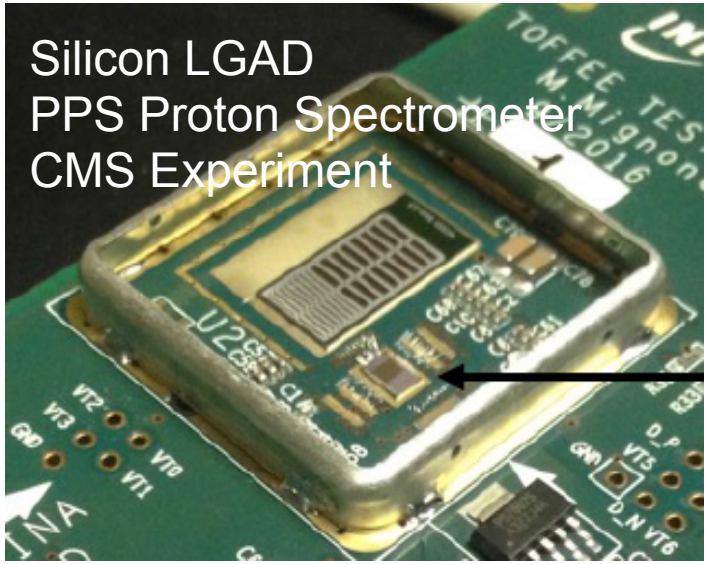


R&D on timing detectors

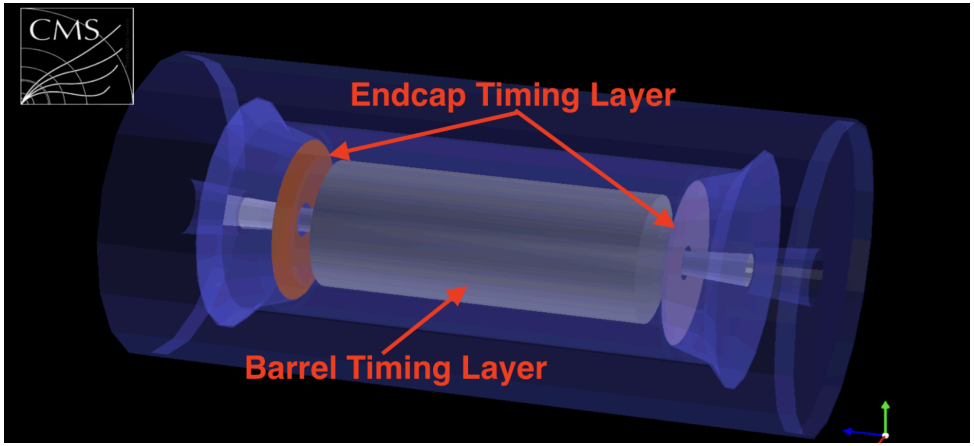
Detetores temporais

- CTPPS
  - Forte participação do LIP

- Upgrade de CMS (HL-LHC)
  - Cristais e fotomultiplicadores de silicio (barrel)
  - Sensors de silicio rápidos (endcap)
- o LIP lidera o desenvolvimento da electrónica de readout



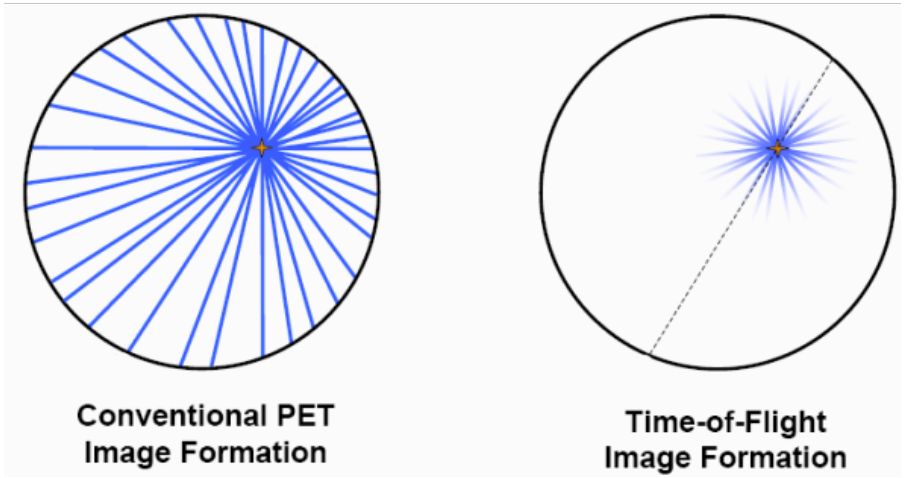
proposta: novo ‘timing layer' c/ resolução ~30ps



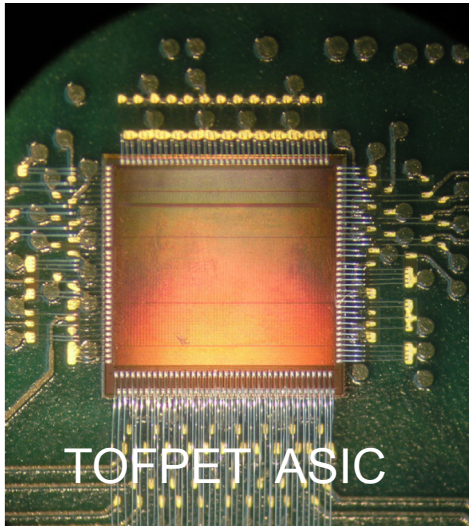
Sinergias com Física Médica

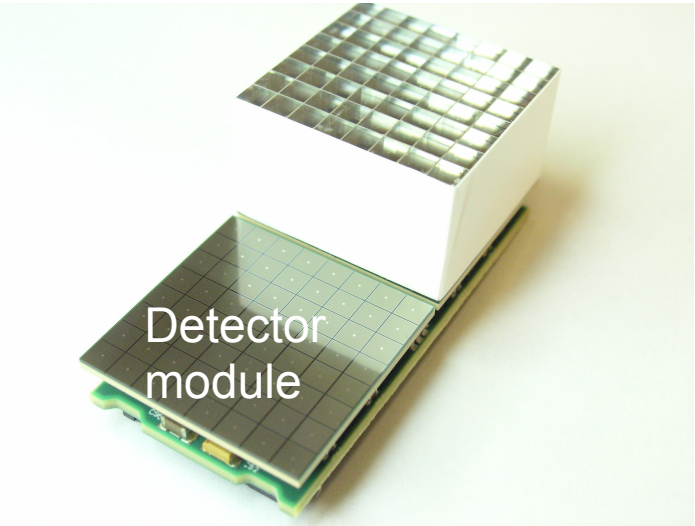
Tempo-de-voo em tomografia por emissão de positrões (PET)

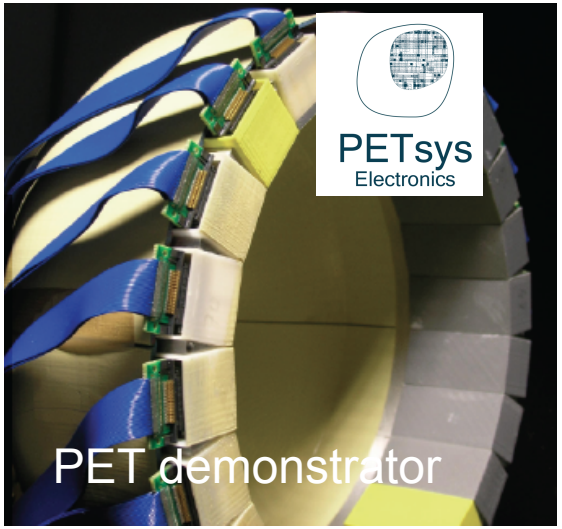
- Diferença temporal entre fotões de 511 keV (= massa do eletrão/positrão)
- permite obter imagens bastante superiores



Desenvolvimentos no TagusLIP (@ Taguspark):







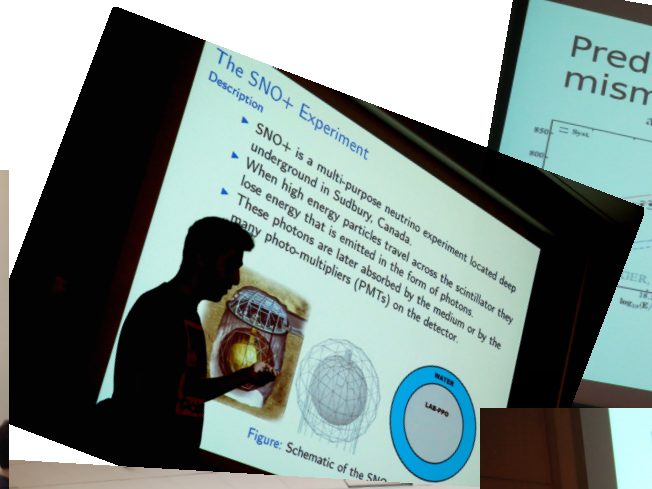
Oportunidades para estudantes

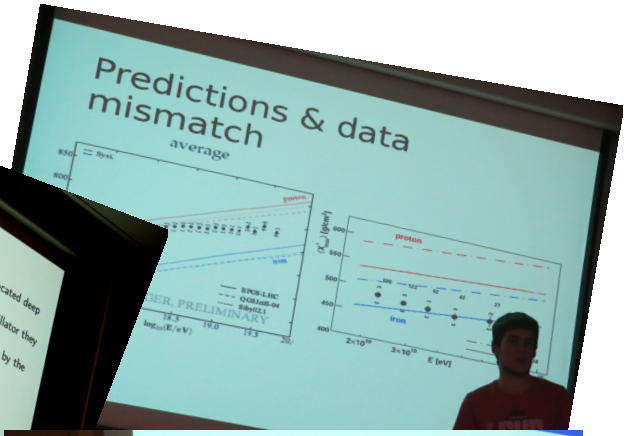
- O grupo oferece múltiplas possibilidades de **Teses de Mestrado**, e doutoramento, em tópicos de física analisando os dados do LHC, ou no desenvolvimento de novos detectores e instrumentação com vista ao ´upgrade´ de CMS
  - ver as ofertas incluídas na lista de teses do MEFT

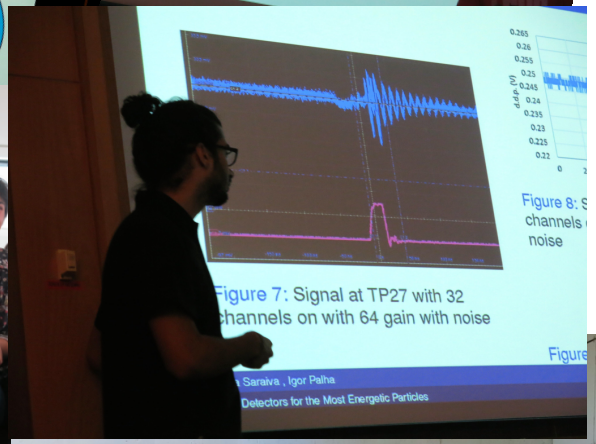
- O grupo recebe vários estudantes para **Estágios de Verão**
  - integração em projetos de investigação, a ser desenvolvidos entre 2 semanas a 2 meses do período Julho a Setembro
  - 2017: https://indico.lip.pt/indico/conferenceDisplay.py?confId=313

- Curso de **Física no LHC**
  - Inscrições até 3 de março, com aulas (1-2h/semana) de março a maio
  - http://www.idpasc.lip.pt/LIP/events/2018_lhc_physics/
  - material do ano passado em: https://indico.cern.ch/event/611242/

Estágios 2017







Contacts

- João Varela | joao.varela@cern.ch
  - Group's PI
- João Seixas | joao.seixas@tecnico.ulisboa.pt
  - quarkonia, QGP
- Michele Gallinaro | michgall@cern.ch
  - CTPPS, di-Higgs, dark matter
- Nuno Leonardo | nuno@cern.ch
  - rare decays (B,Z,Higgs), heavy flavor, QGP
- Pedrame Bargassa | bargassa@cern.ch
  - SUSY, Higgs
- Jonathan Hollar | jjhollar@cern.ch
  - CTPPS, forward physics

Discussion topics

- Supersymmetry & Higgs
- QGP, quarkonia & rare decays
- Detectors, upgrades & medical physics

9:00-10:30	Bruno Raposo	Vânia Nunes	Rita Silva
	Alexandru Ciobanu	João Bravo	
	Tomás Cabrito	Artur Gaio Pinto	
	Ana Rita Cunha Salgado	Carolina Figueiredo	
	Rodrigo José Santo	João M. Lopes	
11:00-12:30	Alexandru Ciobanu	Tiago Ferro	Miguel Martins
	Tomás Cabrito	Tiago Fernandes	
	Mariana Sá	Tomé Santos	
	Mariana Silva	Filipa Valente	
	Beatriz Albergaria	Maria Mesquita	