

# ELETTRONICA PER LA FISICA DELLE PARTICELLE e proposte di Tesi

P. Carniti, C. Gotti, G. Pessina



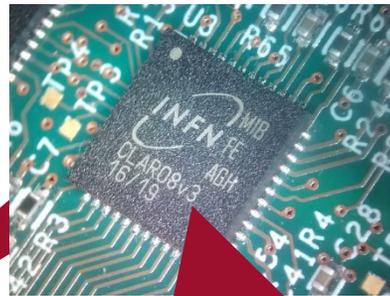
LHCb è uno dei 4 grandi esperimenti all'acceleratore Large Hadron Collider (CERN). Comprende due sotto-rivelatori «RICH» per l'identificazione delle particelle.

Fotomoltiplicatori a multi anodo ed elettronica progettata *ad hoc* permettono:

- Sensibilità a singolo fotone
- 40 milioni di scatti al secondo
- 200'000 pixel con dimensioni  $\approx \text{mm}^2$



Analoga



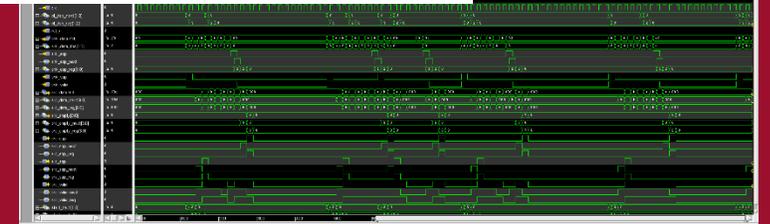
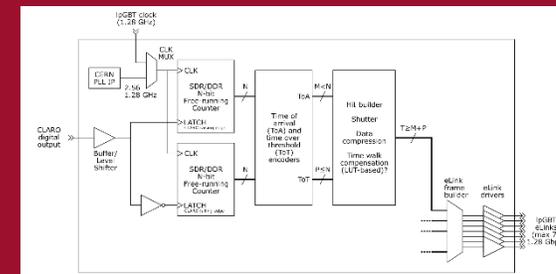
Chip CLARO sviluppato dal nostro gruppo

Digitale

Nei prossimi anni sarà effettuato un grande **aggiornamento** all'esperimento: Sarà richiesto di determinare il tempo di arrivo del singolo fotone con un'**alta precisione temporale** ( $< 100 \text{ ps}$ ).

Sviluppo di un chip digitale rad-hard per timing in tecnologia CMOS TSMC 65 nm

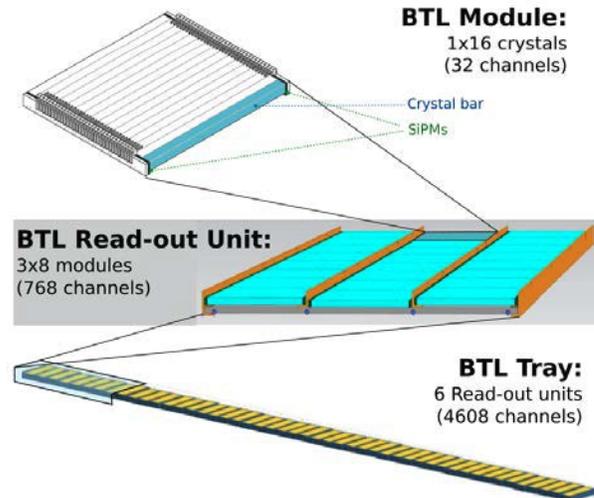
In fase di progettazione...



CMS è un altro dei 4 grandi esperimenti a LHC.

Nel 2025, l'esperimento sarà aggiornato per lavorare a luminosità più alta (HL-LHC).

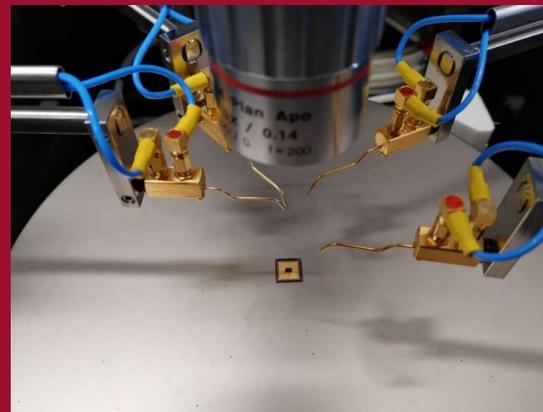
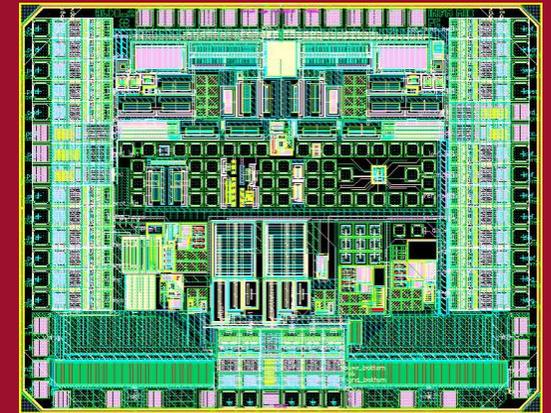
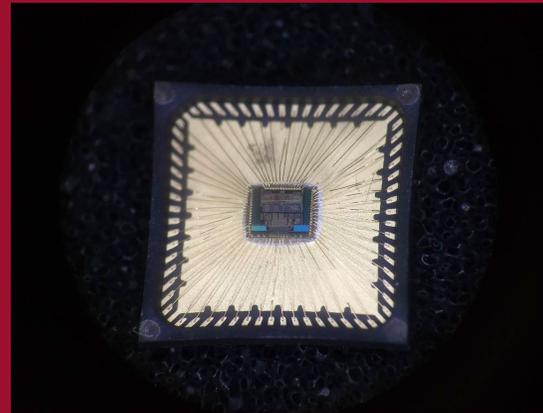
Sarà installato un nuovo rivelatore adibito al timing di particelle al minimo di ionizzazione, il «Barrel Timing Layer» (o BTL).



Il rivelatore è basato su:

- Scintillatore LYSO: Produzione di luce al passaggio di una particella
- Fotosensori SiPM: Conversione dei fotoni in segnale elettrico

Per questo rivelatore abbiamo sviluppato un chip rad-hard, chiamato ALDO, che si occupa di gestire l'alimentazione dei SiPM e del chip di front-end



La produzione del chip sta per essere avviata...

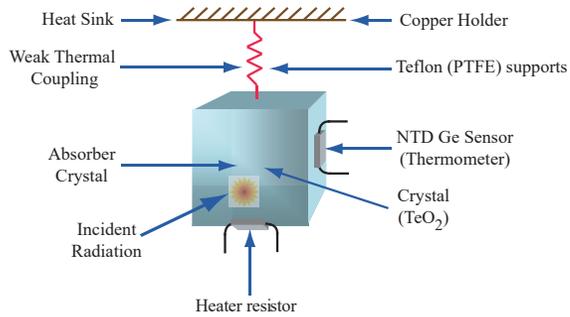
...ma la caratterizzazione del dispositivo continua in parallelo

A sinistra un esempio di misura del chip con la nostra «probe station» qui alla Bicocca

# CUPID/CROSS – Elettronica di front-end e DAQ



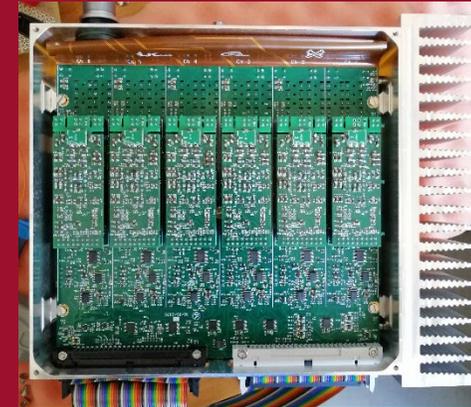
CUPID e CROSS saranno due esperimenti per lo studio del neutrino, presso i laboratori sotterranei del Gran Sasso (LNGS) e di Canfranc, Spagna (LSC). Entrambi utilizzano dei bolometri, con identificazione del tipo di particella, per la ricerca del doppio decadimento beta senza emissione di neutrini.



- I bolometri convertono l'energia rilasciata dalla particella in calore.
- L'incremento di temperatura è rivelato da un sensore resistivo (termistore) a semiconduttore (NTD-Ge).
- Il termistore genera un segnale di tensione, che viene amplificato e digitalizzato.

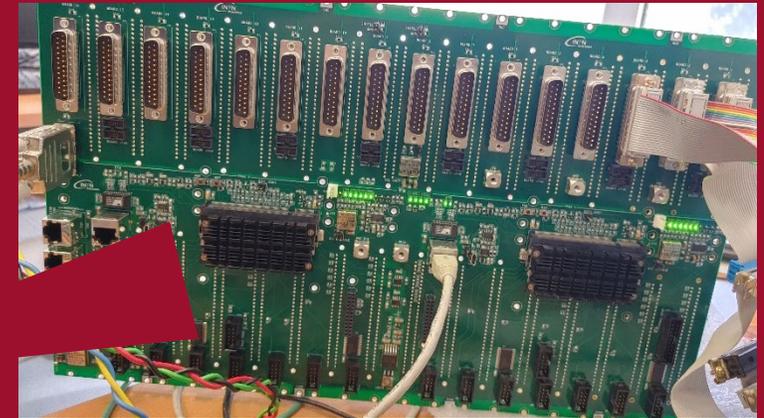


Il nostro gruppo si occupa della progettazione di tutta la strumentazione elettronica di lettura dei segnali



Il «front-end» fornisce la corrente di polarizzazione dei termistori, amplifica il segnale, aggiusta l'offset, ...

Il «DAQ» digitalizza i segnali e li invia al PC



Il sistema DAQ è basato su FPGA Intel Cyclone V che inviano dati al sistema di storage tramite protocollo RTP su UDP

Un software in Python, in esecuzione su Embedded Linux all'interno dell'FPGA, permette il controllo remoto del DAQ

# DUNE – Amplificatore criogenico per SiPM

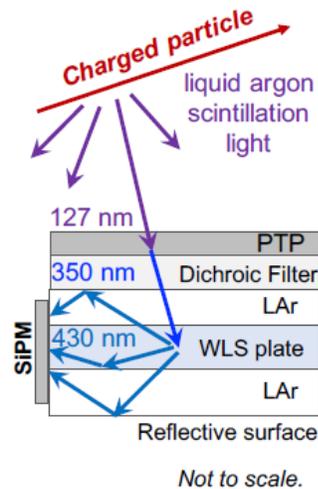
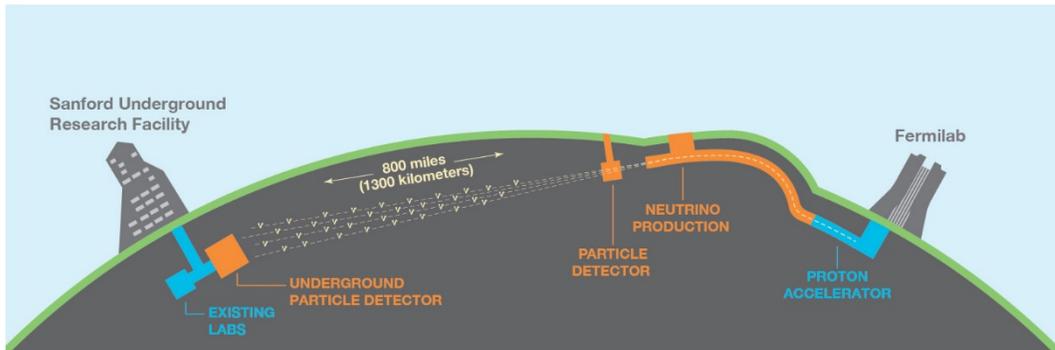


DUNE è un grande esperimento sulla fisica del neutrino in costruzione negli USA.

Enormi rivelatori pieni di Argon liquido riveleranno fasci di neutrini prodotti al Fermilab a 1300 km di distanza.

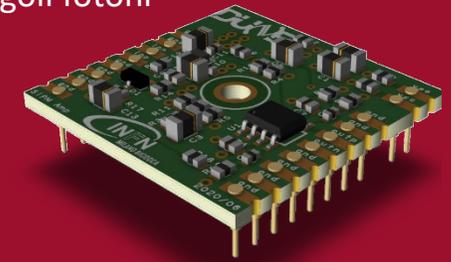
Ogni interazione dei neutrini in Argon produce carica e luce.

Il segnale di luce viene raccolto e rilevato da fotorivelatori al Silicio (SiPM).

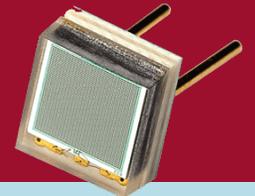


Ci stiamo occupando della progettazione e realizzazione dell'amplificatore per la rilevazione di singoli fotoni con queste caratteristiche:

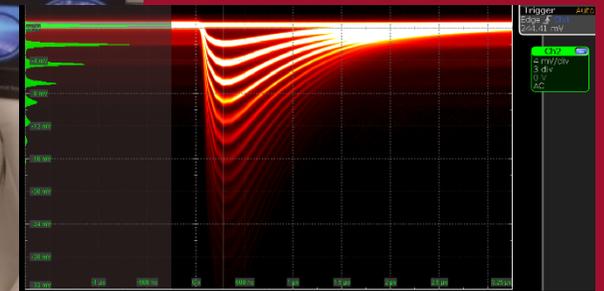
- Rumore ultra-basso
- Alta velocità di risposta
- Alta affidabilità



...e che funziona immerso in Argon liquido (T=90 K).



Fotorivelatore (SiPM)



# Attività e competenze acquisite

Sono disponibili Tesi Magistrali in ciascuno degli argomenti ed esperimenti appena descritti.

Nel contesto dei diversi esperimenti, queste attività permettono di apprendere:

- **Progettazione di circuiti elettronici analogici**  
Basso rumore, alta precisione, alta velocità, ...
- **Programmazione circuiti digitali**  
Microcontrollori, Processori, FPGA, Sistemi Embedded, ...
- **Tecniche di misura e caratterizzazione;**  
Uso della strumentazione di laboratorio, tecniche di analisi dei segnali e dati raccolti, ...
- **Elettronica in ambienti ostili**  
Resistenza alla radiazione, funzionamento a temperature criogeniche, ...

...un set di competenze molto utili in ogni ambito sperimentale, dalla fisica delle particelle all'industria.



**Per informazioni scriveteci!**

[gianluigi.pessina@mib.infn.it](mailto:gianluigi.pessina@mib.infn.it)

[claudio.gotti@mib.infn.it](mailto:claudio.gotti@mib.infn.it)

[paolo.carniti@mib.infn.it](mailto:paolo.carniti@mib.infn.it)