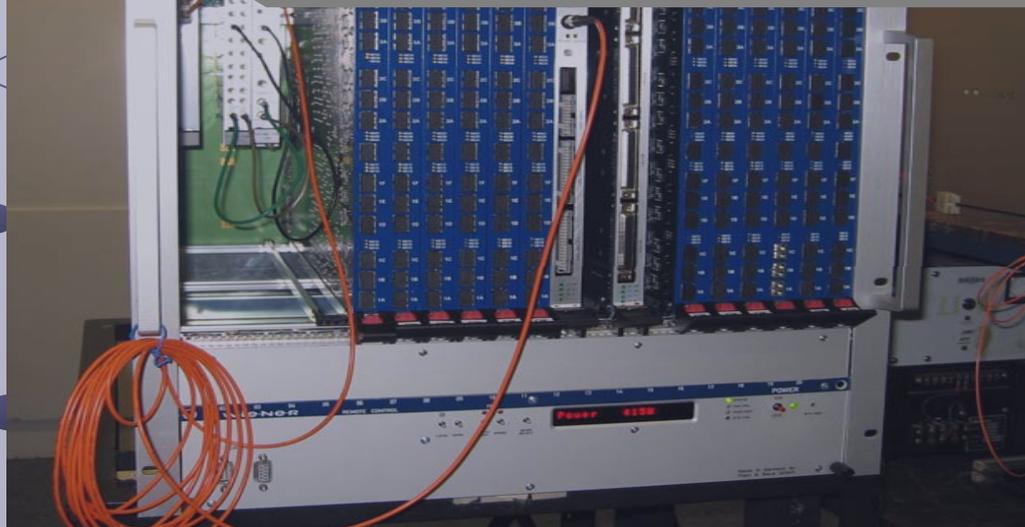


В. Л. Головцов

Электроника для экспериментов на LHC



Электроника для LHC. Разработки ОФВЭ

Электроника
Триггера L1
и Сбора Данных

Вспомогательная
Электроника

CMS- EMU CSC:

Придетекторная Электроника (**Front-End**)
Электроника Поиска Треков (**Track Finder**)

CMS- EMU CSC:

Система высоковольтного питания **CSC**
(**UF/PNPI EMU CSC HV System**)
Система слежения за геометрическим положением камер (**CMS EMU Alignment**)
Система низковольтного питания (**CMS EMU LV**)

ATLAS-TRT:

Триггер Самозапуска (**Self Trigger**)

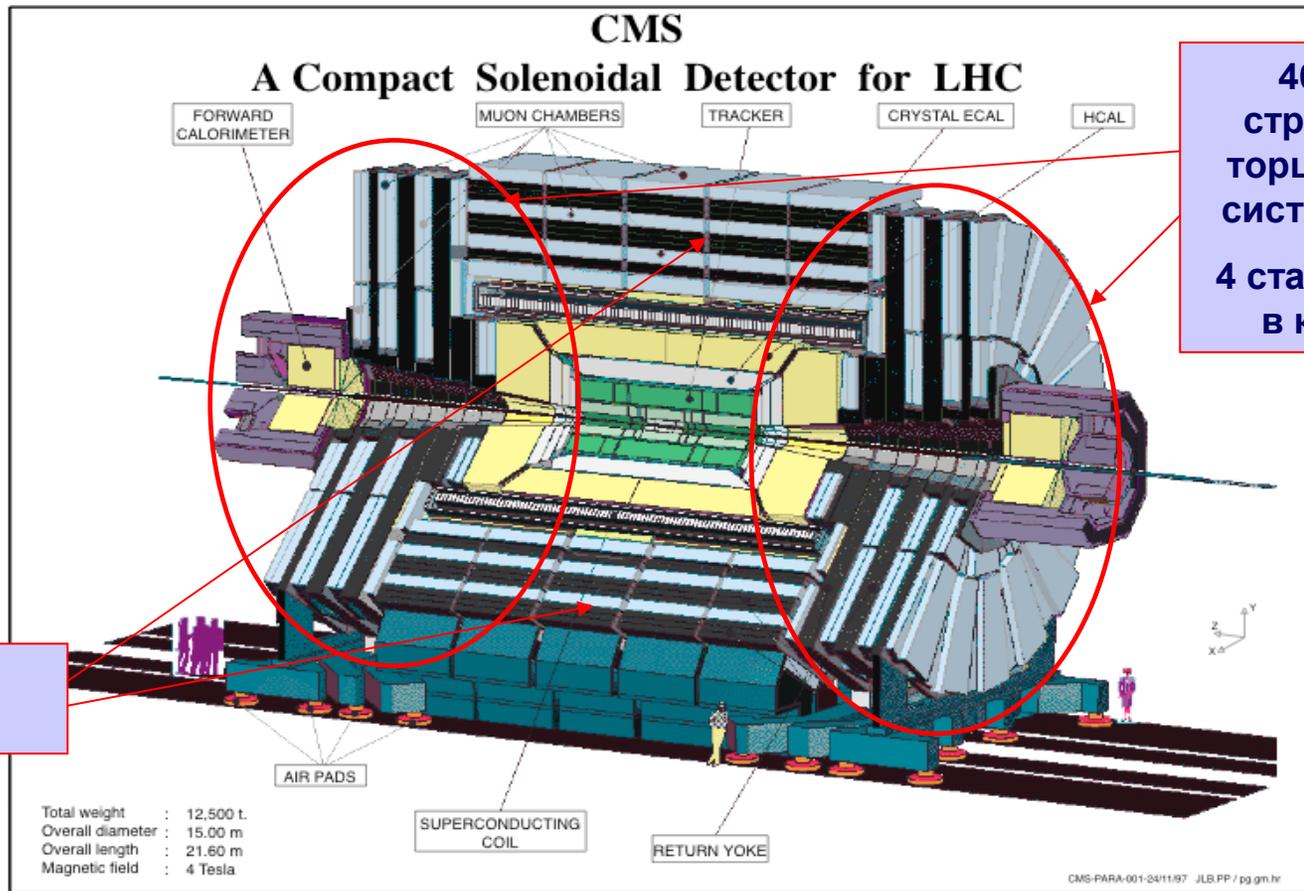
LHCb-Muon :

Система высоковольтного питания
(**HVDM-LHCb**)

Трудозатраты отдела радиоэлектроники ~ 30 чел.- лет
Финансы ~ 4.5 M\$

Коллаборация с US CMS : Университет Флориды, Университет Калифорнии, Университет Карнеги-Меллон, Лаборатория им. Ферми, LHCb
Госконтракты Миннауки РФ

CMS Детектор



468 Катодных
стриповых камер
торцевой мюонной
системы (CSC EMU)
4 станции CSC камер
в каждом торце

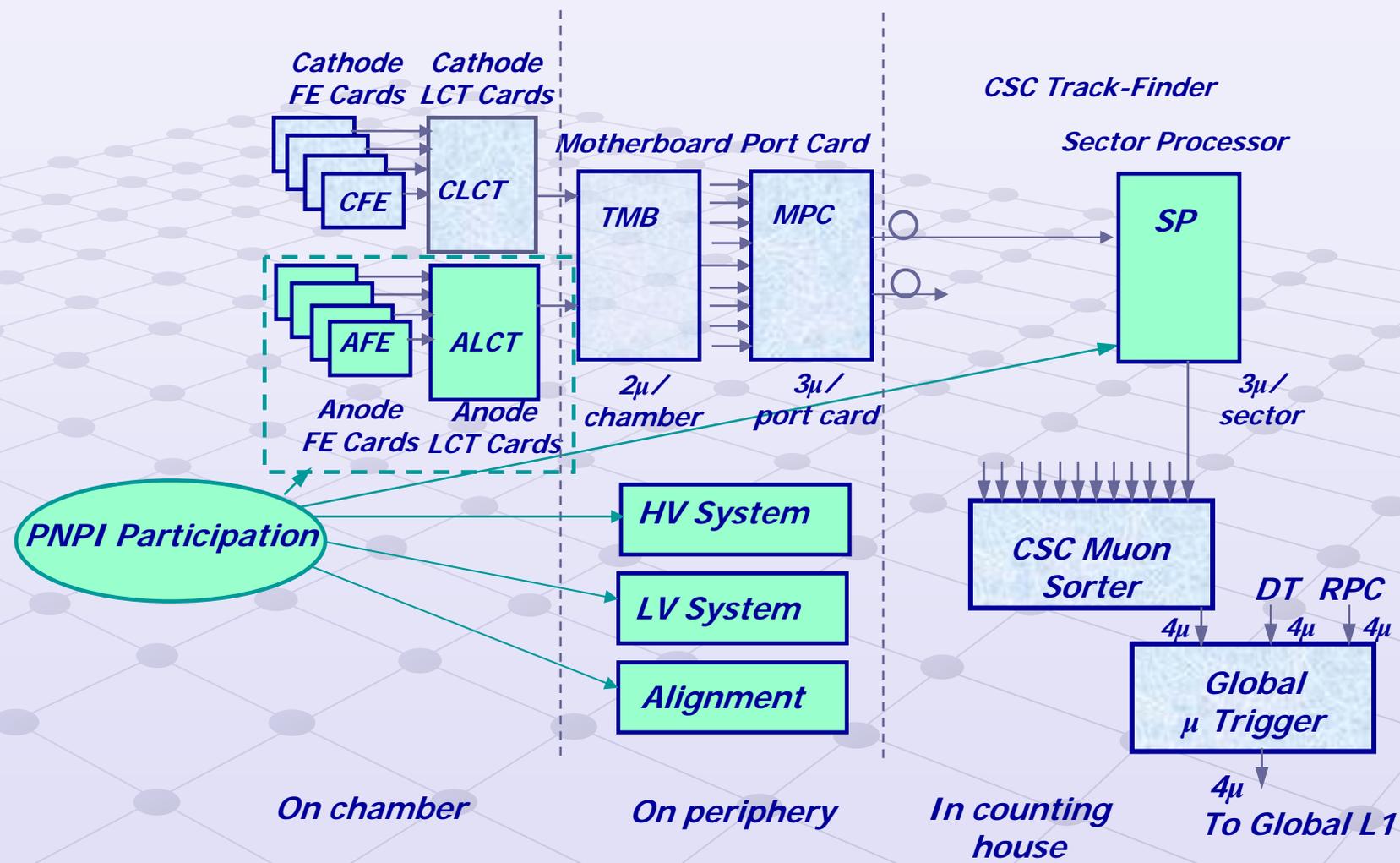
DT и RPC
детекторы

р-р взаимодействия $\sim 6 \cdot 10^8 \text{ c}^{-1}$ $E_{\text{cm}} = 14 \text{ TeV}$

Светимость = $10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$

Частота пересечений пучка 40 МГц (ВХ=25 нс)

CMS CSC EMU Electronics Structure



UF/ PNPi CSC Высоковольтная система



Сергей Волков



Команда высоковольтной системы ПИЯФ



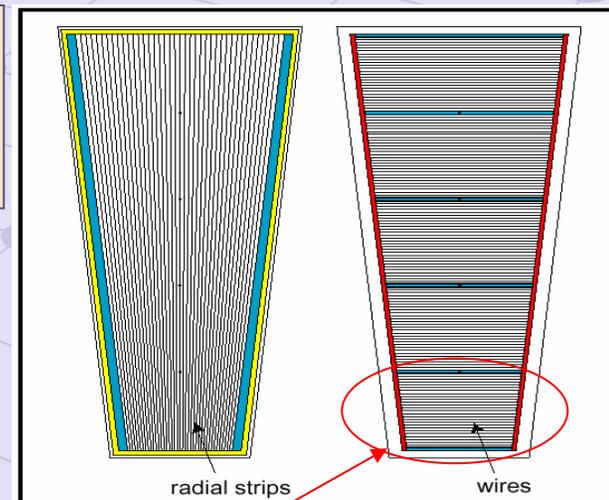
Виктор Лазарев

Высоковольтная система для питания камер CSC
11000 каналов

Регулирует значение напряжения в каждом канале
Мониторирует значение напряжения и тока в каждом канале

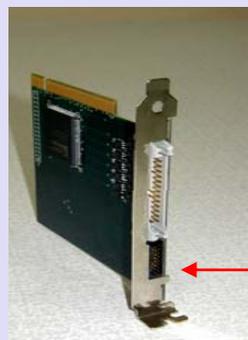
Диапазон регулирования напряжения – до 4000 В
Дискретность регулирования - 2 В
Точность измерения напряжения на выходе - 2 В
Точность измерения тока до 10 нА

Коллаборация с Университетом Флориды (UF)
Тендер с фирмой CAEN

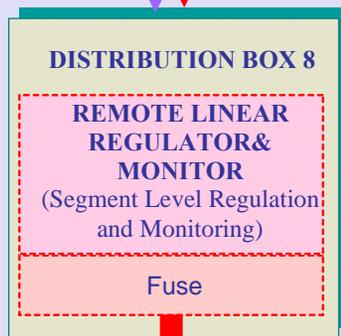
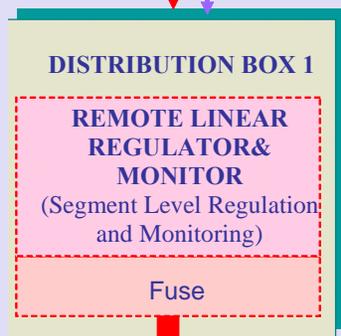
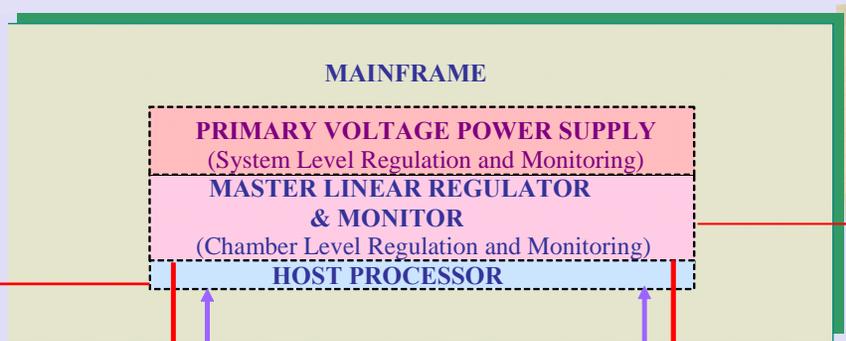


Сегмент камеры CSC – канал
высоковольтной системы

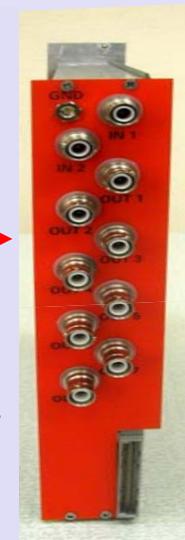
UF/ PNPI CSC Structure



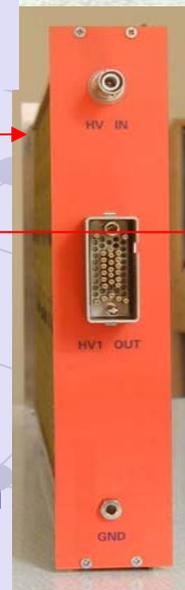
Host Card PCI



Up to 2592 HV Channels in Total



Master Board



Distribution Board-30

Distribution Board-36

Модули системы подключены к камерам и эксплуатируются в полном объеме

CMS Alignment System



Владимир Скаррь

Система использует несколько сотен сенсоров для мониторинга позиции 468 больших катодных стриповых камер в трёх проекциях - азимутальной (ϕ), радиальной (R), по оси пучка (Z).

Система использует оптические сенсоры (DCOPS) для мониторинга 3 прямых линий параллельно для каждой мюонной станции EMU. При этом положение камер мониторируется с точностью ~ 75 - 200 мкм в азимутальной проекции, ~ 400 мкм - в радиальной проекции и ~ 1 мм – по оси пучка.

Считывание данных контролируется DSP- процессорами, транслирующими данные в глобальную систему сбора данных.

Реконструкция геометрии детектора осуществляется off-line на базе программного обеспечения COCOA

Разработка системы производилась в коллаборации с Fermilab

Состав Системы:

Front-End Sensor Boards - 1216

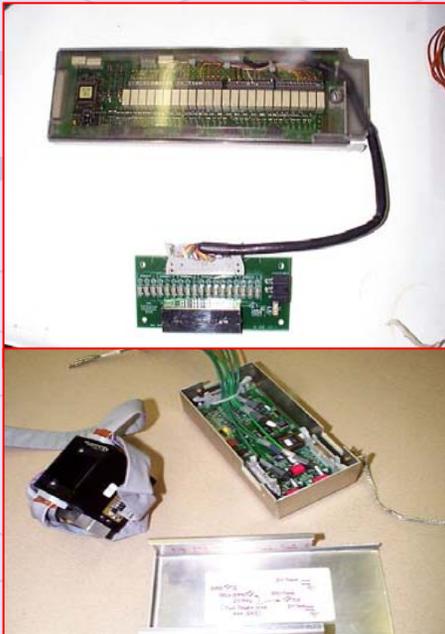
DCOPS Readout Boards - 306

DCOPS Interface Boards - 62

Analog Interfaces - 56

Proximity Interface - 14

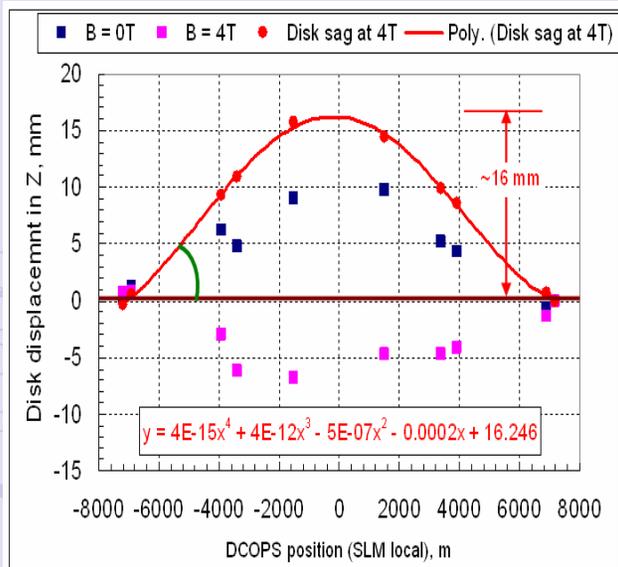
Temperature Conversion - 13



January 23,
2009

В.Л. Головцов. Электроника для экспериментов на LHC

CMS Alignment System Monitoring



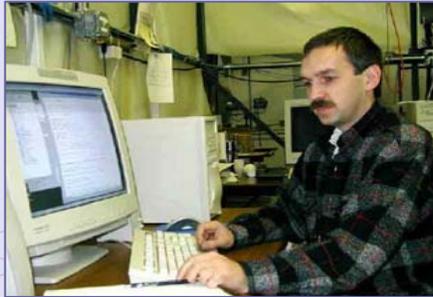
Результаты СОСОА реконструкции ME+2 SLM2

По результатам анализа измерений выстройки точность мониторингирования геометрического положения камер ~ 75 мкм в азимутальной проекции, ~ 400 мкм – в радиальной проекции и ~ 1 мм – по оси пучка.



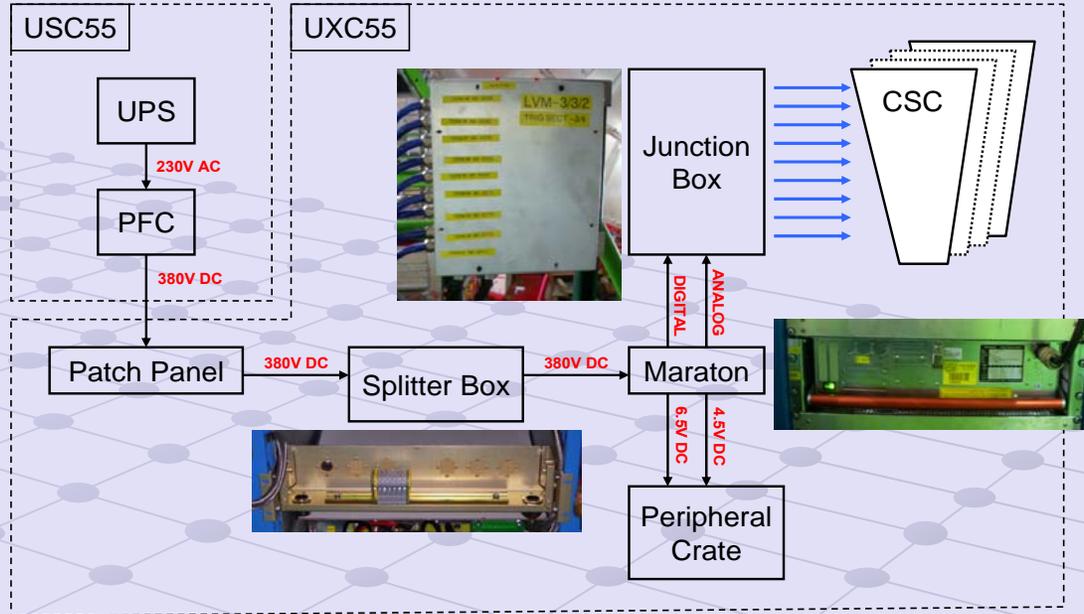
Мониторирование положения камер по данным СОСОА реконструкции

CMS EMU LV System



Александр Голяш

Система обеспечивает низковольтным питанием периферийные крейты и катодные стриповые камеры всех станций EMU



Силовая станция (UPS) с выпрямителем (RFC) через распределительную панель (Patch Panel) и разделительный бок (Splitter Box) подаёт напряжение постоянного тока на источник питания MARATON, обеспечивающий требуемые номиналы питания на периферийный крейт (Peripheral Crate) и на распределительный бок (Junction Box) катодных стриповых камер (CSC).

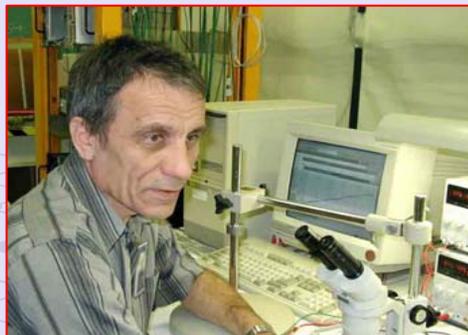
Для распределение питания специально разработаны регуляторные платы (CRB), управляемые спецконтроллерами (PCMB) с выводом данных через Ethernet на систему общего контроля и мониторинга.

Всего используется 80 источников питания MARATON и 960 регуляторных плат

CSC Anode Front-End Electronics - AFEB



Alexander Golyash



Nikolai Bondar



Lev Sergeev

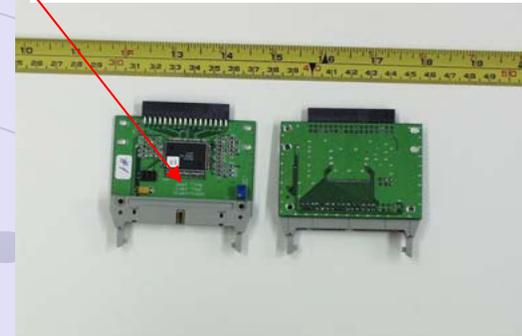
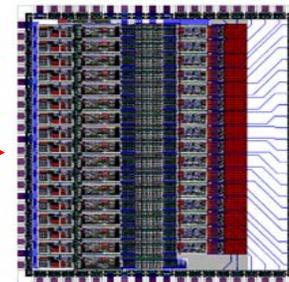
Contains an input protection network, a charge sensitive amplifier, a shaper, a constant fraction discriminator and a programmable delay with an output width shaper

- ASIC CMP16 G – 16 channel Amplifier-Discriminator

- AFEB – 16 channel Anode Front-End Board was designed with CMP16 G ASIC (12,000 AFEB 192,000 channels in total)

- ASIC D16G – 16 channel Programmable Delay containing LVDS-to-CMOS converter and four stages delay with an output shaper (16,000 Chips)

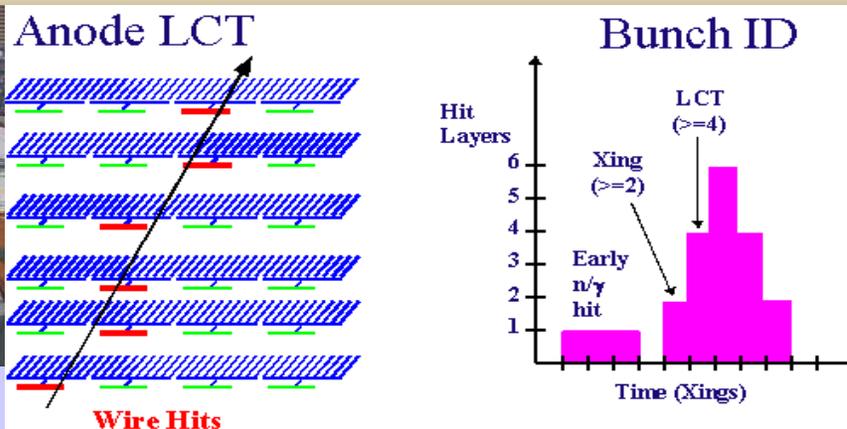
*Optimized for detector capacitance up to 200 pF
BiCMOS 1.5 μm technology
Input Impedance 40 Ohm
Peaking time 30 ns
Minimum threshold 7 fC
Double pulse resolution 80 ns
Power consumption 30 mW/ channel*



CSC Anode Front-End Electronics - ALCT

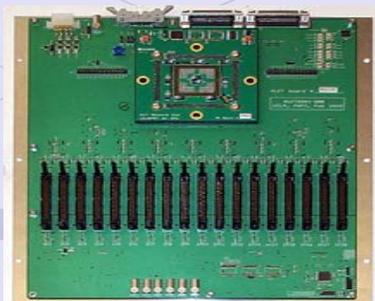


Валерий Яцюра

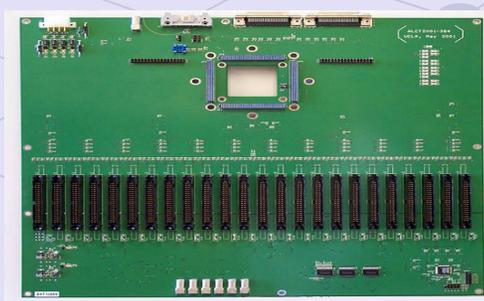


Михаил Кан

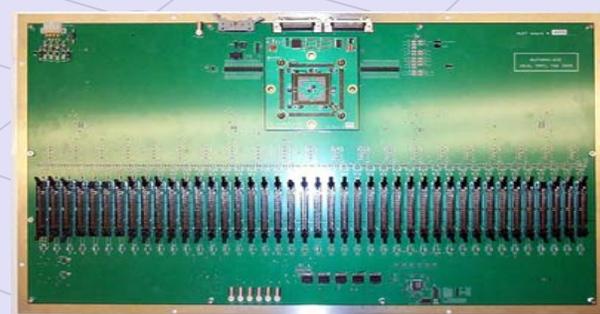
The ALCT electronics received anode signals from the AFEB boards
 The algorithm used in determining muon segment position
 and bunch crossing in the anode view
 Selection of two best muon primitive tracks segments in one chamber



ALCT 288 – 144 Boards



ALCT 384 – 216 Boards



ALCT 672 – 108 Boards

- One FPGA on the mezzanine card to provide the necessary LCT logic
- One smaller FPGA for the mezzanine card mounted on the 288 and 384 channel boards (XCV600)
 - The larger one gate array (XCV1000) for the 672 channel board

CMS EMU CSC Track Finder



Лев Уваров



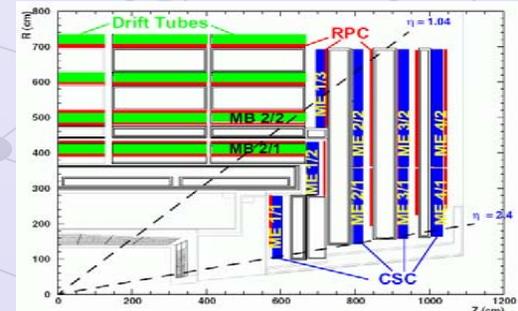
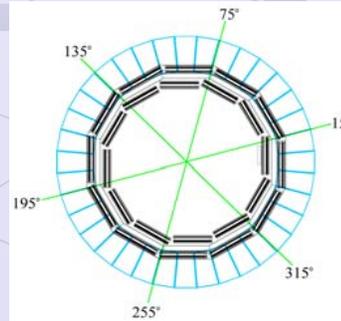
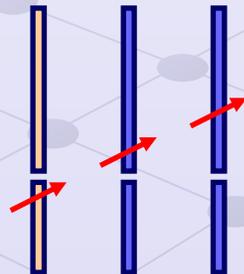
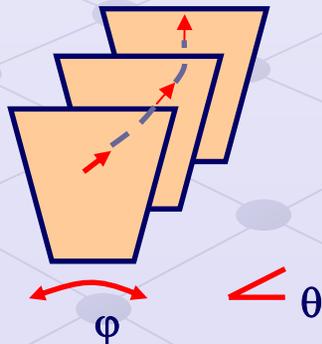
UF/ PNPI на тестовом сеансе в ЦЕРНе



Виктор Головцов

Track Finder анализирует входные трековые сегменты от периферийной электроники, восстанавливает полные треки по четырём станциям камер, измеряет φ , η , поперечный импульс P_t и посылает на глобальный L-1 триггер информацию о числе и качестве отобранных треков

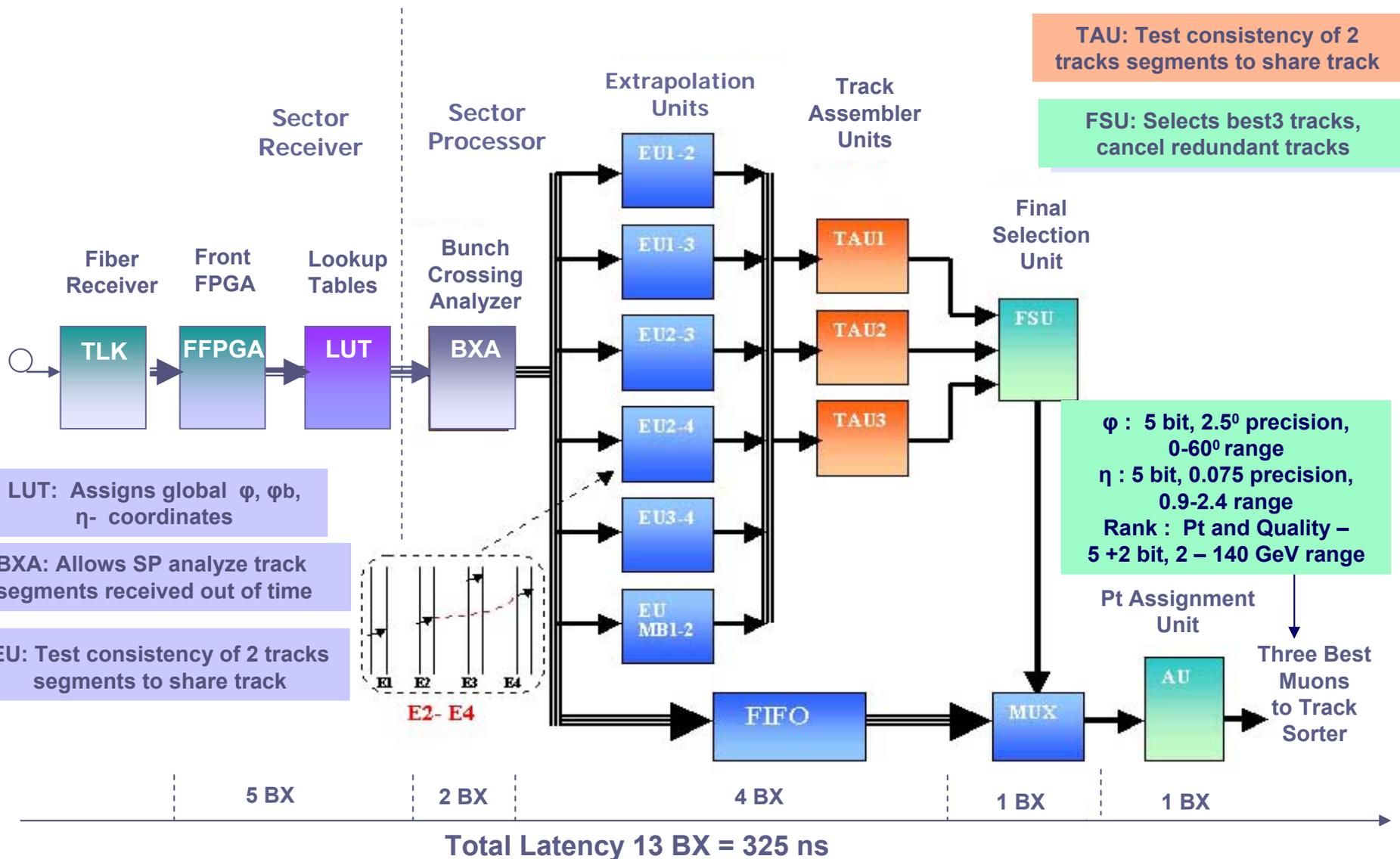
Track Finder реализован как 12 процессоров, каждый из которых идентифицирует до трёх лучших мюонных треков в 60-градусном азимутальном секторе



$0.9 < |\eta| < 2.4$ – регион Track Finder

Низкий порог по поперечному импульсу $P_t \leq 30\%$ для достижения частоты L-1 триггера ≤ 30 КГц
В зоне перекрытия DT и CSC $0.9 < |\eta| < 1.2$ требуется дублирование решений мюонного триггера

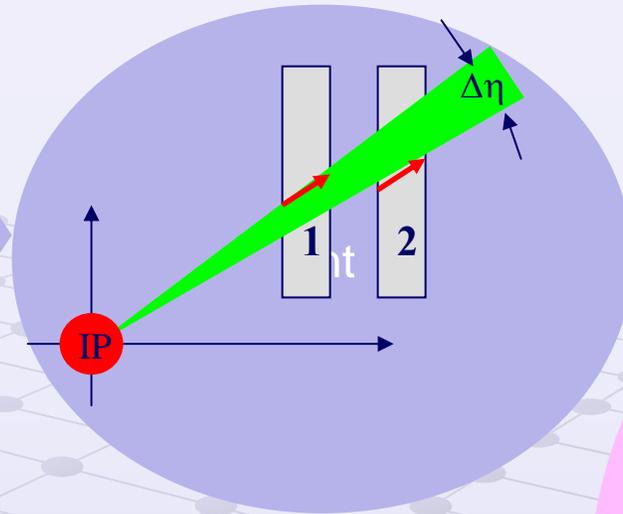
Sector Processor Structure and Latency



Track Extrapolation and Assignment

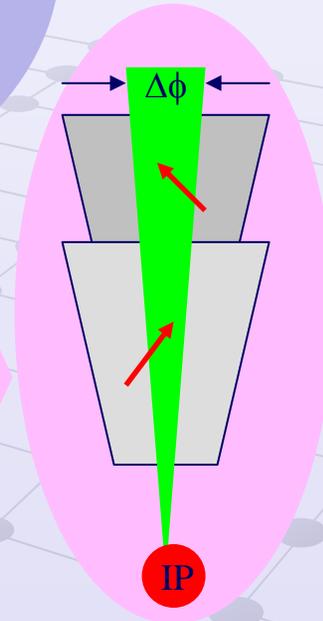
η Road Finder:

- Check if track segment is in allowed trigger region in η .
- Check if $\Delta\eta$ and η bend angle are consistent with a track originating at the collision vertex.



ϕ Road Finder:

- Check if $\Delta\phi$ is consistent with ϕ bend angle ϕ_B measured at each station.
- Check if $\Delta\phi$ in allowed range for each η window.

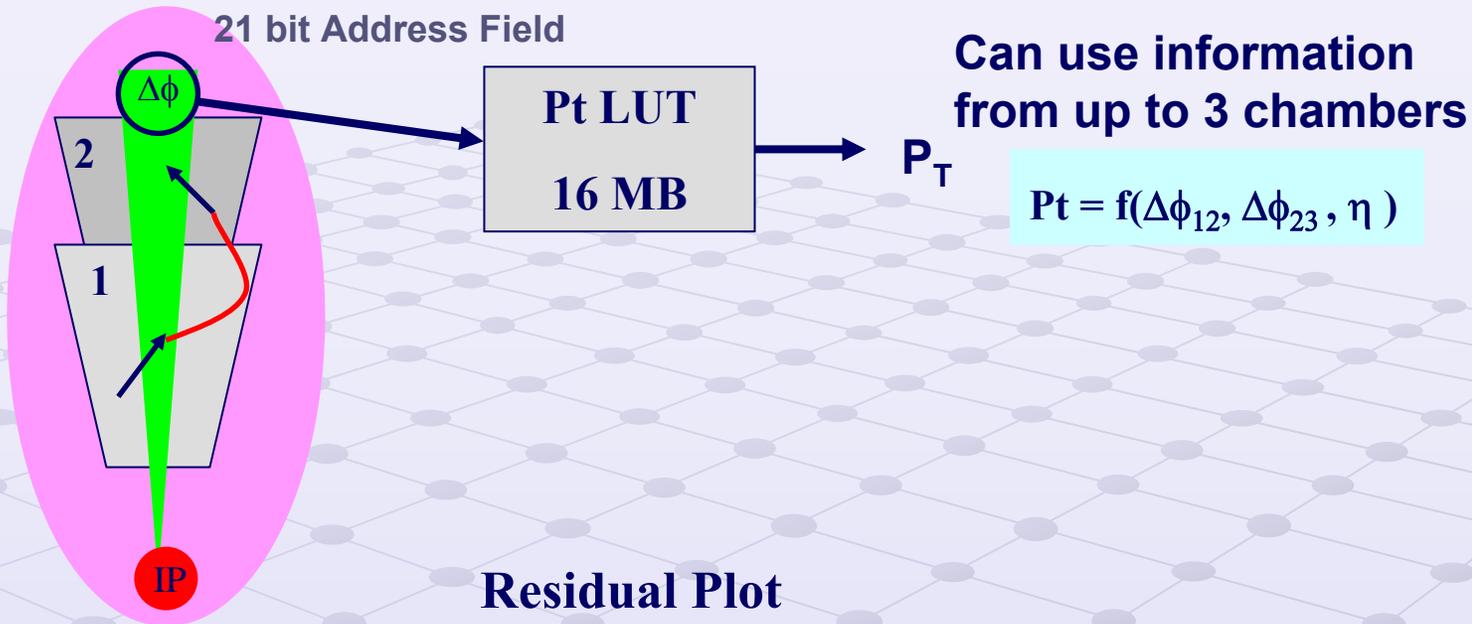


Quality Assignment Unit:

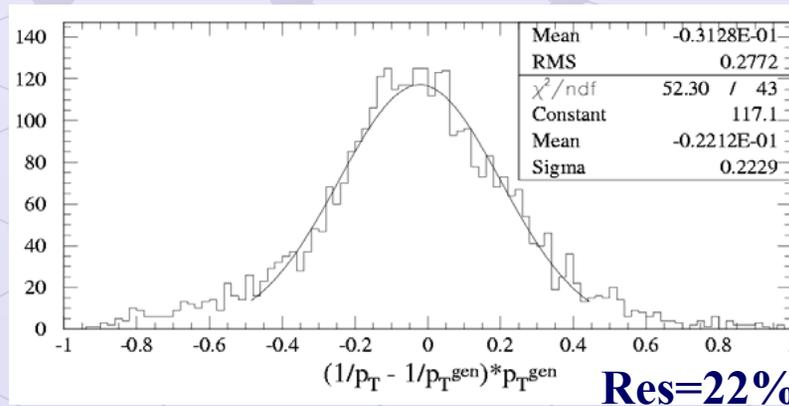
- Assigns final quality of extrapolation by looking at output from η and ϕ road finders and the track segment quality.

Extrapolation Units utilize 3-D information for track-finding.

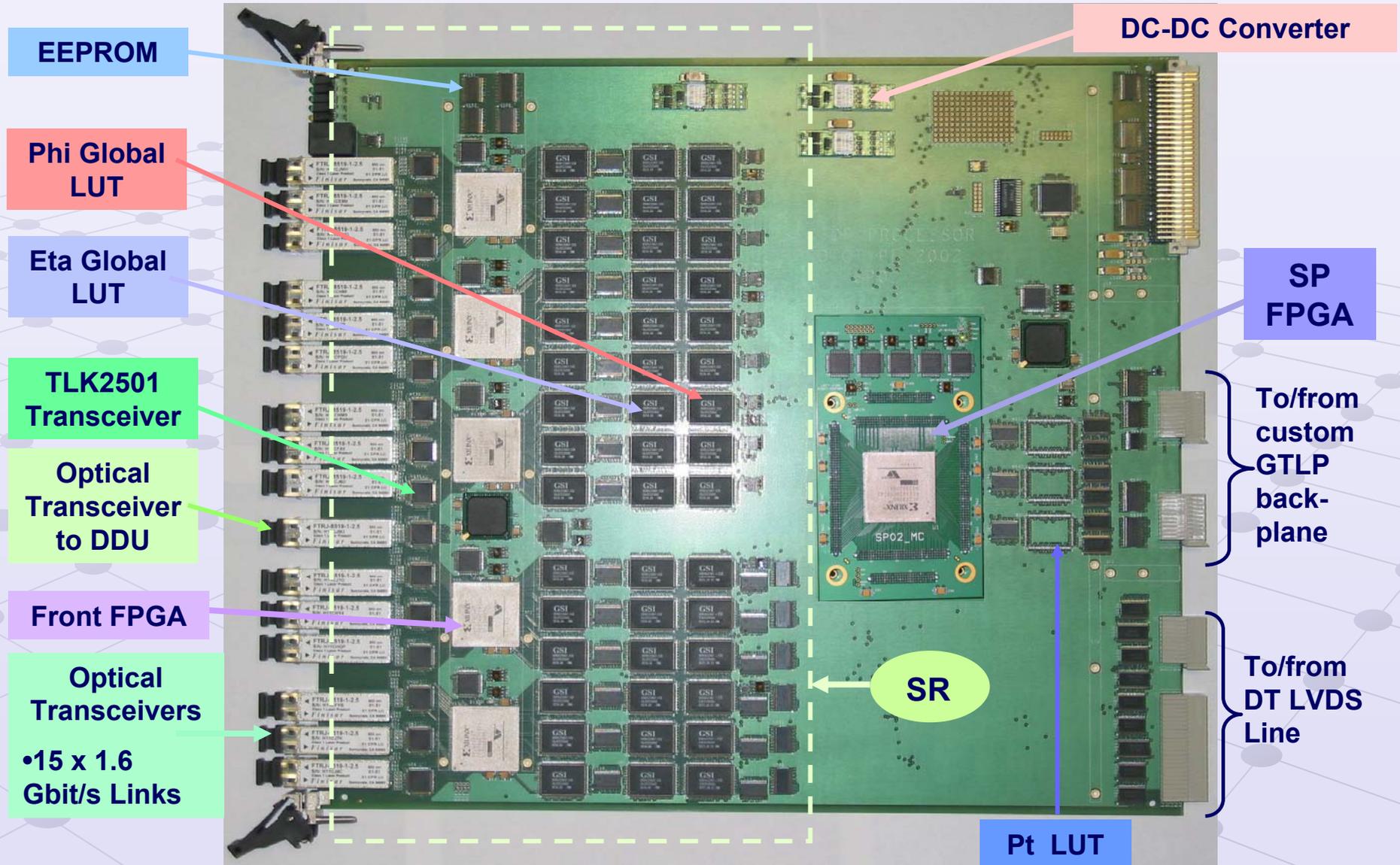
Pt Assignment



Residual Plot



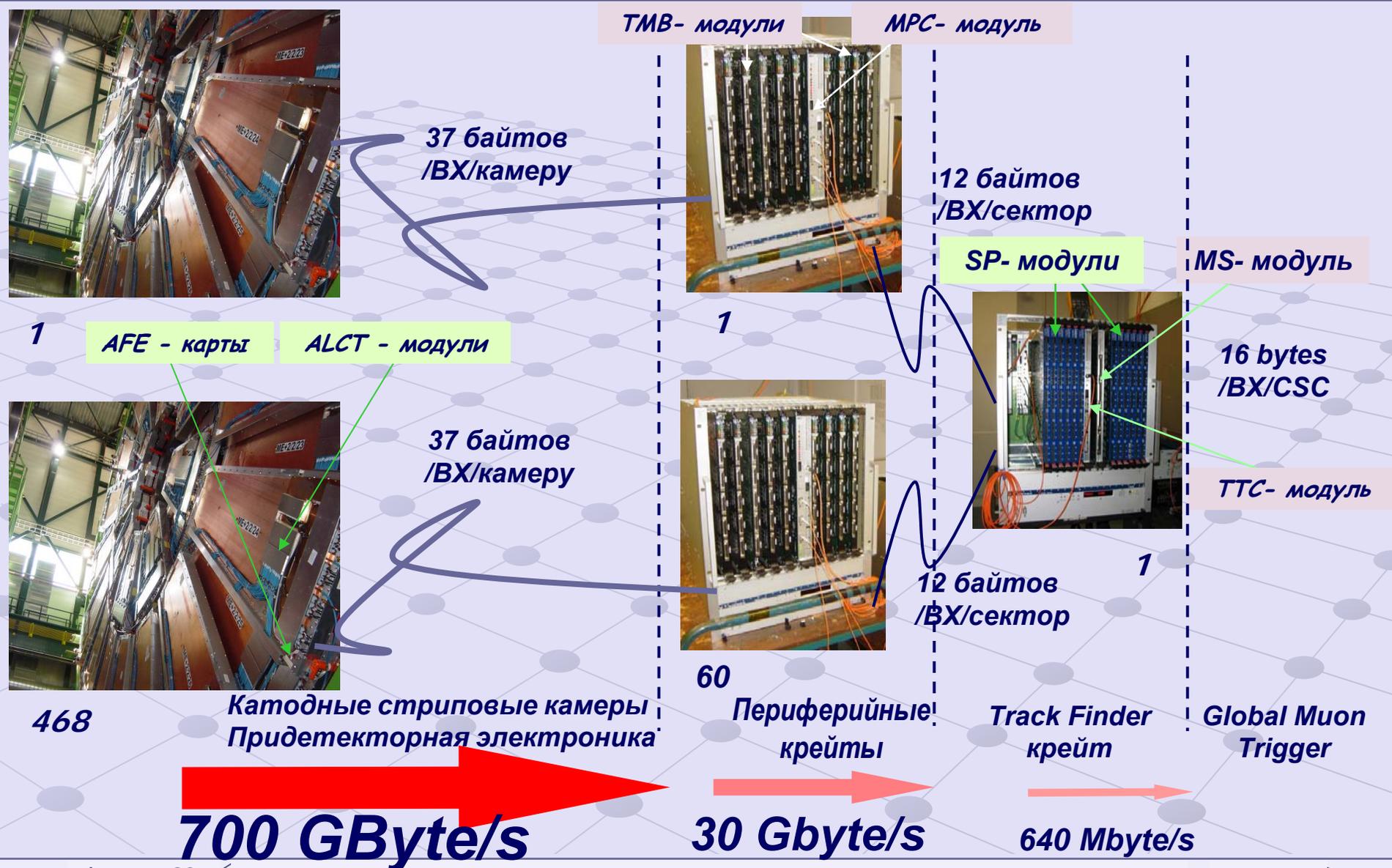
Sector Processor Main Board



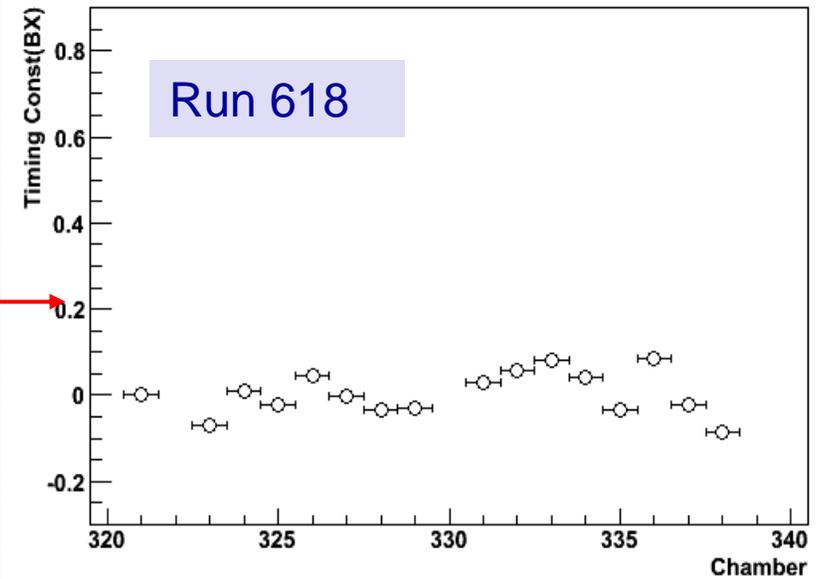
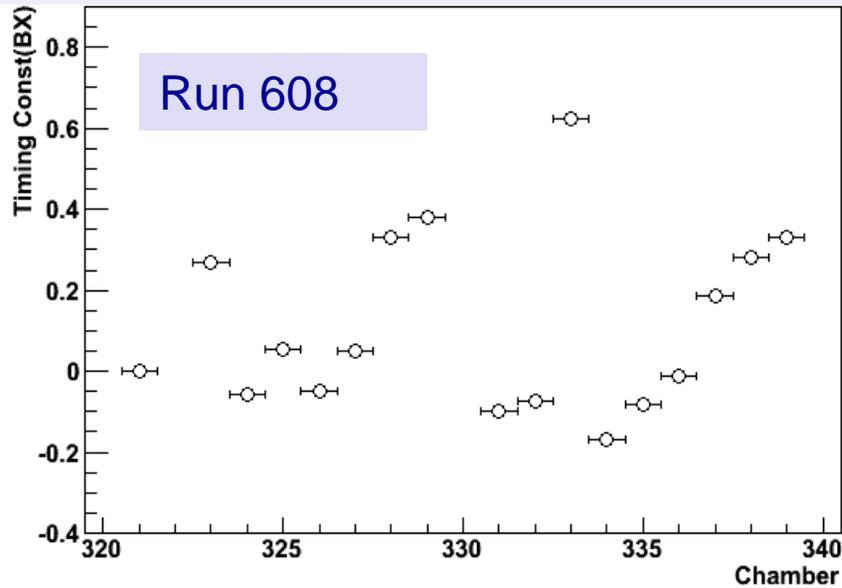
January 23,
2009

В.Л. Головцов. Электроника для экспериментов на LHC

Потоки данных CSC EMU



Alignment of CSC Trigger Primitives at Sector Processor

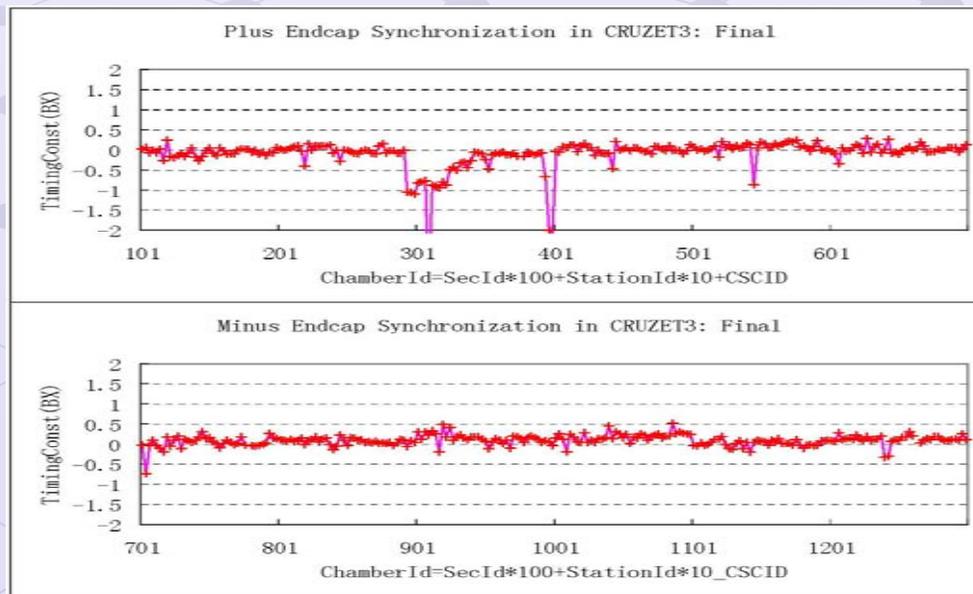
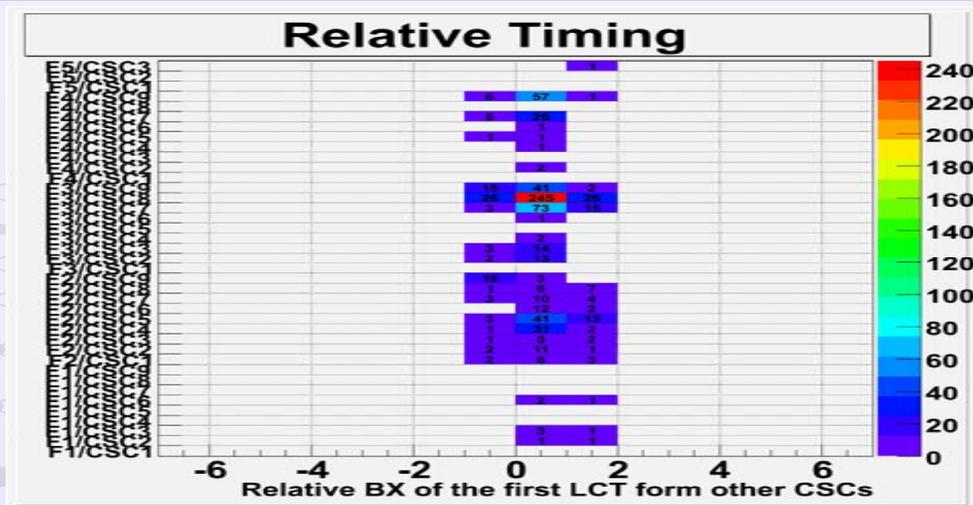


0th order: use cable lengths in database
→ Trigger sectors lined up within 1bx (N.B. already better than MTCC...)

AFEB fine delay changes implemented
→ Trigger sectors lined up within 0.1bx

- CSC trigger primitive synchronization at Sector Processor better than ~ 0.1bx (c.f. single channel resolution on AFEB fine delay chip ≈ 0.1bx)

Временное распределение входных и выходных треков



Полные треки и соответствующие им камеры

