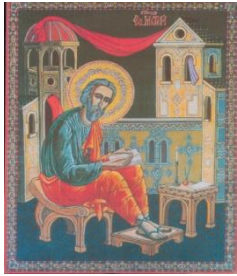
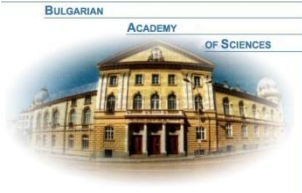


**БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ**

**ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА (ИР-БАН)**

**Национална учителска програма за  
квалификация на инженери и IT  
специалисти - педагози  
Женева 16.09-22.09.2024 г.**



**Introduction to CMS and its Electromagnetic Calorimeter System –  
Design considerations, overview of the construction and function  
of the ECAL and the Bulgarian Experience**

**Въведение в експеримента CMS и неговия електромагнитен  
калориметър – преглед на дизайна, конструкцията, функциите  
на ECAL и българския опит**

**Проф. д-р инж. Роман Захариев**

.



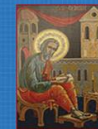
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



**ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА-БАН**

**е един от инженерните институти на  
Българска академия на науките, наследник на:  
Института по техническа кибернетика и  
роботика - БАН.**

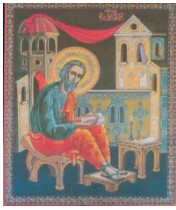
На 01.07.2010 г. ИСИР-БАН беше създаден на основата на две много високо оценени научни звена като бившия Институт по управление и системни изследвания - БАН и бившата Централна лаборатория по мехатроника и приборостроене - БАН и беше наречен:

**Институт по системно инженерство и роботика - БАН**

**АДРЕС:** от 2017 г. Институт по Роботика (ИР-БАН)  
Ул. "Акад.Г.Бончев" бл.2  
1113 Sofia/ Bulgaria, [WWW.IR-BAS](http://WWW.IR-BAS)

Национална учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти - педагози

Женева, 16.09-22.09.2024 г.



# Приноси на ИТКР-БАН в работата на L3 Detector at LEP



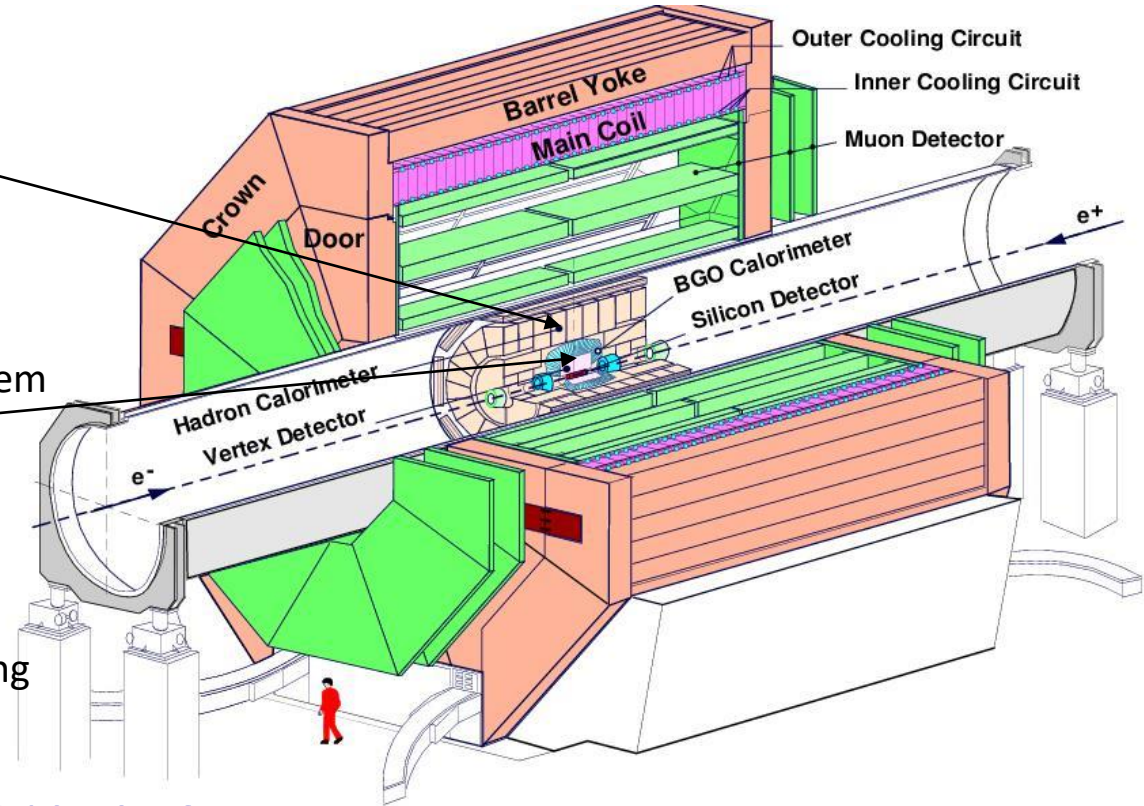
## Участие в създаване на: Hadron Calorimeter

- Electronic integration of all 144 modules
- Design and production of HV system, including control and monitoring system

## TEC (Time Expansion Chamber)

- Participation in construction
- Mechatronics of Central Tracking cabling

## Техническа поддръжка по време на експлоатацията на L3 detector



All activities were carried out in the framework of a collaboration agreement with the Institute for High Energy Physics of ETH Zurich



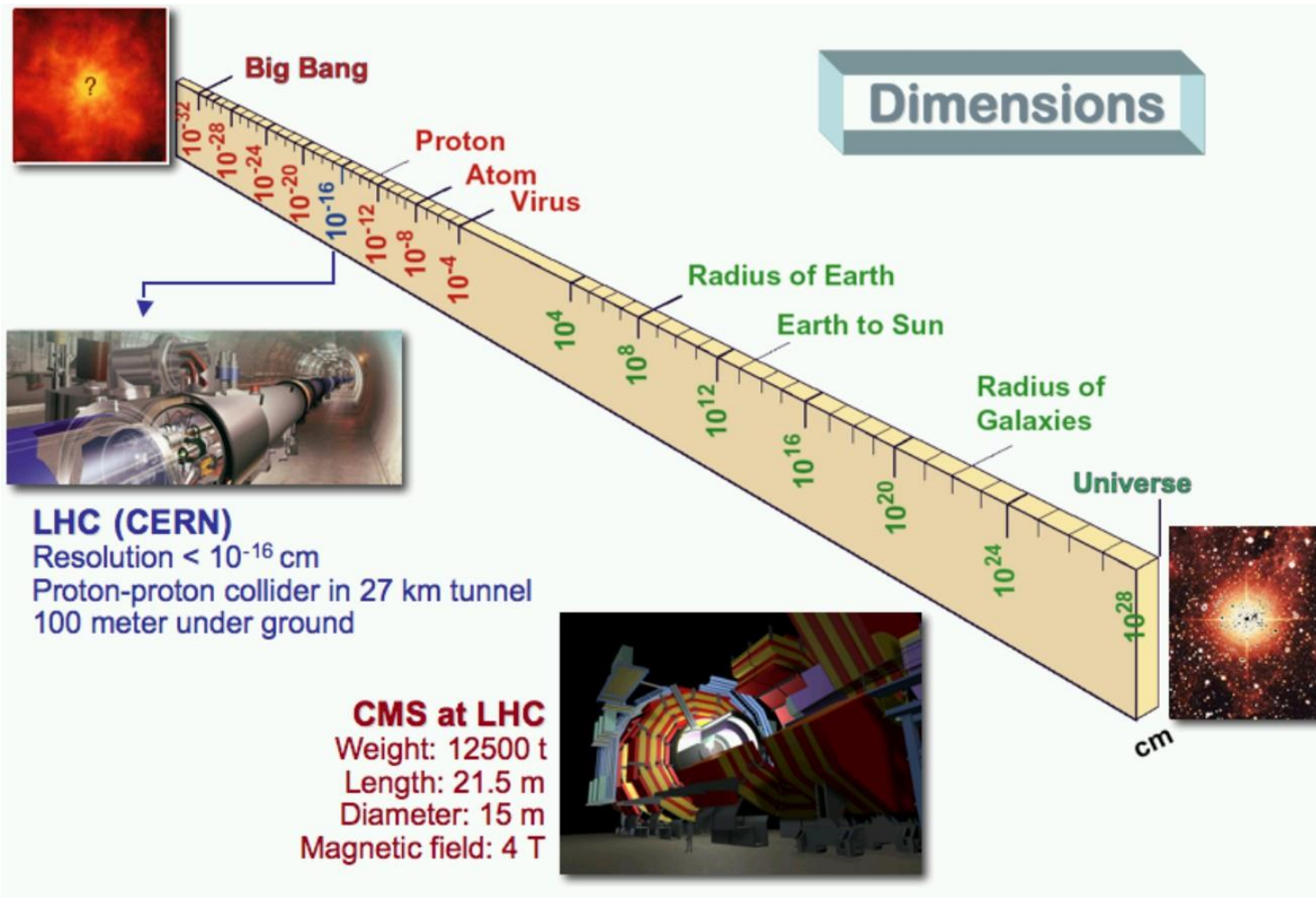
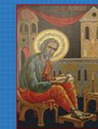
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



# ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"





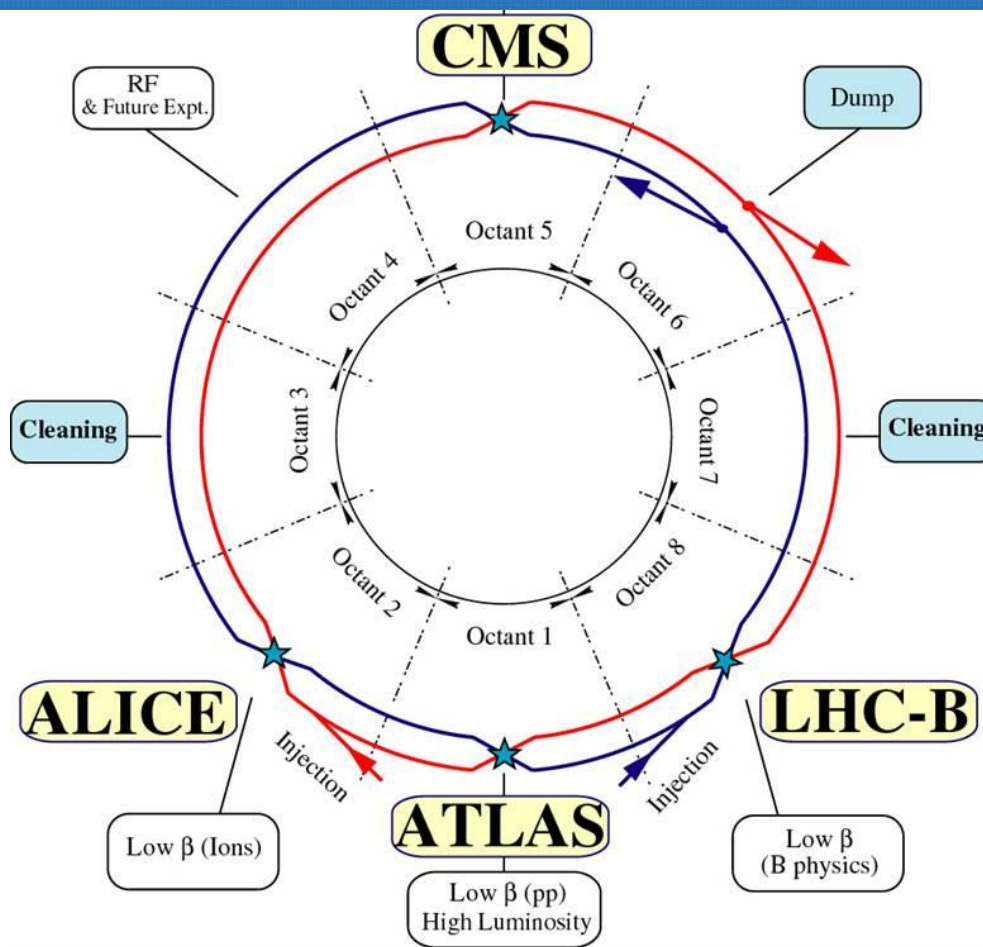
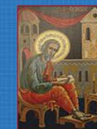
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



# ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



Национална учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти - педагози

Женева, 16.09-22.09.2024 г.



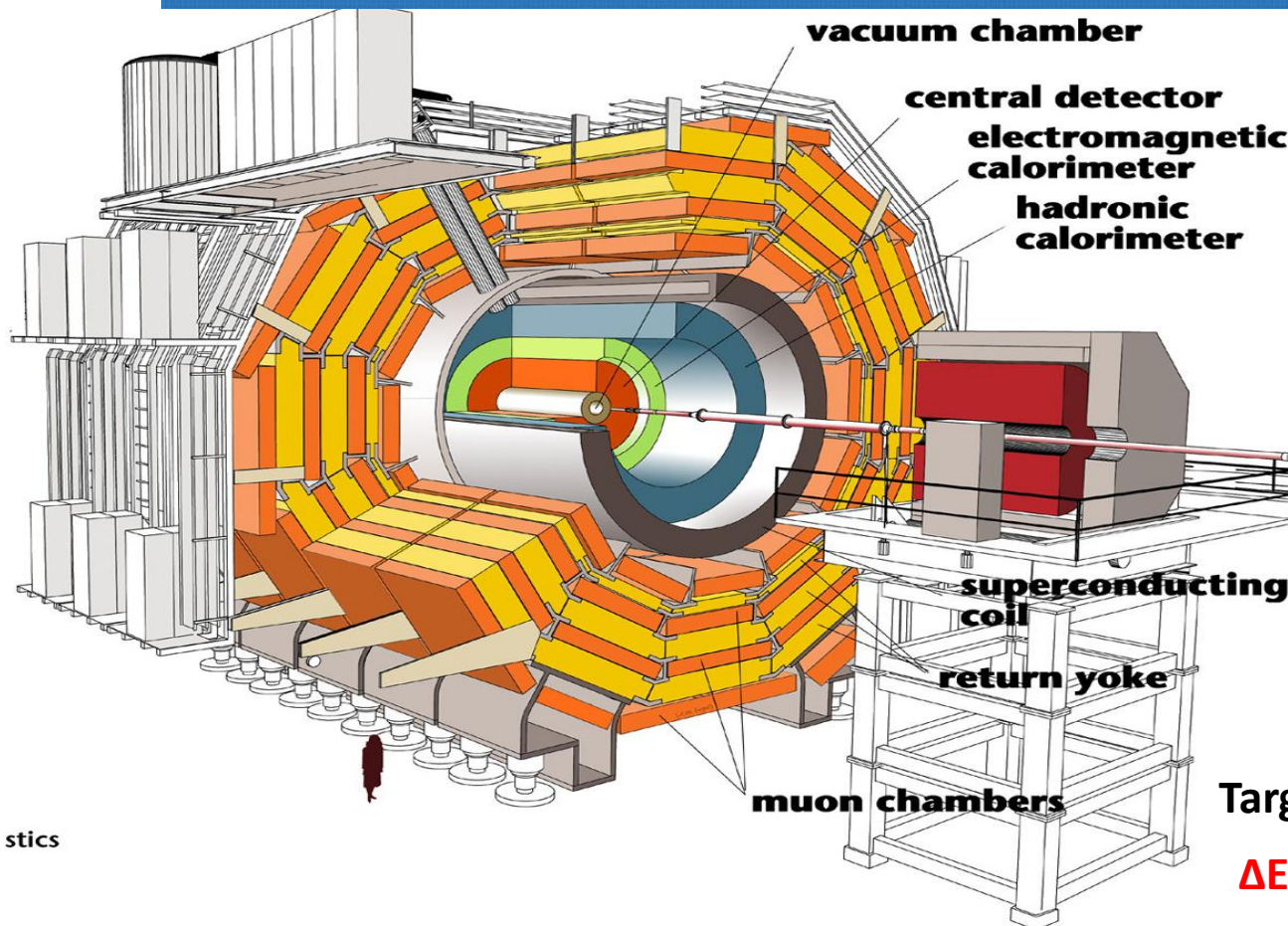
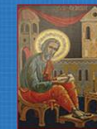
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



# ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



Target → high resolution ECAL

$\Delta E/E \sim 0.5\%$  for  $E > 100$  GeV



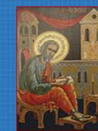
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



## България в CMS

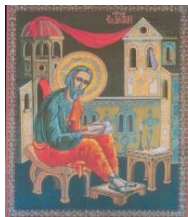


ИНСТИТУТ ЗА ЯДРЕНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ И  
ЯДРЕНА ЕНЕРГИЯ – БАН



СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ „Кл. Охридски“  
Факултет по физика

ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА - БАН





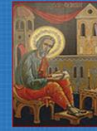
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



# ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



## TRIGGER & DATA ACQUISITION

Austria, CERN, Finland, France, Greece, Hungary, Italy, Korea, Poland, Portugal, Switzerland, UK, USA

## TRACKER

Austria, Belgium, CERN, Finland, France, Germany, Italy, Japan\*, Switzerland, UK, USA

## CMS детектор

## CRYSTAL ECAL

Belarus, CERN, China, Croatia, Cyprus, France, Italy, Japan\*, Portugal, Russia, Switzerland, UK, USA

## PRESHOWER

Armenia, Belarus, CERN, Greece, India, Russia, Taiwan (PC), Uzbekistan

## RETURN YOKE

Barrel: Czech Rep., Estonia, Germany, Greece, Russia  
Endcap: Japan\*, USA

## SUPERCONDUCTING MAGNET

All countries in CMS contribute to Magnet financing in particular: Finland, France, Italy, Japan\*, Korea, Switzerland, USA

FEET  
Pakistan  
China

## FORWARD CALORIMETER

Hungary, Iran, Russia, Turkey, USA

## HCAL

Barrel: Bulgaria, India, Spain\*, USA  
Endcap: Belarus, Bulgaria, Russia, Ukraine  
HO: India

## MUON CHAMBERS

Barrel: Austria, Bulgaria, CERN, China, Germany, Hungary, Italy, Spain, Belarus, Bulgaria, China, Korea, Pakistan, Russia, USA

Total weight : 12500 T  
Overall diameter : 15.0 m  
Overall length : 21.5 m  
Magnetic field : 4 Tesla

\* Only through industrial contracts

Национална учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти - педагози

Женева, 16.09-22.09.2024 г.





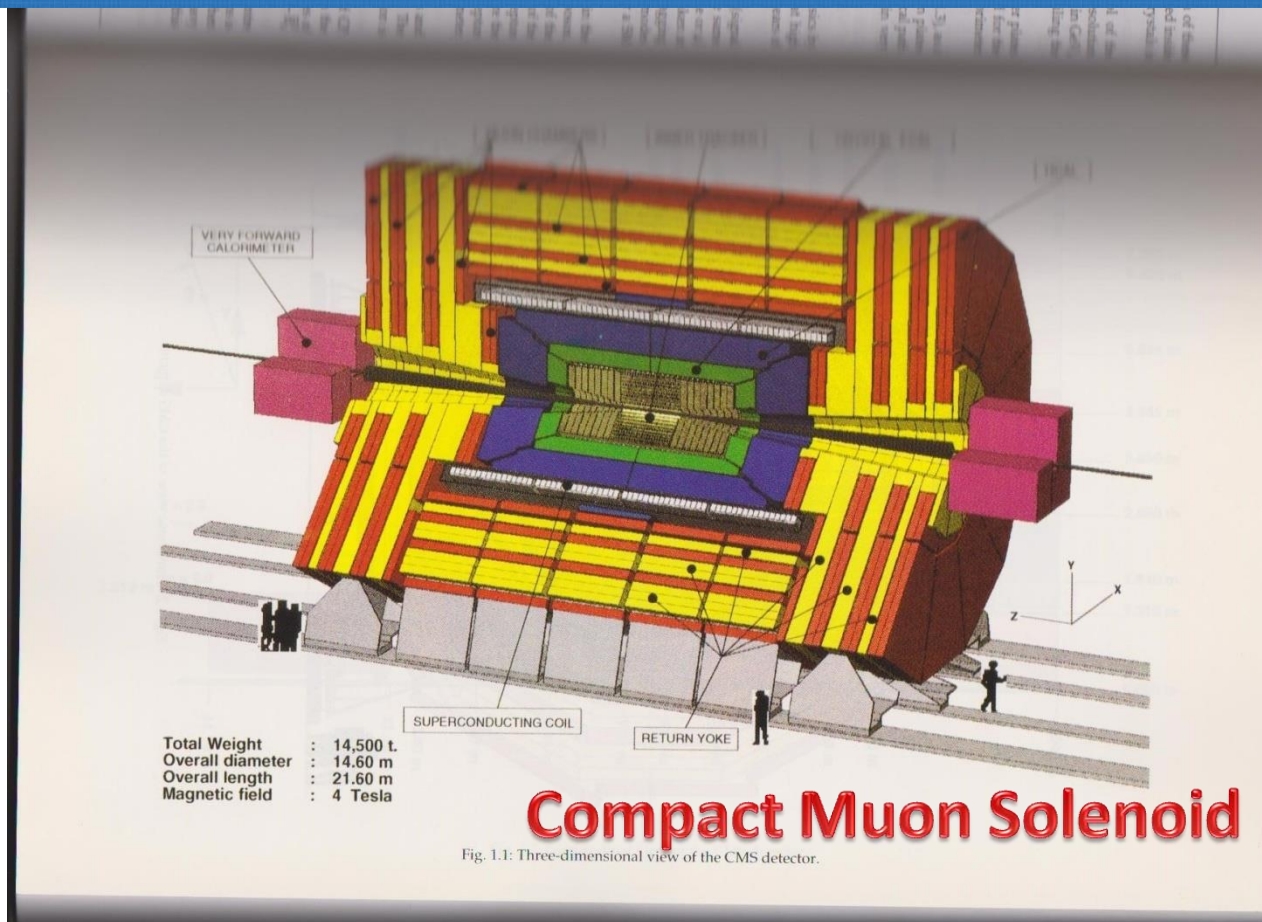
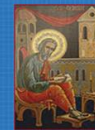
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



# ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



Национална учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти - педагози

Женева, 16.09-22.09.2024 г.



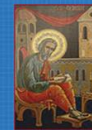
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



# ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



## Напречен разрез на CMS Experiment на CERN

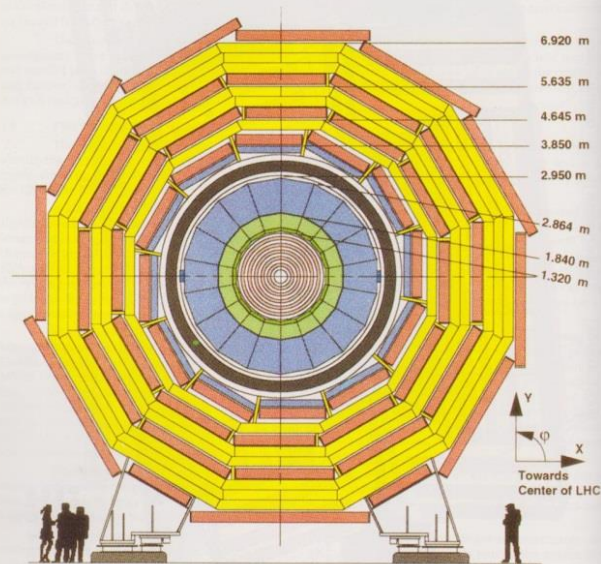


Fig. 1.2: Transverse view of the CMS detector.



БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



## ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



### Status CMS operational detectors

Sub-detector	No. of ch.	Working (%)
Pixels	$66 \times 10^6$	98.6 (+ ...)
Silicon strip detector	$9.3 \times 10^6$	98.3 (+0.6%?)
ECAL PbWO <sub>4</sub> calorimeter	$7.58 \times 10^5$	99.5
ECAL ES	$1.37 \times 10^5$	99.95
HCAL HB (HO) calorimeter	2592 (2160)	100 (99.1)
HCAL HE calorimeter	2592	100
HCAL_HF calorimeter	1728	100
Muon DTs	$1.55 \times 10^5$	99.6
Muon CSC (CFEB)	$2.18 \times 10^5$	99.3
Muon RPC RB (RE)	$8.3(4.1) \times 10^4$	99.7 (99.5*)

CMS comprises 66M pixel channels, ~ 9.3M Si microstrip ch, ~76k crystals, 150k Si preshower ch, ~15k HCAL ch, 250 DT chambers (170k wires), 450 CSC chambers (~200k wires), 480 Barrel RPCs and 432 endcap RPCs, muon and calorimeter trigger system, 50 kHz DAQ system (~ 10k CPU cores), Grid Computing (~ 50k cores), offline (> 2M lines of source code).

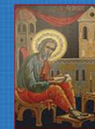


БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ

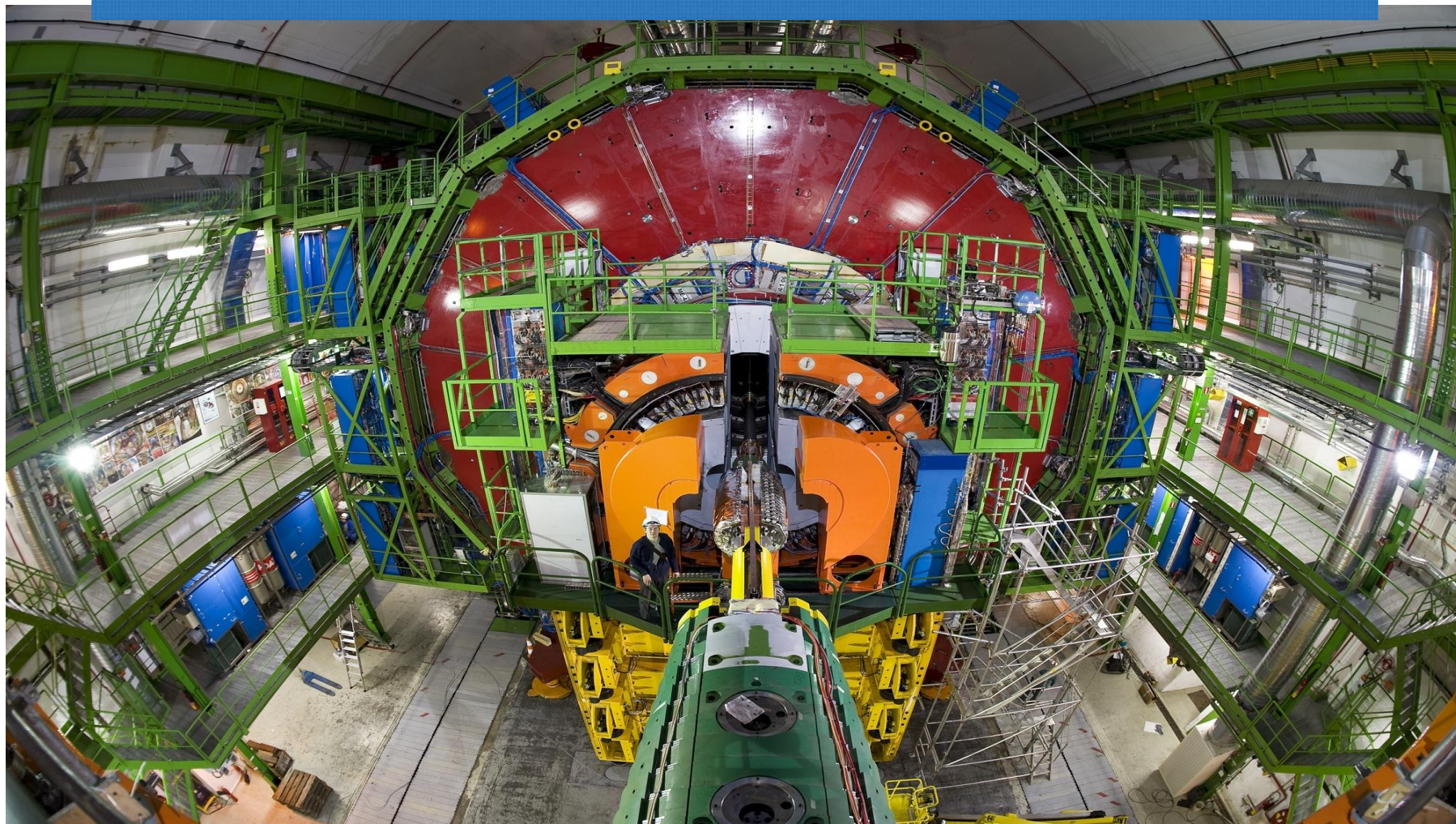


# ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"



Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



Национална учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти - педагози

Женева, 16.09-22.09.2024 г.



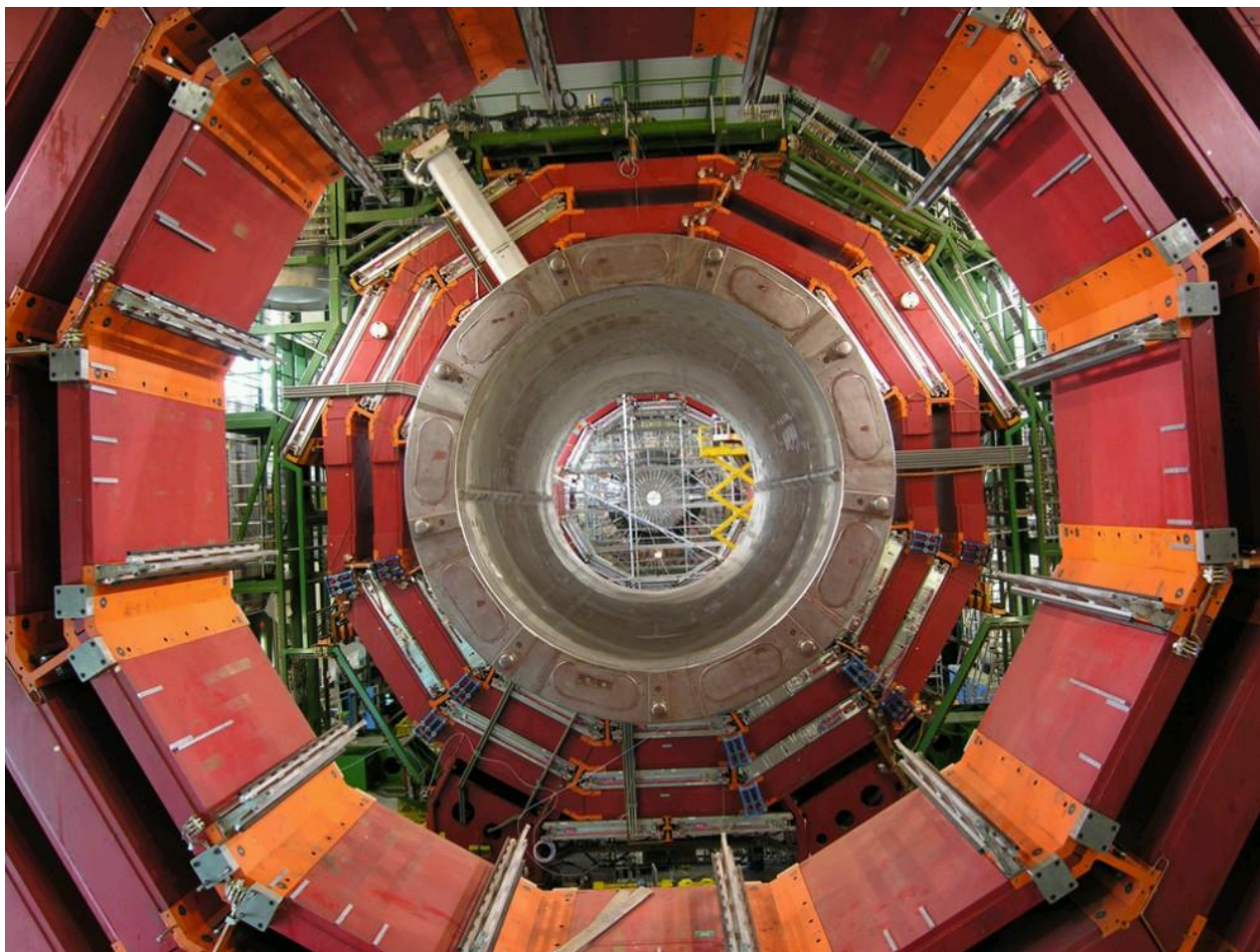
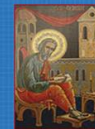
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



# ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



Национална учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти - педагози

Женева, 16.09-22.09.2024 г.



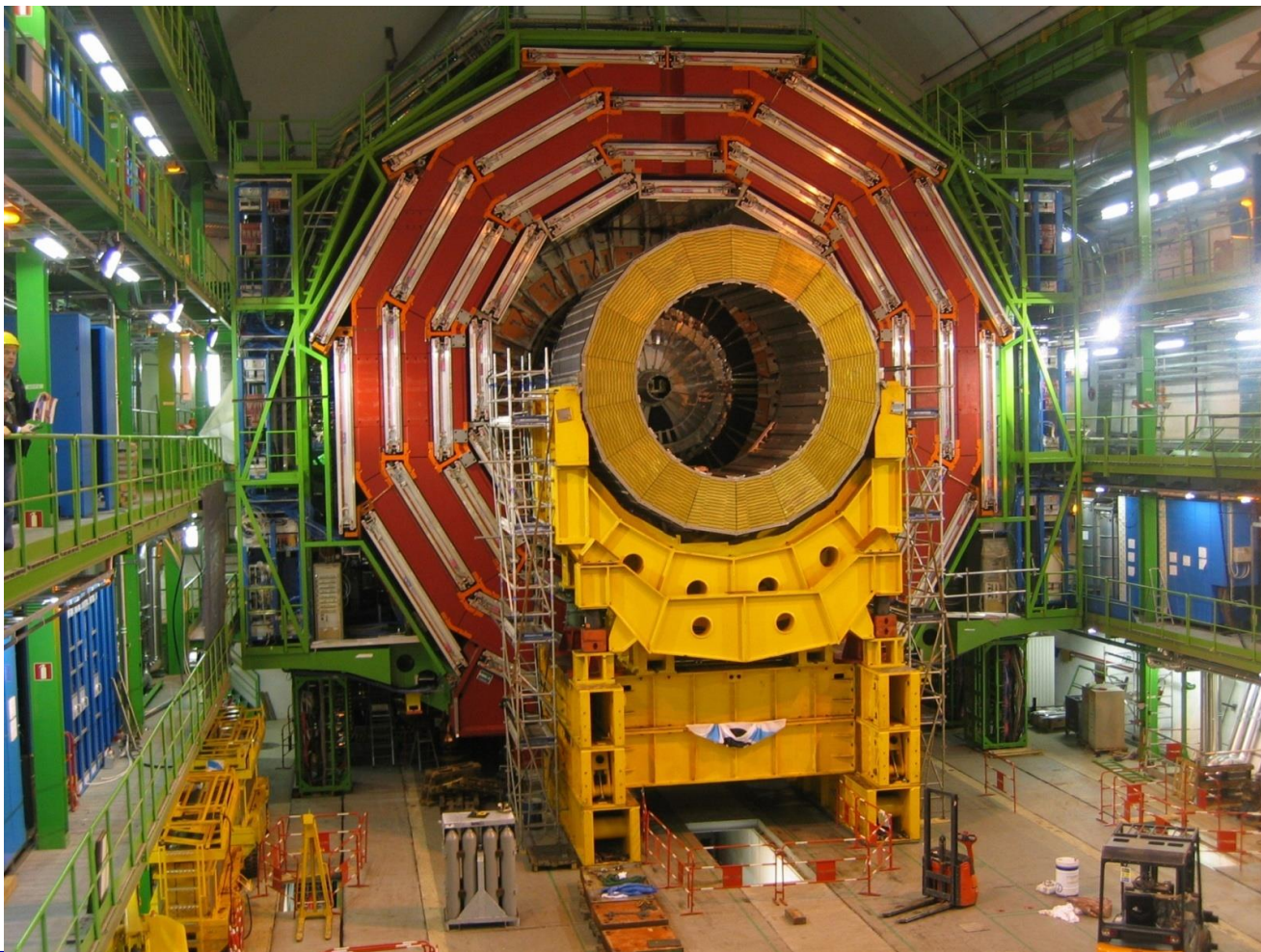
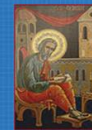
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



# ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



Национална учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти - педагози

Женева, 16.09-22.09.2024 г.



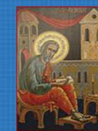
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



# ЕЛЕКТРОМАГНИТЕН КАЛОРИМЕТЪР В ЕКСПЕРИМЕНТА CMS В CERN

Национална учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти - педагози

Женева, 16.09-22.09.2024 г.



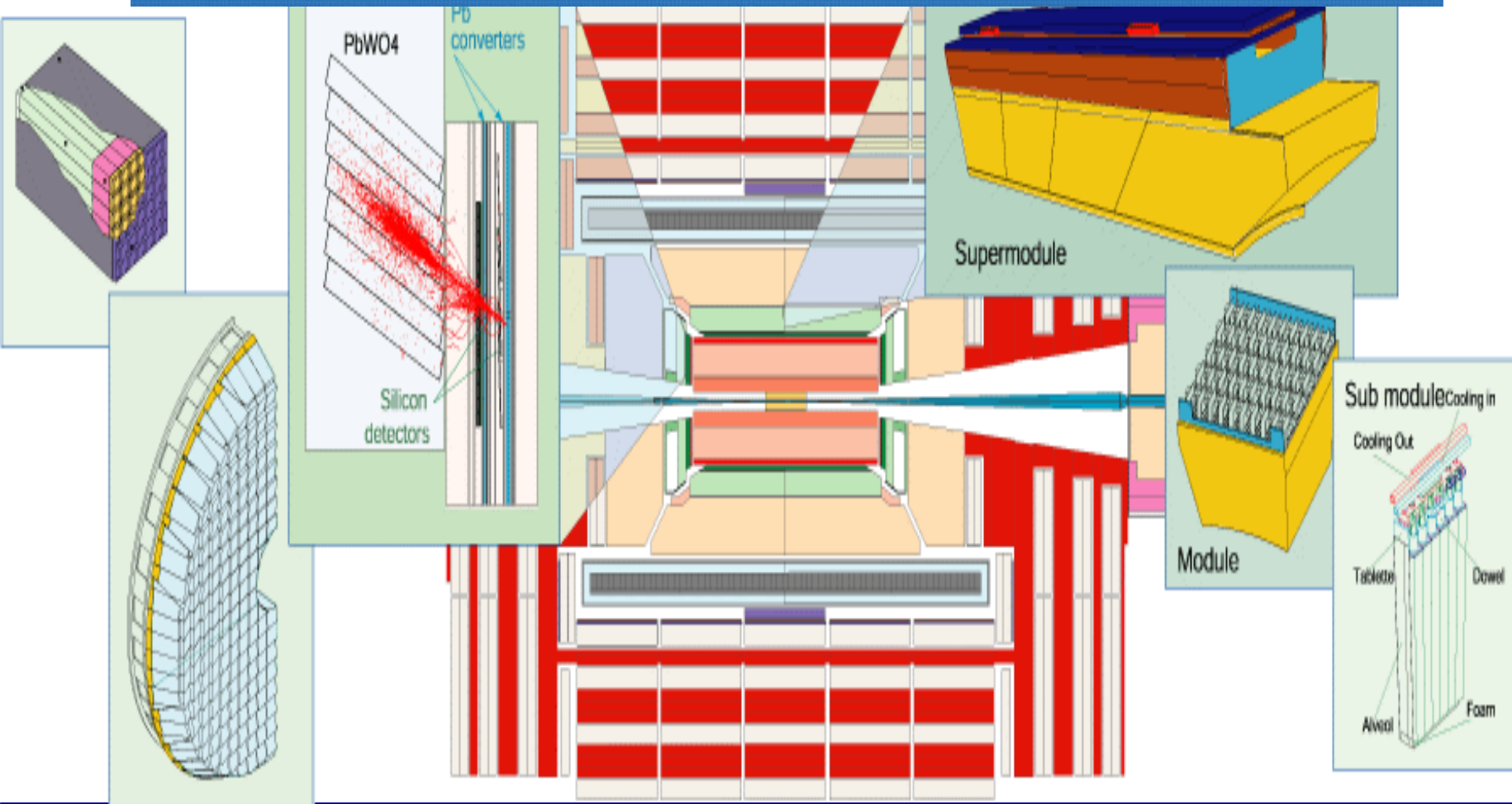
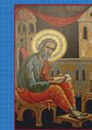
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



# ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

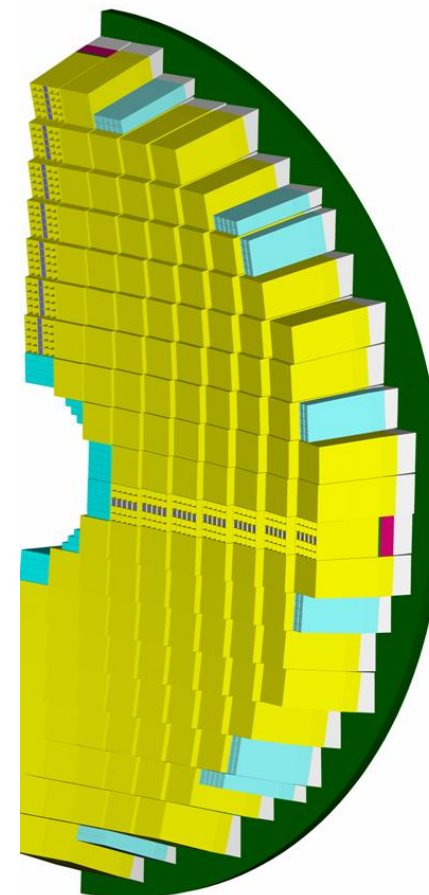
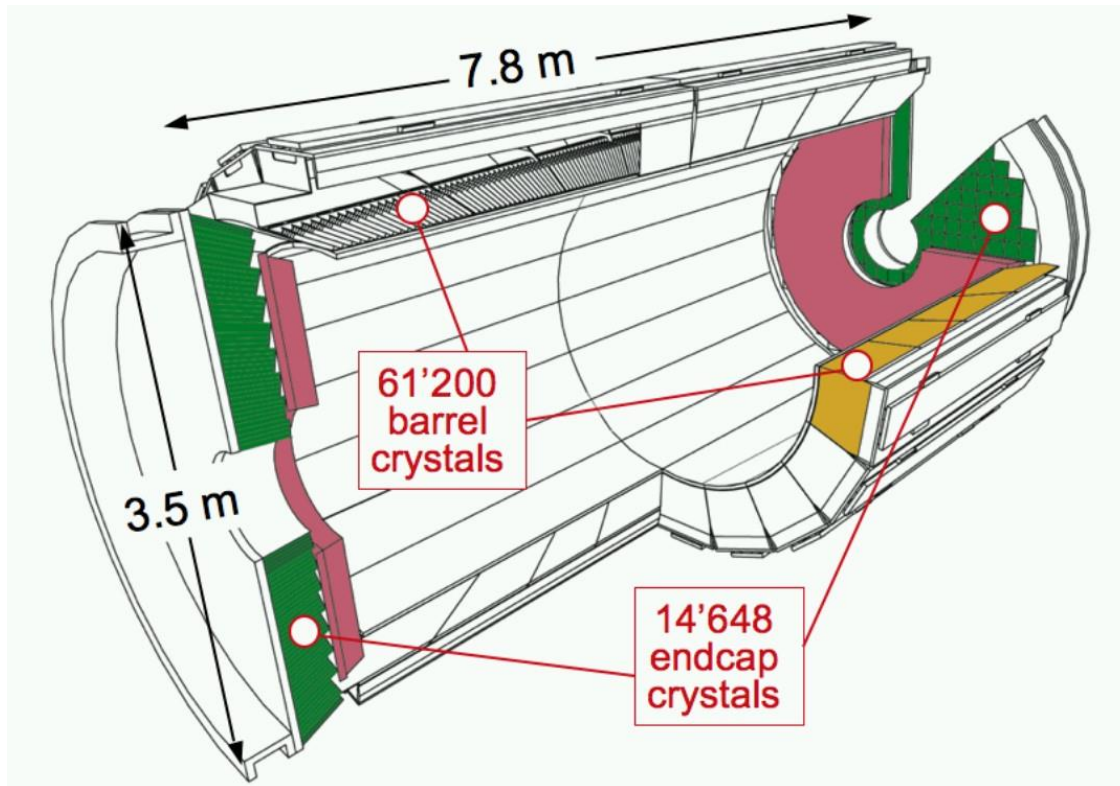
Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



Национална учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти - педагози

Женева, 16.09-22.09.2024 г.





## Supermodul

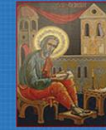


БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ

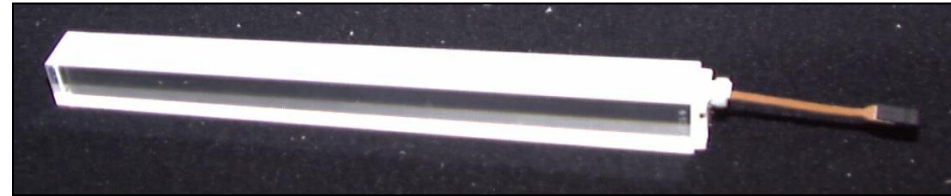
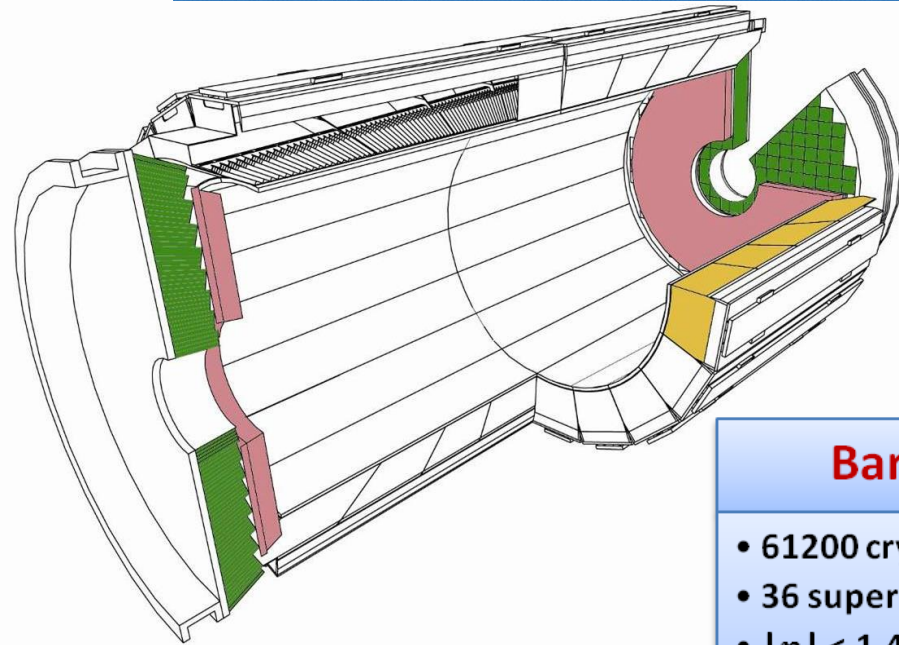


## ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"



Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



### Barrel

- 61200 crystals
- 36 super modules
- $|\eta| < 1.48$
- $\sim 26 X_0$

### End Caps

- 14648 crystals
- 4 Dees
- $1.48 < |\eta| < 3$
- $\sim 25 X_0$

### Preshower

- Pb/Si
- $1.65 < |\eta| < 2.6$
- $3 X_0$

## УСТРОЙСТВО НА ЕЛЕКТРОМАГНИТНИЯ КАЛОРИМЕТЪР

Lead Tungstate crystals (PbWO<sub>4</sub>)  
Fast scintillation: 80% of the light collected in  
25 ns



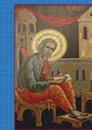
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



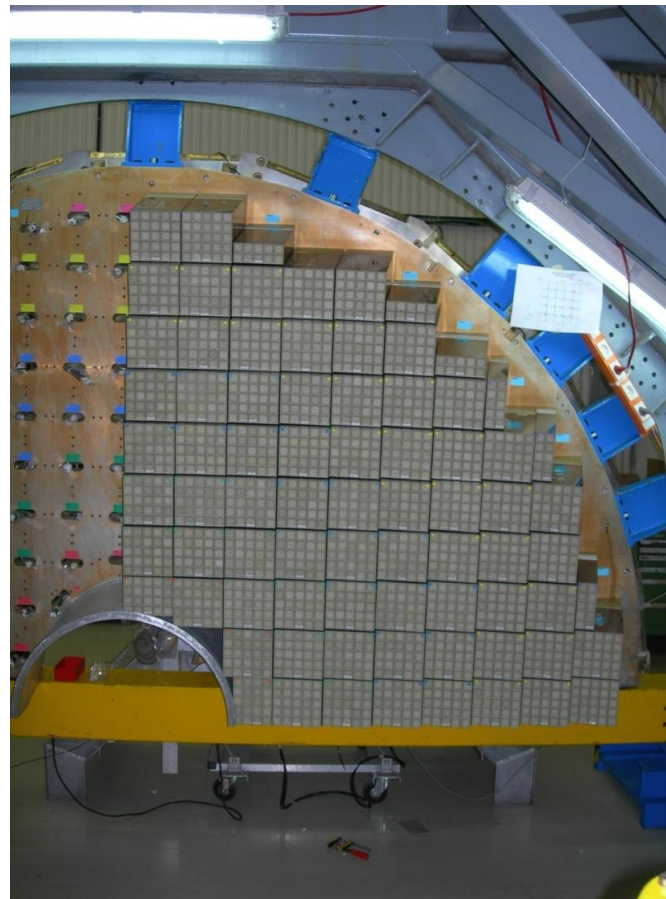
# ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



кристали



Национална учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти - педагози

Женева, 16.09-22.09.2024 г.



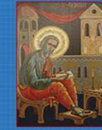
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



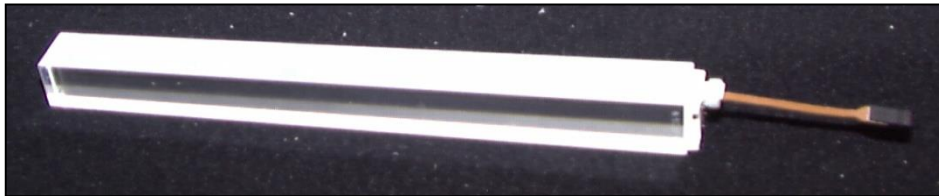
ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



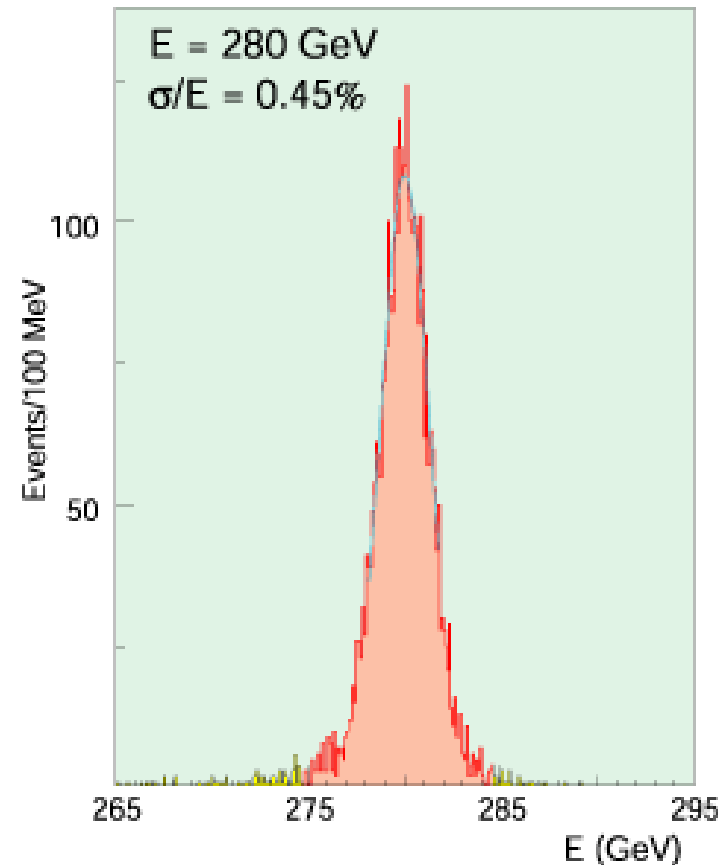
# КРИСТАЛИ



**Lead Tungstate crystals (PbWO<sub>4</sub>)**

**Характеристика:**

- **Fast scintillation:**
- **80% of the light collected in 25 ns**
- **Radiation length: 0.89 cm**
- **Moliere radius : 2.19 cm**





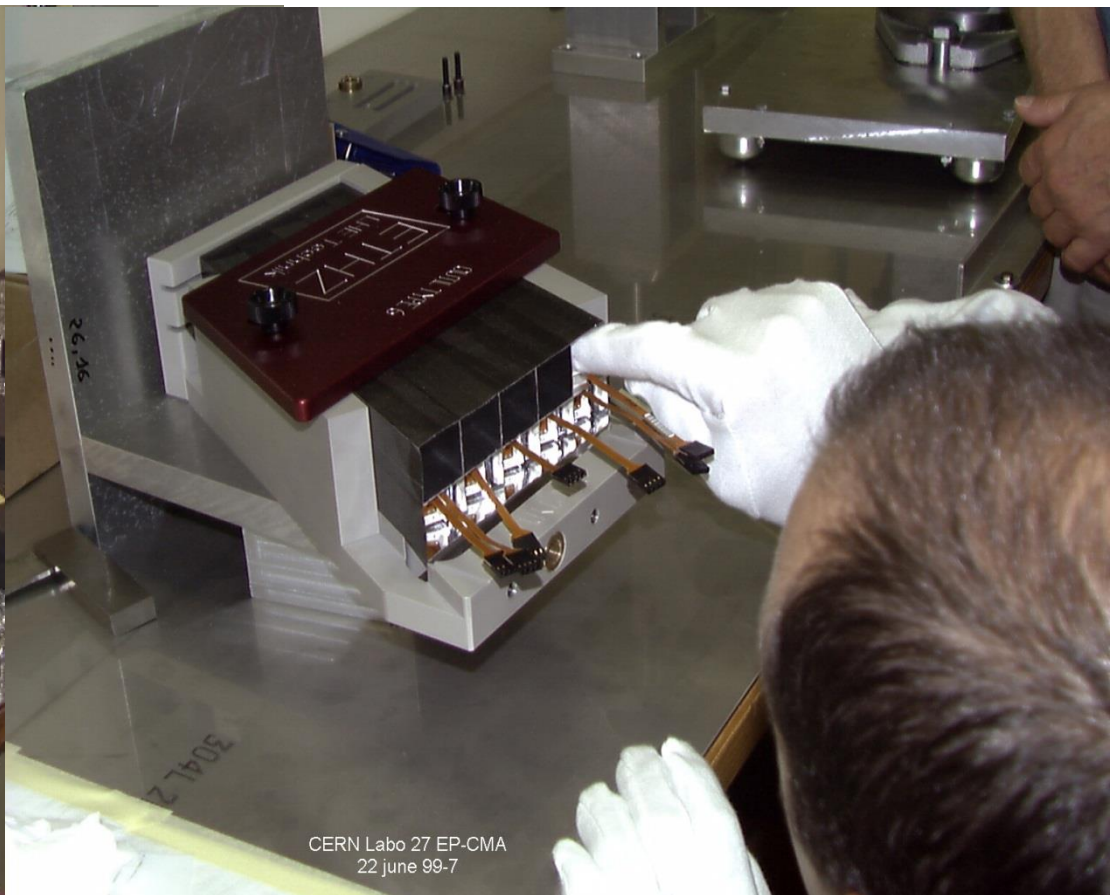
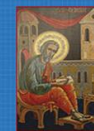
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



# ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



**Национална учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти - педагози**

**Женева, 16.09-22.09.2024 г.**



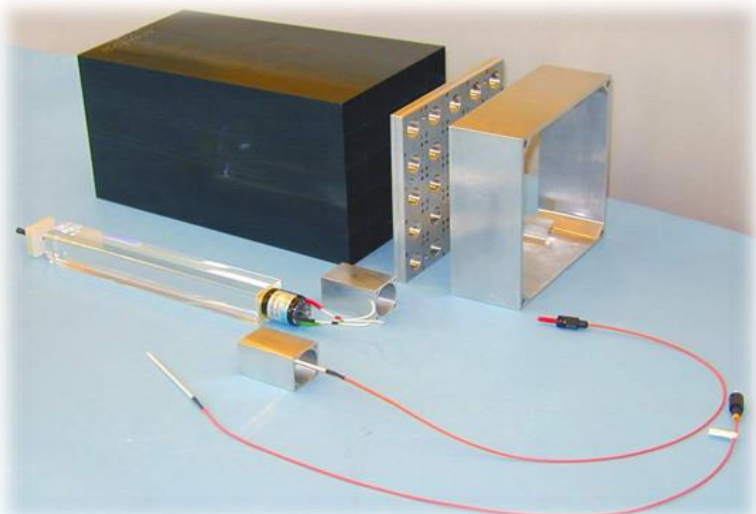
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



# ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

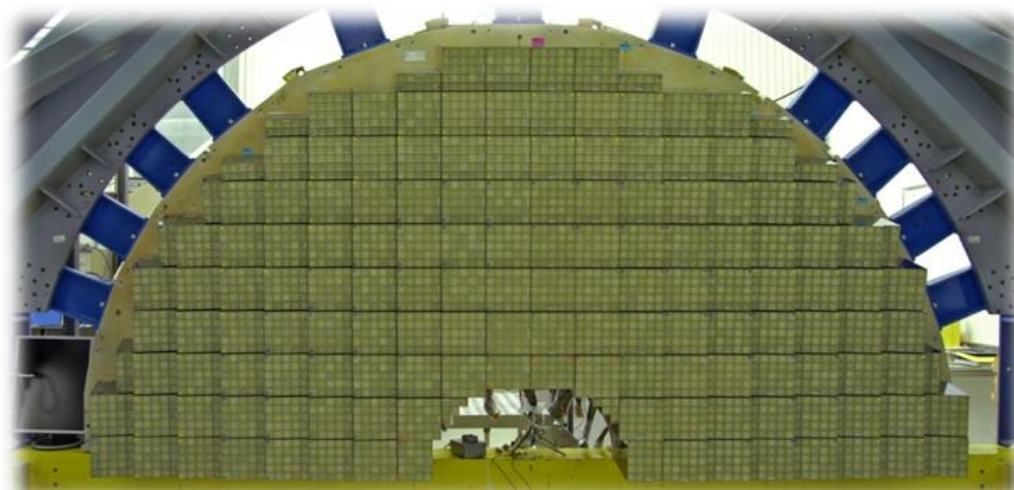
"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



## 4 "Dees" of 156 SCs each

- Installation and all tests of all 4 Dees completed just before closing LHC tunnel for the first beam test on 12 September 2008



Национална учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти - педагози

Женева, 16.09-22.09.2024 г.



БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"

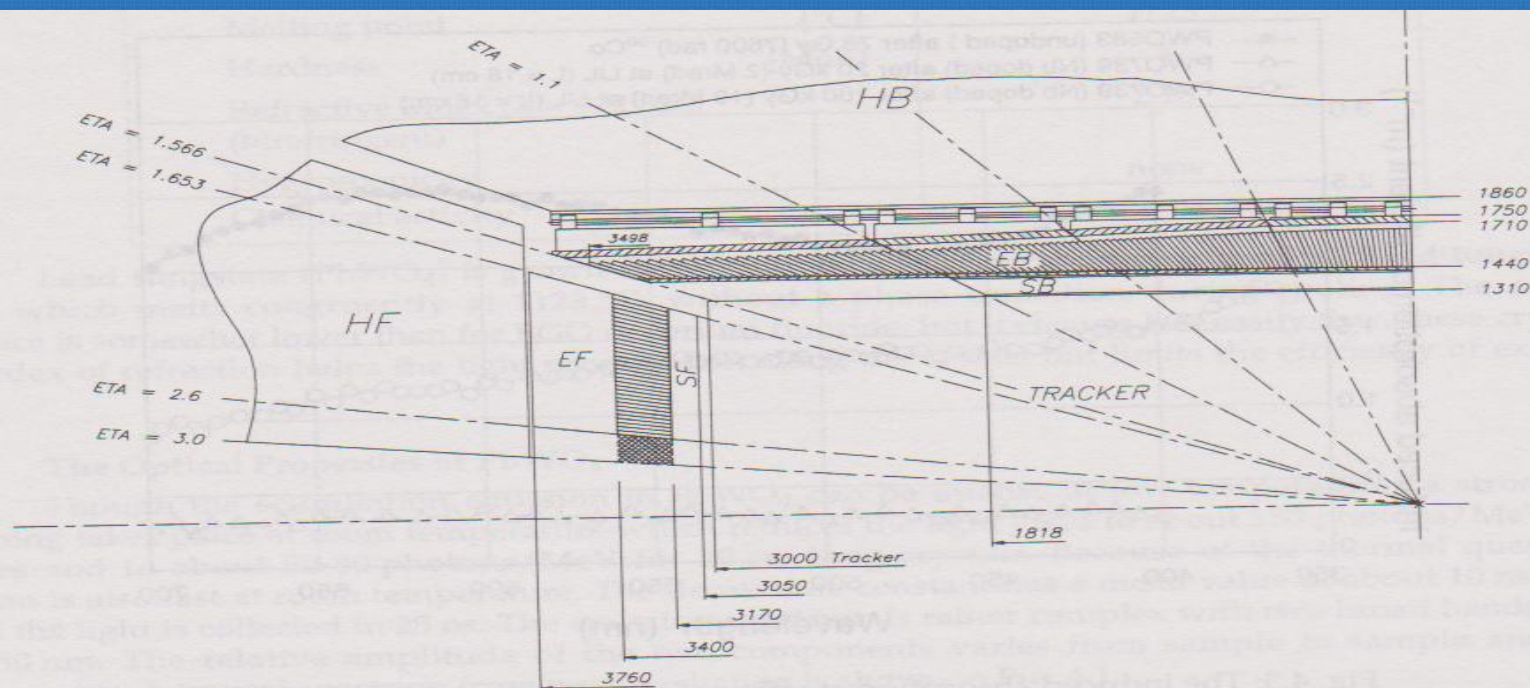
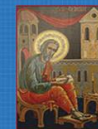


Fig. 4.4: The layout of the barrel and endcap  $\text{PbWO}_4$  electromagnetic calorimeter.

## Проект на направленията на кристалите в BARREL и END CAPS в ECAL

Национална учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти - педагози

Женева, 16.09-22.09.2024 г.



БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



# ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"

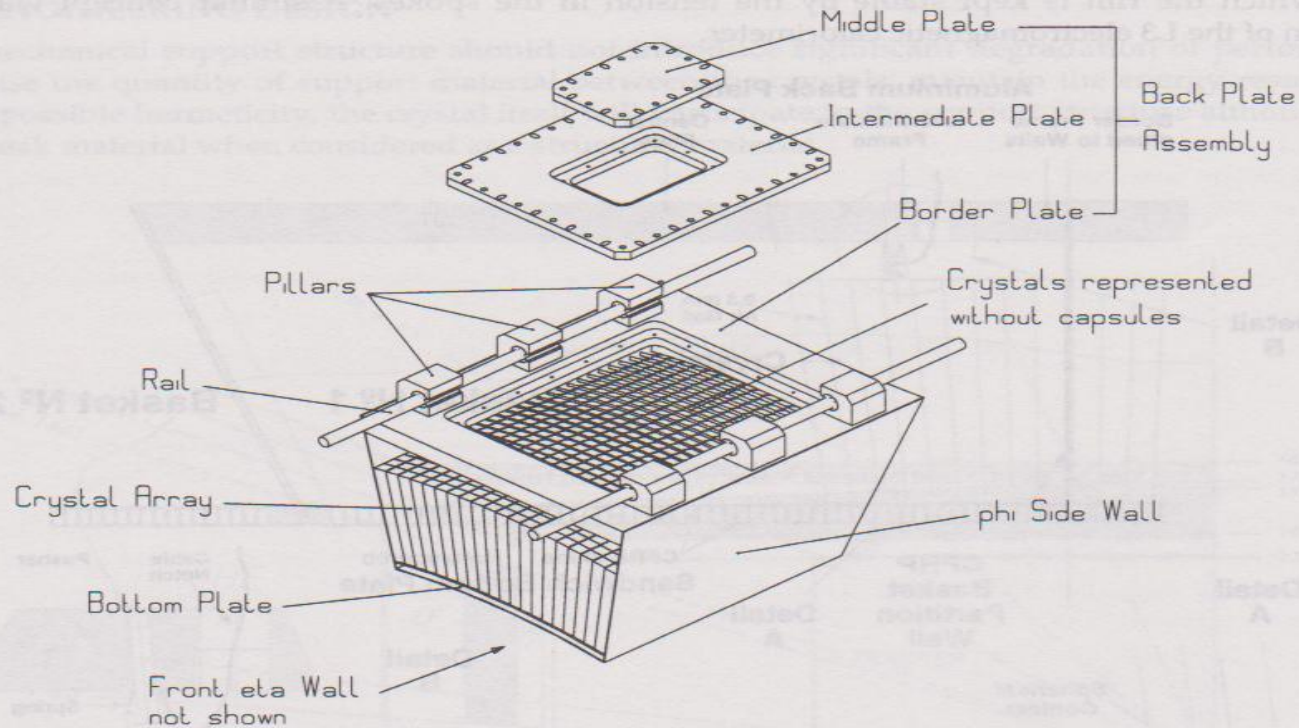
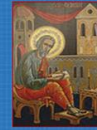


Fig. 4.6: An exploded view of a basket and the details of the rail system.

A thin air gap must be maintained between the side faces of the crystals to allow for

## Проект на конструкцията на "кошница" за разполагането на кристалите в ЕСАЛ

Национална учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти - педагози

Женева, 16.09-22.09.2024 г.





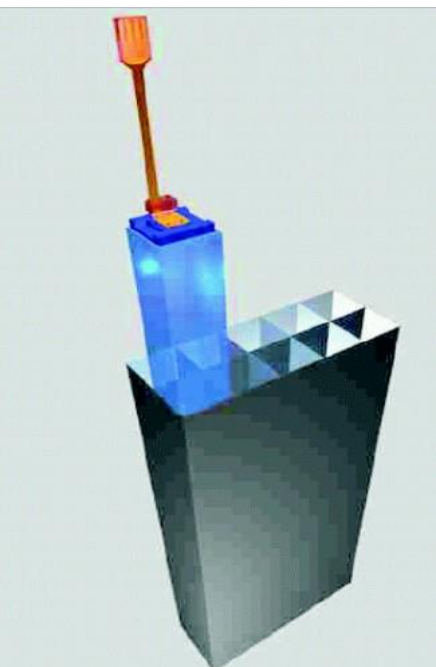
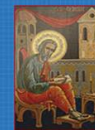
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



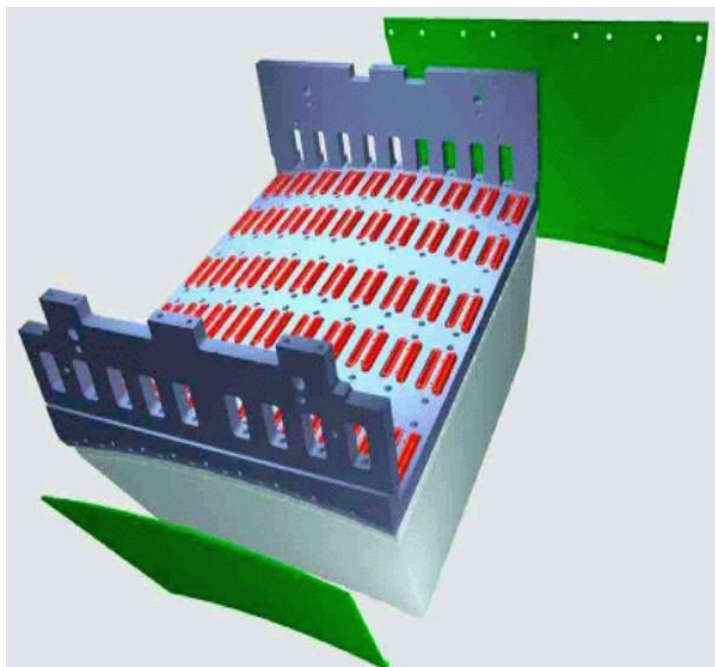
# ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

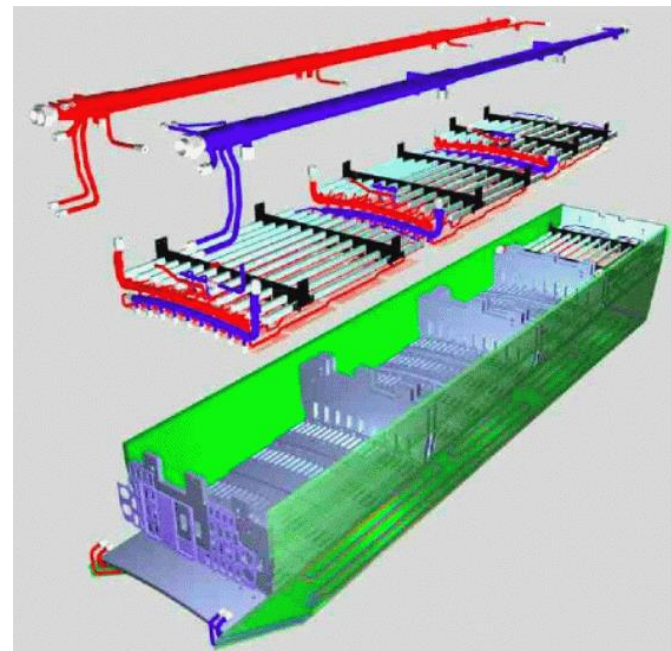
Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



**Алвеолен модул**



**Модул тип "Кошница"**



**Супер модул**

Национална учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти - педагози

Женева, 16.09-22.09.2024 г.



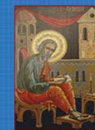
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



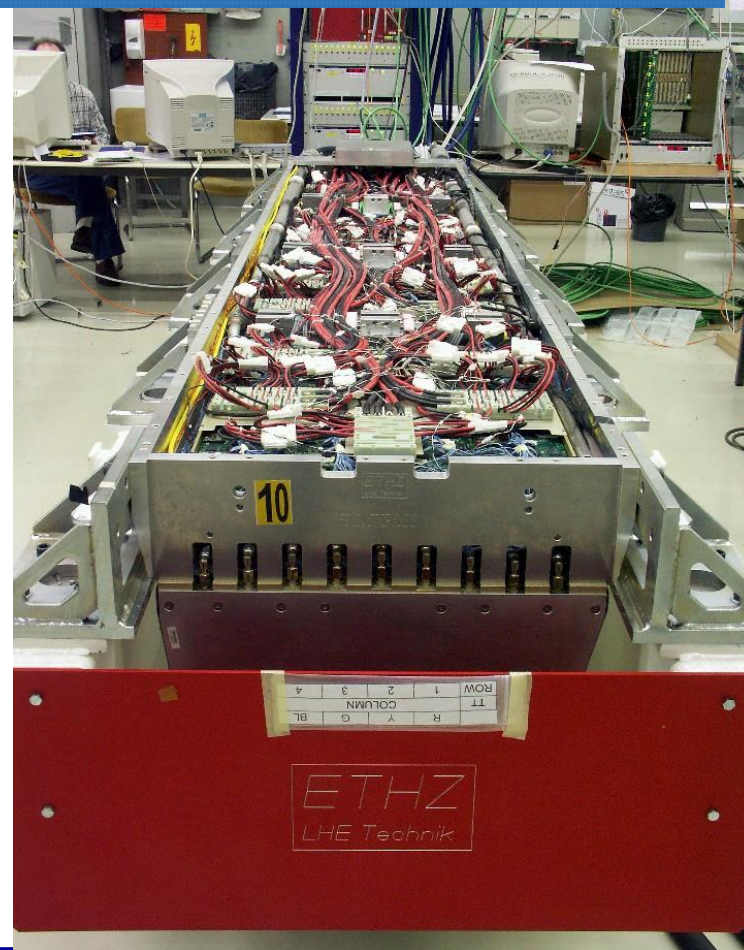
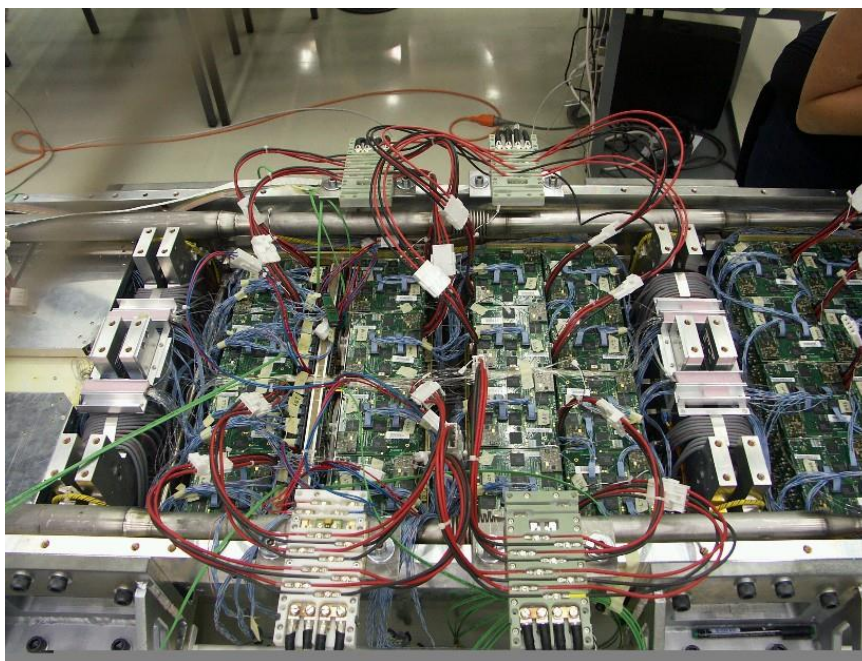
ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



## Монтаж, настройка и тестване на супермодул в лабораторни условия



Национална учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти - педагози

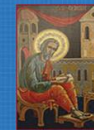
Женева, 16.09-22.09.2024 г.



# ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



steel in which the rim is kept stable by the tension in the spokes. A similar concept was used for the construction of the L3 electromagnetic calorimeter.

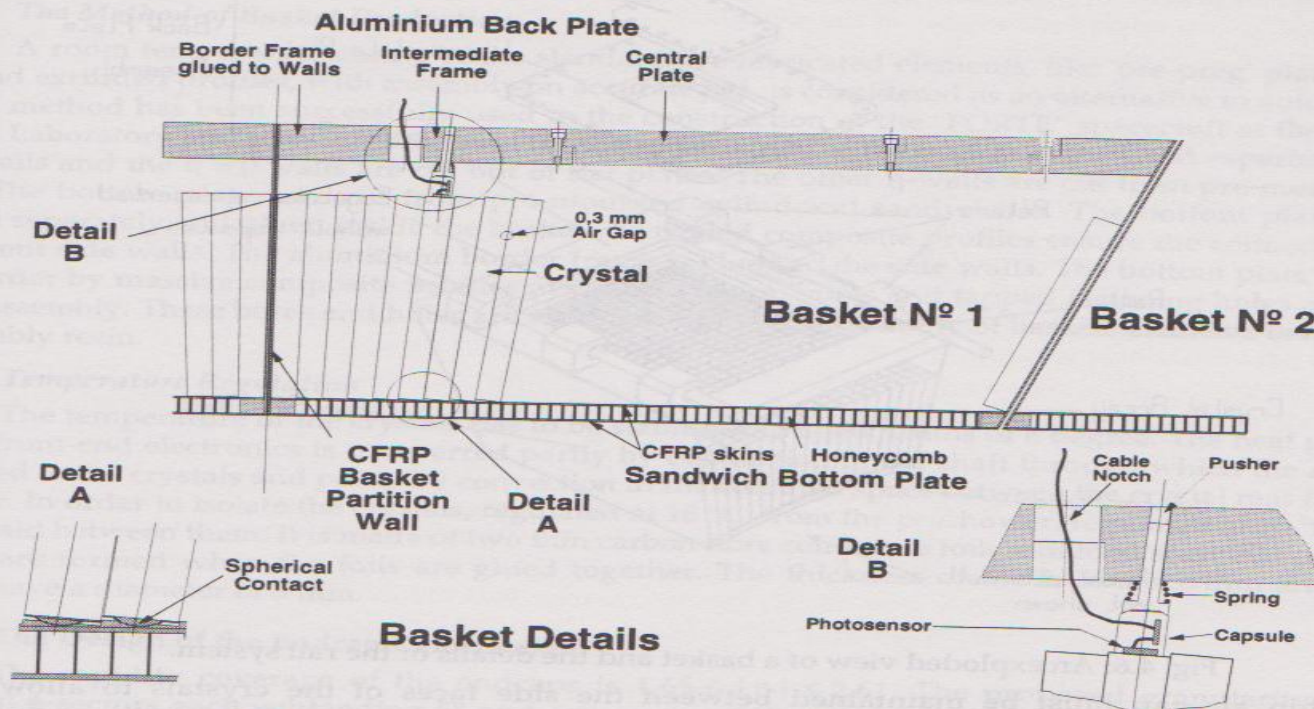


Fig. 4.5: The longitudinal cut of a basket showing how the crystals are held by the pressing mechanism.

## Проект на разположение на кристалите и начин на закрепването им в ECAL



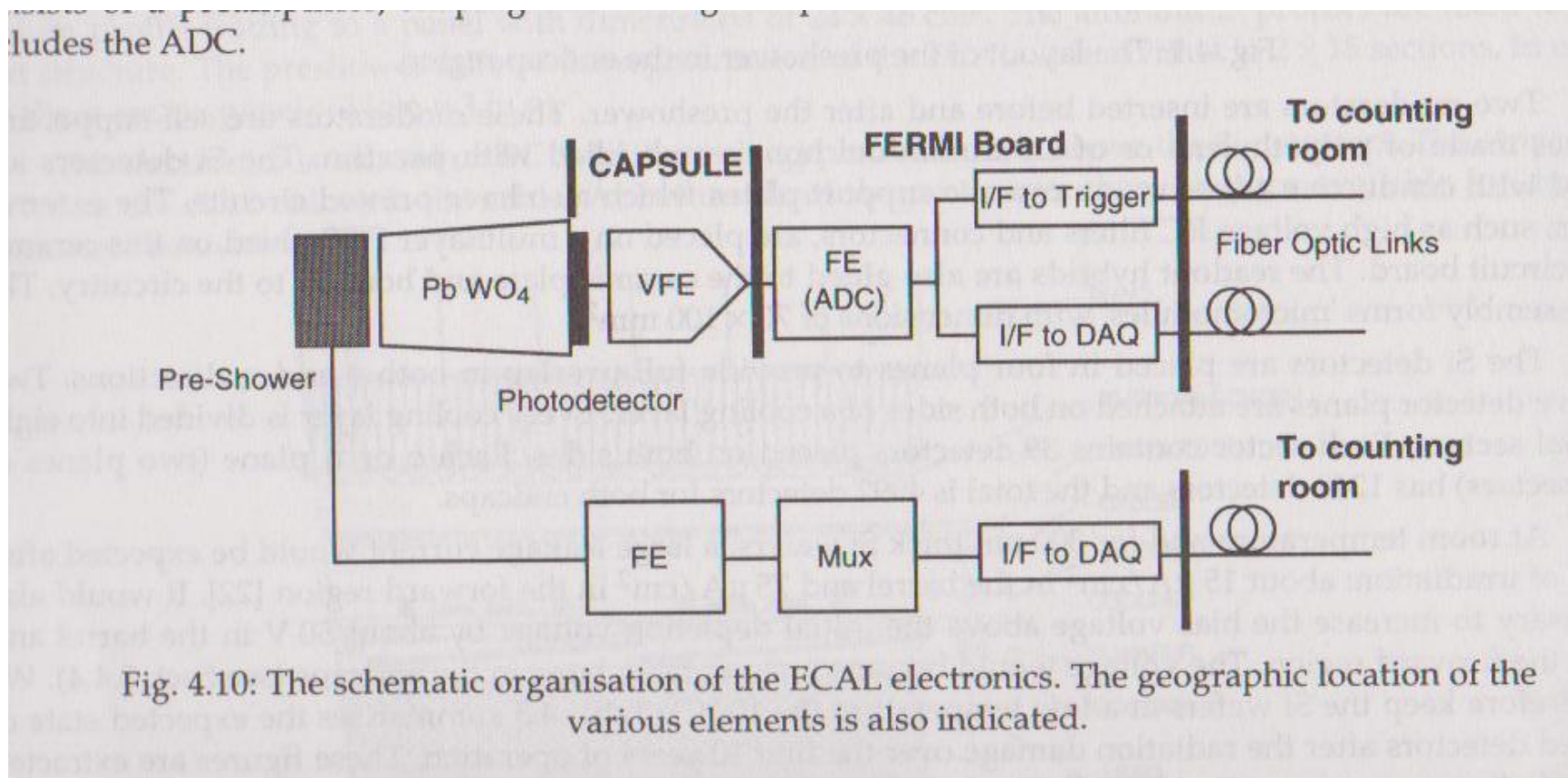
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



## ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



## Схема на електрониката на предния край на ECAL,CMS

Национална учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти - педагози

Женева, 16.09-22.09.2024 г.



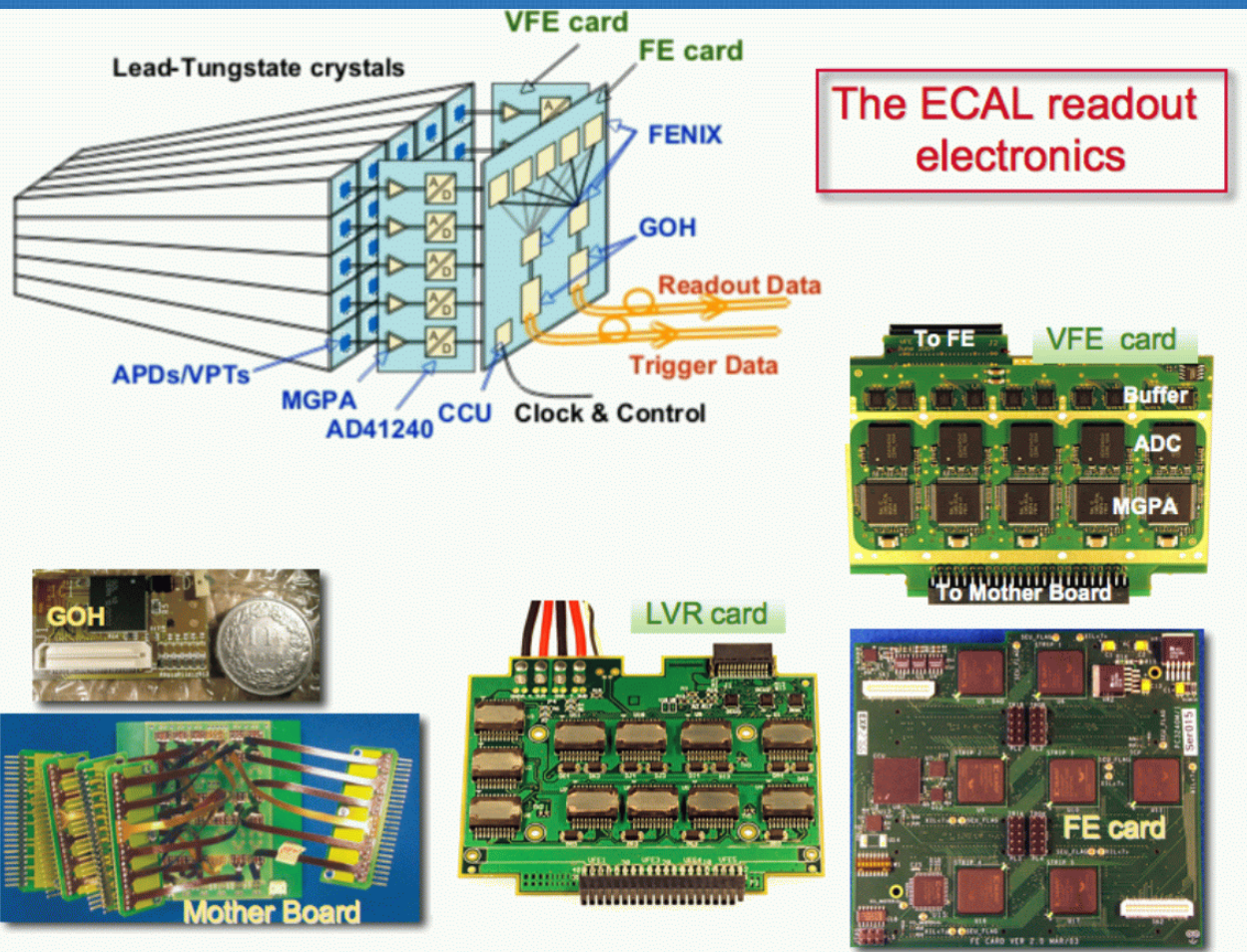
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



# ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



Национална учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти - педагози

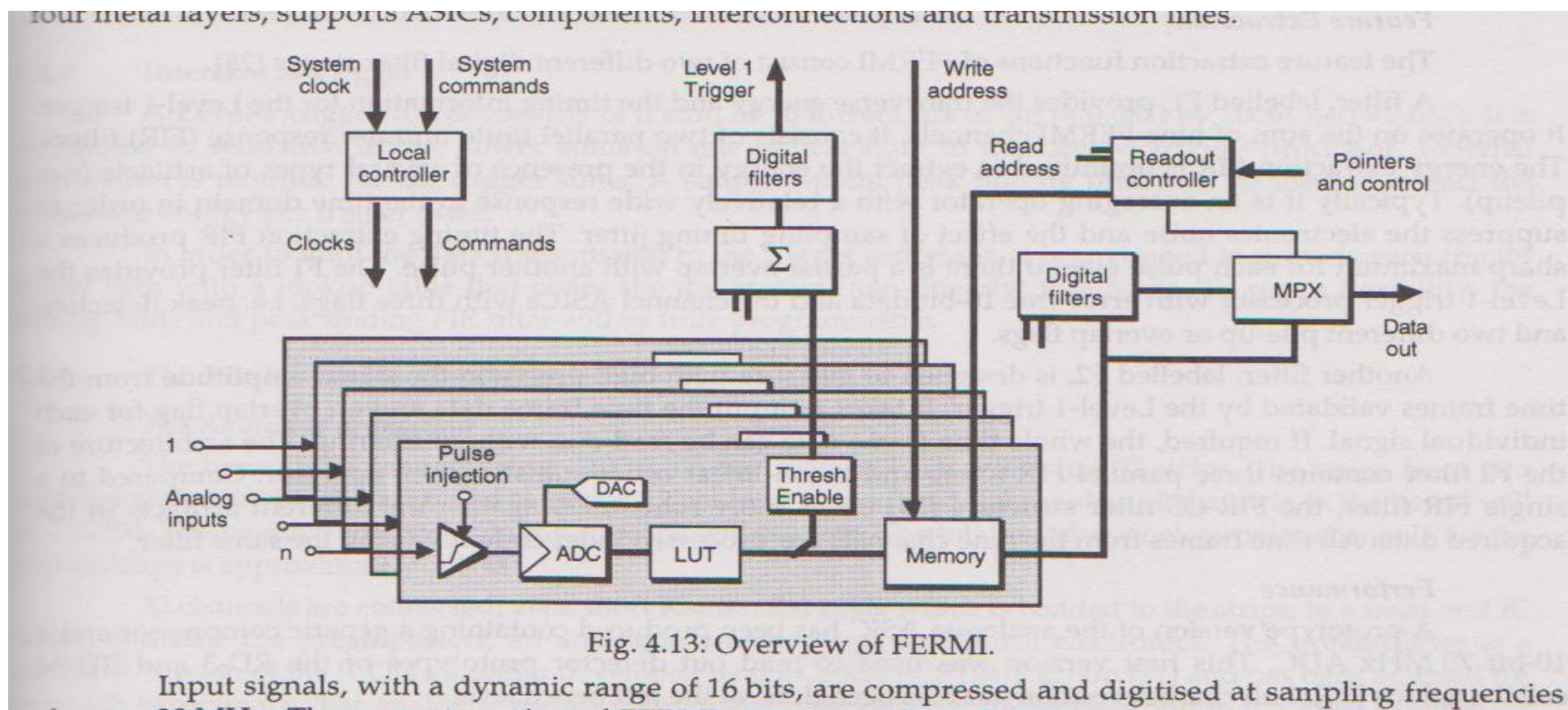
Женева, 16.09-22.09.2024 г.



# ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



## Схема на електрониката за формиране на данните на ECAL,CMS

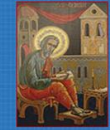


БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ

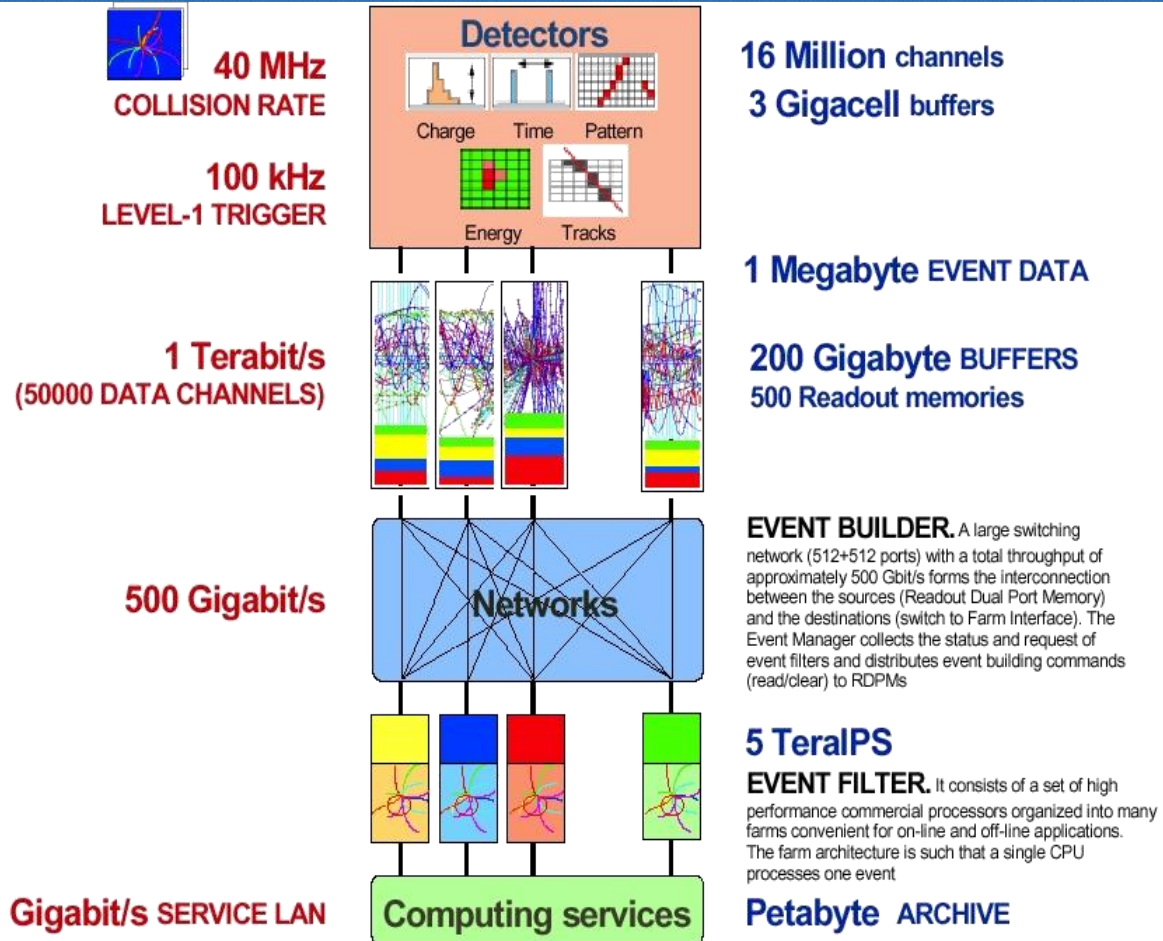


# ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"



Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"





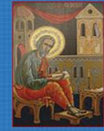
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



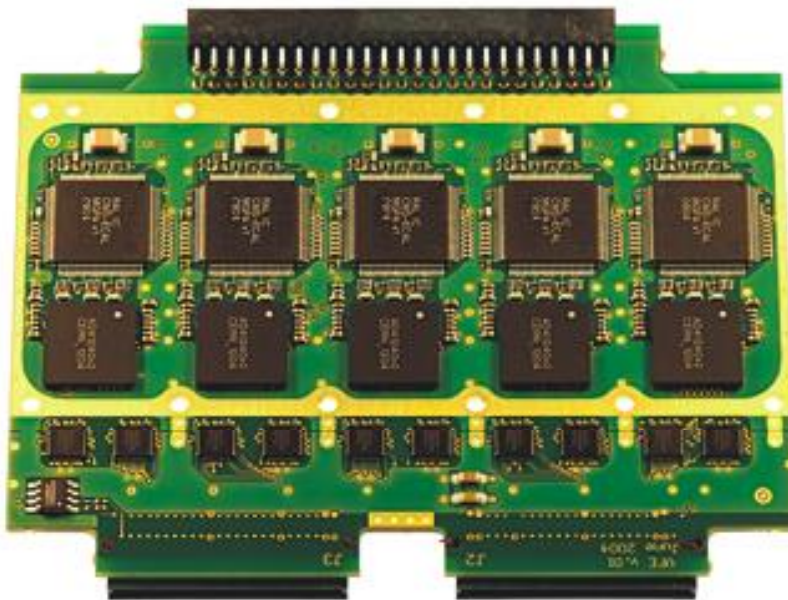
# Very Front End Electronics

digitize once every 25 ns the energy in all crystals

MGPA

ADC

LVDS\_Rx



ENC: 8000e- gain 6, 12

ENC: 28000e- gain 1

Noise: ~40 MeV (g12)

ADC: 12 bit (ENOB 10.9), 40 MHz

Национална учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти - педагози

Женева, 16.09-22.09.2024 г.





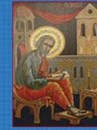
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



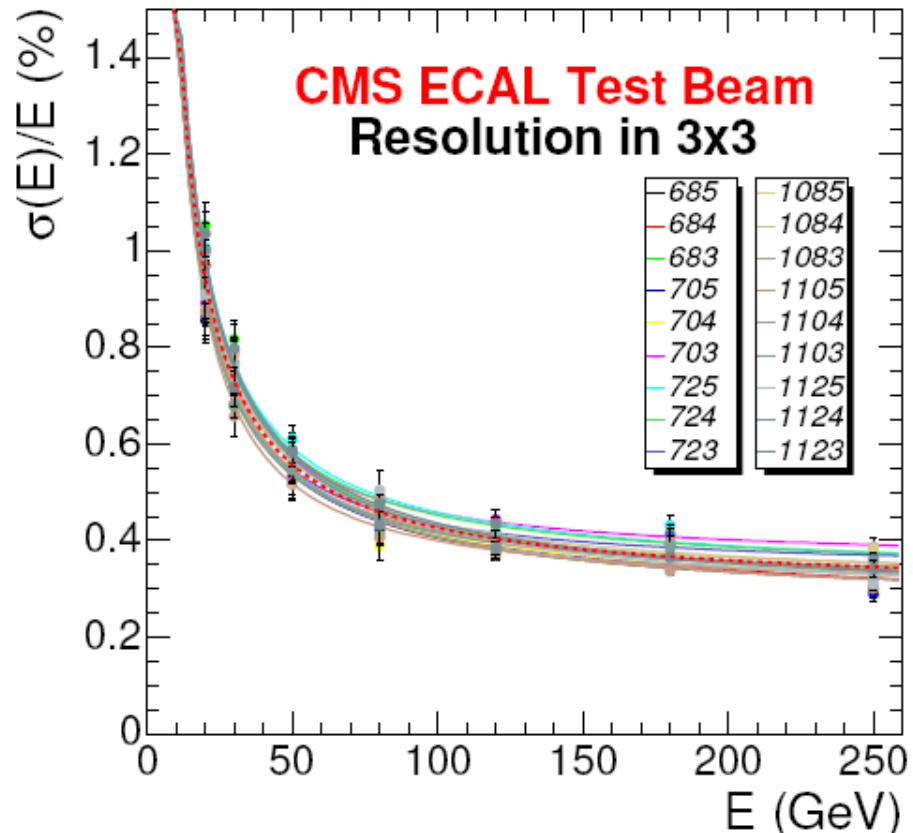
# ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



## Energy Resolution





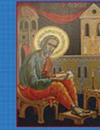
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



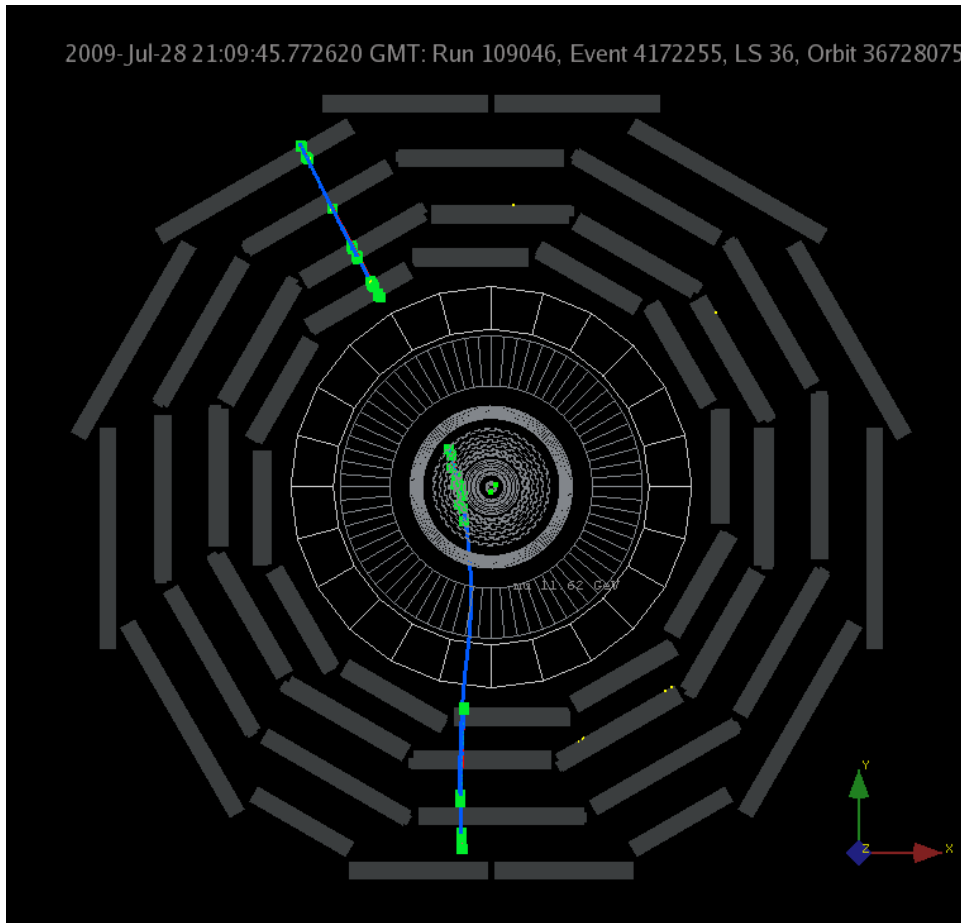
# ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

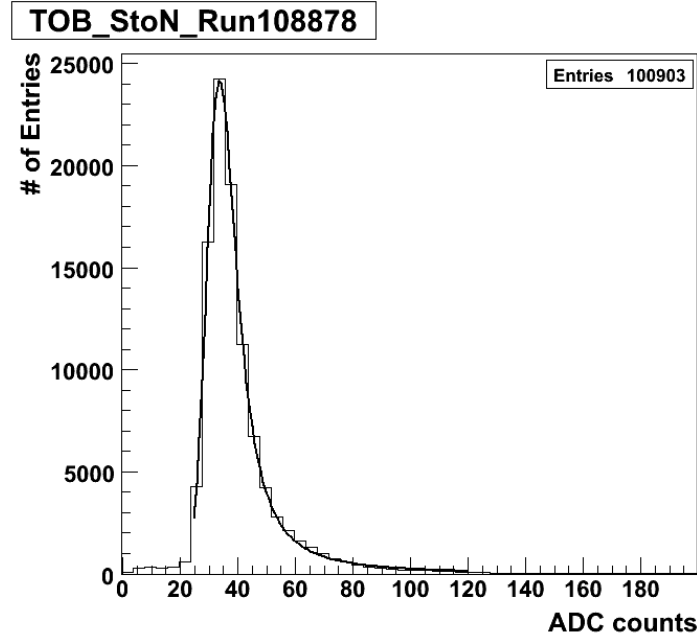
Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



2009-Jul-28 21:09:45.772620 GMT: Run 109046, Event 4172255, LS 36, Orbit 36728075,



## 3.8TeV Събитие



Национална учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти - педагози

Женева, 16.09-22.09.2024 г.



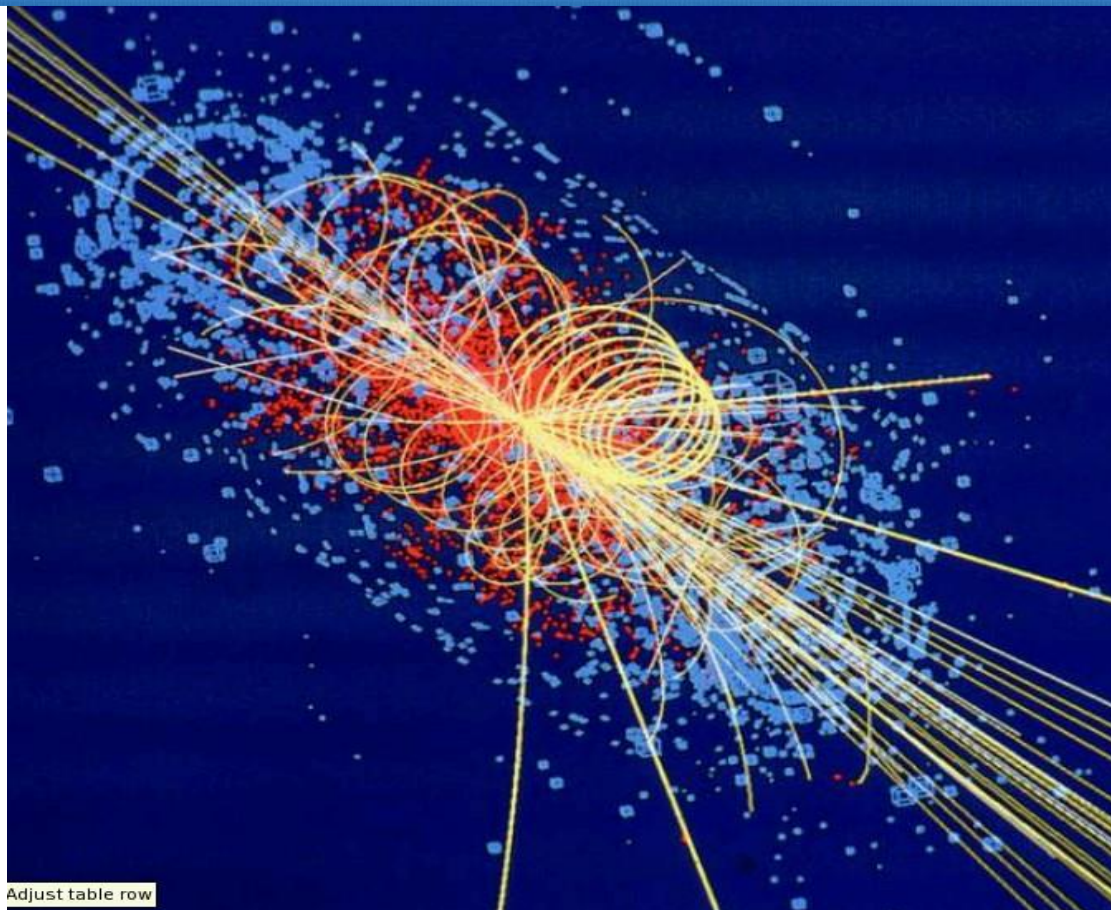
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



# ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



**Протон – протон взаимодействие в CMS**

Национална учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти - педагози

Женева, 16.09-22.09.2024 г.



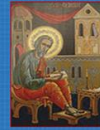
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



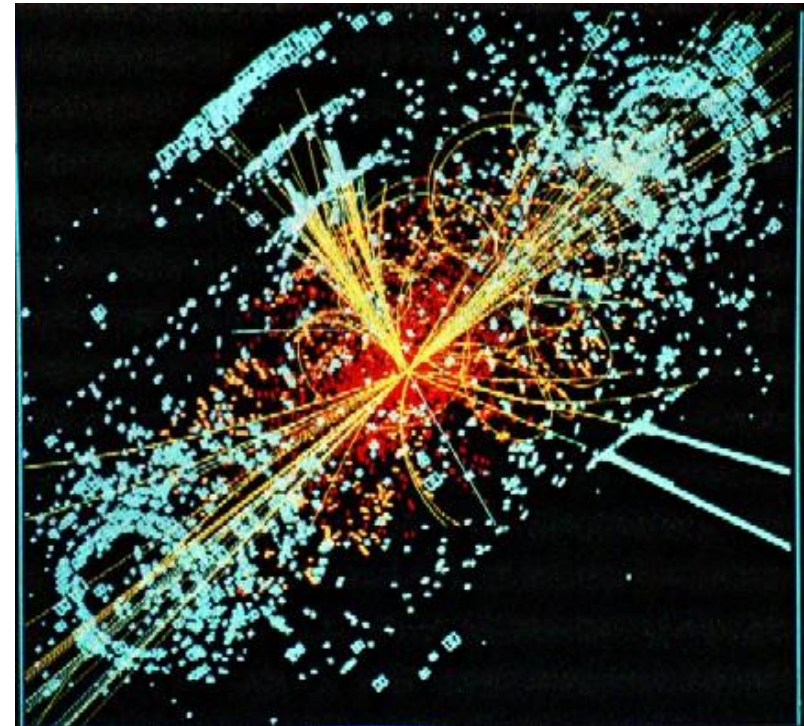
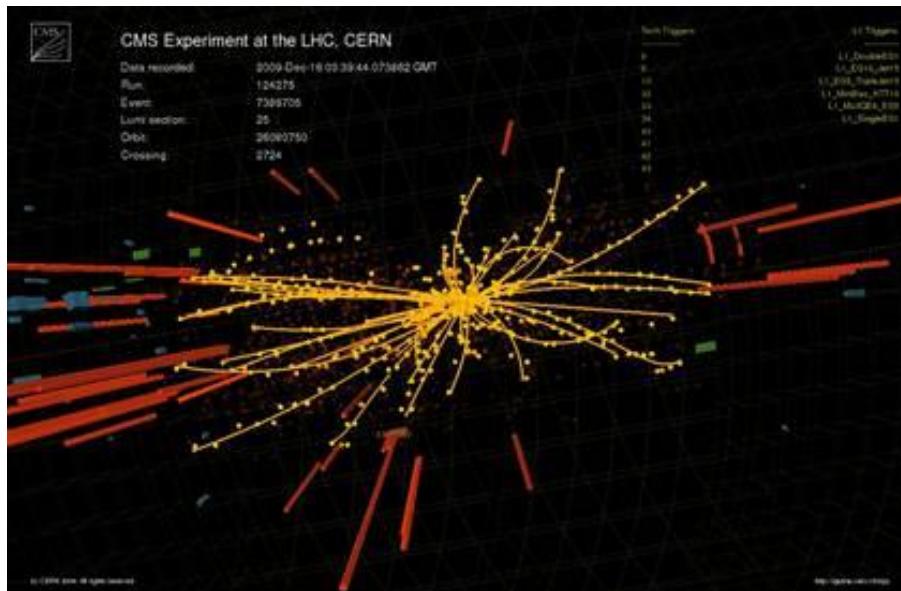
## ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



# Събитие



CMS ~ 100 милиона канала

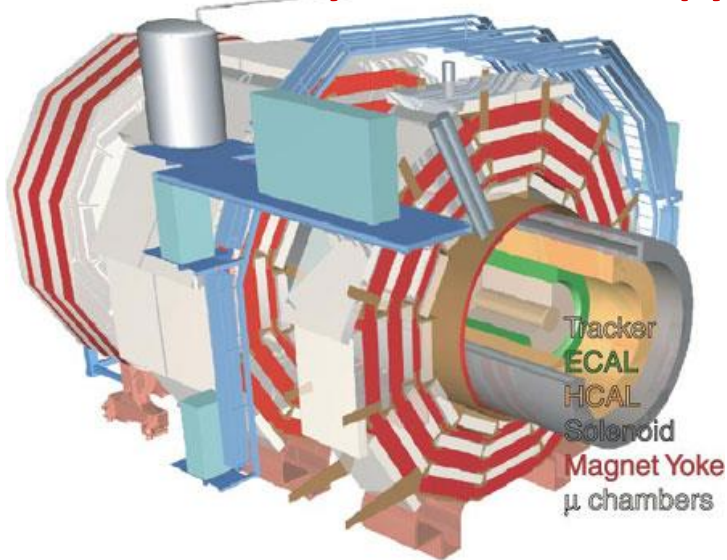
цифрова камера ~ 6 милиона пиксела, но CMS прави "цифрова снимка" 40 милиона пъти в секунда !!

Национална учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти - педагози

Женева, 16.09-22.09.2024 г.

## Приноси на ИСИР-БАН при конструирането на CMS Detector at LHC

От 1998 участие в конструирането на CMS detector



**Electronics Integration of the CMS Electromagnetic Calorimeter**

(W. Luster mann)

**Bonding of TEC modules for the Silicon Strip Detector**

(W. Luster mann, K. Freudenreich)

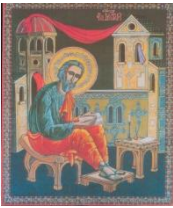
**Participation with CAD experts in the Engineering and Integration Center of CMS**

(G. Faber, A. Ball)

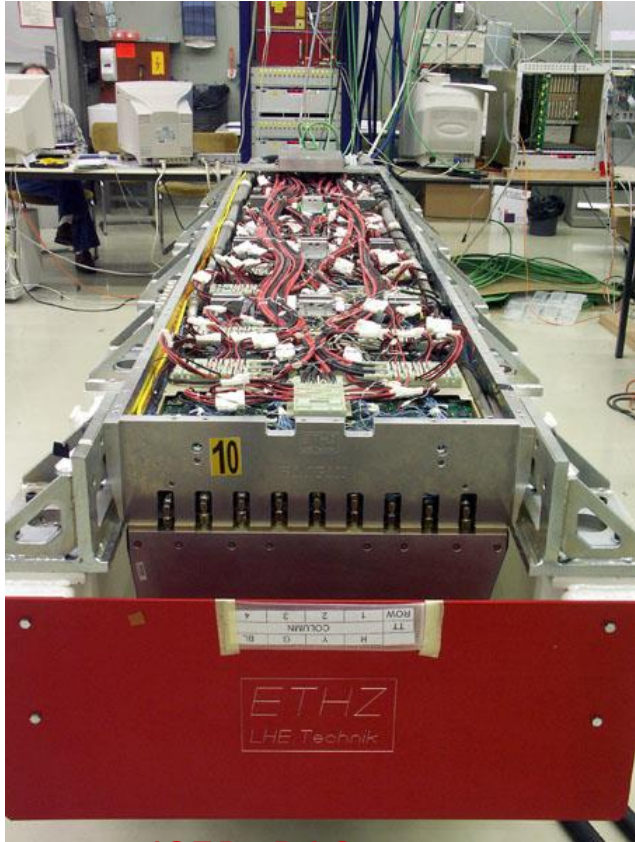
**Work on the CMS Equipment Management Database**

(G. Faber, A. Ball)

Like for L3, all activities in CMS are carried out in the framework of a collaboration agreement with the Institute for High Energy Physics of ETH Zurich.



## Участие в интегрирането на електрониката в CMS Electromagnetic Calorimeter



Preparation of the infrastructure and of the integration stands in the ECAL integration center.

Construction of an ECAL Single Trigger Tower test stand.

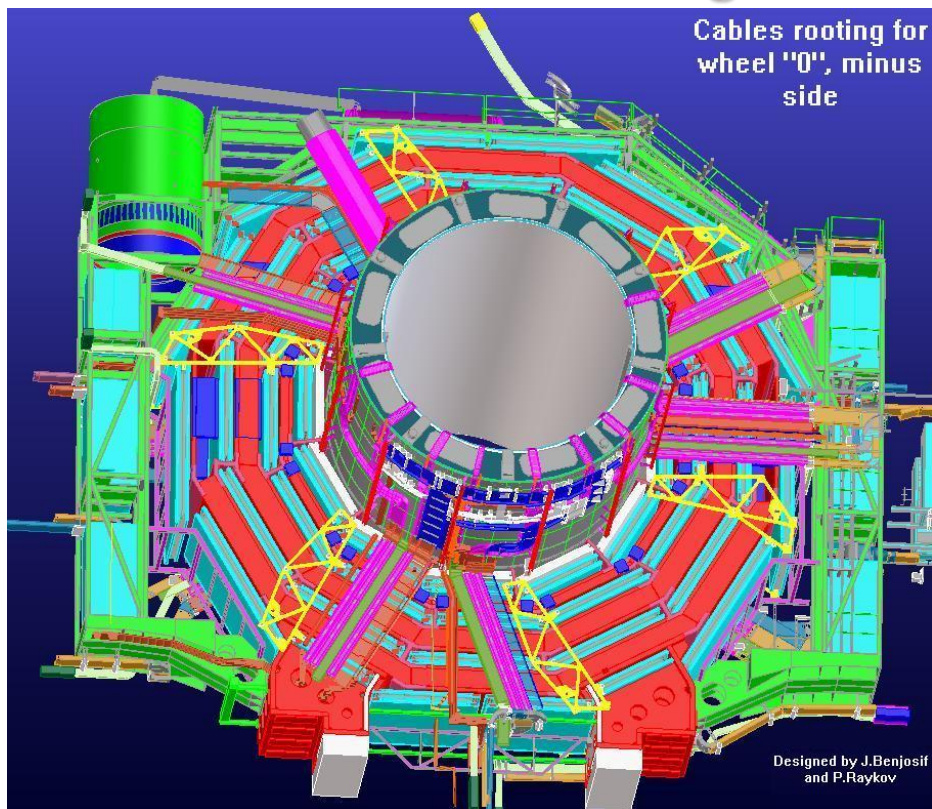
During 2006 and 2007 participation in the ECAL barrel electronics integration and commissioning effort.

ECAL Cable production.

Coordination: W. Lustermann (ETH Zurich)

**ISER-BAS** participants: R.Zahariev, S. Stoenchev, E. Petrov, K. Stanishev, K. Zagurski, A. Hristov, M. Peynekov, G. Georgiev, D.Lichkov

## Дейност в CMS Engineering and Integration Center



Example of cable rooting design for the CMS Tracker

Cable rooting design  
Design of the cable tray cooling  
Measurement device design  
Tower for observation and service

Coordination:

G. Faber (ETH Zurich)

A. Ball (CERN)

**B. IR-BAS** participants: J. Beniozev,  
P. Atanasov, K. Mihovski

## Създаване на база данни за мениджмънт на CMS Екипировката



IR-BAS participates in development of the new CMS Equipment Management Database including an easy to use WEB interface.

This Database will collect all information about the equipment, installed in the CMS detector.

Coordination:

G. Faber (ETH Zurich)

A. Ball (CERN)

IR-BAS participant:

D. Uzunova,

F.Georgieva -TU Sofia





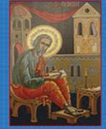
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



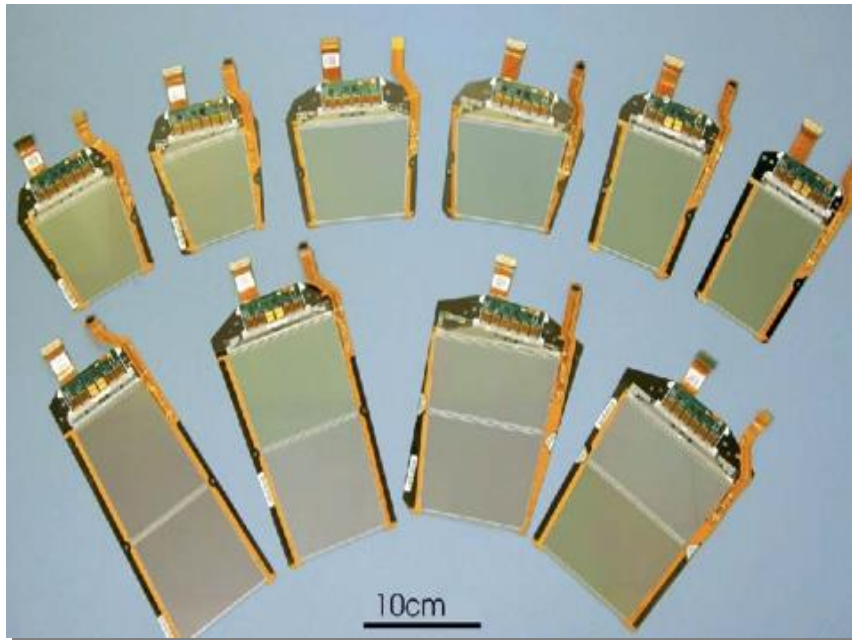
ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



## Технология по залепване на TEC Modules at Bonding Lab at CERN

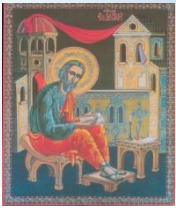


**Bonded and tested 1091 TEC modules  
(4 different geometries)**



G. Petrov, V. Alexandrov  
(2 FTEs for 3 years)

Coordination: W. Lustermann and  
K. Freudenreich  
(ETH Zurich)



# ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА - БАН



**Група участници от ИР-БАН, заедно с доайена на българската група проф. Ботьо Бетев**

**Национална учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти - педагози**

**Женева, 16.09-22.09.2024 г.**



БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

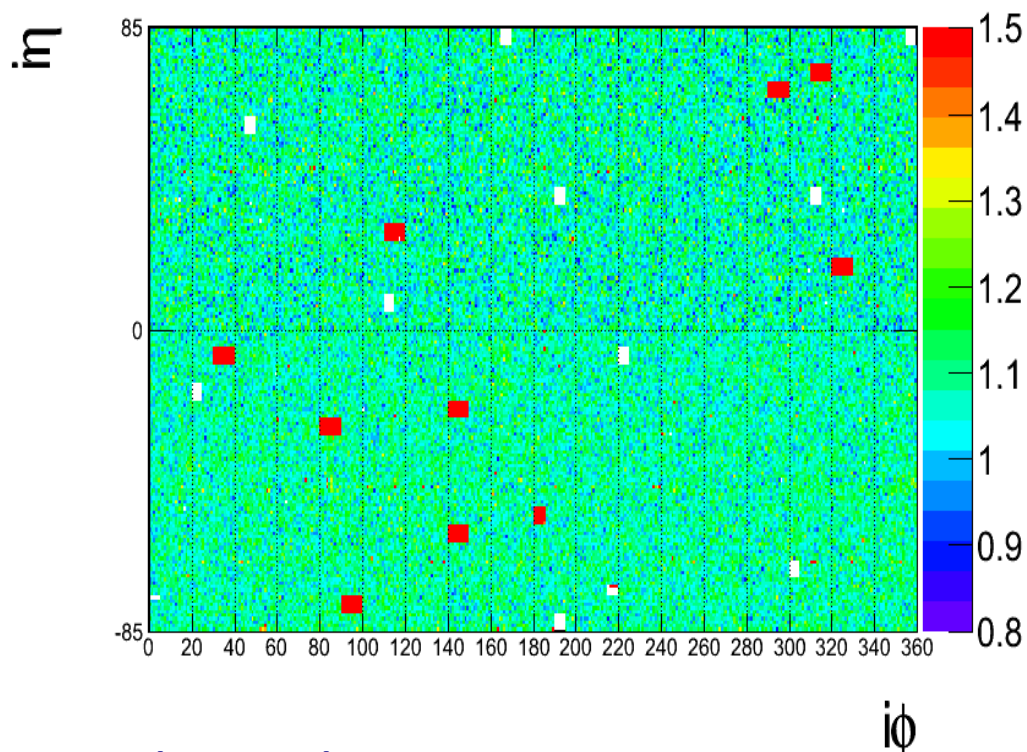
"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



## Състояние на Barrel след поправка на LV кабели

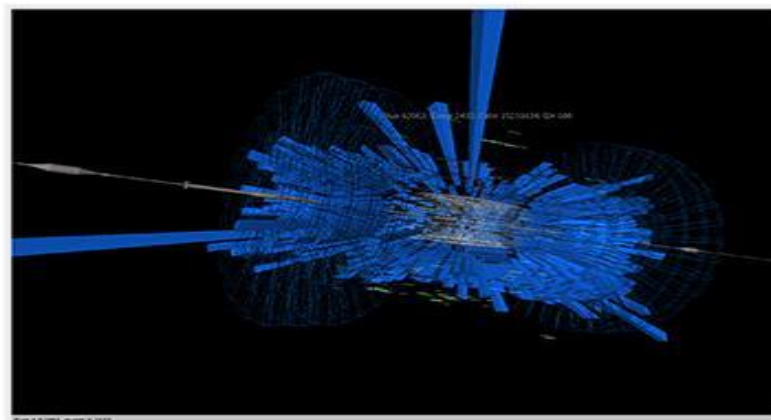
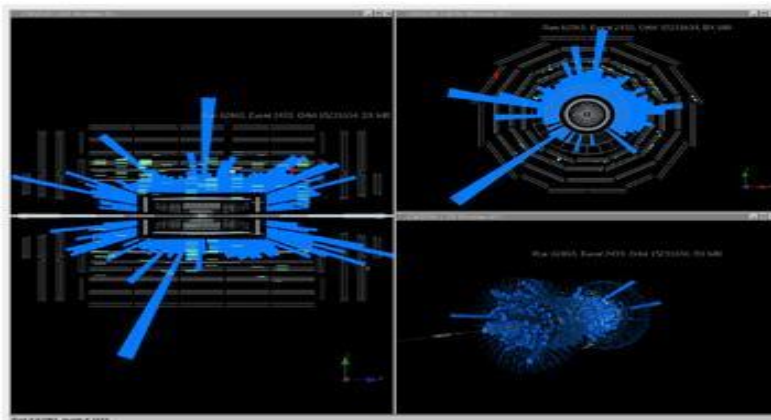
Start runs in 2009: Pedestal RMS, Gain 12 (ADC Counts)



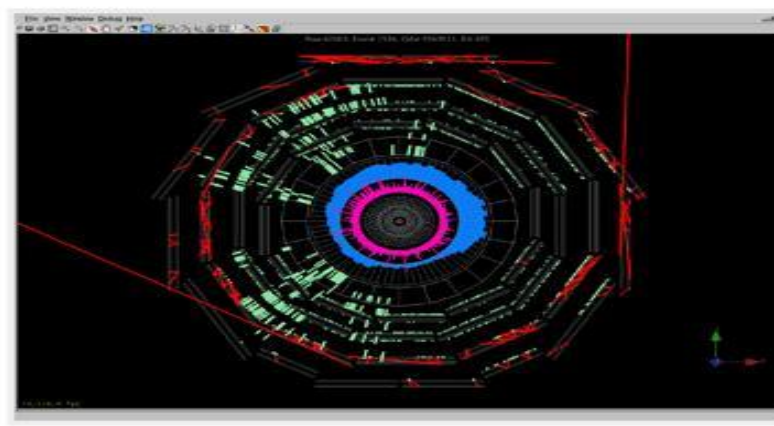
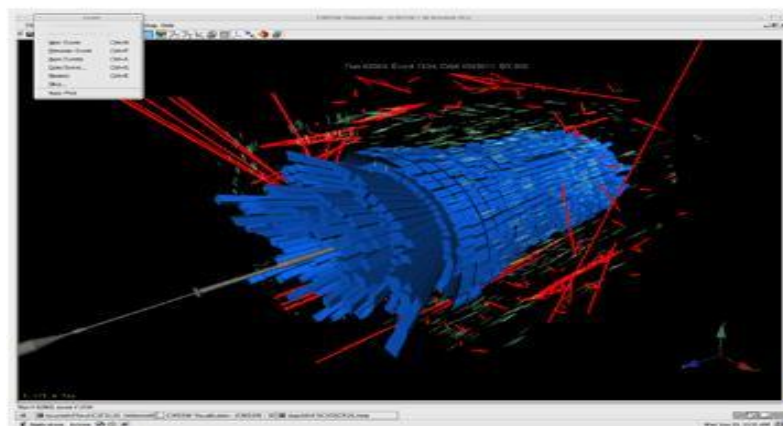
60934 от 61200 (99.57 %) Very Front End channels SA АКТИВНИ!

Национална учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти - педагози

Женева, 16.09-22.09.2024 г.



Debris from particles hitting the collimator blocks were detected in the calorimeters and muon chambers.



**Първите експерименти с потоци ускорени частици започват на  
10.09.2008**

Национална учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти - педагози

Женева, 16.09-22.09.2024 г.



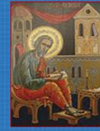
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



## **Изводи и заключения:**

- **Монтажа, настройката и тестването на електрониката на всички 36 супер модула (61200 канала) на ЕСАЛ е завършена в блок 867 през юли 2007 г. успешно.**
- **Инсталирането на Барела на ЕСАЛ и тестването му в "Точка 5" на ускорителя е завършено декември 2007 г. успешно.**
- **Инсталирането и тестването на крайните шапки на ЕСАЛ, 4 части (14568 канала) в блок 867 завършва през юли 2008 г. успешно.**



БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



## **Изводи за състоянието на ECAL**

**Инсталирането и тестването на крайните шапки 4 части (14568 канала) в точка 5 на ускорителя окончателно завършва през септември 2008 г. успешно.**

**В първоначалните тестове на CMS, ECAL се включва успешно от септември до ноември 2008 г.**

**От началото на 2009 г. до сега ECAL работи безотказно, като неговата роля се оказва определяща при следващите експерименти, завършили с голям успех.**



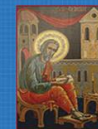
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



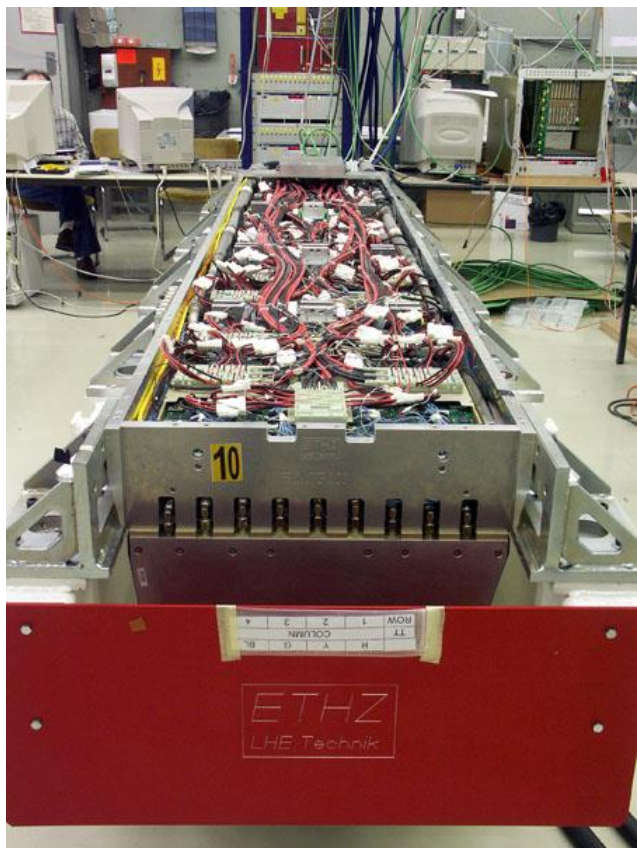
ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



## Изводи за състоянието на ECAL



От 2017 г. институтът разшири работата по поддръжката и реиновирането на ECAL.

Членовете на екипа на ИР-БАН се грижеха редовно за проверките на работата на ECAL. Беше използван резервния супермодул в лабораторията ECAL в CERN.

Този супермодул позволява да реализираме различни експерименти и проверки относно възможността за повишаване на качеството на работа на кристалите в ECAL.



БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



## Бъдещо развитие

Съгласно Споразумението между ЕТН Цюрих, Института по физика на частиците и астрофизика и ИР-БАН, имаме планове за съвместна дейност за подобряване на работата на ECAL на базата на нашия опит, както следва:

### Структурен анализ на механиката на супермодулите ECAL:

В момента супермодулите EB се експлоатират при  $18^{\circ}\text{C}$ . След повторното интегриране работната температура ще бъде понижена до  $8^{\circ}\text{C}$ . Експериментите показаха, че този режим съхранява по-добре прозрачността на кристалите.

Необходимо е да се извърши анализ на структурата на SM модула, за да се установи:

- Има ли потенциални проблеми при понижаване на температурата?
- Кои възможни измервания трябва да се направят при тест за охлаждане на SM36, за да се валидират резултати от структурния анализ?
- Има ли измервания на SM структурата, необходими за отстраняване на възможни критични параметри за структурния модел?





БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



## Бъдещо развитие

ЕСАL платките за електрониката в предния край, VFE (електрониката от предния край) и LVR (регулатор на ниско напрежение) са фиксирани към охлаждащите шини вътре в супермодулите със специализирани винтове. Дизайнът на тези винтове трябва да бъде преразгледан по отношение на опростяването на инсталирането на електронните платки. Общо 53000 винта (включително 20% за извънредни ситуации) ще бъдат необходими и трябва да бъдат изработени и монтирани.

Предложението на ИР-БАН е да се реализира напълно или частично автоматизиране на тази операция (прилагане на фиксиращите винтове) използвайки **Индустриална роботизирана система**.



БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



## Бъдещо развитие

Ще се изработят и изпробват компоненти за реинтеграция на EV супермодула. По-голямата част от тези задачи се изпълняват в интеграционния център ECAL в ЦЕРН.

Това включва следните задачи:

а. Създаване и Тестване на VFE платки.

б. Монтаж на VFE платка.

в. Създаване и Тестване на LVR платки.

г. Монтаж на LVR платки.



БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



## Бъдещо развитие

### Синхронизиране на базите данни на субдетекторите на CMS за надграждане на Общата база данни за управление на оборудването на CMS.

Основната цел е да се избегне дублиране на информацията и да се осигури надежден механизъм за обмен на информация за идентификация, производство, инсталация и поддръжка между различните бази данни в CMS.

Базата данни за управление на оборудването на CMS (EMDb) е официалната база данни за всички елементи на CMS детектори (камери, стелажи, шасита, основи, кабели, тръби и т.н.), свързани с физическите места в изградената геометрия на CMS детектора. Основната цел на този проект е да поддържа актуализирана инсталирана конфигурация на CMS детектора, както и историята на поддръжката на неговата структура, съгласно принципите на конвенцията ALARA, за да се гарантира заменяемост на всички сменяеми компоненти.

#### Някои факти за EMDb:

- Управление на оборудването: Около 64600 активи, групирани по 1050 вида оборудване, 2640 географски локации.
- Управление на кабелите: Около 800 типа кабели, регистрирани 60000 кабели, 900 км.



БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ



ИНСТИТУТ ПО РОБОТИКА

"Свети Апостол и Евангелист Матей"

Почетен член на "Съвета на Европейската научна и културна общност"



## **БЛАГОДАРНОСТИ:**

- На Министерството на образованието и науката на Р. България и за организацията на Националната учителска програма за квалификация на инженери и IT специалисти – педагози.
- На Образователната група към CERN за поддръжката, която оказва на организирането на Националната учителска програма.
- На Народна обсерватория и планетариум “Н.Коперник” – гр. Варна за инициативата и активната подкрепа на Програмата.

# **БЛАГОДАРЯ ЗА ВНИМАНИЕТО!**