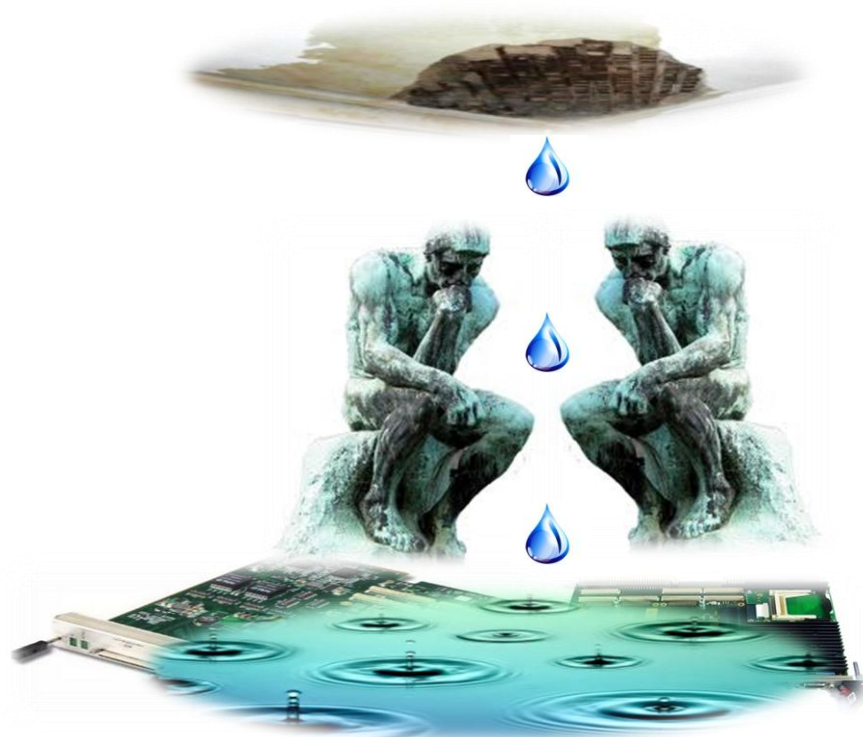
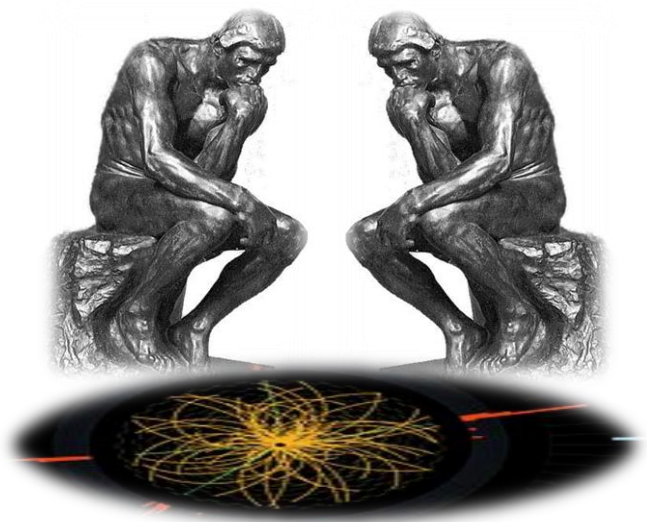


Лаборатория Радиоэлектроники

Лаборатория Радиоэлектроники

2012-2013

Отчёт и Планы



Головцов В.Л.
26 Декабря, 2012

Структура Лаборатории радиоэлектроники - 2012



Тематические группы :
5 основных групп, 16 человек

**Поддержка
Экспериментов:
LHCb, CMS etc**



**CMS
CSC Track Finder**



**CROS 3 Readout
System Family**



**ATLAS
Fast OR Trigger**



**HV Distribution
System Family**



**Опытное
Производство:
2 группы, 7 человек**

**Монтажный участок:
4 чел**



**Группа комплектации:
3 чел**



PNPI/ UF: Track Finder History 1999-2012

Track Finder разработан для мюонного триггера CMS. Реализован как 12 Процессоров, каждый из которых идентифицирует до 3 лучших мюонных треков в 60-градусном азимутальном секторе. Анализирует входные примитивные треки (сегменты) от индивидуальных камер CSC, восстанавливает полные треки по четырём камерам, измеряет поперечный импульс P_t

**Серийные модули
SP05 Track Finder**

1999-2001- выпуск первого Прототипа (SP01), отладка и тест

Август 2001 : новое идеологическое решение – реализация второго прототипа Процессора на одной сверхбольшой микросхеме FPGA. Кардинальное улучшение характеристик

2002-2003 – выпуск второго Прототипа (SP02) отладка и тест

2004 – выпуск третьего Прототипа (SP04), отладка и тест

2005 – выпуск пилотной серии Track Finder (SP05) и массовое производство SP05

2006 – отладка и тест модулей SP05, взаимодействие с DAQ, развитие Firmware

2007 - 2008 – отладка в составе распределённого мюонного триггера CMS, связь с DAQ, DT TF, GMT, развитие Firmware, пробный пучковый запуск

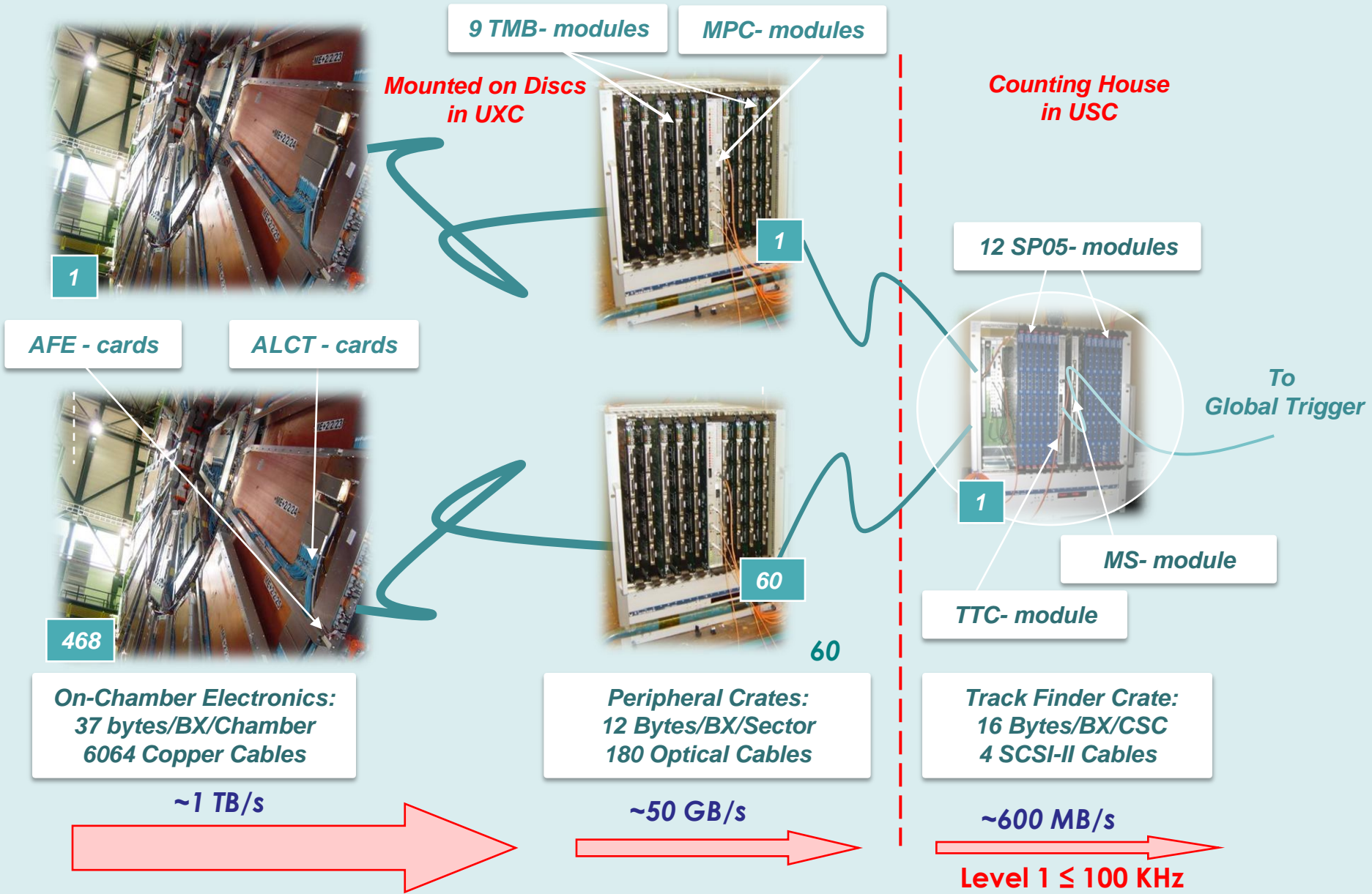
2009 – модификация Firmware, подготовка к пучковому запуску в составе распределённого мюонного триггера CMS, первые пучковые данные

2010 – 2011 набор данных 7 ТэВ, развитие Firmware, модификация Software

2012 Набор данных: 4 x 4 ТэВ, $L = 7 \cdot 10^{33} \text{ см}^{-2}\text{с}^{-1}$.

Модификация Firmware: уплотнение формата данных в связи с увеличением интенсивности LHC

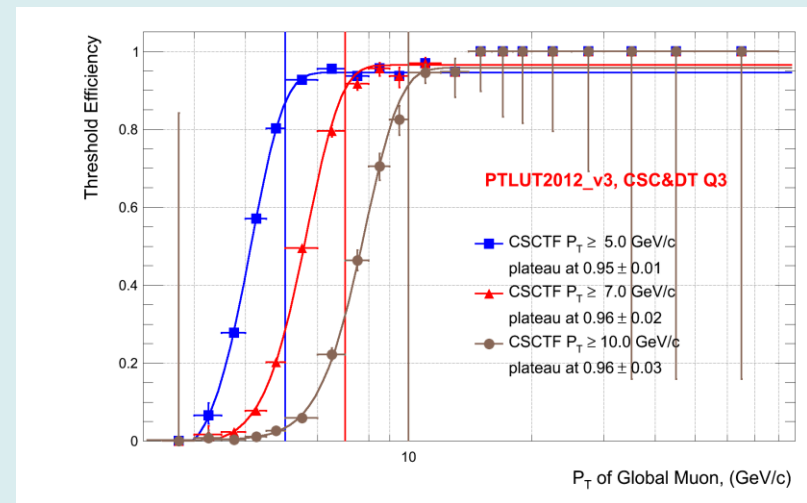
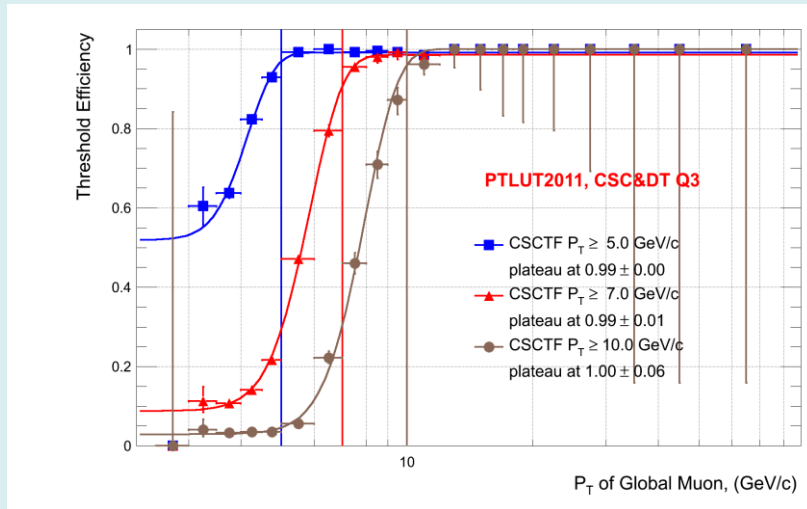
Track Finder Data Rate - 2012



Track Finder Status - 2012

CSCTF Improvements in 2012 :

<https://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=175207>



PT LUT Improvements Reduce L1 Muon Rate by 30%-35% w.r.t. 2011

Recommend GMT PT Endcap Algo: $Q = 3 \rightarrow$ Use CSC; $Q < 3 \rightarrow$ Use Min PT (CSC, RPC)
Recommend GMT PT Barrel Algo: ByRank

Track Finder Evolution

<https://indico.cern.ch/getFile.py/access?subContId=0&contribId=7&resId=0&materialId=slides&confId=217684>

Schedule:

1. **2013-2014 first “long shutdown” (“LS 1”)**
SP- μ TCA proto. design, production, testing May 2012 - July 2013
Pre-production + tests Oct 2013 - May 2014
Full production + tests May 2014 - Mar 2015
Installation, commissioning Mar 2015 - Jun 2015
Stable parasitic running Jun 2015 - Jan 2016
2. **2015-2017 data taking @ ($\sqrt{s} = 14$ TeV)**
 - LHC may exceed design luminosity ($10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$) and run at higher than design pile-up
 - during this period evolve to improved system
3. **2018-2019 second “long shutdown” (“LS 2”)**
4. **2022-2023 third “long shutdown” (“LS 3”)**

Upgrade strategy:

1. Higher precision in transverse momentum (P_T), η , ϕ
2. More candidate objects

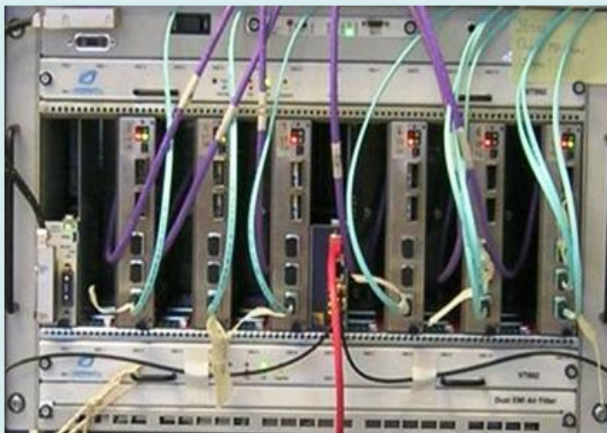
Upgrade technology:

1. Use larger FPGAs, built system in more compact way (fewer, more generic boards)
2. Use standardized electronics where possible
 - custom built but same for many systems
 - partly also COTS (Commercial off-the-shelf) components
 - new form factor μ TCA (Micro Telecommunication Computing Architecture)
3. Use optical links
 - higher data rates (higher precision, more trigger objects)
 - less space for connectors (μ TCA instead of 9U VME)

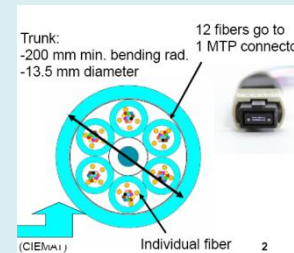
Muon Trigger Technology Evolution



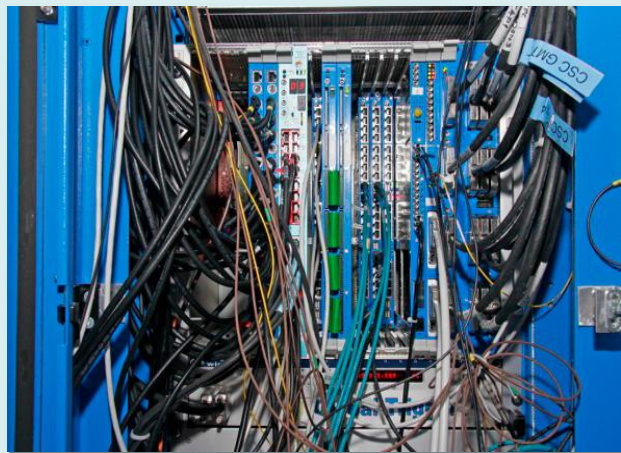
CSC TF Processor 9 U VME Crate



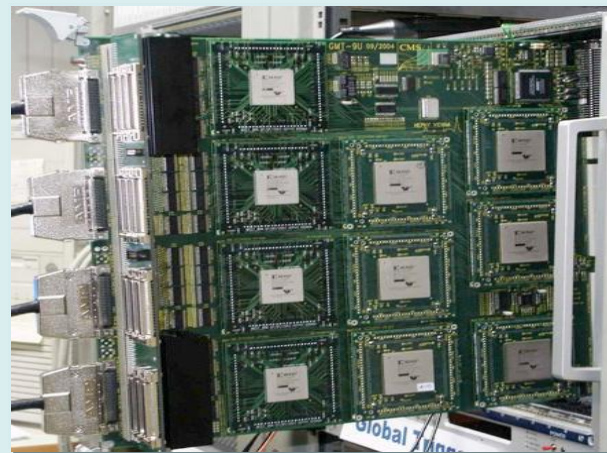
μTCA Crate



Trunk cable with 4 or 8 connectorized Cords. Each cord has 12 fibers



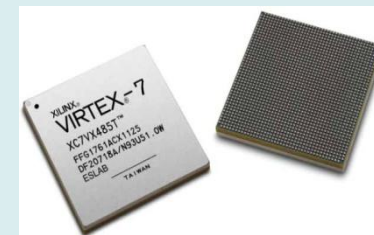
GMT Modules Interconnections



Xilinx FPGAs Structure

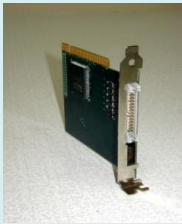


μTCA Module



Virtex Family FPGA

PNPI/UF CMS EMU HV System



Набор модулей
HVM системы

Система предназначена для высоковольтного питания CSC-камер Торцевой мюонной системы CMS. Использует распределительные модули (дистрибьюторы), располагаемые рядом с детекторами. Система обеспечивает регулирование напряжения, мониторинг тока и напряжения в каждом сегменте камер

*Дискретность измерения тока ~20 нА
Дискретность измерения и регулирования напряжения ~ 2 V
Диапазон регулирования напряжения – до 4 KV*

2001-2002 – выпуск первого прототипа, отладка и тест

*2003 – выигрыш тендера с фирмой CAEN на производство 10000 каналов системы.
Стоимость проекта ~1.2 M\$ (CAEN ~2.5 M\$)*

2004 – выпуск пилотной серии и подготовка массового производства

2005 – массовое производство 10000 каналов

2006 – массовое производство дополнительно 1500 каналов

2007 – системный тест в ЦЕРН, подключение к детекторам

2008 –2012 – эксплуатация в эксперименте (см. CMS IN 2010/000)

2012 –2013 – производство дополнительно 2500 каналов системы для ME 4/2

PNPI/ UF HV System 2012-2013. Part 1

Items to manufacture

N	Item	Quantity (including spares)
1	Remote Distributor	86
2	Master Distributor	10
3	Regulator 1 kV	2840
4	Regulator 4 kV	90
5	Relay board	90

All parts purchased for the following:

10 Master boards and 1000 1KV regulators

Parts and boards are in PNPI

Start production of 10 Master and 1000 1 kV regulators – 15/12/ 2012

UF+UW: Purchasing parts for remaining components in progress

Three pre-production Distribution board PCBs made

Waiting for parts delivery for them (expect. Feb. 2013)

PNPI/ UF HV System 2012-2013. Part 2

Schedule

Depends on:

- **Funds availability**
- **Other LS1 activities**
- **Other several factors**

N	Task	Date
1	S1 to UXC cable installation done	March 2013
2	First delivery of HV modules from PNPI (Master + 50% Remote)	Sep 2013
3	S1 equipment installation done	Nov 2013
4	UXC equipment ~ 50% done	Jan 2014
5	PNPI HV modules delivering done	March 2014
6	ME4/2 system completed	July 2014

LHCb HV System 2005- 2012



Образцы LHCb HV
Дистрибьюторов

Система предназначена для высоковольтного питания пропорциональных мюонной системы LHCb. Использует распределительные модули (дистрибьюторы), располагаемые рядом с детекторами. Система обеспечивает регулирование напряжения, мониторинг тока и напряжения в каждом сегменте камер.

*Дискретность измерения тока ~20 нА
Дискретность измерения и регулирования напряжения ~ 2 В
Диапазон регулирования напряжения – до 3 КВ*

**2005 – выигрыш тендера с фирмой CAEN на производство 2000 каналов системы.
Стоимость проекта ~320 KCHF (CAEN – 700 KCHF)**

2005 – выпуск пилотной серии и подготовка массового производства

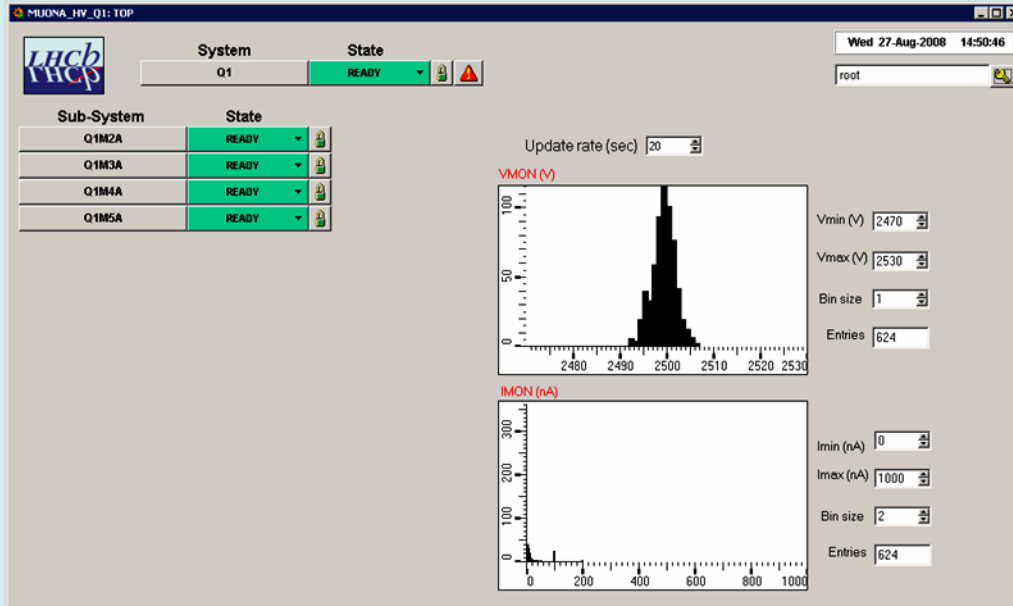
2006 – производство 1000 каналов

2007– производство 1000 каналов и устройства параллельного подключения 1 → 2

2008 – 2012 эксплуатация системы на пучке

**2012– производство 2000 каналов системы
(дополнение до полного комплекта – 4000 каналов)**

LHCb HV System 2008 -2012



Распределение измеренного высоковольтного напряжения относительно номинального значения HV = 2500В в 2000-х каналов мюонной системы и распределение темновых токов в этих каналах.

Устройство параллельного подключения камер: 8 модулей соединительной панели для подключения 4000 сегментов к 2000 каналов высоковольтной системы



**Модуль соединительной панели:
10 разветвительных плат
100 высоковольтных разъёмов**



Разветвительная плата с высоковольтными изолированными проводами



Высоковольтный кабель с двумя 5-контактными разъёмами

LHCb HV System 2012

Производство модулей 2000- канальной высоковольтной системы для замены устройства параллельного подключения камер :

Master Distributor – 8

Remote Distributor - 56

Ответственность коллаборации LHCb:

- поставка 90 % комплектующих

Ответственность ПИЯФ:

- производство плат всех модулей и регуляторов
- монтаж автоматический всех плат модулей
- монтаж ручной всех плат регуляторов
- ручная сборка модулей
- тестирование модулей

**По графику окончание работ и отправка в ЦЕРН – 30 ноября 2012 г.
Фактически модули отправлены 30 августа 2012 г.**

**Система «под током» на тестовом стенде ЦЕРН около 4 месяцев
с хорошими результатами и видами на надёжность в эксплуатации**

2500-channel HV System UF/ PNPI Collaboration

<https://indico.cern.ch/getFile.py/access?contribId=15&sessionId=2&resId=0&materialId=slides&confId=216092>

UF Responsibility

1. **Components procurement (90%)**
2. **Remote and Master Distributors**
 - Bare PCBs manufacturing
 - Automated SMT assembly
 - Mechanical parts
3. **Design new control interface in PCI-Express standard**

PNPI Responsibility

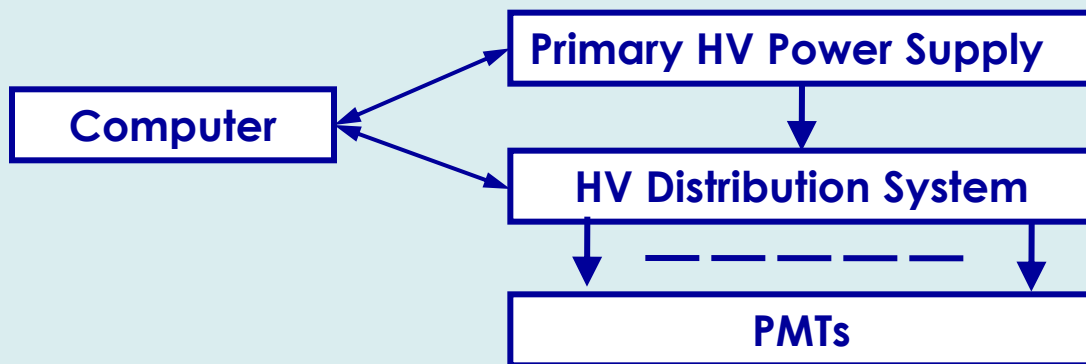
1. **Manual assembly of Distribution and Master boards**
2. **Production tests**
3. **Components procurement (10%)**

Развитие систем распределения высоковольтного питания: система HVDS NeuLAND (Проект)

**High Voltage Distribution System (HVDS)
for the High-Resolution Neutron Time-of-Flight Spectrometer for R3B (NeuLAND)**

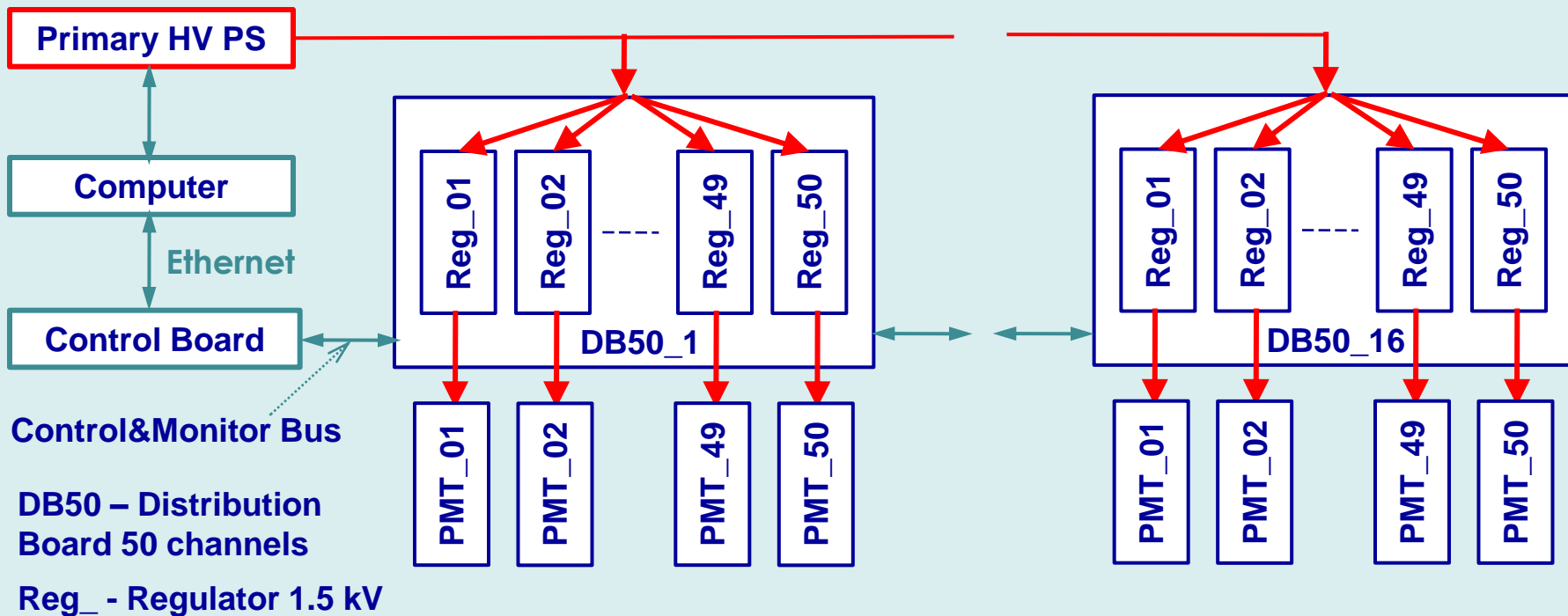
Особенности HVDS NeuLAND:

- распределение высоковольтного питания для PMT
- регулирование напряжения для каждого канала: $0 \div V_{\max}$ ($V_{\max} = 1.5 \text{ kV}$, $I_{\max} = 0.5 \text{ mA}$)
- мониторинг тока и напряжения для каждого канала (10-bit ADC)
- суммарное число каналов 6000



Структура системы

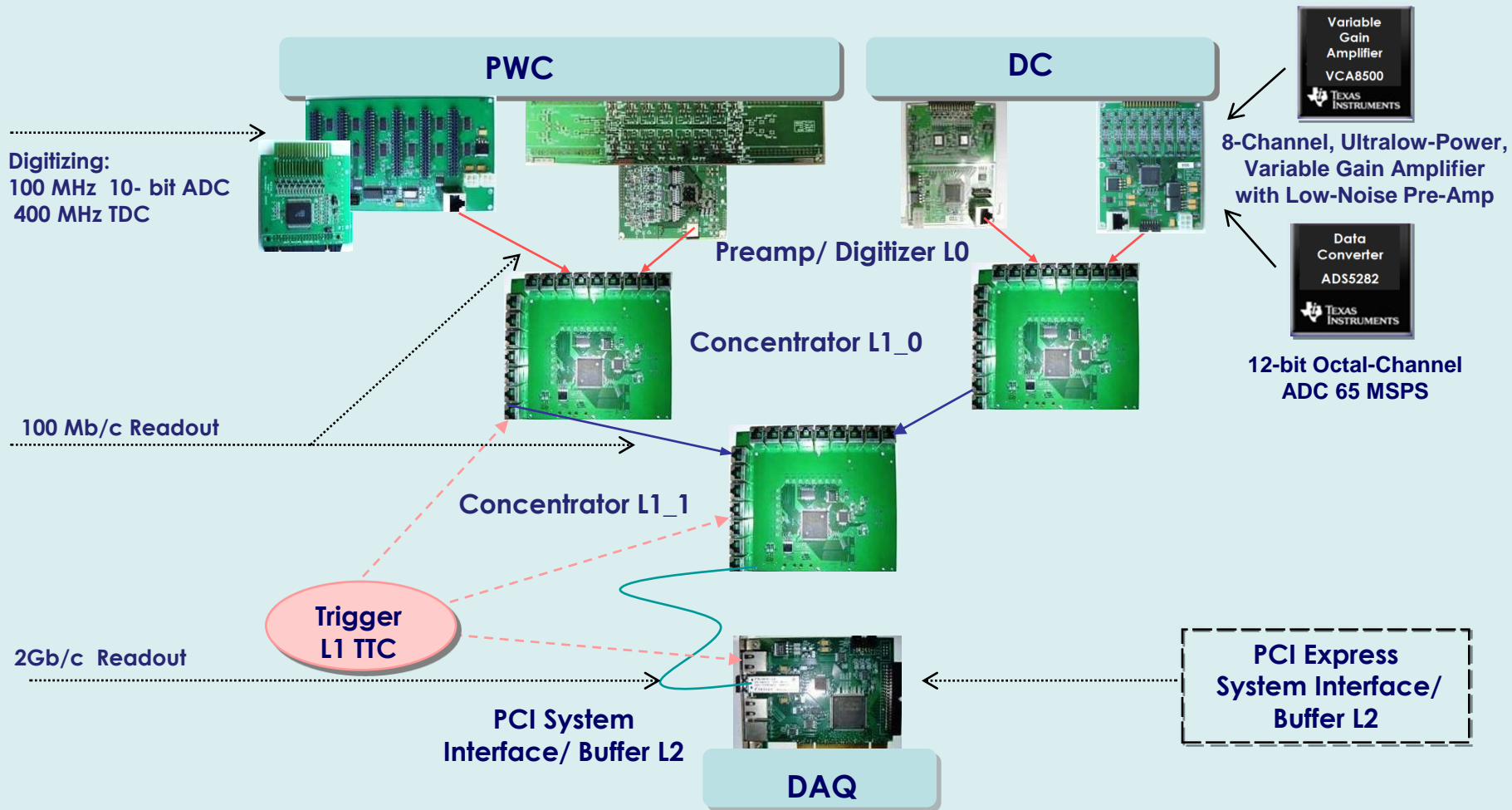
Развитие систем распределения высоковольтного питания: система HVDS NeuLAND (Проект)



Структура системы на 1280 каналов

Этап 2012-2013 - создание прототипа системы на 200 каналов
- расширение системы до 1000 каналов

Развитие семейства систем считывания CROS-3



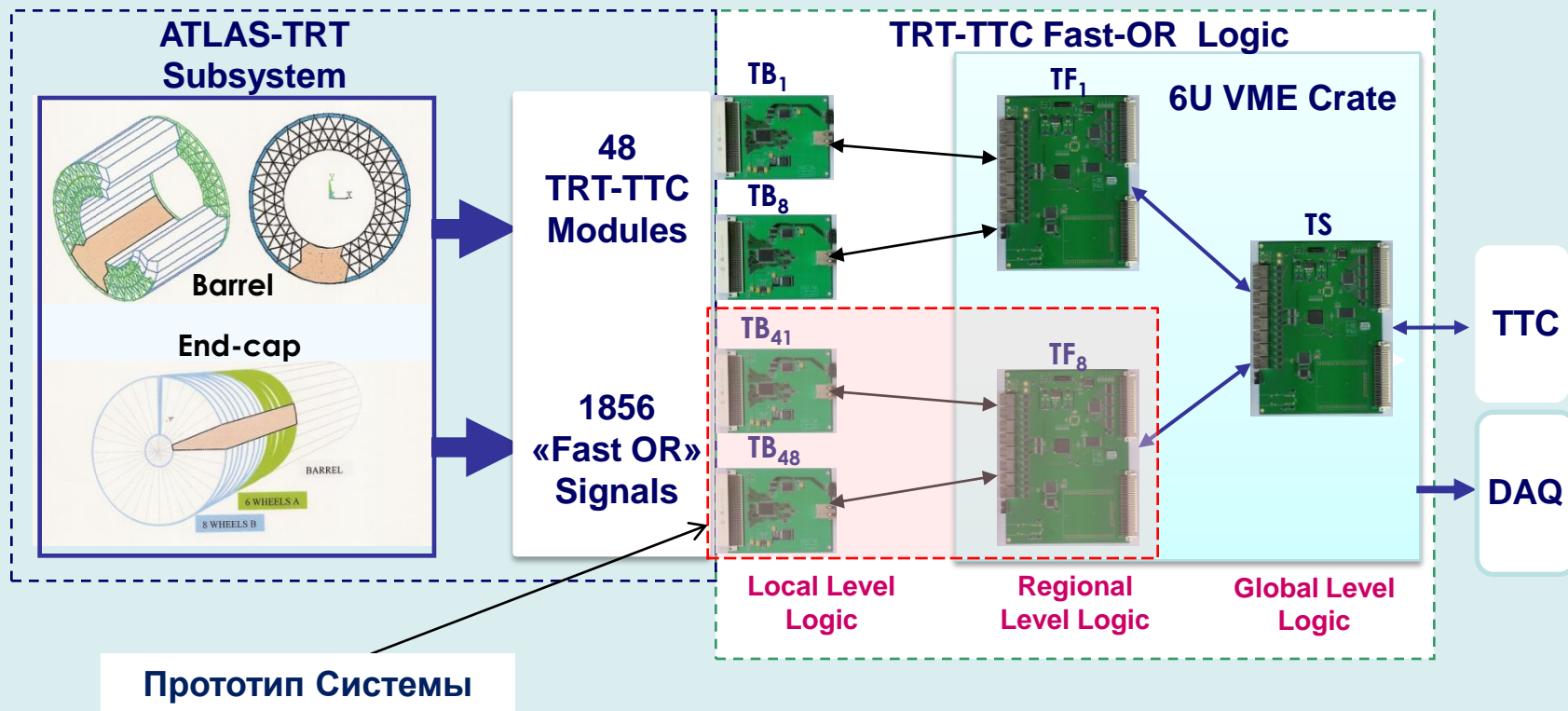
В экспериментальных установках применяется 4 разновидности систем CROS-3:
LAND (GSI), НЭС → OLYMPUS (DESY), BGO-OD at ELSA (Bonn), LHCb Test Stand (ПИЯФ)
В эксплуатации с 2006 г.

Развитие элементной базы и наличие в лаборатории современных средств проектирования позволяет существенно улучшить характеристики системы

Развитие систем триггера – ATLAS Fast-OR Trigger

Основная задача, заложенная при разработке системы TRT-TTC Fast-OR Logic - отладка работы детектора ATLAS-TRT при регистрации частиц космического излучения.

Предполагается использовать прототип системы в течение LS1 (в начале 2013) для исследования импульсов «тяжёлых» частиц (HIPs) на космике в рамках реализации программы Fast-OR Trigger (ATLAS NOTE, November 22, 2012)





Закл^юч^ени^е

Track Finder



CROS-3 → 4, Fast-OR TR, HV, April The



С наступающим Новым Годом!



2013