



Лаборатория Радиоэлектроники
2013-2014
Отчёт и Планы

Головцов В.А.

Юбилейная Научная Сессия Ученого Совета ОФВЭ
25.12. 2013

Лаборатория радиоэлектроники - 2013



Тематические группы

Поддержка
экспериментов
LHCb, CMS etc



Поддержка
сайта ОФВЭ

Системы триггера
CMS Muon Track Finder – на пучке с 2009
L1 Trigger Upgrade – проект 2013



Системы считывания
CROS3-M, CROS3-G, CROS3-B, CROS3-L –
на пучке, начиная с 2006
CROS3-N - опытный образец 2013



Системы высоковольтного питания
HVM– CMS : 14000 каналов, начиная с 2006
HVM-LHCb : 4000 каналов, начиная с 2008
HVDS : 6000 каналов – проект 2013

Опытное производство



Технологический склад



Монтажный участок



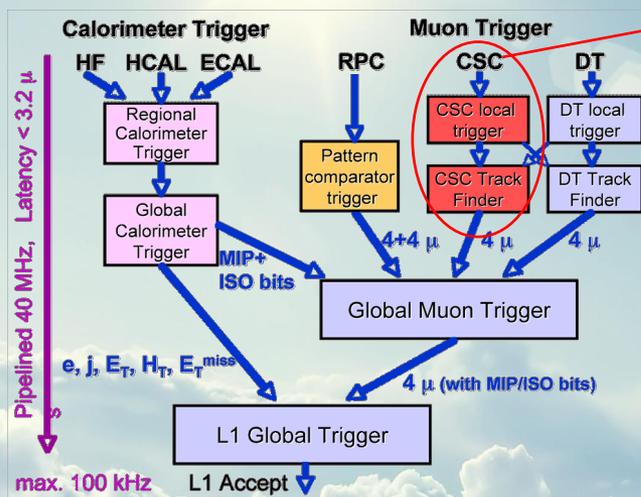
Линия ультразвуковой
очистки и защитного
покрытия плат



Участок сборки и
тестирования модулей

CMS EMU Track Finder

Проект реализован в 1999-2008 гг совместно с Университетом Флориды.
Набор данных с 2009 г. Несколько итераций Firmware



468 CSC камер
Front-End
Локальные Треки



60 Периферийных Крейтов
Трековые Сегменты



Крейт CSC EMU Track Finder
Мюонные треки



6064 медных кабелей
 ~ 1 ТБ/с



160 оптич. кабелей
 ~ 50 ГБ/с

4 SCSI-II кабеля
 ~ 600 МБ/с

Составная часть мюонного триггера. 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 четырем камерам, измеряет поперечный импульс P_t

2013 :

- начало модернизации для перехода к работе при повышенной светимости (LS1)

Модернизация системы триггера L1 CMS

Причины модернизации:

- Увеличение светимости LHC до $2 \cdot 10^{34} \text{ см}^{-1}\text{с}^{-1}$, при этом значение pile-up может возрасть до 50
- Ожидаемое увеличение интенсивности на входе L1- триггера ~ 6 раз

Следствия:

- Стандартизация и гибкость технологического обеспечения
- Использование современных микросхем FPGA, мощность которых позволяет применять сложные реконфигурируемые алгоритмы и высокоскоростные последовательные каналы ввода-вывода
- Применение современных высокоскоростных оптических каналов связи

Базовый стандарт модернизации L1-триггера

Базовым стандартом модернизации в CMS является стандарт Micro TCA (Micro Telecommunications Computing Architecture).

Стандарт Micro TCA разработан консорциумом PICMG (PCI Industrial Computer Manufactures Group), состоящим из 227 компаний (87 исполнительных и 140 ассоциированных)

Первоначальной задачей PICMG было расширение стандарта PCI. В настоящее время – разработка и воплощение рекомендаций для компьютерных архитектур. В том числе – спецификации Advanced TCA, Advanced MC, Micro TCA, COM Express, Compact PCI

MicroTCA описывает модульный принцип построения систем и требования для Advanced Mezzanine Cards (AMC), общие механические свойства, форм-факторы плат, питания, модулей ввода-вывода, средств охлаждения, а также особенности управления MicroTCA-Систем.

Крейт-инфраструктура Micro TCA

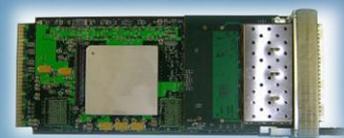
Крейт-инфраструктура Micro TCA базируется на Vadatech VT892 7U, обеспечивающем 12 модулей AMC шириной 2M



Крейт Vadatech VT892



AMC Модуль 2M



AMC Мезонинная Карта

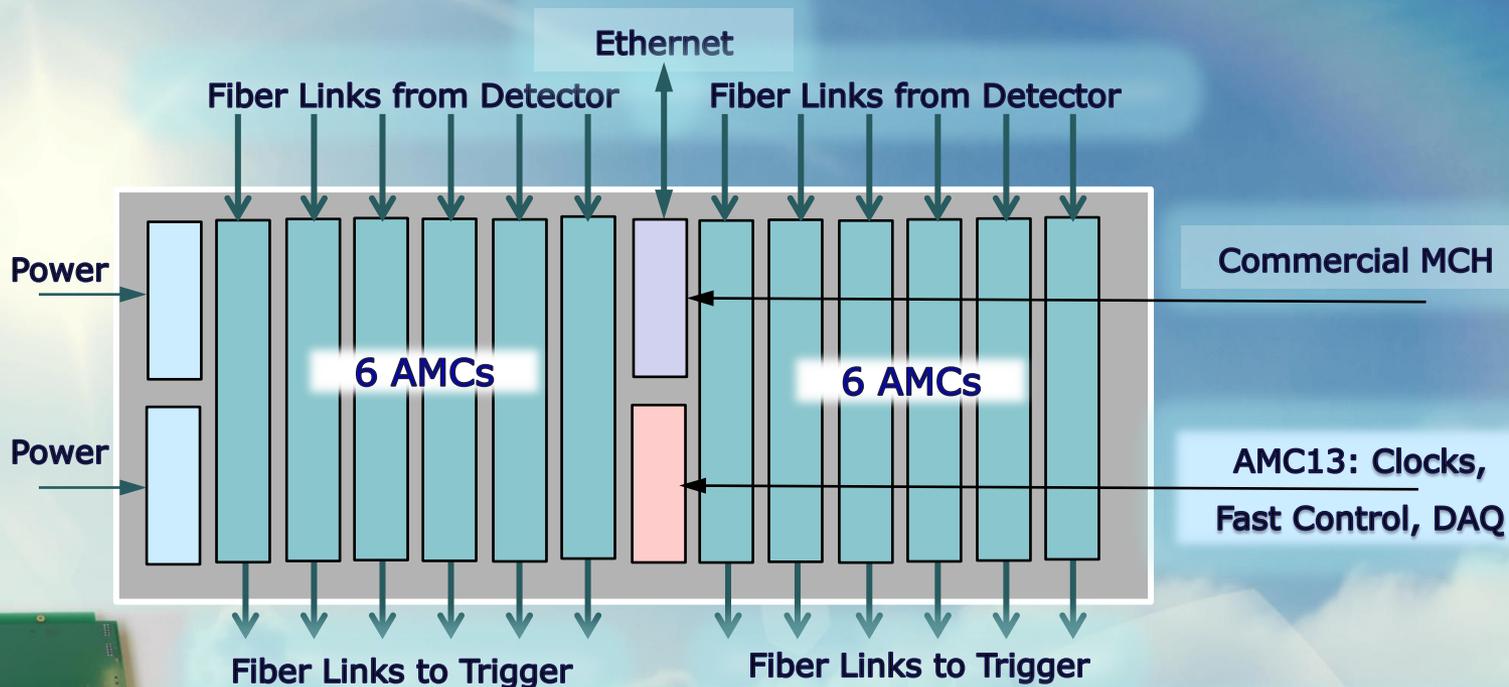
В крейте могут применяться различные типы плат задней панели, удобные для пользователей
Базовой для CMS принята версия платы VT892-123-000-000
Заказная версия платы VT894 может использоваться для дополнительных соединений

Крейт оснащен портами Carrier Hubs (MCHs), модулями питания Power Modules (PM), модулями охлаждения Cooling Units (CUs).

MCH – порты применимы для пользователей коммерческих стандартов (GbE, PCIe, SRIO и SAS/SATA).

CMS принял решение использовать второй слот с MCH - портами для распределения частоты, сигналов триггера, сбора данных, соединений с использованием заказной мезонинной карты.

CMS – Micro TCA крейт



AMC13 – заказной модуль, обеспечивающий TTC- сигналы и взаимосвязь с системами TTS и DAQ

AMC13 устанавливается во второй MCH-слот с платой задней панели, обеспечивающей связь «точка-точка» с каждым из 12 модулей AMC

AMC13 не использует TTCrx ASIC, базовая микросхема – ADN2814, обеспечивающая восстановление частоты 160 МГц и поток данных TTC 80 МБ/с

AMC13 обеспечивает заданную задержку сигнала триггера (Уровень1) и конвейер считывания данных (Уровень2) со скоростью 5 Гб/с

Модуль секторного процессора – Прототип MTF-7

Заказная панель

Длина 30 мм

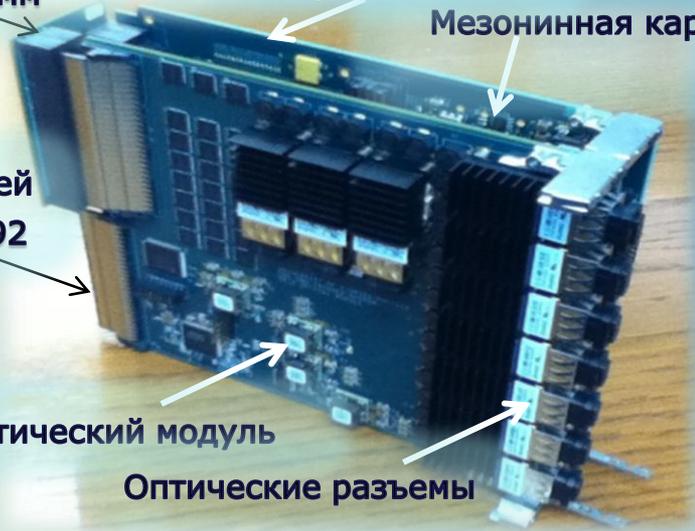
Модуль логики

Мезонинная карта

Разъем задней
панели VT892

Оптический модуль

Оптические разъемы



CMS CR -2013/383 (12 Nov 2013)

The CMS Modular Track Finder Boards,
MTF6 and MTF7

University of Florida, Rice University

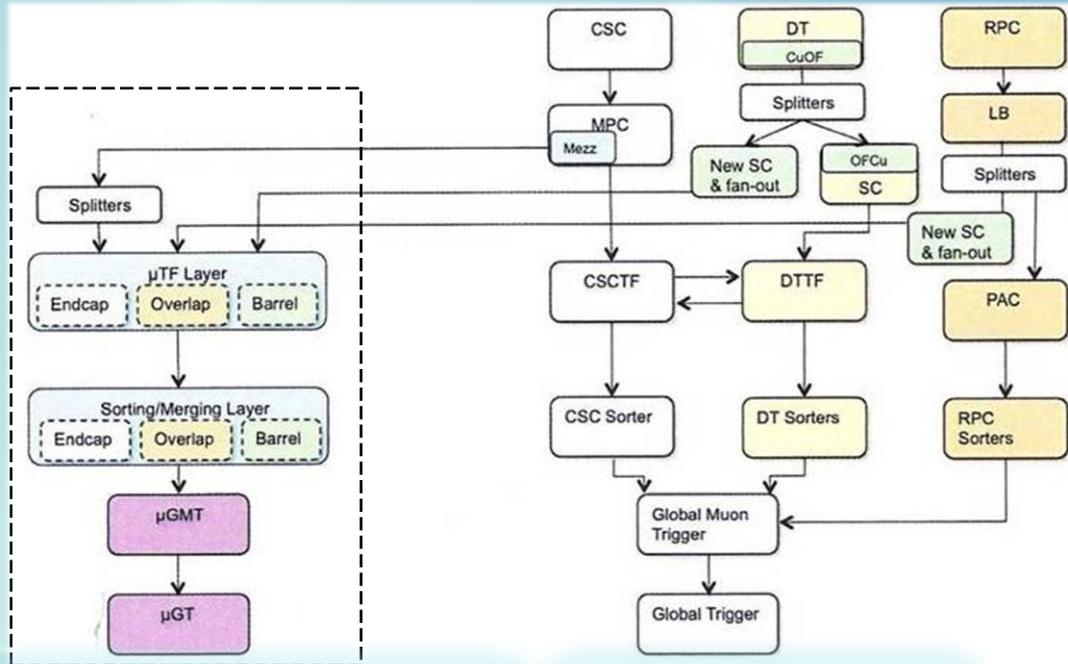
- Модуль логики: Virtex-7 XC7VX690T FPGA: 80 GTH-Transceivers up to 13 Gb/s, 1M Logic Cells, 3600 DSP Slices etc
- LUT на мезонинной карте с адресным пространством 30 бит (18 бит на каждый адрес)

Оптический модуль:

- 7 12-канальных оптических приемников Avago AFBR-820BEZ
- 3 12-канальных оптических трансмиттера Avago AFBR-810BEZ

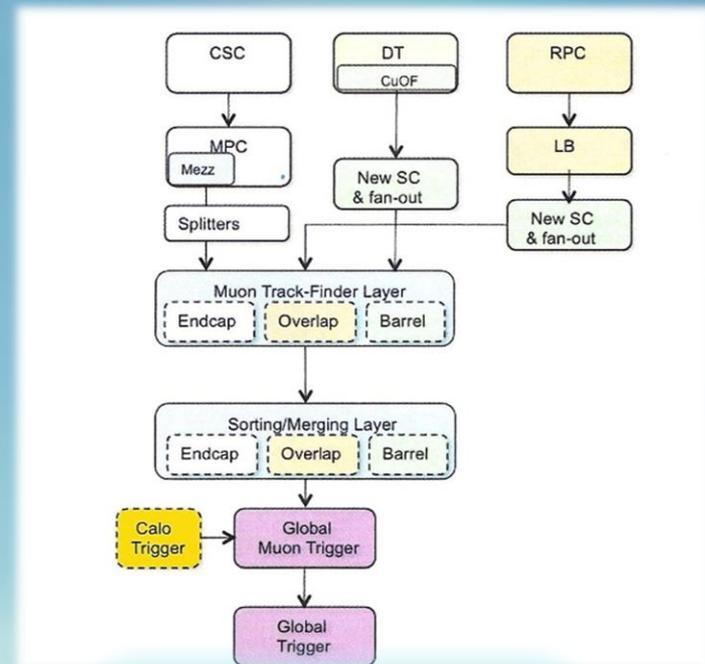
Всего обеспечивается 86 оптических входов и 28 оптических выходов со скоростными характеристиками 10 Гб/с

Стратегия модернизации мюонного триггера CMS



Модернизированный
Мюонный триггер, 1 Сектор

Реализованный
Мюонный триггер



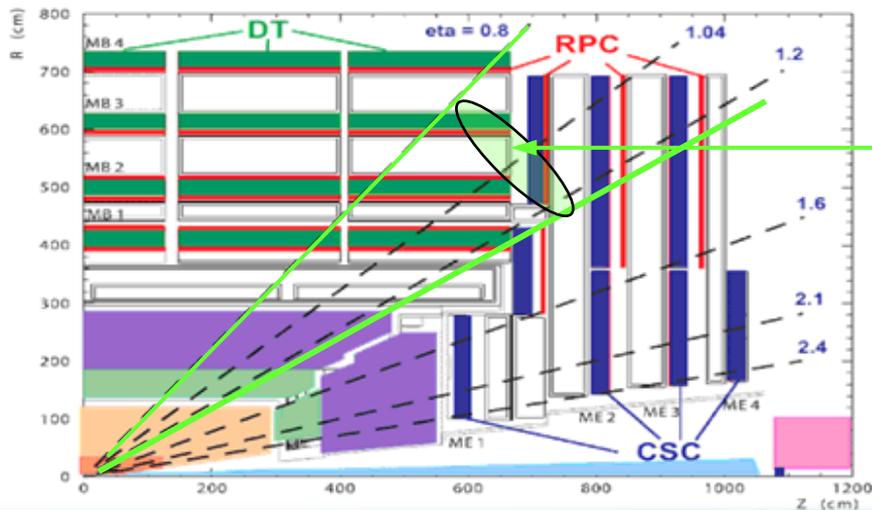
Модернизированный
Мюонный триггер

Задача – сокращение интенсивности L1-триггера без существенной потери эффективности
Философия реализованного триггера имеет некоторую избыточность – три независимых мюонных системы, объединяемые на уровне глобального триггера

В модернизированном триггере объединение производится ранее - на уровне системы поиска треков (Muon Track Finder), где предполагается более качественный отбор треков по информации всех трех систем

Введен отдельный Track Finder для зоны перекрытия (Overlap) – ответственность ПИЯФ

Muon Overlap Track Finder -2013



Overlap region: $0.8 < |\eta| < 1.25$
Для решения триггера требуются данные
трех детекторов: CSC, DT, RPC.

L1 Trigger Upgrade : Muon Overlap Track Finder
Cost Book PNPI – 312 KCHF

План на 2014 год – создание тестовой станции в ПИЯФ:

1. Крейт VT892 + Инфраструктура - 53 KCHF
 2. 3 опытных образца модуля MTF7 - 63 KCHF
- Всего: 116 KCHF

25.10. 2013 г. подписано соглашение между руководством CMS и RDMS об участии российских институтов в эксперименте CMS.

В разделе ТРИГГЕР указано участие ПИЯФ в разработке и вводе в эксплуатацию Muon Overlap Track Finder

В последовавшем в начале декабря согласованном предложении российских институтов по финансированию работ по модернизации эксперимента CMS на ТРИГГЕР (ПИЯФ) в 2014 году запрошено 14 млн. руб.

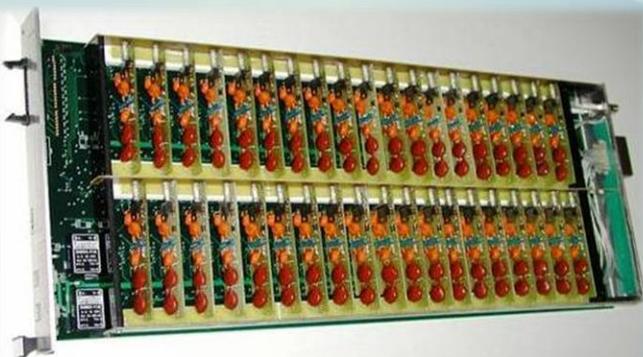
Высоковольтная система HV-2500



Система на 2500 каналов предназначена для обеспечения высоковольтным питанием камер ME 4/2 EMU CMS

Использует 30-канальные распределительные модули (дистрибьюторы), располагаемые рядом с детектором. Система обеспечивает регулирование напряжения, мониторинг значения напряжения и тока для каждого сегмента камер.

Модули системы HV-2500



№	Параметр	Значение
1	Максимальное значение напряжения V_{max}	4000 В
2	Диапазон регулирования напряжения в канале	$(V_{max} - 1000 \div V_{max})$ В
3	Разрешающая способность регулирования напряжения	≤ 50 В
4	Разброс значений напряжения по каналам	≤ 20 В
5	Максимальный выходной ток I_{max}	100 мкА
7	Максимальное значение пульсации напряжения	10 мВ р-р, полоса 100 Гц \div 20 МГц
8	Точность измерения напряжения индивидуально по каналам	≤ 10 В в диапазоне 0 \div V_{max}
9	Точность измерения выходного тока индивидуально по каналам	≤ 100 нА при токах ≤ 1 мкА $\leq 10\%$ при токах > 1 мкА
10	Разброс значений измеряемого тока по каналам	$\leq 10\%$

Модули, составляющие 50% системы, были изготовлены в сентябре 2013 г и отправлены ЦЕРН 15 ноября

В настоящее время изготовление системы завершено

Оставшаяся часть модулей системы должна быть отправлена в ЦЕРН до 15 февраля 2014 г.

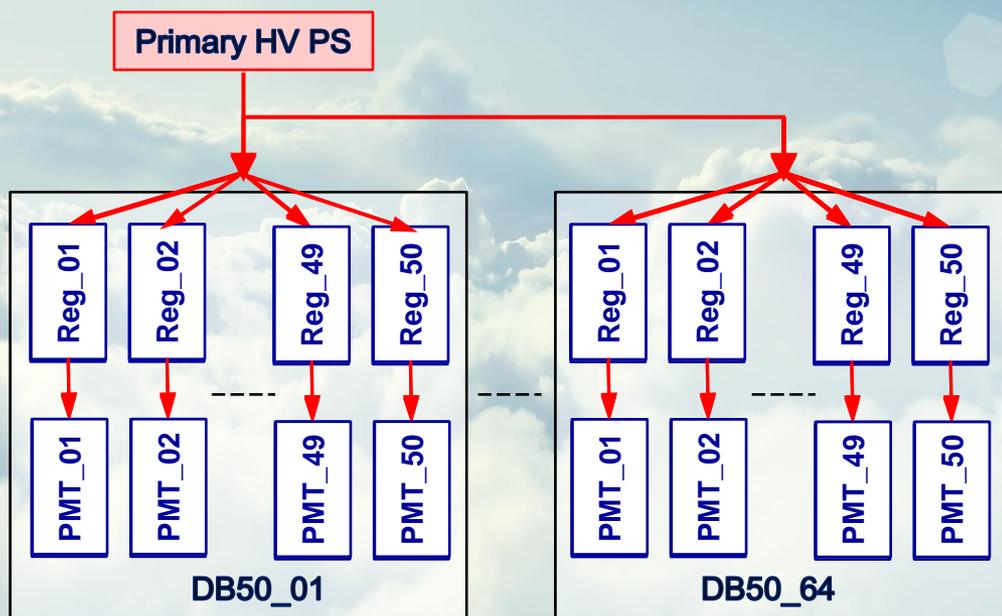
Таким образом, с учетом произведенных ранее 11500 каналов системы для CMS и 4000 каналов системы для LHCb, общее число каналов высоковольтных систем, изготовленных в ОРЭ-ЛРЭ для LHC, достигло 18000

Система распределения высоковольтного питания HVDS

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

Особенности HVDS - NeuLAND:

- регулирование напряжения для распределение высоковольтного питания для PMT
- каждого канала: $0 \div V_{\max}$ ($V_{\max} = 1.5 \text{ kV}$, $I_{\max} = 0.5 \text{ mA}$)
- мониторингирование тока и напряжения для каждого канала (10-bit ADC)
- суммарное число каналов 6000
- стоимость 70 Евро/канал (в ценах 2005 года)



Структура системы на 3200 каналов

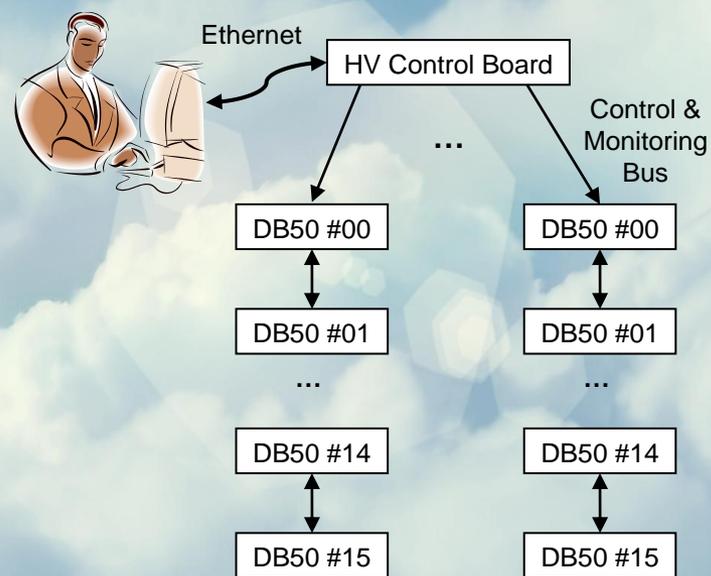
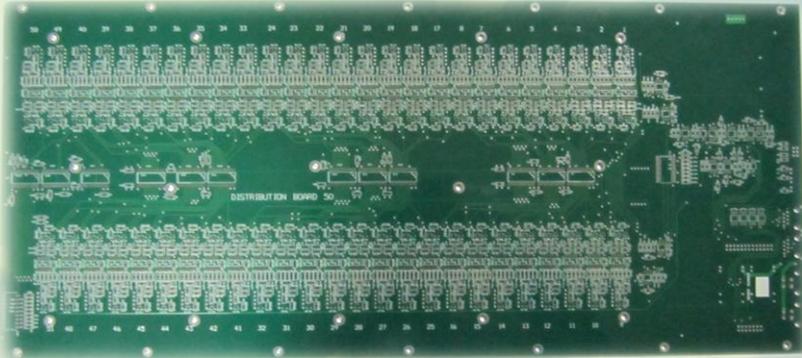


Схема управления системой

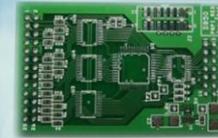
Система HVDS - NeuLAND - 2013

Задачи 2013 :

- проект системы
- разработка прототипа системы на 200 каналов
- подготовка к заключению контракта с FAIR на производство 6000 каналов системы



Плата дистрибьютора DB50
233 x 520 мм
Получена 23.12.2013

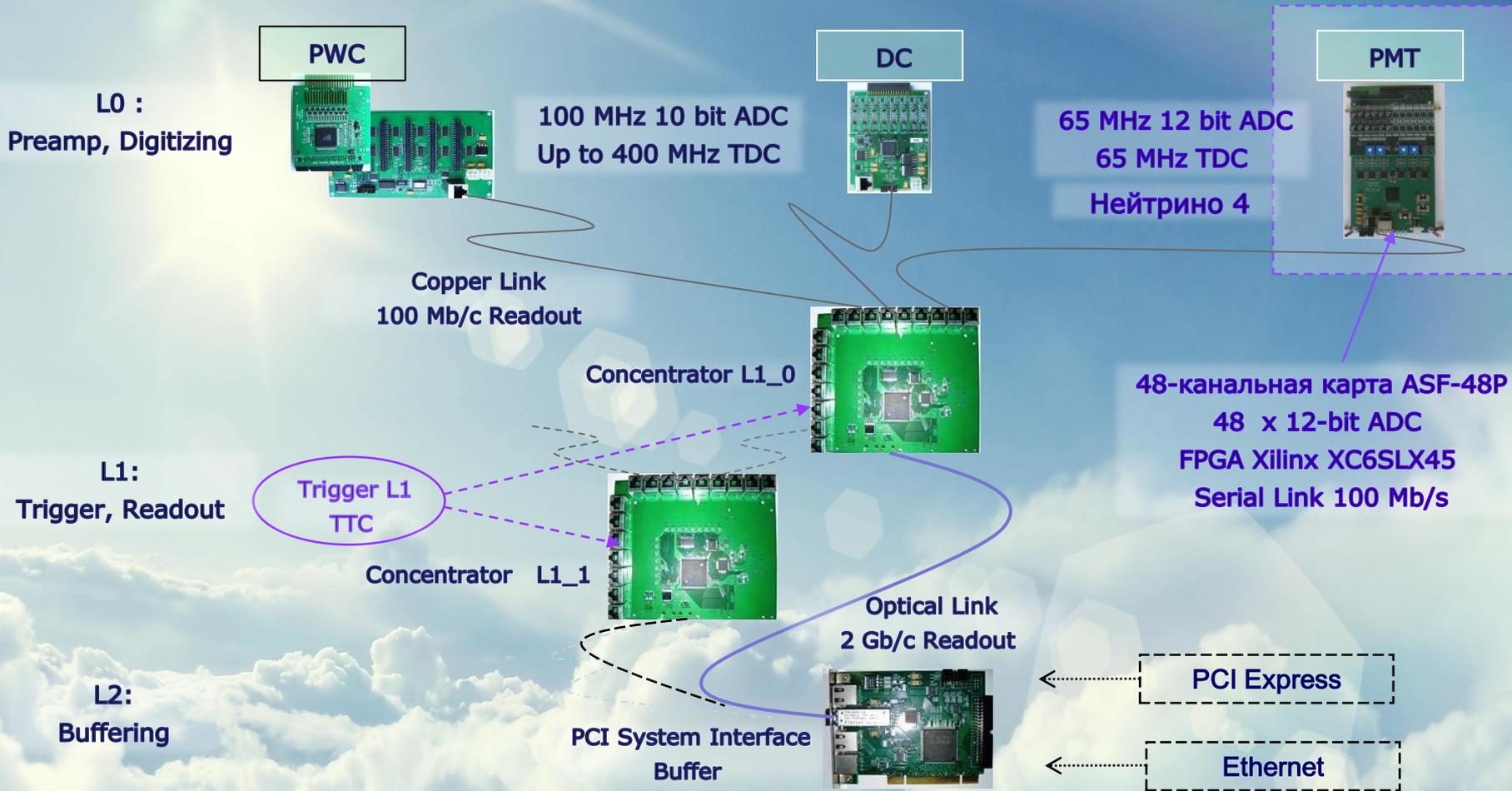


Плата управления дистрибьютором DB50
40 x 62 мм
Получена 23.12.2013

Задачи 2014 :

- производство прототипа на 200 каналов
- подписание контракта с FAIR : 3000 каналов 2014-2015
3000 каналов 2015-2017

Развитие семейства систем считывания CROS3 - 2013



В экспериментальных установках применяется 4 разновидности системы CROS3:

- CROS-3G – LAND (GSI)
- CROS-3M – НЭС (ПИЯФ), OLYMPUS (DESY)
- CROS-3B - BGO-OD at ELSA (Bonn)
- CROS-3L - LHCb Test Stand

2013 – прототипы системы для экспериментов Нейтрино 4 и Polfusion

2014 - производство 200-канальной системы CROS-3N (Нейтрино 4)

С наступающим
Новым Годом,
51-м годом ОФВЭ!
2014

