



The AliVATA DAQ system

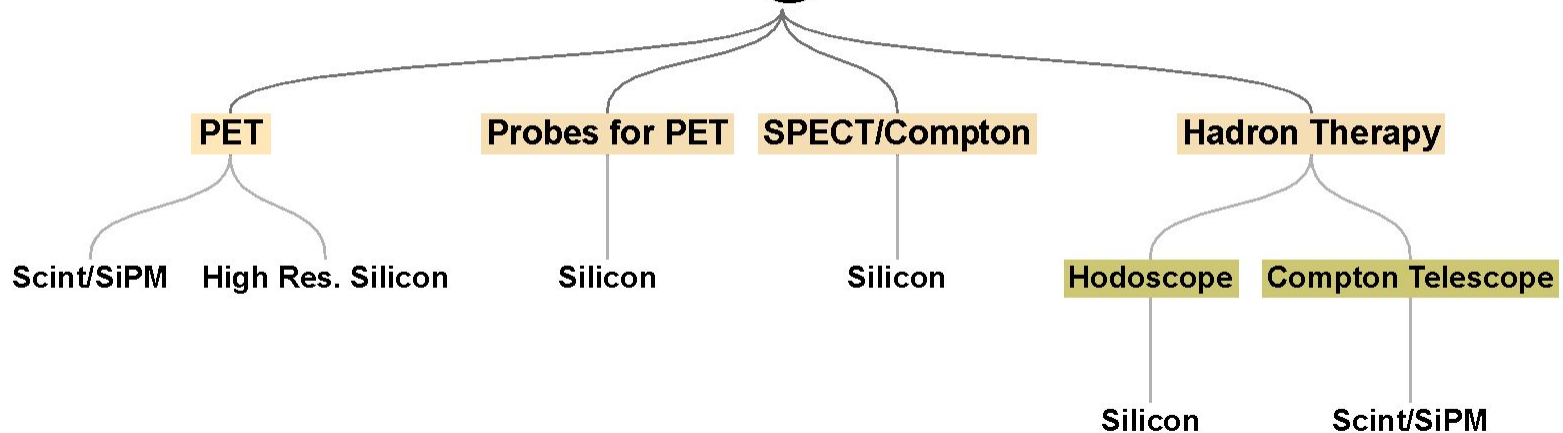
Carles Solaz

csolaz@ific.uv.es

The AliVata System



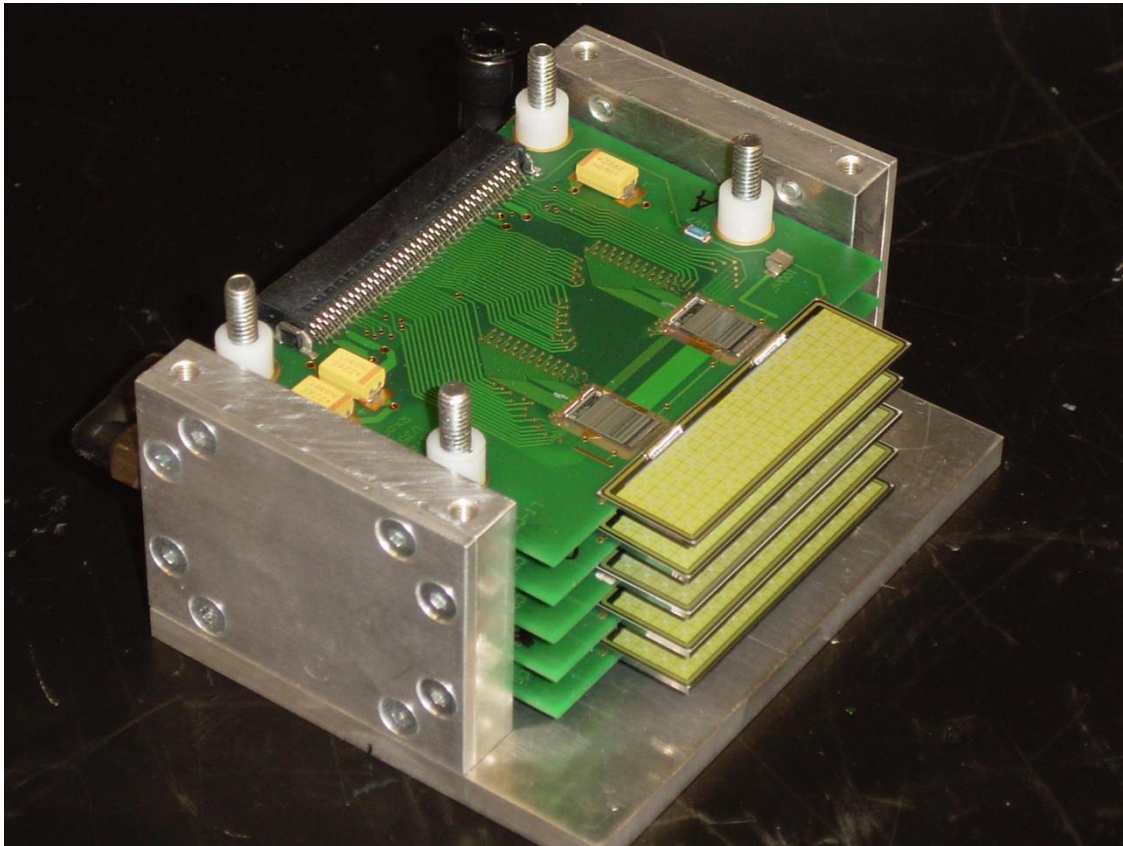
IRIS @ IFIC



The AliVata system was born from a collaboration with IRIS @ IFIC

They needed a DAQ system that could handle all of their different setups and sensor types.

Needs: SPECT & Compton camera



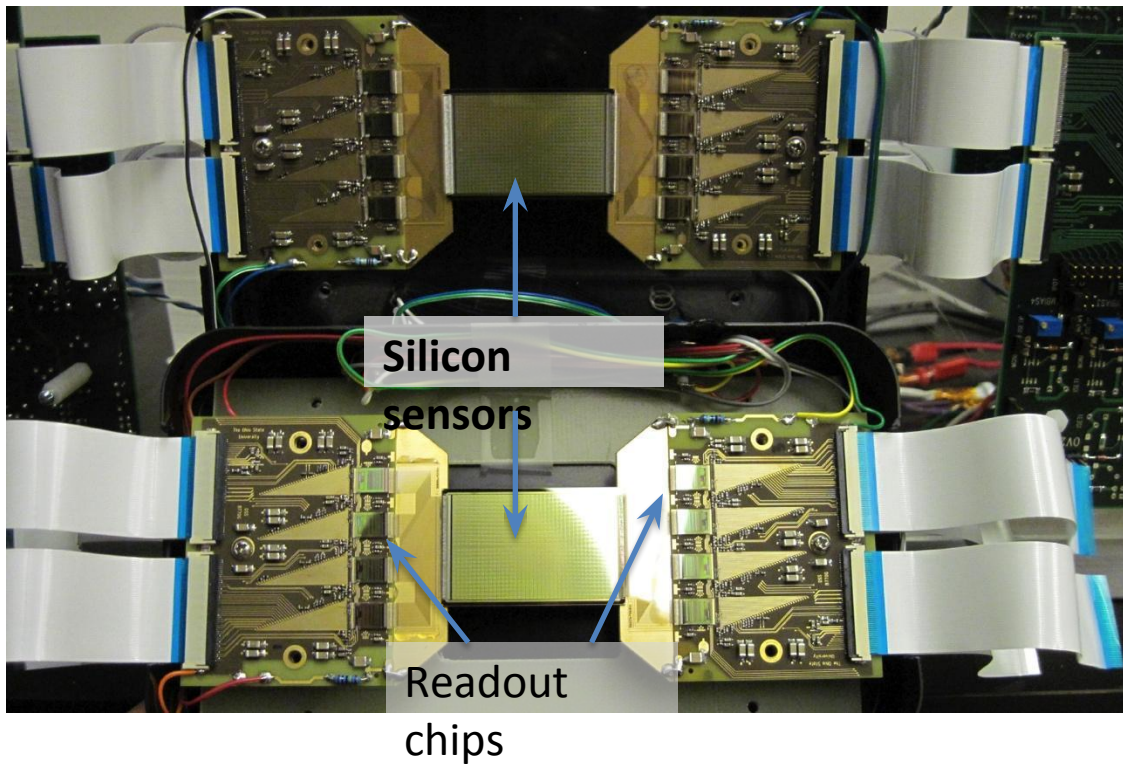
Stack of silicon pad detectors
for a SPECT/Compton camera.

- 2 ASICS per plane
- 1 Trigger per plane
- 1 data stream per plane.

Need to

1. *timestamp* for event building,
2. Handle multiple data streams.

Needs: PET probe & Small Animal PET



Yet another stack of silicon pad detectors for a PET probe

8 ASICS per plane

1 Trigger per plane

1 data stream per plane.

Need to

1. *timestamp* for event building,
2. Handle a large number of chips per data stream
3. Handle multiple data streams.

Needs: Hadron therapy monitoring



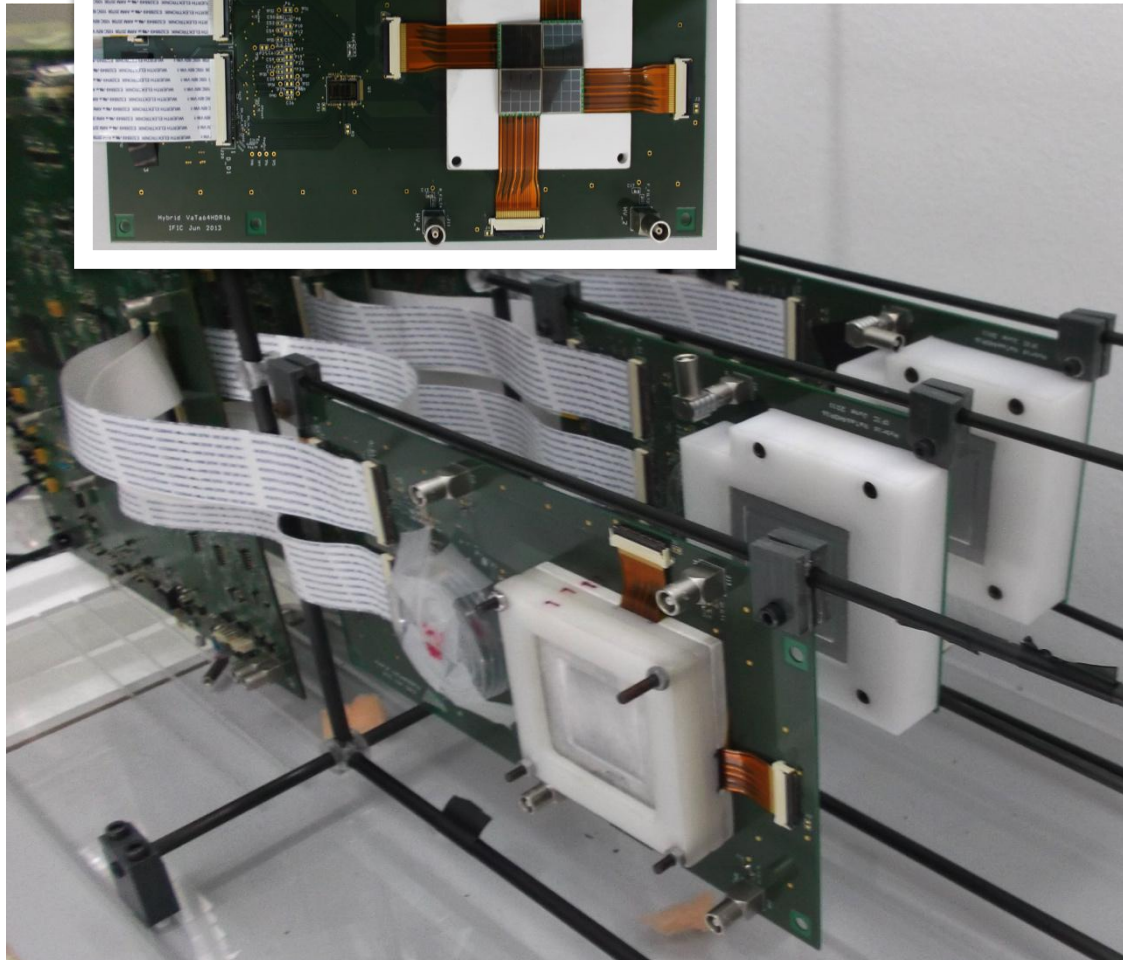
A stack of Scintillators+SiPM for a Compton Telescope to monitor hadron therapy.

- 1 ASIC per plane
- 1 Trigger per plane
- 2 data stream per plane

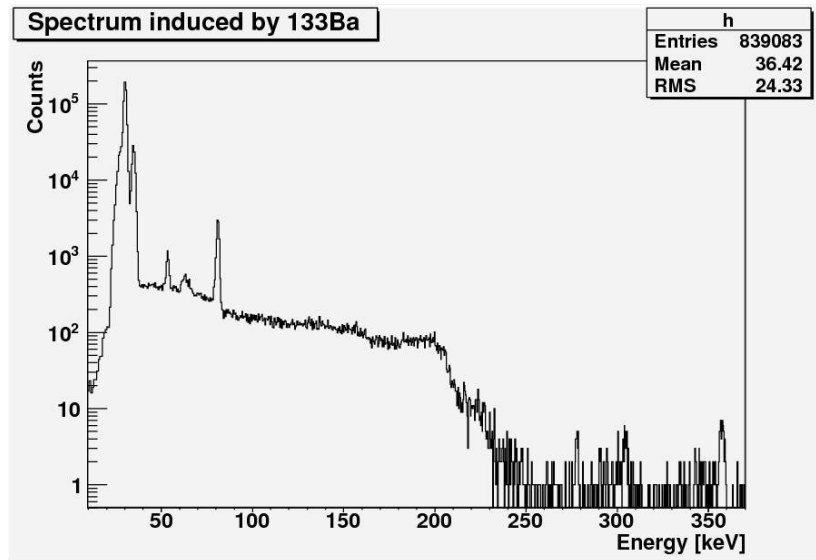
Need to:

1. Timestamping for coincidence building

Different Sensor, different range



Spectroscopy with Silicon and SiPM



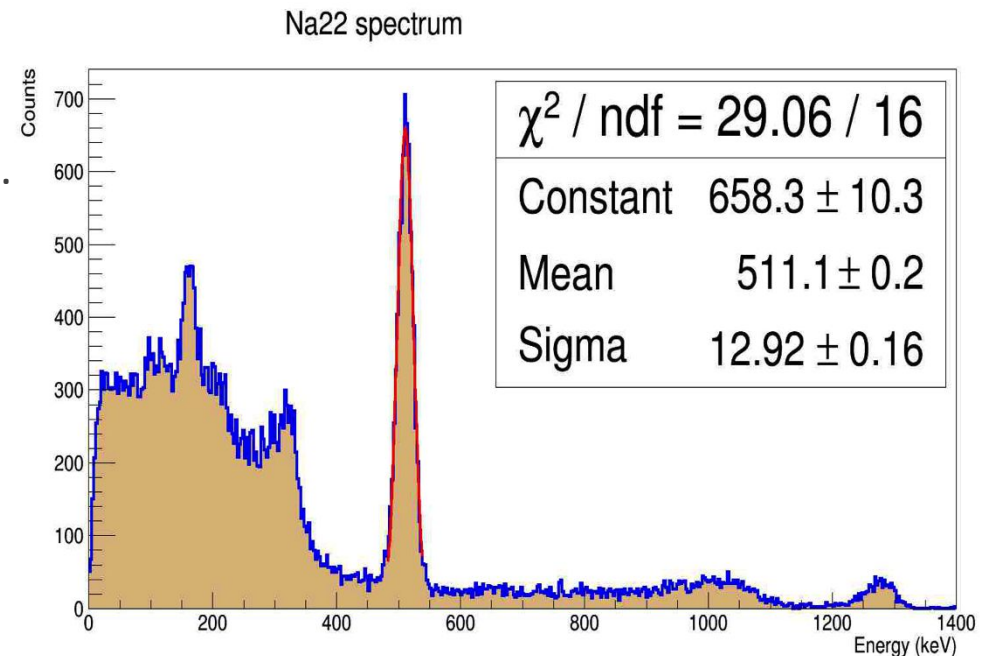
^{133}Ba spectrum from Silicon detector

Linearity tested with a ^{153}Eu point-like source.
Linear up to ~ 1500 keV.

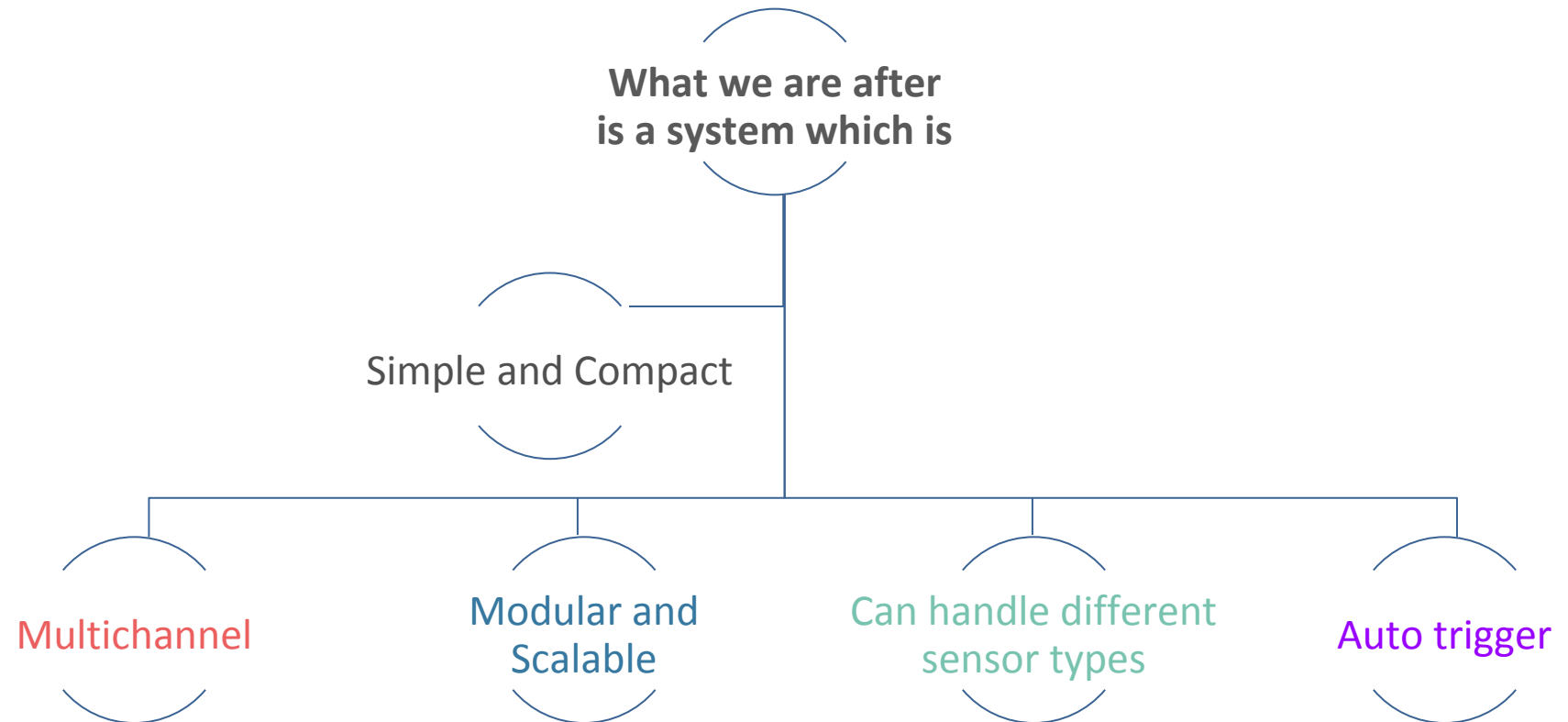
J.Barrio et al, to be published in NIMA

ENERGY RESOLUTION

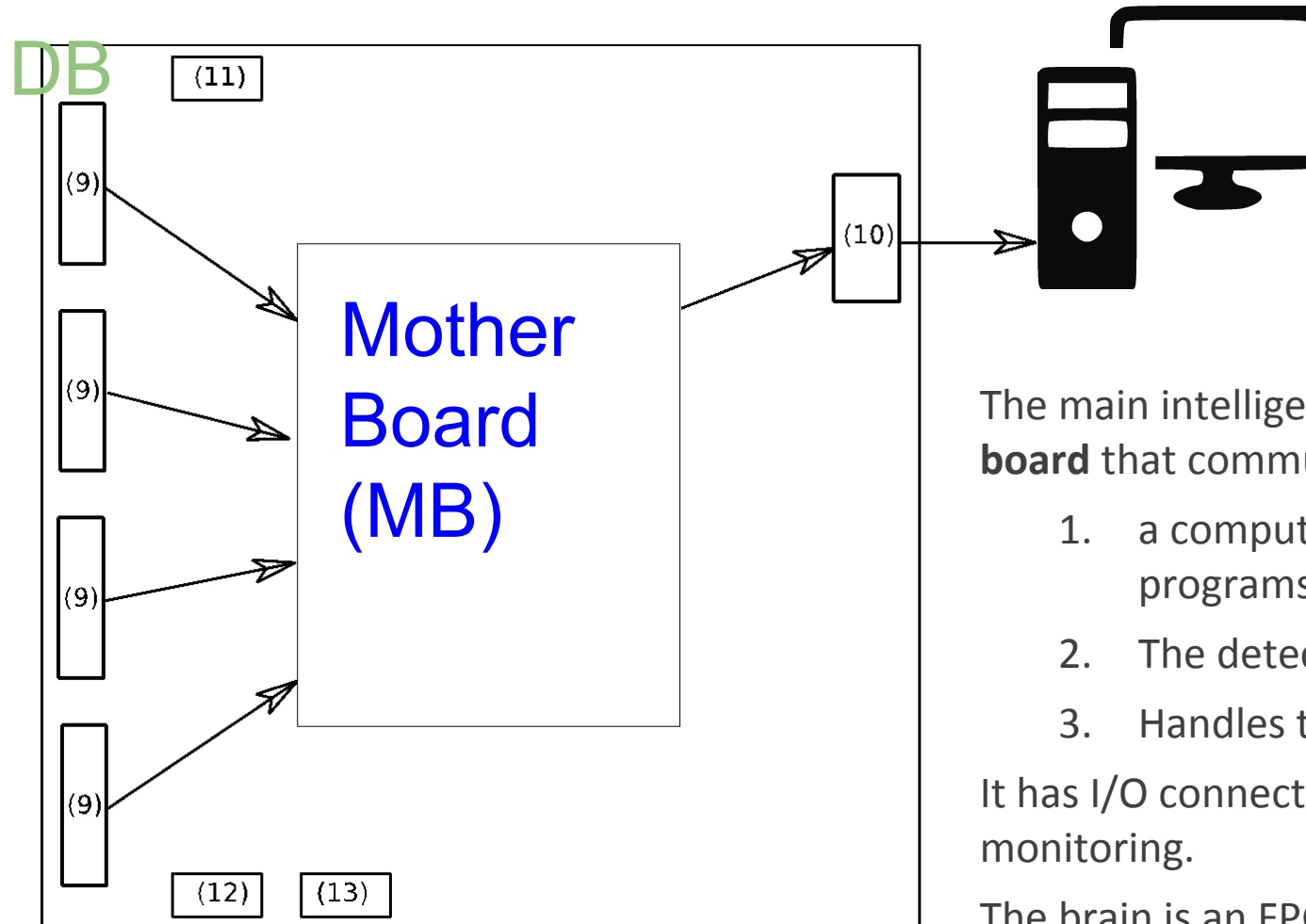
5.9% @ 511 keV



The Idea Behind



The System Motherboard



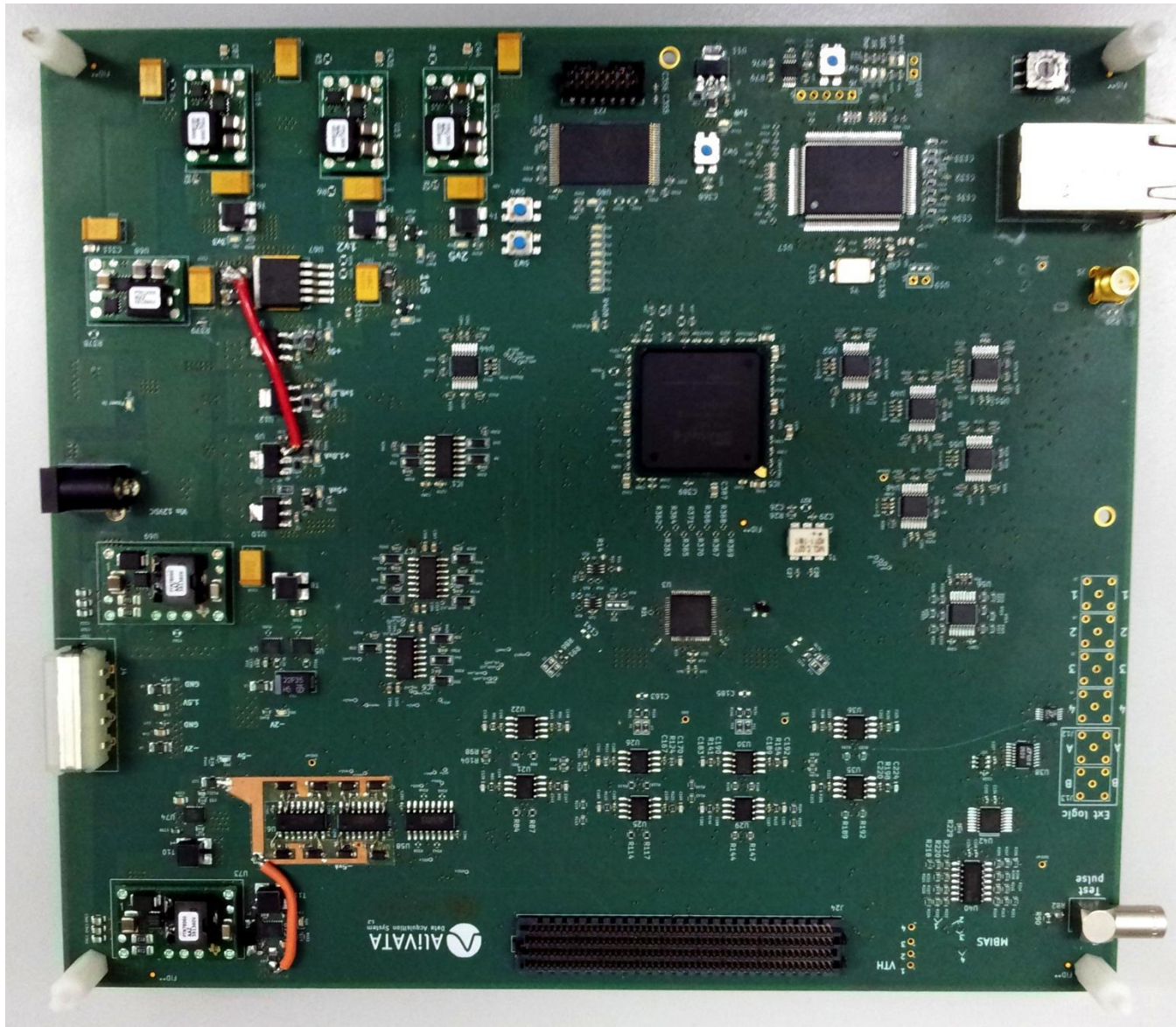
The main intelligence is in a **mother board** that communicates to

1. a computer (ethernet) that programs and receives data
2. The detectors
3. Handles the trigger

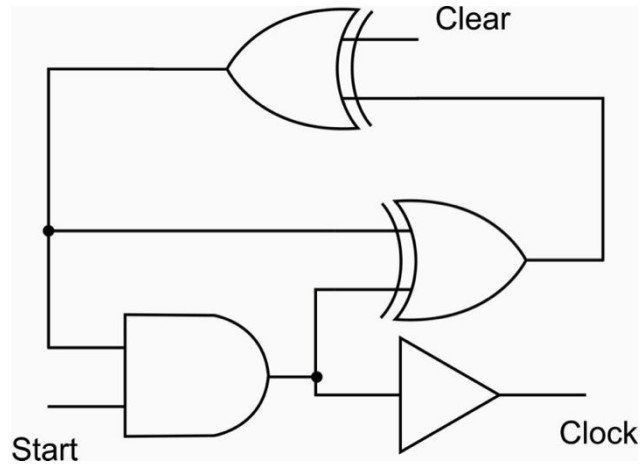
It has I/O connectors for trigger and monitoring.

The brain is an FPGA (Spartan 6).

The System: Motherboard



The Embedded TDC

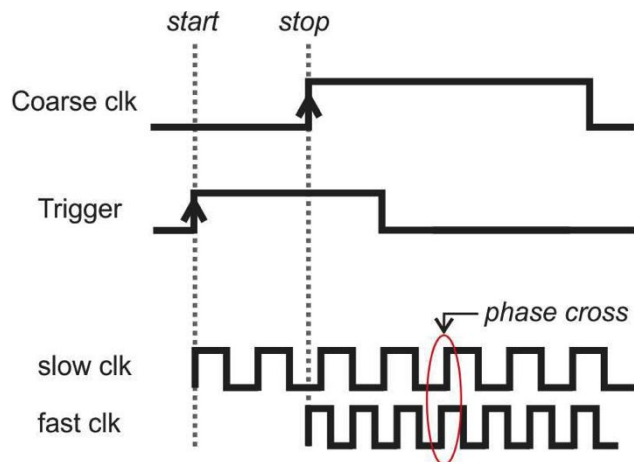


A Vernier TDC embedded in the FPGA

Implemented with 2 fast clocks with very similar frequency. The difference between periods gives the resolution.

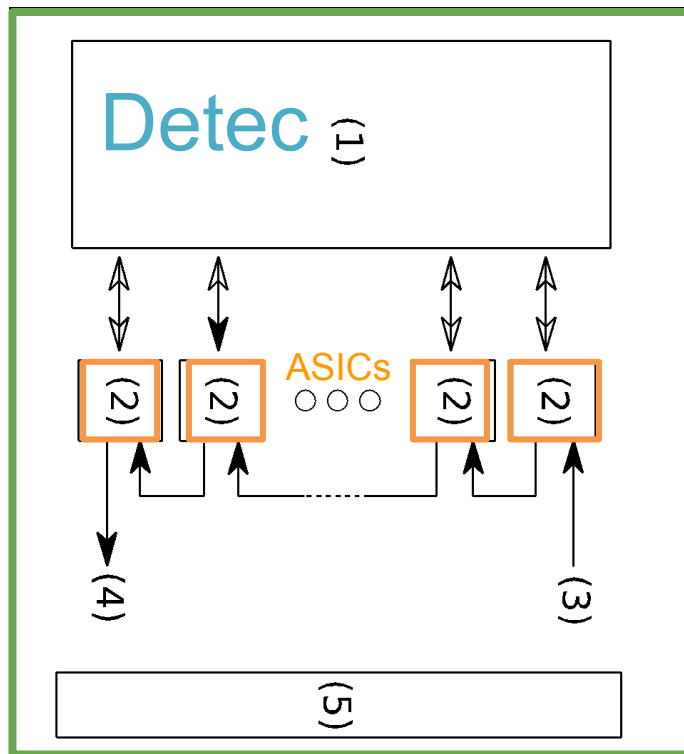
Requires manual (and smart) routing in the FPGA.

Same concept on a Spartan 3 gave 250ps resolution. Not yet tested on the Spartan 6 firmware but expect much better timing resolution.

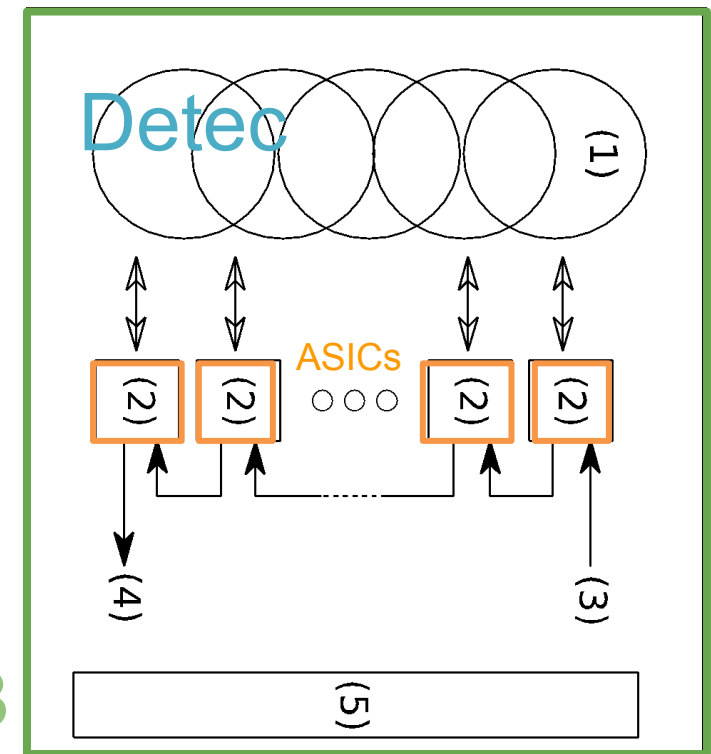


The system: the daughter board

The sensor (1) is connected to the read out ASICs (2)



Sensors and readout ASICs can be different.



DB

DB

The input/output plus voltages go through connector (5)

The system: the read out ASICs

The system works with the assumption that the ASICs

1. Generate trigger from events
2. Produce a multiplexed output (rather than parallel)
3. Chip I/O can be daisy-chained (3/4)

The IDEAS VATA family work like this and have been used in first prototypes

GP7:

128 ch.
500 ns peak time
Range: ± 30 fC

GP8:

128 ch.
500 ns peak time
Range: 1 – 125 fC

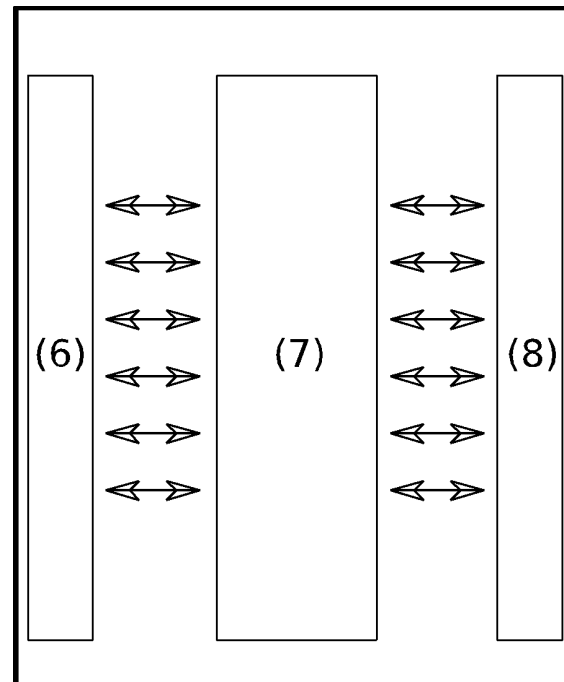
HDR16: (SiPM)

64 ch.
100 ns peak time
Range: ~ 20 pC

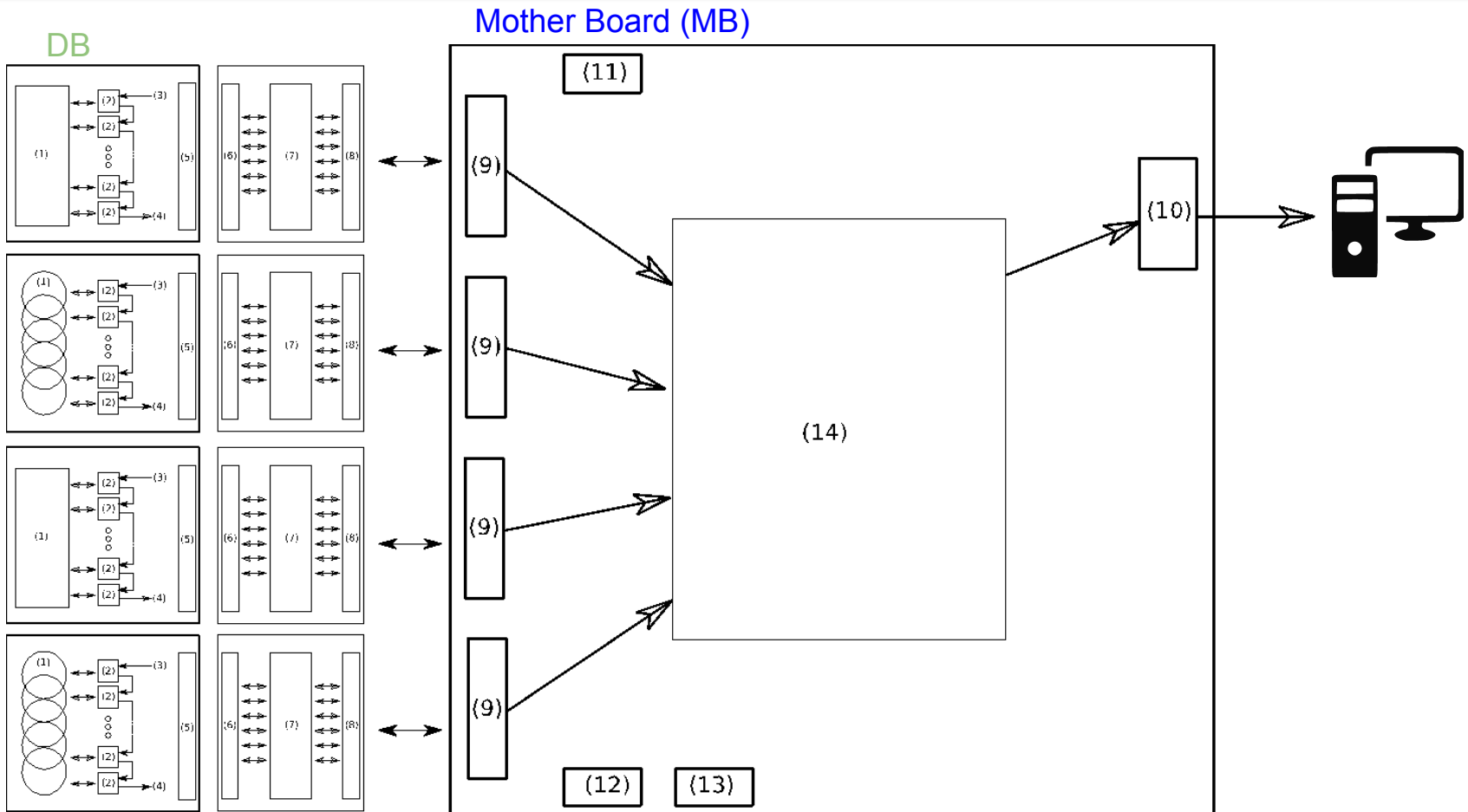
The intermediate board

Provides connection to hybrids

It can be just a passive board or an “intelligent” board, anything you need to connect the detector board to the mother board.

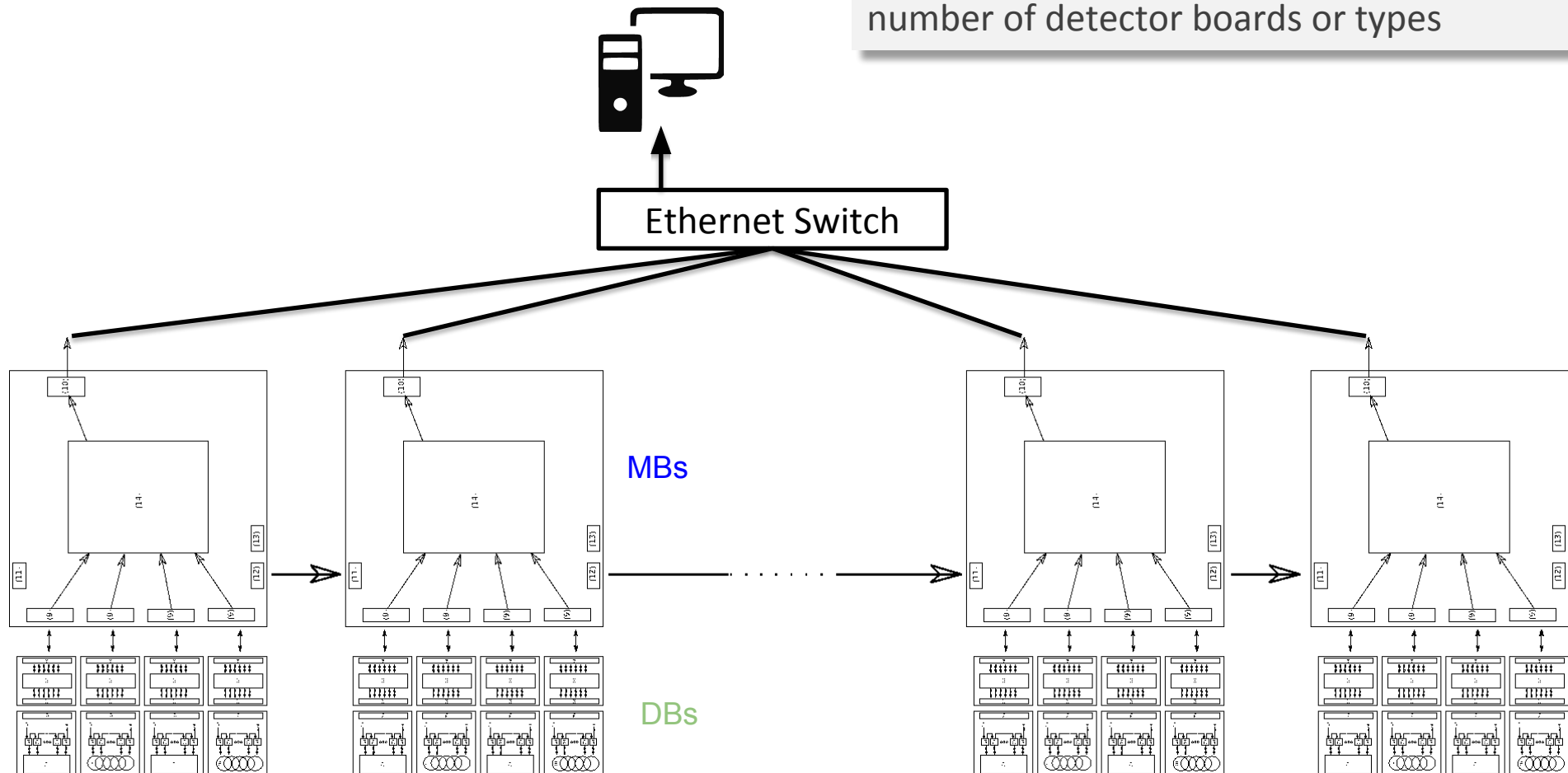


Streams can come from any detector type. Data is time stamped to allow for event building



The whole System

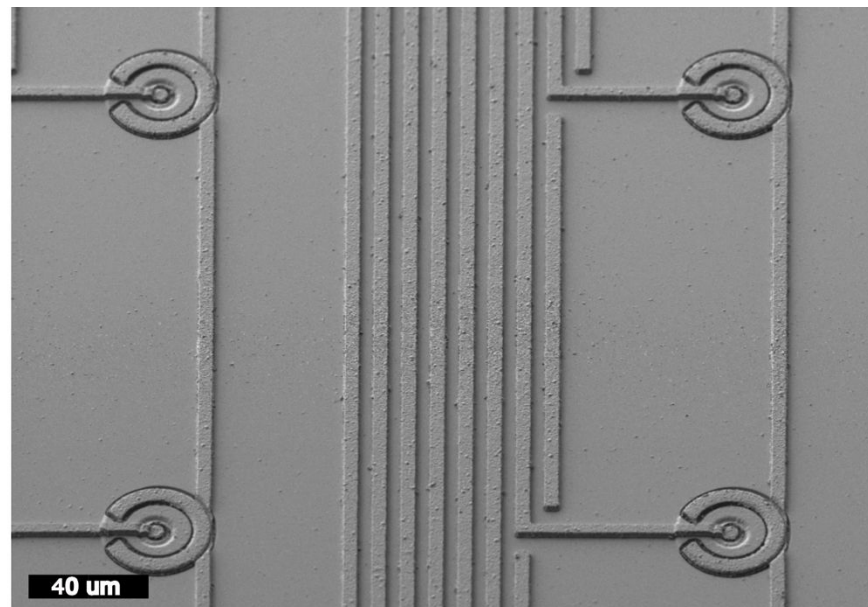
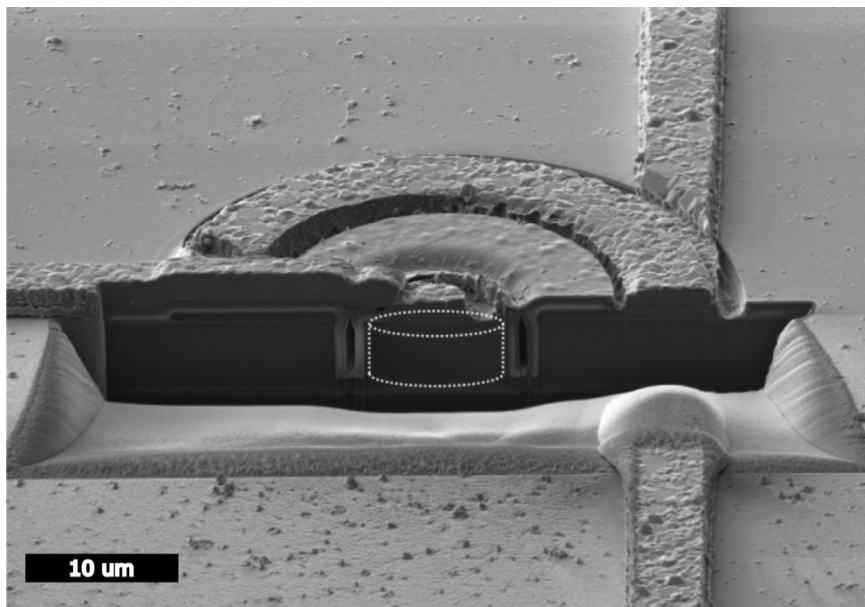
The idea behind is a scalable system. With no limitations in channel number nor number of detector boards or types



Newer applications: Microdosimetry



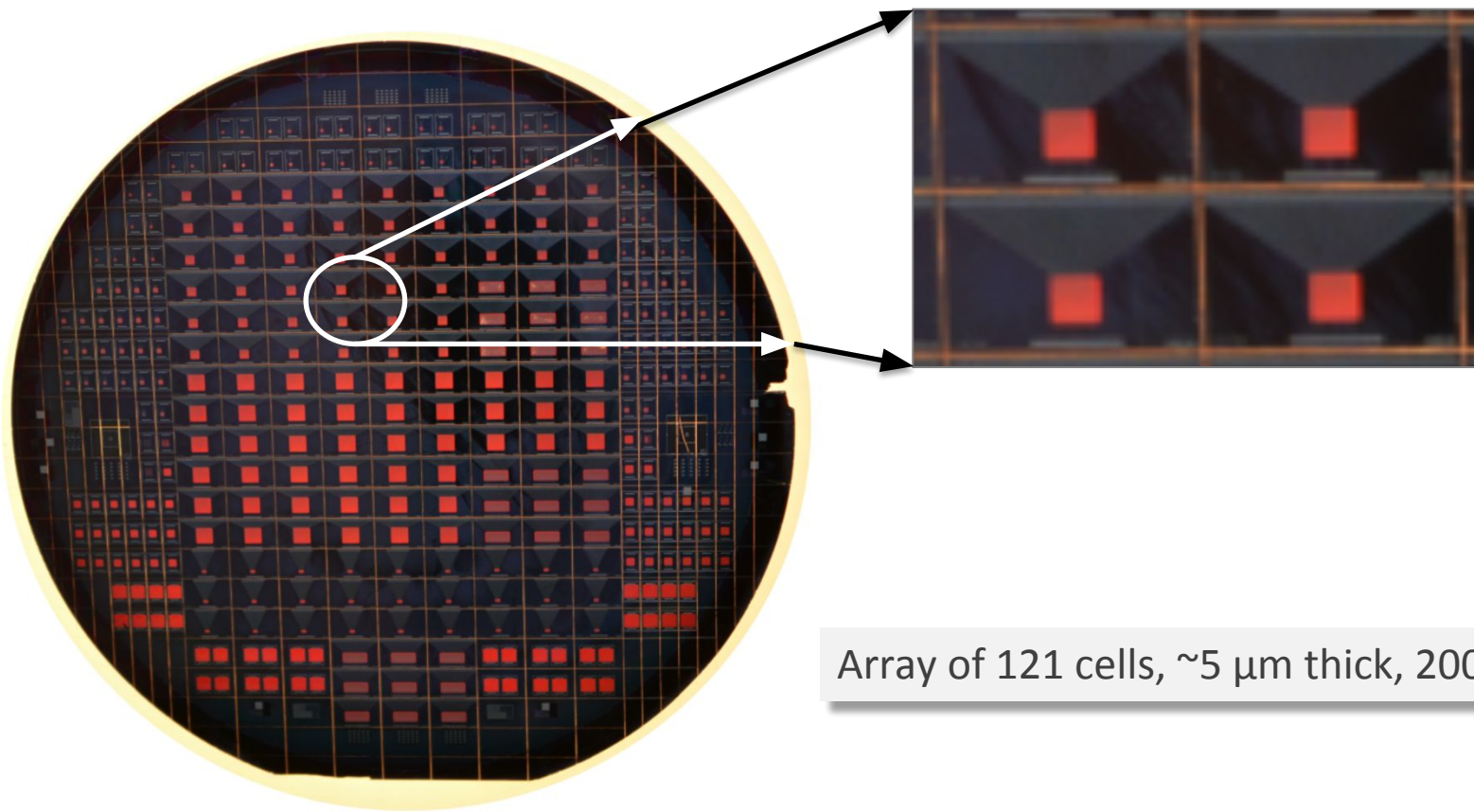
Microdosimetry (cell volume) important to characterize hadron therapy for cancer.
The 3D microdosimeters designed at CNM-IMB are the first and only of their kind.



Newer applications: Microdosimetry

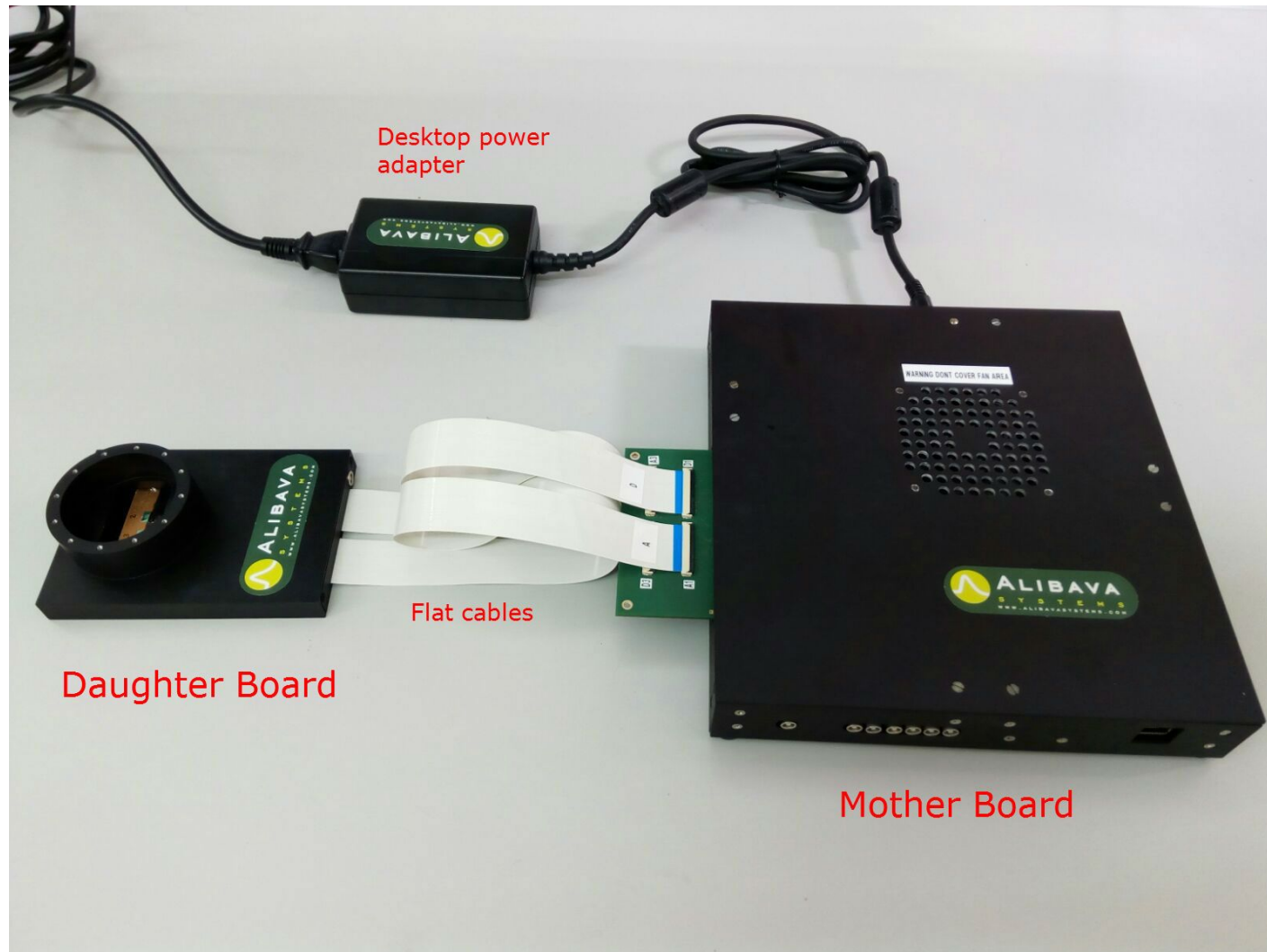


Microdosimetry (cell volume) important to characterize hadron therapy for cancer.
The 3D microdosimeters designed at CNM-IMB are the first and only of their kind.



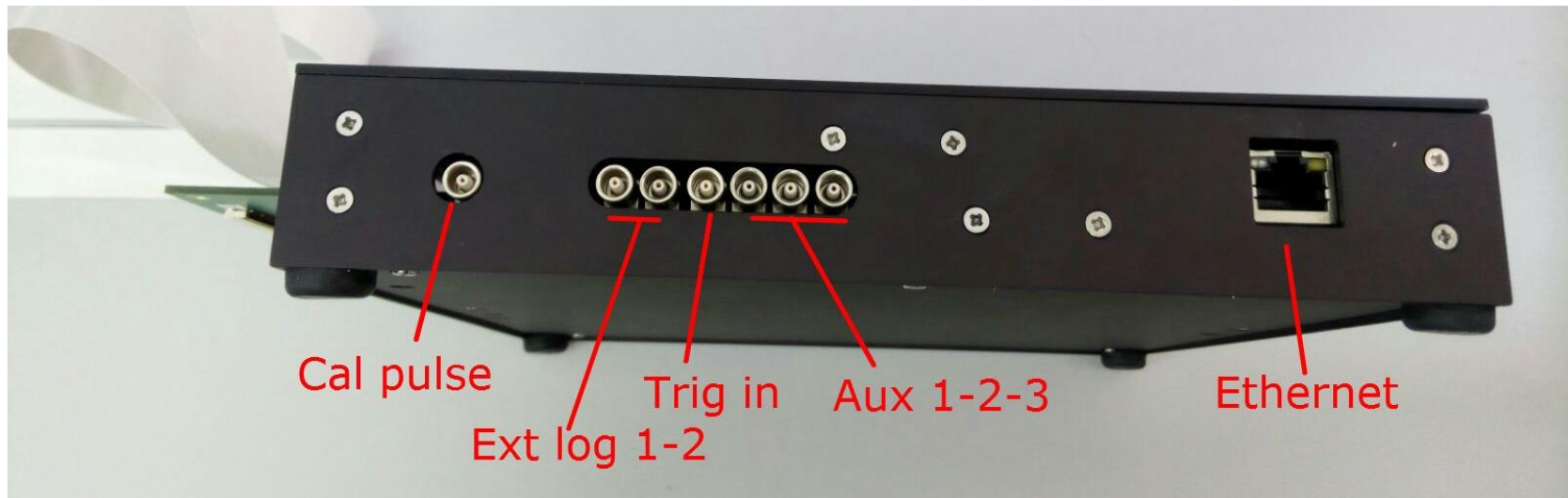
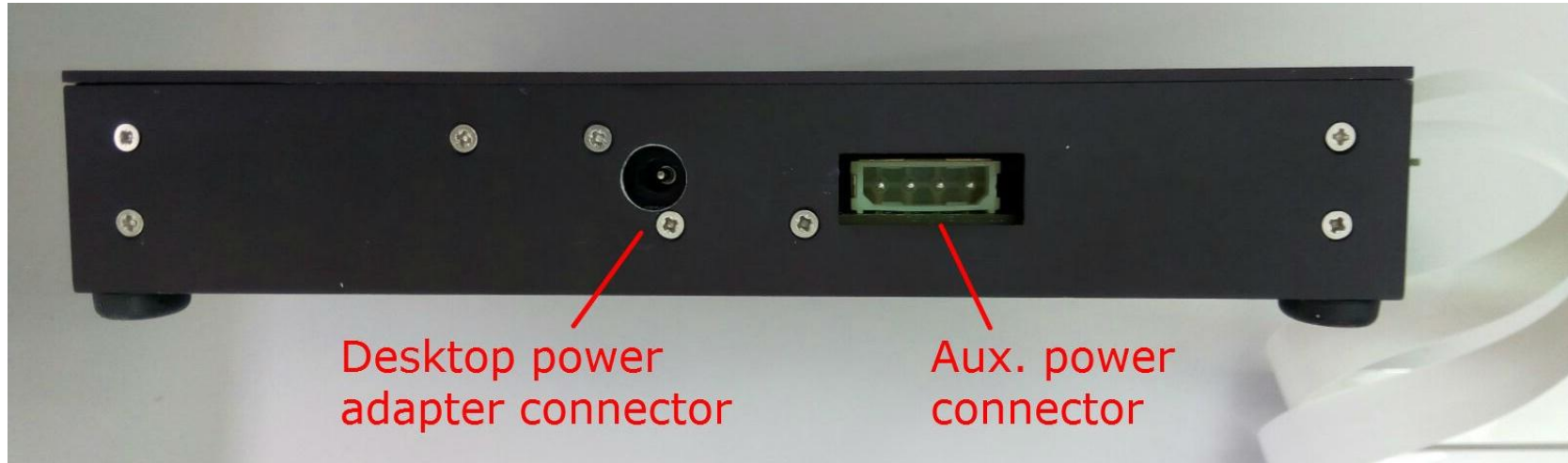
Array of 121 cells, $\sim 5 \mu\text{m}$ thick, $200 \mu\text{m}$ pitch

First AliVATA for Microdosimeters



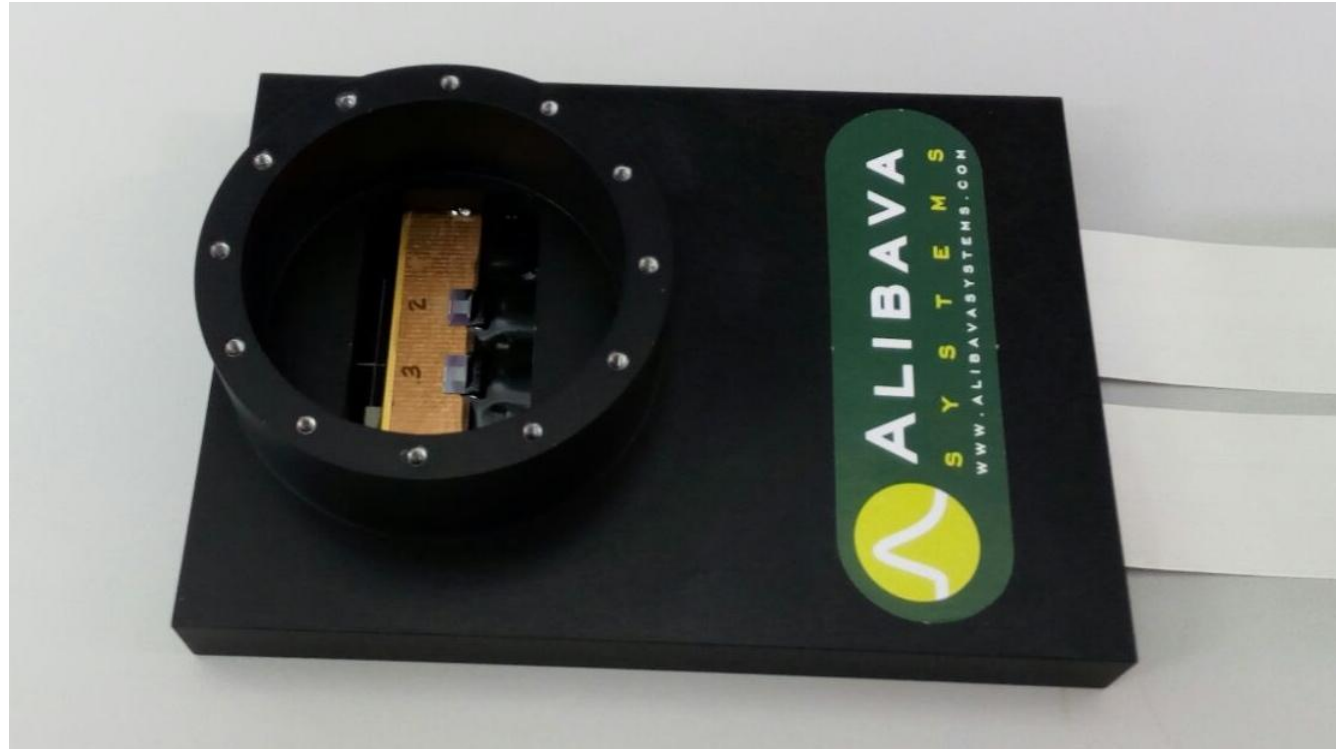
First AliVATA for Microdosimeters

MOTHERBOARD



First AliVATA for Microdosimeters

SENSOR CARD



- ✓ A readout system for spectroscopy
 - Several detector types (Silicon strips, pads or pixels, SiPM, etc.)
 - Self-trigger
 - Time stamping
 - Really scalable (with the IDEAS GP7 chip, up to 8192 channels per motherboard)

Electrónica para el telescopio Compton y nuevos detectores de radiación HVCMOS

Ricardo Marco Hernández

Antecedentes

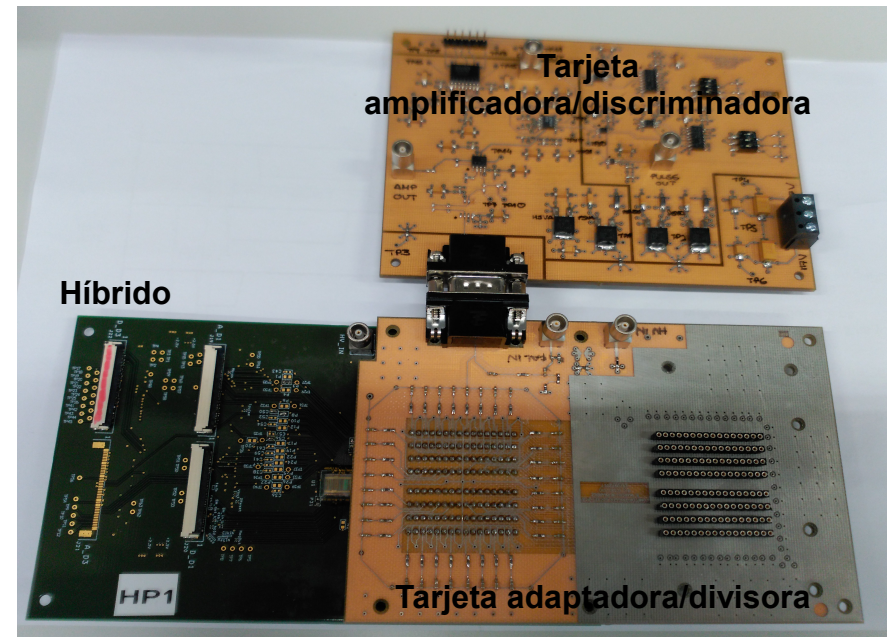
- Titulado Superior Especializado del CSIC: Unidad de Electrónica.
- Despacho 116 en la nave experimental del IFIC.
- Formación.
 - Ingeniero Industrial por la Universidad de Zaragoza (2004).
 - Doctor en Ingeniería Electrónica por la Universidad de Valencia (2012).
- Experiencia científico-técnica.
 - Contrato Titulado Superior en el IFIC (2005-2009).
 - Desarrollo del sistema de adquisición para sensores semiconductores (ALIBAVA).
 - Participación en la colaboración RD50 del CERN para el desarrollo de sensores semiconductores resistentes a la radiación.
 - Titulado Superior Especializado del CSIC (2009-2014).
 - Desarrollo de un telescopio basado en el sistema ALIBAVA para medidas en test-beam.
 - Participación en colaboración RD50 del CERN.
 - Diseño de la electrónica front-end del nuevo detector de trazas de ATLAS para el HL-LHC en el CERN.
 - CERN fellowship (2014-2017).
 - Diseño y puesta en marcha de los sistemas de monitorización de la órbita y la intensidad del haz de partículas de los deceleradores de antiprotones AD y ELENA.
 - 26 publicaciones, 27 contribuciones a congresos, 1 modelo de utilidad y contribución a la creación de la empresa de base tecnológica Alibava Systems S.L.
- Reincorporación al IFIC en 2017. Física médica y nuevas tecnologías de sensores semiconductores.

Actividades en Física Médica

- Desde junio de 2017.
- Estudio del estado del arte de la tecnología de detectores y electrónica utilizada en Física Médica.
- Mejora de la resolución temporal del sistema de adquisición del telescopio Compton.
 - Diseño y desarrollo de tarjetas conectables a los detectores (SiPM) de los diferentes planos del telescopio para generar señales rápidas de trigger.
 - Concepción y simulación Pspice del circuito de generación de la señal analógica de trigger y del circuito de discriminación.
 - Test y pruebas funcionales de las tarjetas.
- Recuperación de tarjetas híbridas para utilizarse con el sistema de adquisición MADDAQ.
 - Tarjetas que contienen ASIC específico para lectura de SiPM.
 - Diferentes canales muertos por razones desconocidas.
 - Diagnóstico y reparación de varias tarjetas.
- Otros trabajos menores:
 - Diseño de tarjetas adaptadoras de conectores.
 - Ayuda con soldadura de componentes.



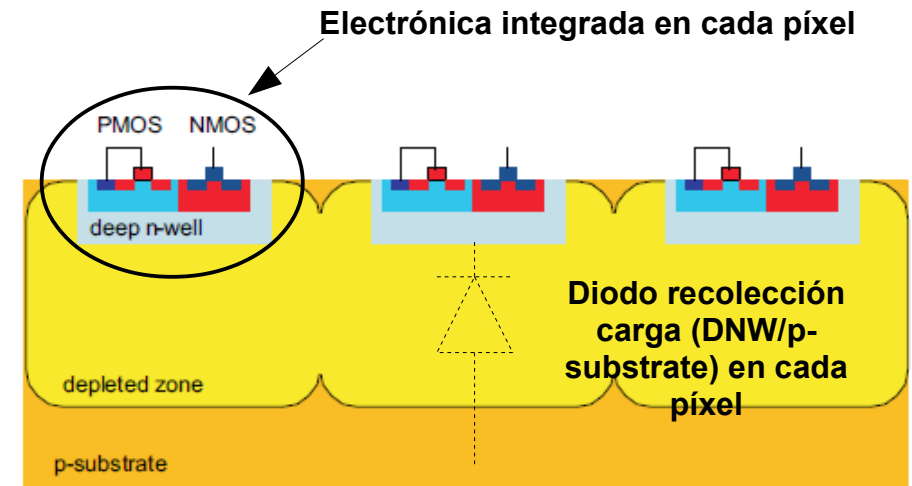
TELESCOPIO COMPTON



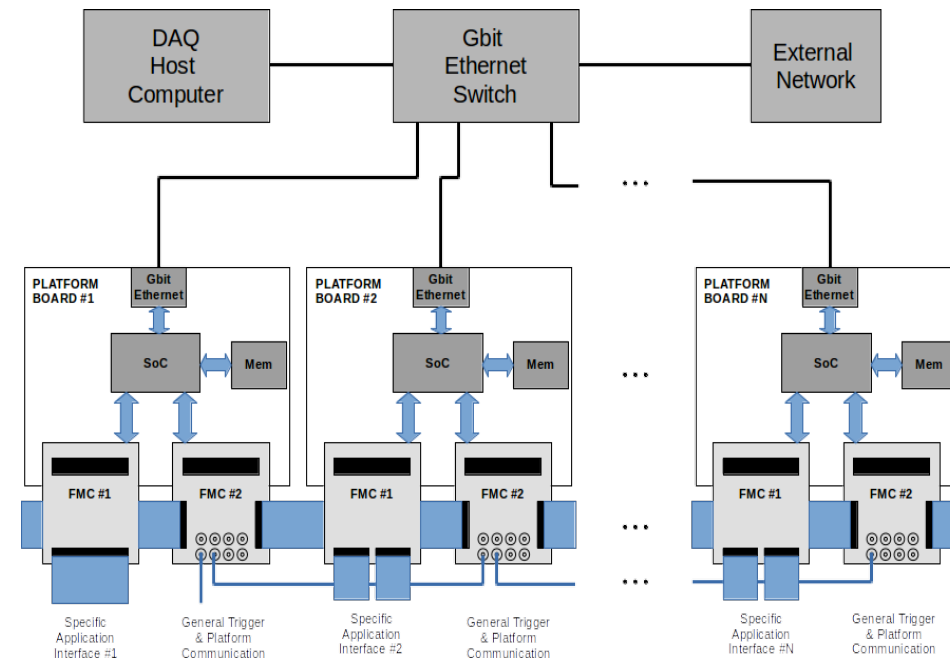
TARJETAS CONECTABLES PARA TELESCOPIO COMPTON

Actividades en nuevos sensores de radiación HVCMOS

- Desde octubre de 2017.
- Retomar la participación activa del IFIC en la colaboración RD50 del CERN.
 - Asistencia a los workshops que se celebran semestralmente (Noviembre/Junio).
 - Prospectiva de nuevas tecnologías de sensores semiconductores de radiación.
- Participamos en el desarrollo de sensores de radiación con tecnología HVCMOS.
 - Dispositivos integran sensor y parte de la electrónica de front-end.
 - Fabricación con tecnología comercial CMOS.
 - Reducción de costes y construcción más rápida de grandes áreas de detección en futuros detectores de partículas en colisionadores de alta luminosidad.
 - Diseño y fabricación de dispositivos específicos HVCMOS (150 nm L-Foundry) para test dentro de RD50: MPW run (abril 2018) y MLM run (2019).
- Diseñamos un sistema de adquisición para los dispositivos HVCMOS de RD50:
 - Arquitectura modular, versátil, escalable y basada en código abierto.
 - Tarjetas plataforma basadas en SoC y tarjetas FMC de aplicación específica.



SECCIÓN TRANSVERSAL DE UN SENSOR HVCMOS TÍPICO



ARQUITECTURA SISTEMA ADQUISICIÓN PARA HVCMOS

- Física Médica.
 - Apoyo en ingeniería electrónica en tareas desarrolladas actualmente.
 - Futuros desarrollos por determinar en función de la financiación obtenida en el grupo.
 - Aprovechar sinergias de desarrollos de nuevos sensores semiconductores de radiación.
 - Tarjeta(s) FMC específica y firmware/software para usar sistema adquisición HVCMOS en aplicaciones de Física Médica.
- Nuevas tecnologías de sensores semiconductores de radiación.
 - Seguir con prospectiva en nuevas tecnologías en el ámbito de la colaboración RD50.
 - Participar en el desarrollo y caracterización de dispositivos HVCMOS de RD50.
 - Desarrollo del sistema de adquisición para dispositivos HVCMOS.
- Tras tener un sistema de adquisición para HVCMOS: posibilidad de desarrollar nuevos módulos FMC y firmware/software para otras aplicaciones de interés en el IFIC (aceleradores, otros detectores de radiación, etc.).

Electrónica para el telescopio Compton y nuevos detectores de radiación HVCMOS

Ricardo Marco Hernández