

Status di CACTUS a Bologna, Ferrara, Milano Bicocca

M. Guarise*

University of Ferrara and INFN

*a nome del gruppo PDS

DUNE Italia meeting

30/10/2024



Università
degli Studi
di Ferrara



Istituto Nazionale di Fisica Nucleare



Contenuti

- Overview
- Stato dei sistemi CACTUS @ Bo, Fe, MiB;
- Stato dei tests SiPM HPK e FBK;
- Programma per il 2025;

SiPM tests

Today

Tests/scelta

SiPM singoli

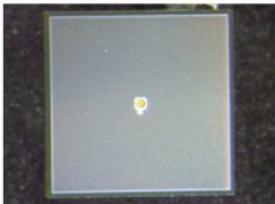
25 FBK (2models)
25 HPK (4models)

6 SiPM array

250 FBK (2models)
250 HPK (4models)

Misure dettagliate per ciascun sensore:

- Vbd (room-LN2 T);
- Rq (room-LN2);
- Cicli termici;
- Acquisizione Waveform;
- Ganging.



Downselection

Quality assurance

Massive production

ProtoDUNE
8k

FD1
300k

QA for each sensor:

- Vbd (room-LN2 T);
- Rq (room-LN2);
- Cicli termici;
- Global DCR;
- Extend IV



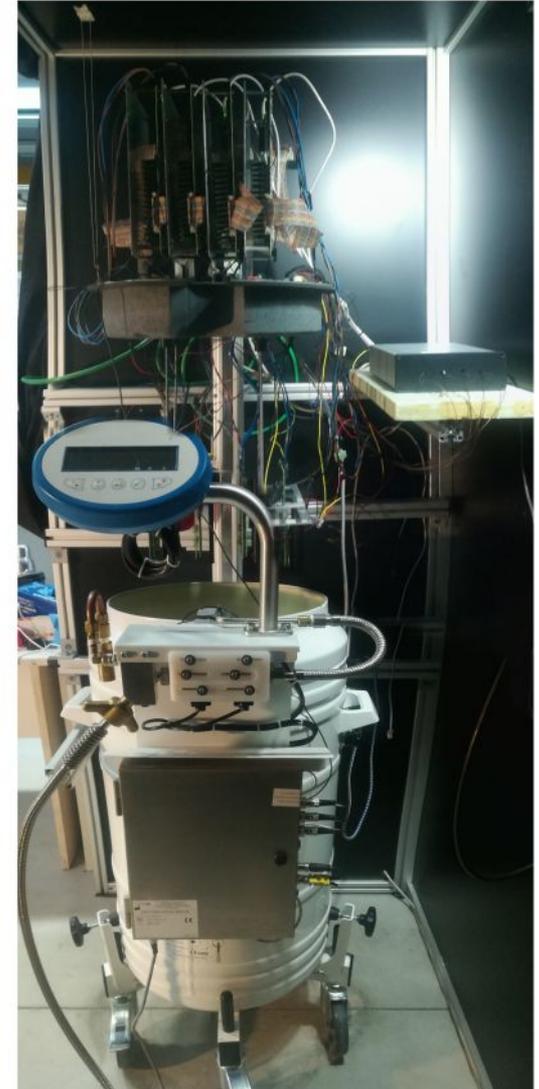
CACTUS Bologna

- Sistema operativo dal 2022
- Operazioni: mediamente 8 turni a settimana con 10 persone impiegate (ma da gennaio 25 calo del 50%)
- Test rate: mediamente 30 trays/mese
- Test svolti finora 8 box (19k SiPM) del lotto spagnolo
- Fail SiPMs: 4High DCR + anomalous IV, 1 anomalous IV
- Punti critici del sistema: rumore esterno e umidità elevata dell'ambiente e condensa su cavi a freddo



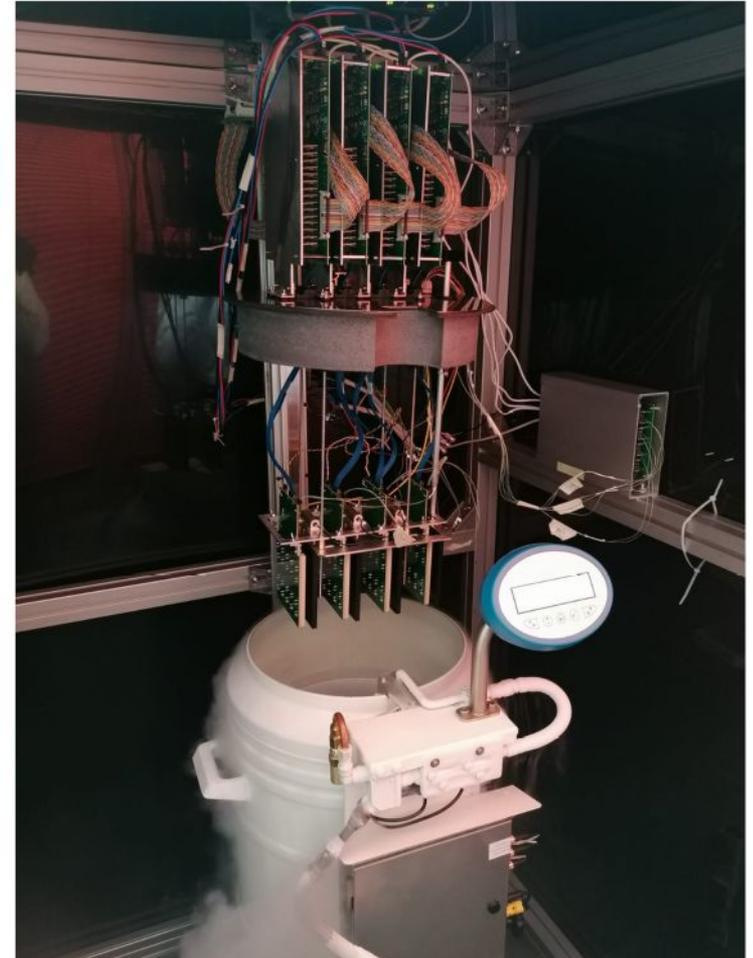
CACTUS Ferrara

- Primo sistema completamente operativo dal 2022
- Utilizzato inizialmente per testare anche I SiPM di protoDUNE (8k SiPM)
- Operazioni: mediamente 10 turni a settimana con 6 persone impiegate
- Test rate: 32 trays/mese circa
- Test svolti finora: 8k SiPM protoDUNE + 9 box (22k SiPM) del lotto spagnolo + 3 box (7k SiPM) del lotto italiano
- Punti critici del sistema: umidità elevata dell'ambiente e condensa su connessioni a freddo



CACTUS Milano Bicocca

- Sistema operativo da settembre 23
- Operazioni: mediamente 6 turni a settimana con 6 persone coinvolte
- Test rate: 25 trays/mese
- Test svolti finora: 8 box (19k SiPM) lotto spagnolo + 3 box (7k SiPM) lotto italiano
- Punti critici del sistema: umidità elevata dell'ambiente e condensa su connessioni a freddo (perdita segnali)
- Riscontrata forte usura dei cavi e connettori soprattutto per la parte a freddo.



Stato dei test SiPM FD1



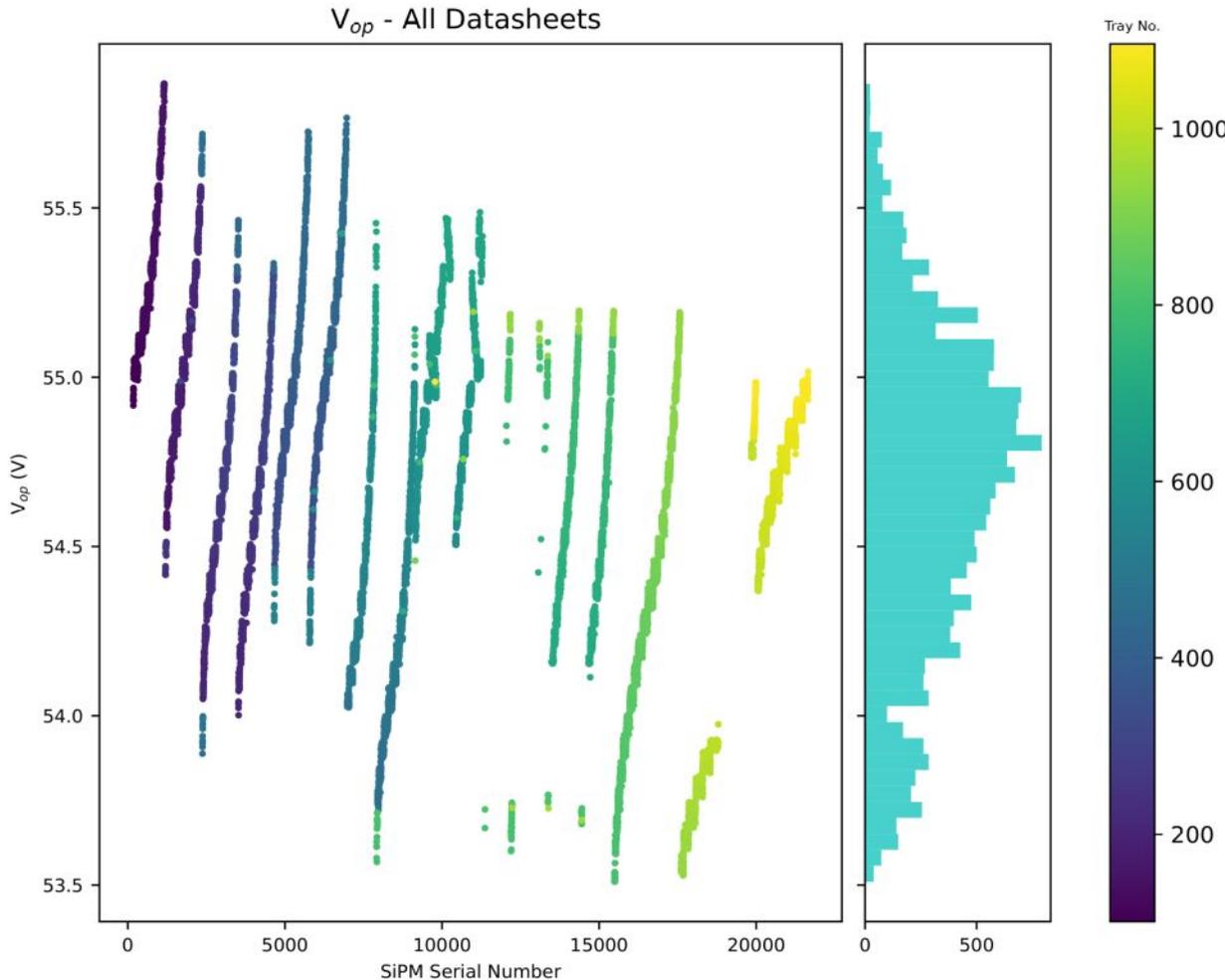
■ Ferrara ■ Bologna
■ Milano Bicocca ■ Prague
■ Granada

- **HPK** (100k Spagna + 50k Italia)
- Lotto spagnolo prodotto e consegnato
- Test lotto spagnolo 95% completato tra 5 siti di test (Bo, Fe, MiB, Gra, Prg)
- Test lotto italiano 35% completato tra 3 siti test (MiB, Fe, Prg)
- Failure presenti su DCR (+IV estesa anomala con correnti elevate)
- 3 SiPM (lotto Italiano) non hanno retto cicli termici e si sono staccati dal PCB
- Failure SiPM (0.05% a livello di sensore, 0.31% a livello di board)

- **FBK** (100k Spagna + 50k Italia)
- Problemi su preproduzione iniziale lotto spagnolo (dimensioni non in specs (area minore) + serigrafia non leggibile)
- Test preproduzione e validazione procedura durante queste settimane

Stato dei test SiPM FD1

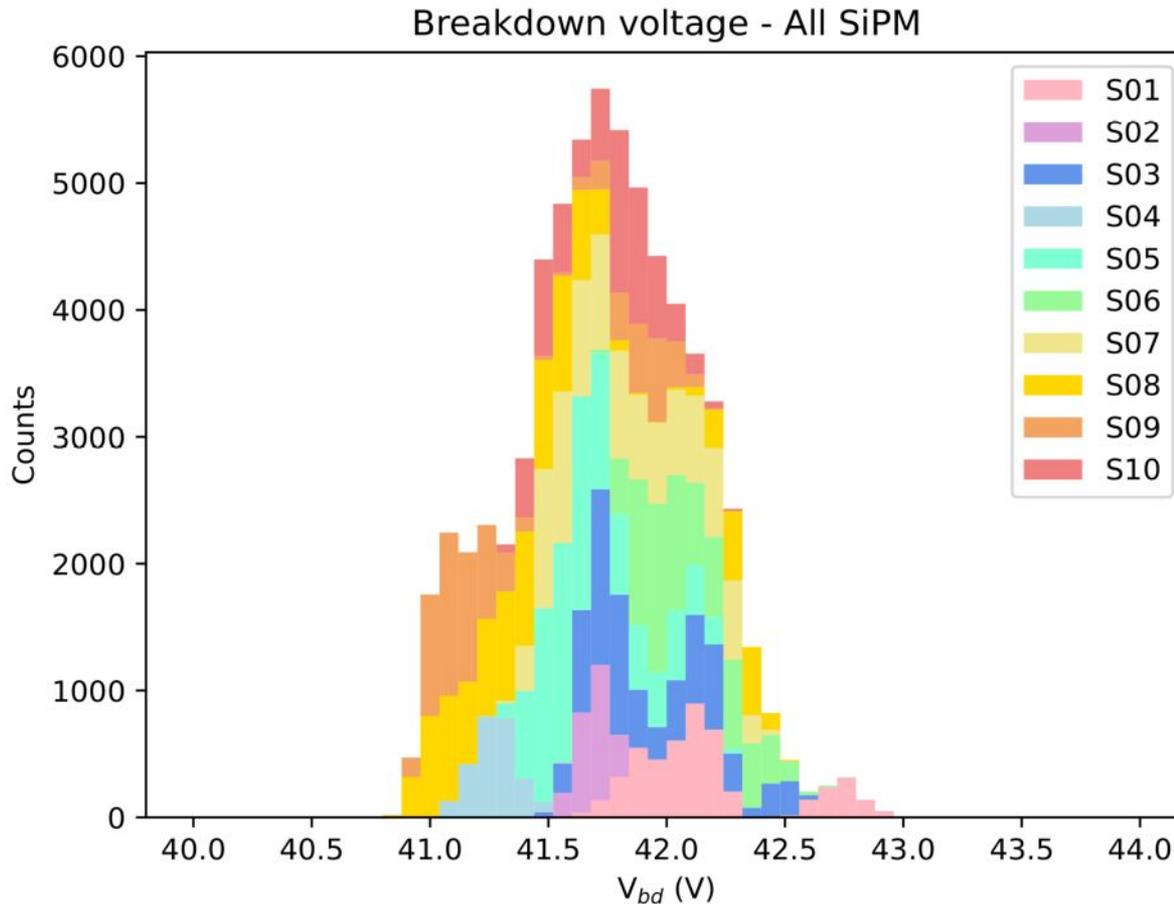
Risultati: dati di HPK



- Lotto spagnolo 2023-2024: 98700 sensori (~16k arrays);
- Divisi in 10 deliveries, suddivise in trays;
- HPK fornisce $V_{op} = V_{bd} + 3V$ per ogni sensore;
- Breakdown voltage in range $\sim 2.4V$;

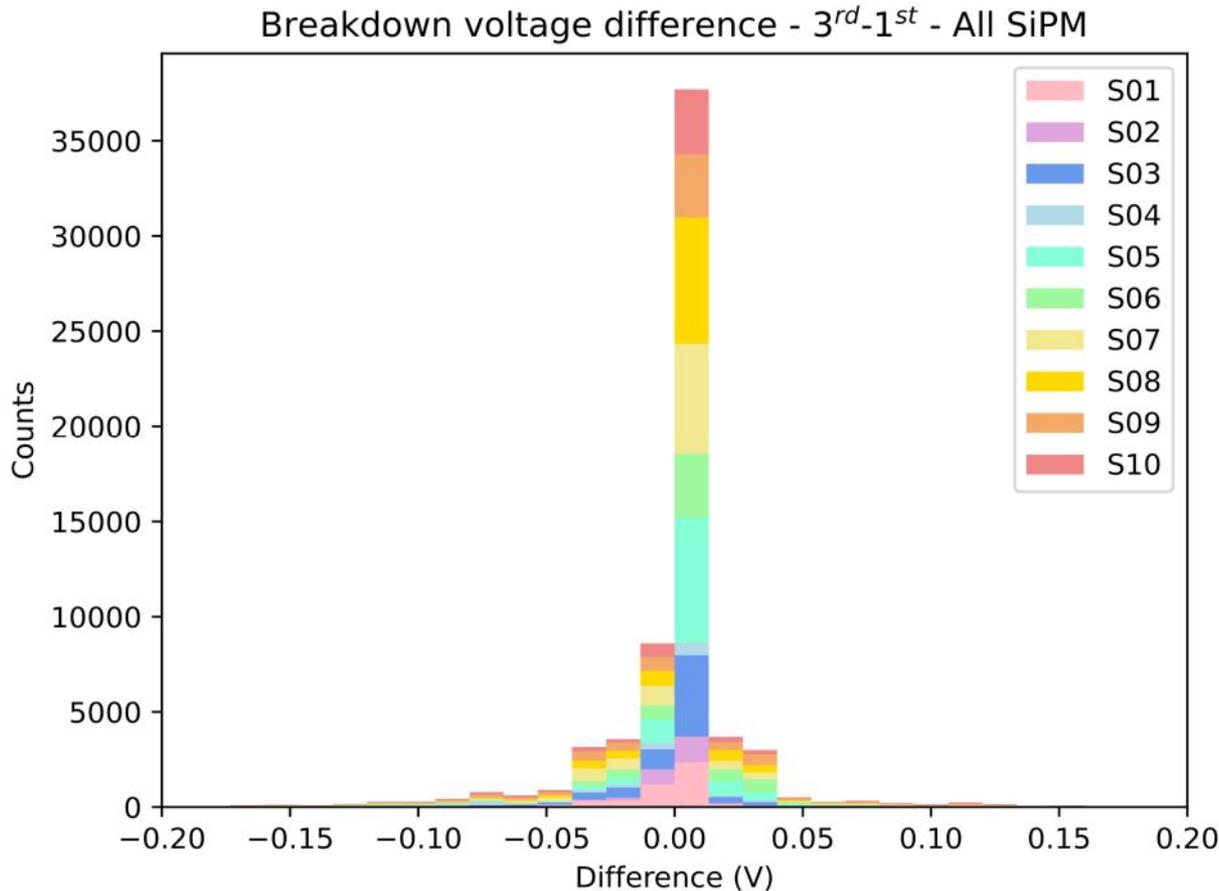
Stato dei test SiPM FD1

Risultati: V_{bd} @LN2 dati di HPK



Stato dei test SiPM FD1

Risultati: Vbd @LN2 dati di HPK



Controllo tensione
breakdown tra
primo e terzo ciclo
per testare la
resilienza a stress
termici

Storage e trasporto

- Lo storage post-test avviene a Ciemat per il lotto spagnolo e a Milano Bicocca per il lotto italiano.
- Durante lo storage verranno sostituite le board difettose.
- I SiPM acquistati dalla Spagna verranno spediti direttamente ai centri di produzione dei moduli PDS (CSU (USA) e Campinas (Brasile)).
- I SiPM acquistati dall'INFN verranno spediti inizialmente al Fermilab (per motivi fiscali) e da lì verranno smistati nei centri di produzione dei moduli PDS.
- I costi del trasporto dall'europa sono a carico dei due hub (CIEMAT e INFN)

Tempistiche

- L'installazione di FD1-HD è stata postposta rispetto a FD2-VD.
- Il piano attuale prevede di spedire negli USA tutti i SiPM prima dell'inizio della costruzione.
- Se i test procedono come ora, tutti i SiPM per FD1-HD saranno completamente testati per la primavera 2026. In caso contrario, ci sarà parallelizzazione tra produzione delle board e installazione dei moduli.
- Potrebbe succedere che avvenga uno switch tra la produzione FBK per horizontal e vertical con conseguente rischedulazione dei test.

Conclusioni

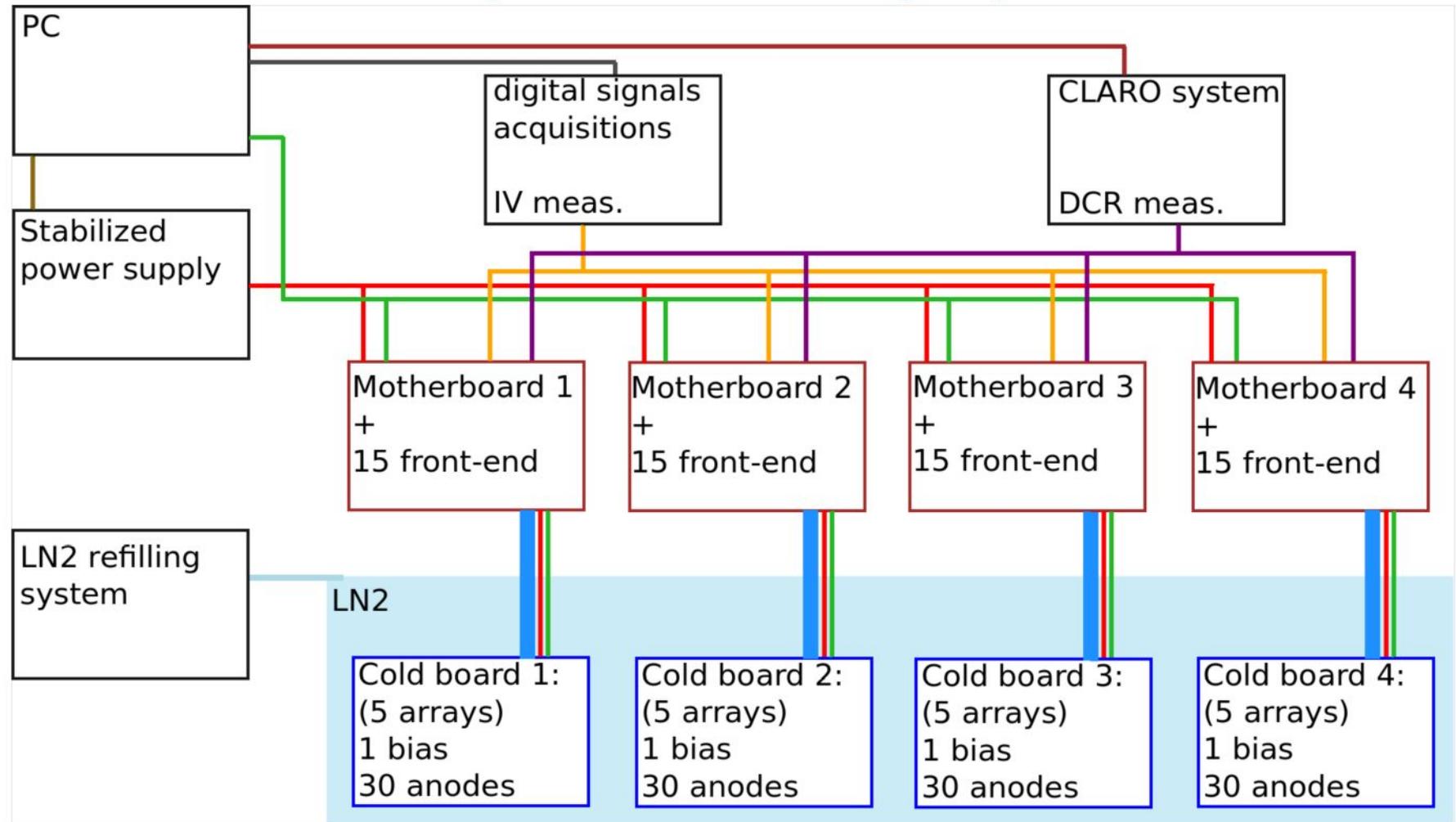
- I sistemi italiani CACTUS (Bo, Fe, MiB) per I test di QA sui SiPM di FD1 sono in piena operatività;
- Ferrara ha seguito l'installazione anche dei sistemi europei (Granada e Praga) che sono in piena operatività;
- Test lotto HPK spagnolo (95%) completato;
- Test lotto HPK italiano (35%) completato;
- In attesa di FBK risoluzione problematiche e inizio produzione lotto spagnolo;
- Database: attualmente I dati sono salvati in locale ma è iniziato il caricamento dei dati nella development version del DUNE Hardware database;
- Per il 2025 richieste e finanziate 3 figure (art.2222) (una per sito Bo, Fe, MiB) da dedicare appositamente allo svolgimento dei test in affiancamento/supporto. Da capire come utilizzare I fondi e da quando le figure potranno essere operative.

The end

Grazie per l'attenzione!

Mass test system: overview

Features: modularity; automatic; easy replication;



Extended IV

Un modo alternativo per verificare la DCR è fare una curva IV estesa. Per un SiPM standard (dark count inferiore ai 200mHz/mm²) la corrente integrata è sotto la soglia di misura di CACTUS. Per un SiPM con alta dark count invece si osserva un forte incremento della corrente sopra il breakdown.

