Предложение по электронике сцинтилляционных счетчиков CRVComet (CosmicRayVeto).

64 счетчика и 1 плата Метеор64 образуют Модуль Счетчиков (МС). Из МС составляются панели. Каждая панель содержит от 4-х до 15-ти МС.

Функционал физического уровня. Плата, входящая в состав Модуля Счетчиков.

Meteor64.wmf

* 64 входных канала.
* Сигналы SiPM каждого счетчика обрабатываются модулями APU (AnalogProcessingUnit). Модуль APU содержит схемы формирования напряжениясмещения SiPM (SiPMBiasVoltageRegulator), предусилитель и дискриминатор (Preamp, discriminator)
* Логические сигналы дискриминаторов обрабатываются сигнальными процессорами в FPGA по алгоритмам ToT (Time-over-Threshold)
* Для мониторирования амплитудного спектра сигналов, имеется возможность сохранять форму сигнала для каждого канала. Однако, в каждом событии сохраняется форма сигнала только одного из каналов. Для этого в блокеимеется мультиплексор и АЦП
* Блок Триггера формирует сигналы Veto3 (тройное совпадение счетчиков), сигналы срабатывания краев Модуля Счетчиков по правой и левой границам
* Поток данных в DAQ содержит информацию о временных отметках пересечения порогов, и форму сигнала в заданном канале.
* Медленный контроль служит для программирования перед заходом и мониторирования состояния в заходе.
* Местный контроль необходим на этапе первоначальной наладки и запуска электроники.
* Для синхронизации измерений и потока данных Meteor64 получает сигналы общего Триггера Comet – Start, Event\_Number, etc.

**SiPM Bias Voltage Regulator (SBVR)**

SBVR

Напряжение смещения SiPM задается для каждого канала индивидуально. Величина управляется ШИМ ЦАП, реализованным в FPGA.Оконечный каскад реализован по стандартной схеме.

**Preamp, discriminator**

Preamp_Discr

Предусилитель состоит из двух каскадов. Первый каскад реализован на биполярном транзисторе по схеме ОЭ, коэффициент усиления по напряжению ~10. Каскад ОЭ выбран из условия стабильности (отсутствия автоколебаний) усилителя при изменении свойств SiPM, его обрыве/замыкании под воздействием радиации. Второй каскад дифференциальный, на основе AD8350-20. С выхода предусилителя сигнал поступает на вход дифференциального дискриминатора. Дифференциальный тракт обеспечивает оптимальные условия работы для дискриминатора и снижает риск автоколебаний в системе как целом. Переходная характеристика предусилителя(время нарастания1.5нс) выбрана так, чтобы не ухудшать фронт сигнала с SiPM. Порог каждого канала устанавливается индивидуально. С выхода предусилителя сигнал так же ответвляется на мультиплексор для регистрации формы.

**WaveformMUX, ADC**

MUX_ADC

Мультиплексор системы мониторирования реализован на основе буферных усилителей AD8063 с функцией разрешения работы, подключенных на общую линию. Согласование общей линии со входом АЦП и формирование необходимой АЧХ обеспечивается каскадом ADCDriver. В качестве АЦП выбран AD9283-100 (8бит, 100Мвыб/сек).

**Функционал подсистем Триггера.**

Общий триггер Cometразмещен в плате FC7, находящейся за защитой. Его решения доступны нам через плату-меззанин FCT, несущую 5Gоптический линк. Ожидаемая загрузка положительных решений Триггера около 10кГц.

Pannel.wmf

Аргументы Триггера Veto3 из Модулей Счетчиков каждой панели собираются в блоке Panel master. Блок формирует сигнал Veto3Panel (вето панели с учетом границ МС)и CosmicStartPanel (тестовый быстрый триггер панели), содержит FCTmezzanineдля приема триггерной информации и разетвитель этой информации на блоки Meteor 64.

Сигналы срабатывания счетчиков на границах Модулей Счетчиков могут передаваться как непосредственно с Модуля на Модуль, так и в Panel master.

Для запуска измерений и синхронизации событий в DAQComet используются сигналы, приходящие через меззанин FCT. Сигналы разветвляются и раздаются по системе.Каждая панель (Panel1..6) содержит свой меззанин FCT. Итого необходимо 6 меззанинов FCT.

Свой вклад в Триггер мы делаем двумя путями:

1. через платы меззанинов FCT передаем объединенный сигнал Veto3 со всех плат Meteor64 (тракт включает в себя все латентности оптических линков),
2. генерируем быстрый Космический Триггер для космических калибровок и быстрого запуска. Сигнал поступает через претриггерную электронику Эпштейна на интерфейсные модули (TriggerI/F) платROESTI, EROS. Для для CyDetсигнала, сигнал будет поступать в интерфесныемодулиCOTTRI (COTTRIMB) иREGBI(CDCFCinterface).

В рамках собственных нужд быстрый Космический Триггер может быть сгенерирован как на уровнях панелей, так и отдельных Модулей Счетчиков. Данная возможность будет использоваться на всем протяжении жизненного цикла системы, начиная со входного тестирования отдельных счетчиков и заканчивая работой системы в целом.

**Веменная диаграмма работы системы.**

Comet_TimeDgrm.wmf

Сигнал фотоприемника усиливается и попадает на дискриминатор, где квантуется по амплитуде. Задержка составит примерно 10нс (analogfrontenddelay). Далее, сигнал должен пройти буферные DDR каскады FPGA и ресинхронизоваться на внутренние часы (частота 200МГц), т.е должен квантоваться по времени, что потребует еще примерно 20нс (resynchronizationtoFPGAclockdomain). Таким образом, единица младшего разряда счетчиков времени составит 2.5нс.

Далее сигналы дискриминаторов разветвляются в три потока: на формирование информации о пересеченни порогов (хитов), на пересчетные схемы и в триггер. В триггере сигналы поступают на схему формирования разрешающего времени (resolutiontimepulse = 50нс) и выравнивания задержек (delayaligning) перед схемой совпадения.Схема совпадения конфигурируется для получения на выходе сигнала о срабатывании трех счетчиков (Veto3 Meteor64). Сигнал Veto3 Meteor64 передается в плату Panel Master.

Сигналы Veto3 от блоков Meteor 64 поступают на схему формирования разрешающего времени (50нс) и схему выравнивания задержек, а затем на схему совпадения. Схема совпадения будет реализована в виде ИЛИ всех Veto3. На выходе схемы совпадения формируются сигнал Veto3panelдля передачи в FCT и дальнейшей передачи в Триггер (FC7). На входе в плату FCT сигнал еще раз ресинхронизуется под ее часы (40MHzclockdomain).

Аналогично формируется сигнал быстрого Космического Триггера (Cosmicstartpanel). При работе в составе Comet этот сигнал отдельным проводом/волокном передается напрямую в Калориметр. Для локальных запусков CRV этот сигнал передается в подсистему калибровок.

**Функционал DAQ.**

Исходными данными считаем следующие. Загрузка Триггера составит не более 10кГц. Мертвое время на событие определяется процессом оцифровки аналоговых буферов чипов DRS4 плат ROESTI и составляет не менее 12мкс. Это время можно использовать для копирования данных из сверхоперативных регистров в массовую память плат Метеор-64, а также для неторопливой раздачи номера события по последовательным линиям.

Поток данных, порождаемый платой Метеор-64 оценим следующим образом. В каждом канале, имеющем космическое событие, внутри окна 2мкс, мы ожидаем до 5-ти отдельных импульсов, для описания которых требуется 5импульсов\*2порога\*10бит=100бит. Произведение по 64-м каналам дает 800байт на событие.Канал контроля формы на скорости 100Мвыб/сек порождает 200байт.Итого поток данных 1кбайт на событие.

Выходной поток при загрузке Триггера 10кГц составит 10Мбайт/с, что укладывается в 100М Ethernet (12Мбайт/с).

**Оценка энергопотребления платы Метеор64**

Для одного канала платы

Первый каскад предусилителя - 10мВт

Второй каскад предусилителя - 150мВт

Компаратор - 70мВт

Схема смещения - 7мВт

Итого 64 канала - 15,2 Вт

FPGA, приемопердатчики, АЦП 11Вт

Итого полное потребление платы 26,2Вт,

С учетом КПД импульсного источника питания 90% получаем 29Вт потребляемой и рассеваемой мощности.

Необходимое питание платы 12В, 2.4А. Полное количество необходимых плат Метеор64: 32-39.

Для питания потребуется 32\*2.4А=76.2А. Источники питания покупные, реализуют требования по электро/пожаро безопасности и электромагнитной совместимости, будут располагаться в защищенной области с последующей раздачей питания по линиям передачи большого сечения с низким сопротивлением.

**Необходимое количество МС для различных частей детектора**

* Крыша - образует единый модуль из 7x64 счетчиков. Для обработки потребуется 7 плат Метеор 64.
* Стенка левая - состоит из 6 независимых МС. Потребуется 6 плат Метеор 64.
* Стенка правая - состоит из 6 независимых МС. Потребуется 6 плат Метеор 64.
* Стенка задняя - состоит из 6 независимых МС (возможно еще потребуются 3 МС, уточнить у Федотовича Г.В.). Потребуется 6 (возможно 9) плат Метеор 64.
* Стенка передняя - состоит из 6 независимых МС (возможно еще потребуются 3 МС, уточнить у Федотовича Г.В.). Потребуется 6 (возможно 9) плат Метеор 64

Итого будет использоваться 25-31 МС, потребуется 32-39 блока Метеор64 (крыша это единый МС для которого нужно 7 Метеор64)

Comet_Gen_view

С каждого МС выходит/входят:

* 1 кабель питания
* 1 кабель (8 витых пар) для передачи сигнала BoundaryInfoв соседний МС.
* 1 кабель (витая пара) для передачи сигнала Veto3 Meteorв блокPanelMaster.
* 1 кабель (оптика/витая пара) для передачи информации в ССД Comet (временные отметки, формы сигнала)
* 1 кабель (оптика/витая пара) для взаимодействия с FCT (получение триггерной информации от FC7)
* 1 кабель (2 витые пары/оптика) для медленного контроля.

Плата Panelmasterбудет размещаться снаружи панели и будет локально защищена от радиации. С блока Panelmaster выходит/входят:

* 1 кабель питания
* 2кабеля (оптика) для взаимодействия с FC7 (от FCTк FC7)
* 1 кабель (витая пара)для передачи сигнала быстрого Космического Триггера (Cosmicstartpanel)
* 1 кабель (2 витые пары) или 2 кабеля (оптика) для медленного контроля.

Comet_Panel_Cables.wmf

**Размер платы и общая компоновка комплектующих**

GeneralCP

Вазможны два варианта построения платы: 64 канальная или 32 канальная. Выбор зависит от доступного размера области в панели для размещения электроники.

Вариант А - 64 канальная плата Метеор.

При таком варианте построения платы - каждая плата будет размещаться напротив одного модуля счетчиков. В этом варианте длина необходимой области панели под размещение электроники составит 400мм (Кабели ~50-90мм).

Вариант Б - 32 канальная плата Метеор.

Платы, обслуживающие один модуль стчетчиков, будут размещаться одна над другой. В этом варианте длина необходимой области панели под размещение электроники составит 240мм (Кабели ~50-90мм).