



AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY

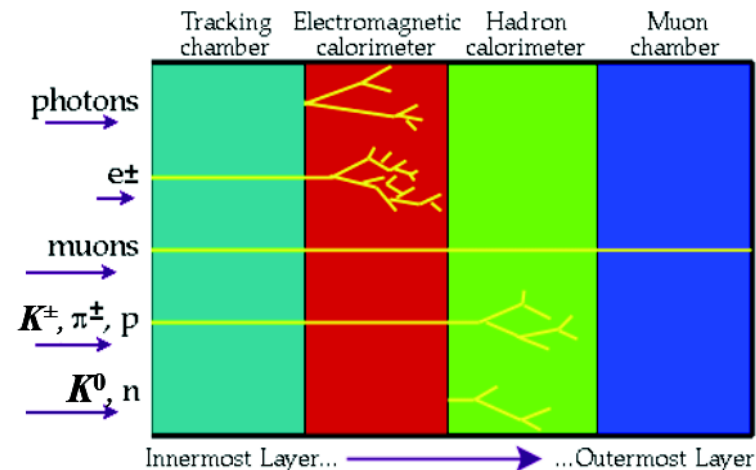
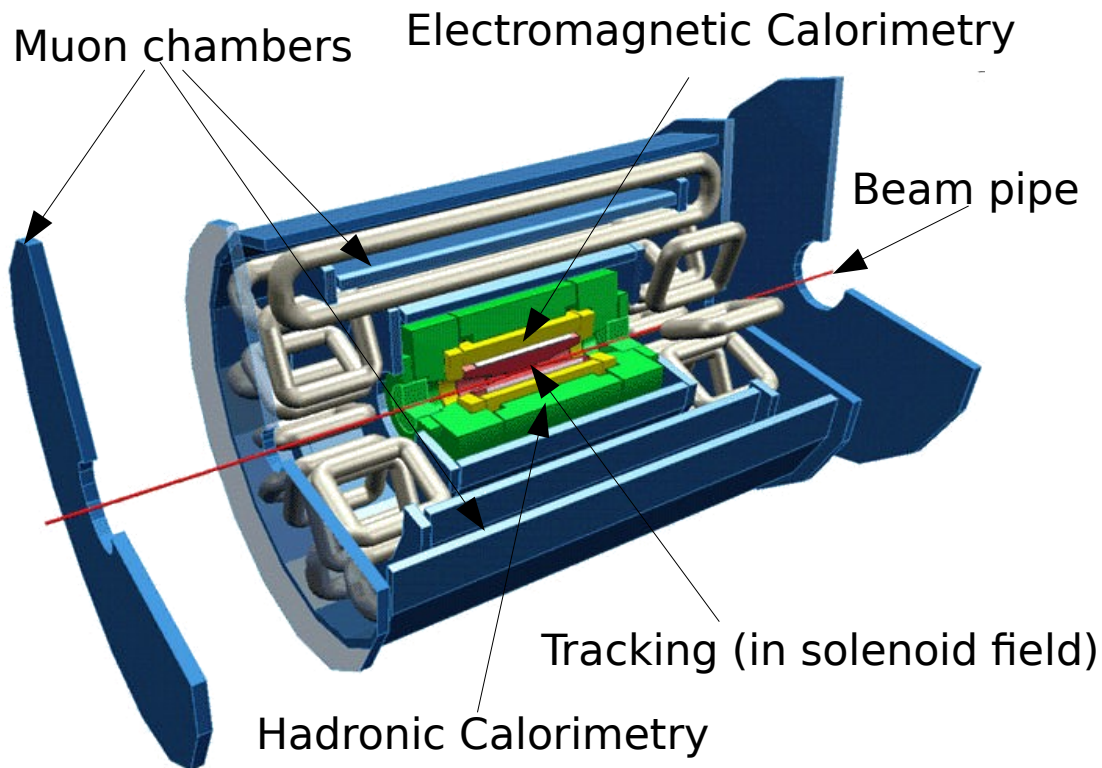
Oddziaływania i **Detekcja cząstek**

Marek Idzik

Faculty of Physics and Applied Computer Science
AGH University of Science and Technology

2023 WFiIS AGH Kraków

Typowa architektura systemu detekcji w eksperymencie fizyki wysokich energii



W ogólności detektory mierzą:

- Obecność cząstki
- Wielkość sygnału
- Czas przejścia przez detektor

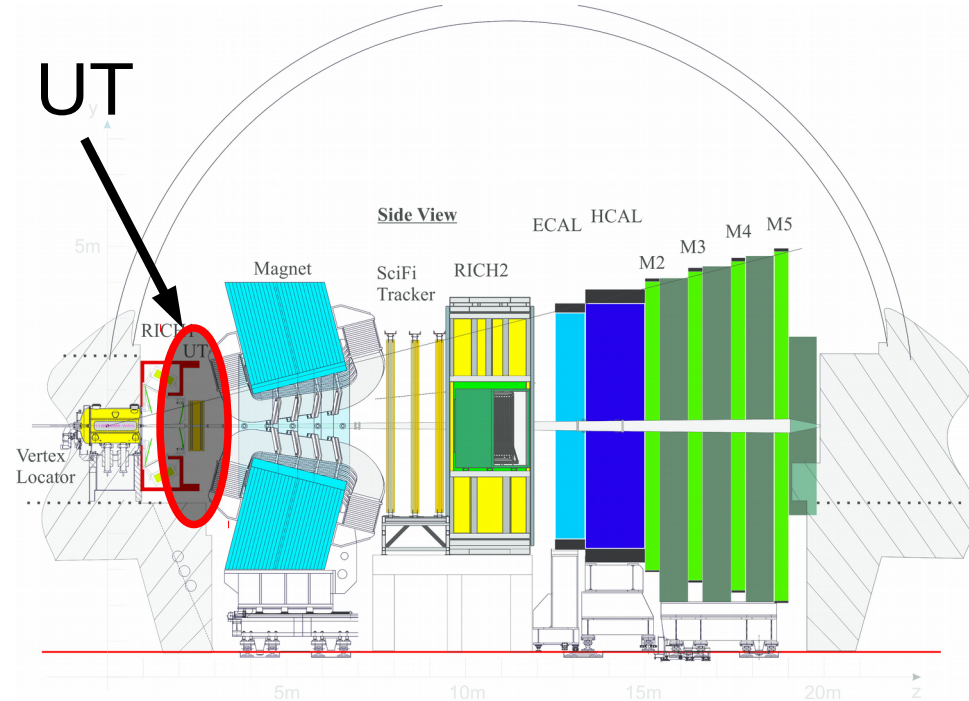
- *Tracking detectors* – przejście/pozycja cząstki naładowanej bez zniszczenia jej
- *Calorimeter* pomiar energii cząstki przez jej pełną absorpcję (pomiar destrukcyjny)
- *Muon detectors* – miony słabo oddziałują z materią, ich przelot mierzony jest w zewnętrznych detektorach

Zaangażowanie KoiDC w budowę systemów detekcji

- **KOiDC uczestniczy w budowie systemów detekcji dla eksperymentów ATLAS, LHCb na największym na świecie akceleratorze cząstek Large Hadron Collider (LHC) w CERN**
- **...jak również dla innych eksperymentów, jak np. PANDA i HADES na akceleratorze FAIR w GSI czy LUXE w DESY**
- **Szczególną specjalizacją grupy jest projektowanie mikroelektronicznych układów scalonych ASIC (Application Specific Integrated Circuits) do odczytu i przetwarzania sygnałów z detektorów cząstek, przy zastosowaniu zaawansowanych technologii CMOS 130nm, 65nm, 28nm**

LHCb Upgrade at LHC - Upstream Tracker Readout of Upstream Tracker (UT)

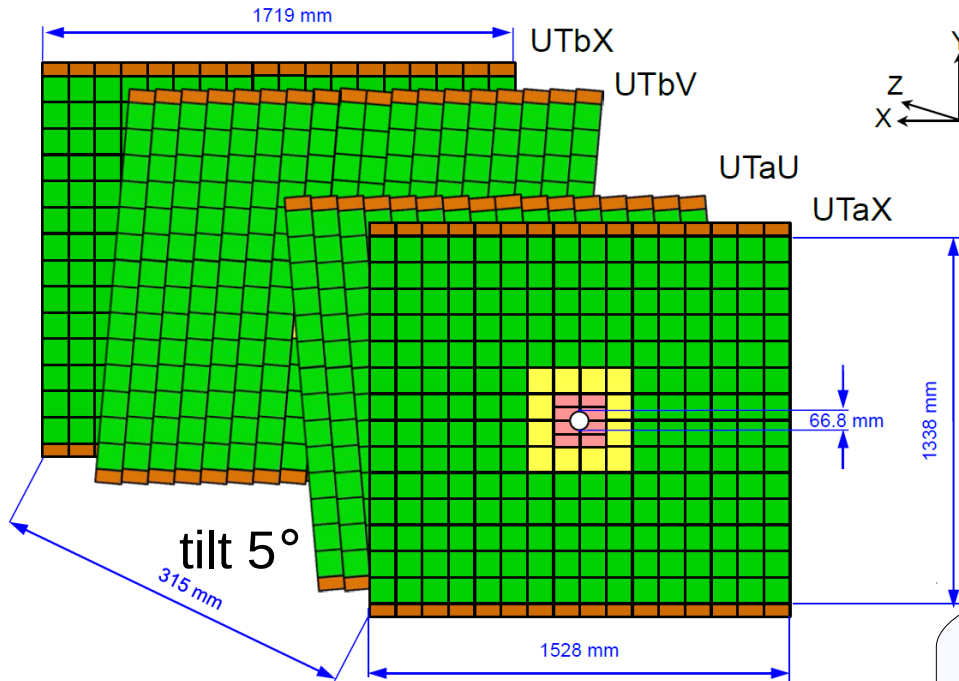
- Upstream Tracker (UT) jest właśnie instalowany w LHCb
- Detektor UT to 500 000 kanałów krzemowych detektorów paskowych, z których sygnały czytane są z częstotliwością zderzeń LHC - 40 MHz
- Szybki odczyt ($T_{\text{peak}} \sim 25\text{ns}$) z konwersją ADC w każdym kanale i zaawansowanym DSP realizowany jest przez dedykowany układ scalony – Silicon ASIC for LHCb Tracking – SALT
- KOiDC jest odpowiedzialna za układ SALT



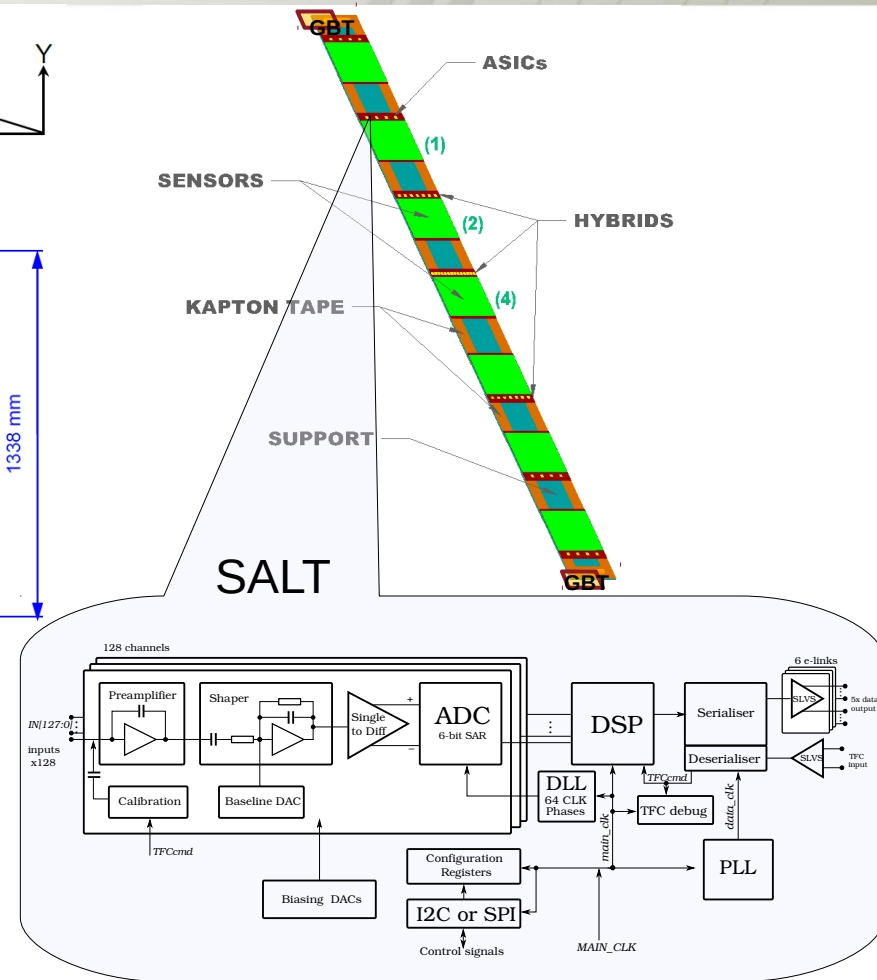
LHCb detector

LHCb Upstream Tracker

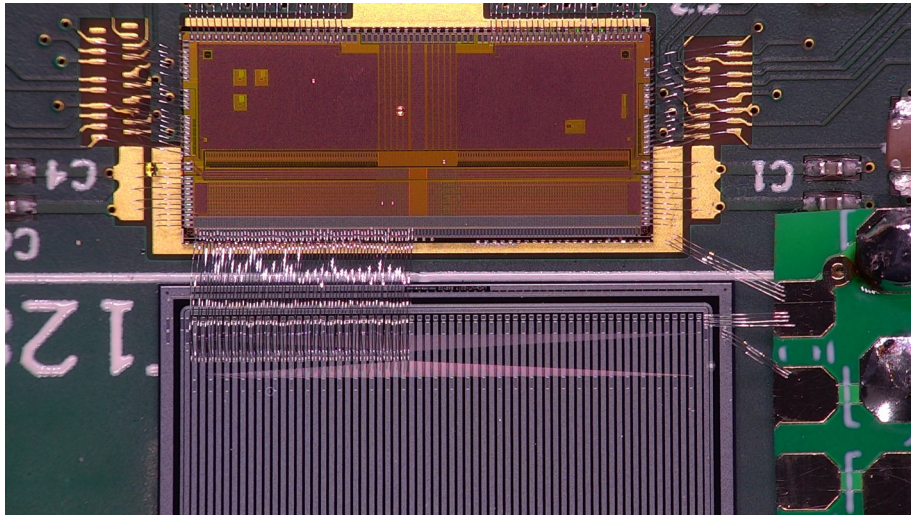
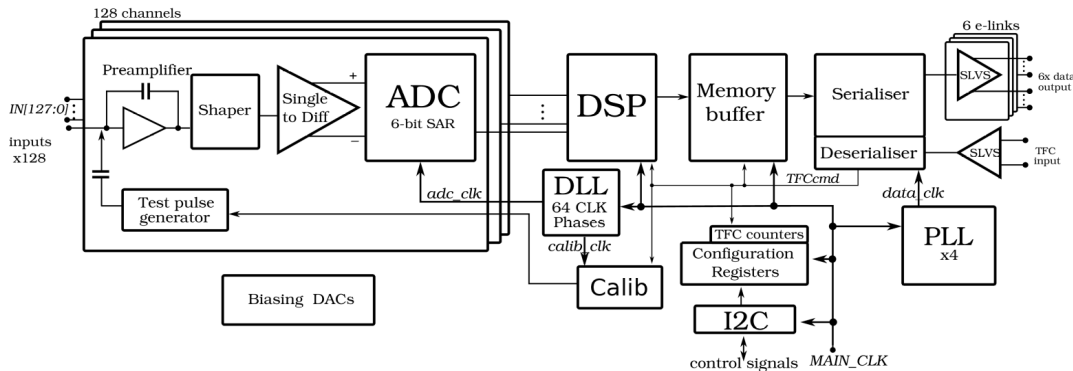
Krzemowe detektory paskowe i ich odczyt



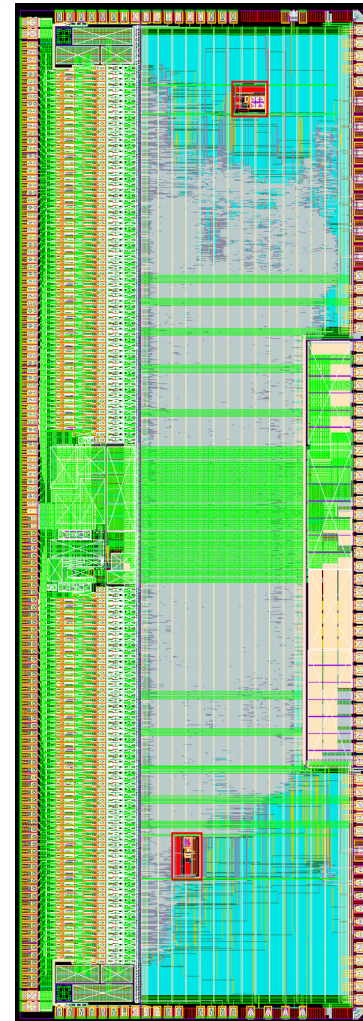
- 4 sensor types (250 μm thick)
 - p^+ -in- n , 10 cm, pitch 190 μm
 - n^+ -in- p , 10/5 cm, pitch 95 μm
- ~900 hybrids with 4 or 8 ASICs
- ~4000 128-channel SALT ASICs



SALT 128-channel readout ASIC in CMOS 130nm for Upstream Tracker in the LHCb



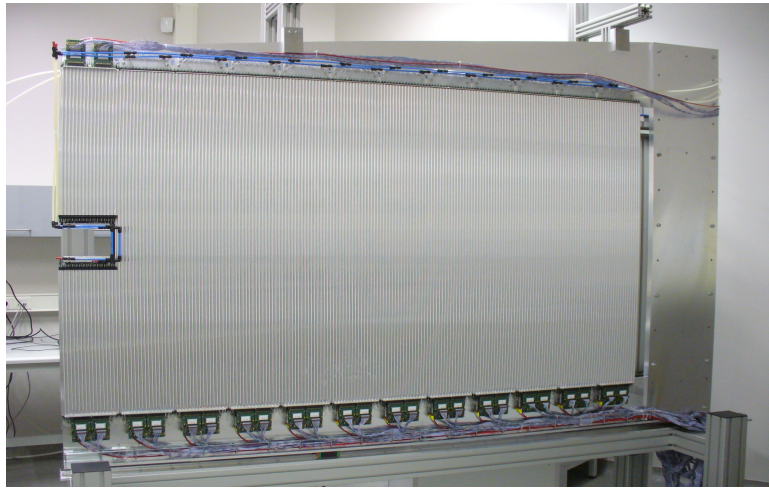
SALT chip bonded to sensor



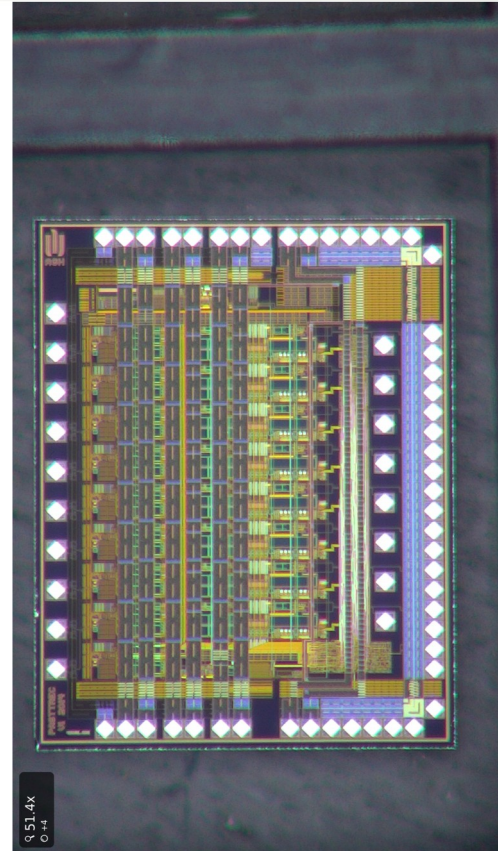
4.05mm x 10.9mm

- SALT ma 128 kanałów z elektroniką front-end, 40MSps 6-bit ADC, PLL, DLL, DSP, etc...
- Pierwszy raz na LHC Polska grupa wzięła pełną odpowiedzialność za tak skomplikowany projekt.

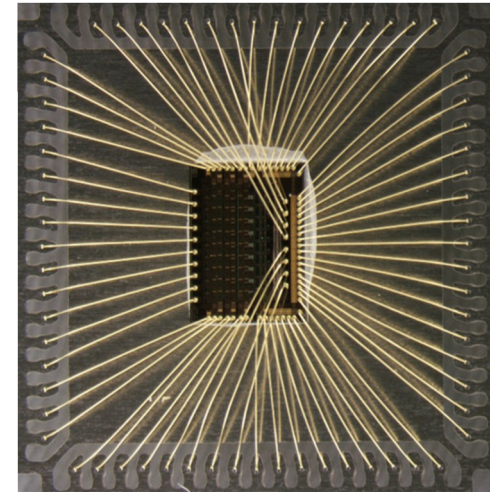
STT and FT Trackers in PANDA experiment Straw tubes with PASTTREC readout ASIC



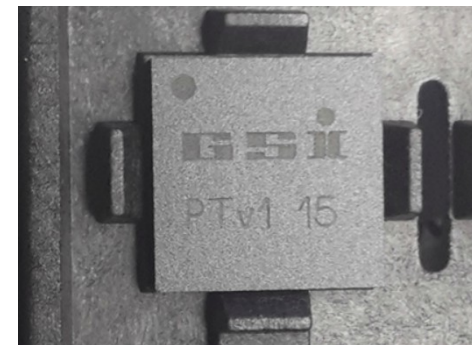
*Straw tube module
of FT detector*



PASTTREC ASIC



Packed PASTTREC



Słomkowe detektory gazowe (straw tubes) rozwinięte na UJ, a ASIC PASTTREC ASIC na AGH.

- **KOiDC posiada laboratoria detektorowe i mikroelektroniczne z odpowiednim wyposażeniem (clean-room, probe-station, automatic bonder, semiconductor parameter analyzer, etc...).**
Koszt > 1000 000 \$
- **KOiDC posiada pełne licencje na narzędzia softwarowe do projektowania układów scalonych (np. pakiet Cadence) i układów FPGA. Komercyjny koszt roczny ~500 000 \$ (nie dla nas!)**

Co można u nas robić naukowo ? Tematyka możliwych prac magisterskich

- **Budowa i oprogramowanie systemów do pomiarów parametrów detektorów i elektroniki odczytu, a następnie wykonywanie pomiarów oraz analiza danych**
- **Projektowanie układów scalonych w zaawansowanych technologiach CMOS 130/65/28 nm do zastosowań w systemach odczytu detektorów cząstek**
- **Analiza danych zebranych podczas testów na wiązce (CERN, DESY), z rozwijanych przez nas prototypowych systemów detekcji**