

# Cryo DC-DC boost converter development

*Alessandro Andreani<sup>1,2</sup>, Stefano Carbone<sup>3</sup>, Mauro Citterio<sup>1</sup>, Paolo Cova<sup>1,3</sup>, Nicola Delmonte<sup>1,3</sup>, Niccolo Gallice<sup>1,2</sup>, Massimo Lazzaroni<sup>1,2</sup>, Paola Sala<sup>1</sup>, Danilo Santoro<sup>1,3</sup>, Andrea Zani<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>INFN Sezione di Milano

<sup>2</sup>Università degli Studi di Milano

<sup>3</sup>Università degli Studi di Parma

Meeting annuale della Collaborazione Nazionale DUNE

07/11/2022

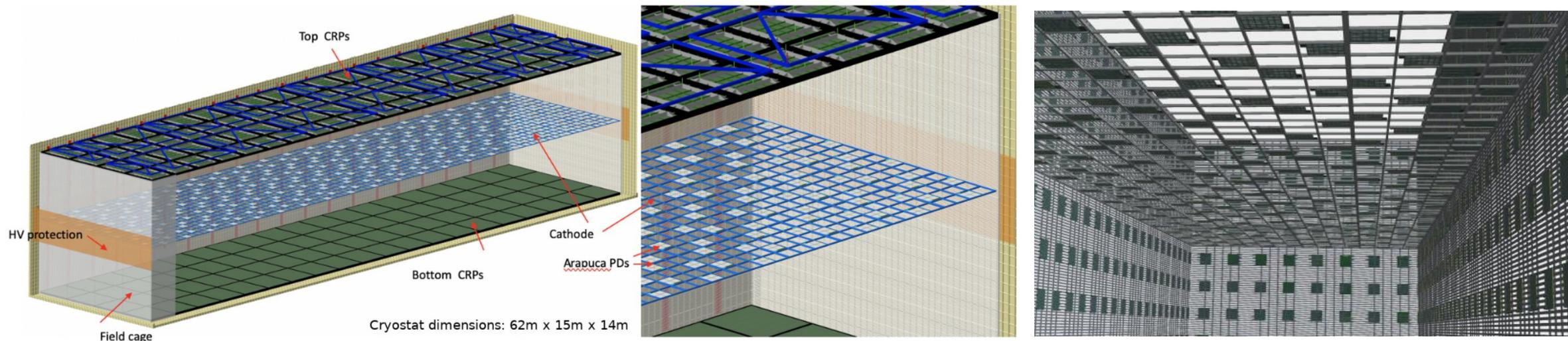


UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO



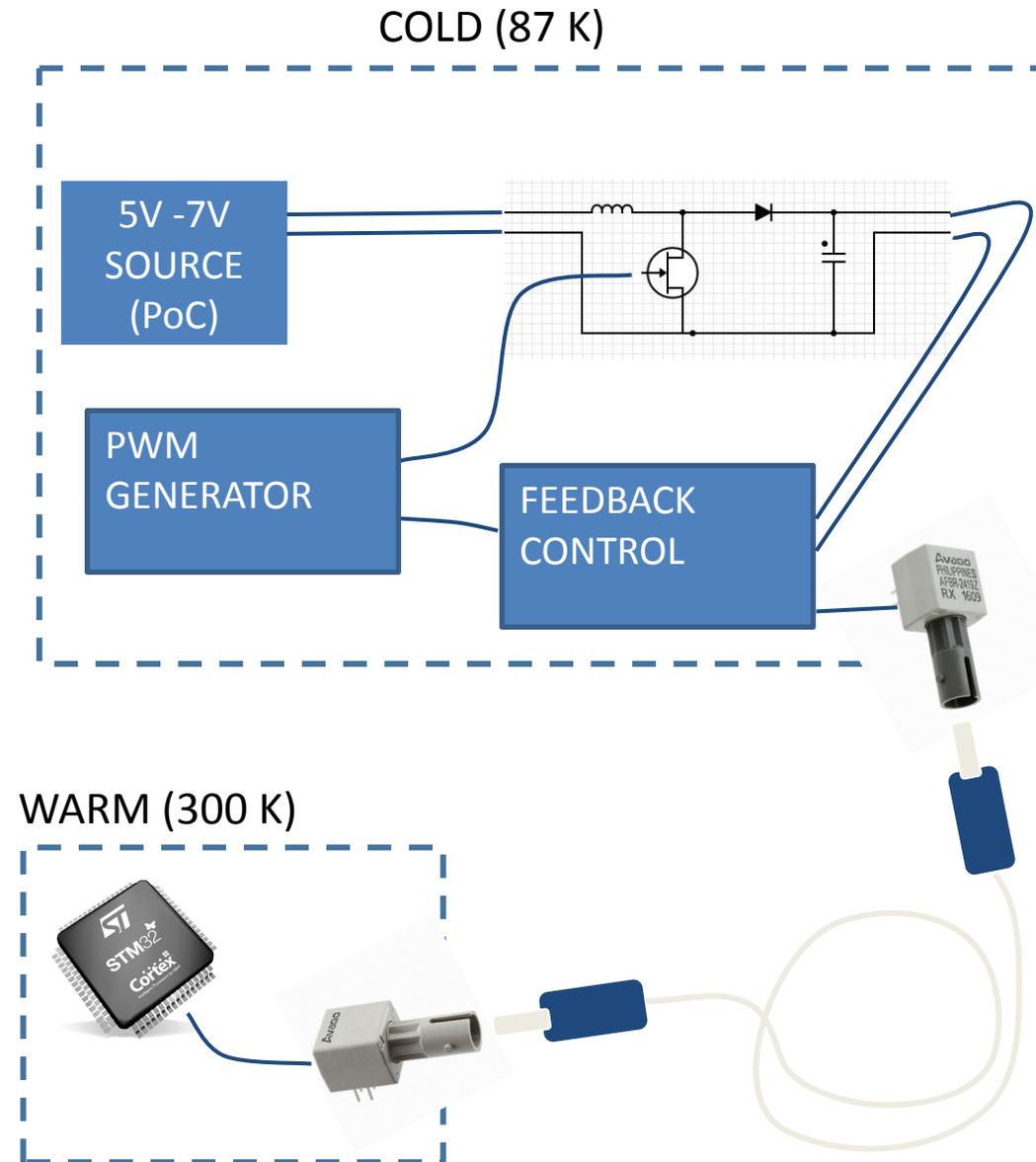
# DUNE Vertical Drift

- Dimostrata al CERN la possibilita' di "longer drift" → 6.5 m
- Readout della carica basato su PCB → non trasparenza alla luce di scintillazione
- PDS puo' essere installato sulla Field Cage e sul Catodo (-300 kV)
  - Membrana: classica configurazione con alimentazione e lettura attraverso rame
  - Catodo: alto potenziale → no connessioni in rame, alimentazione e readout attraverso fibra ottica.



# Overview di sistema

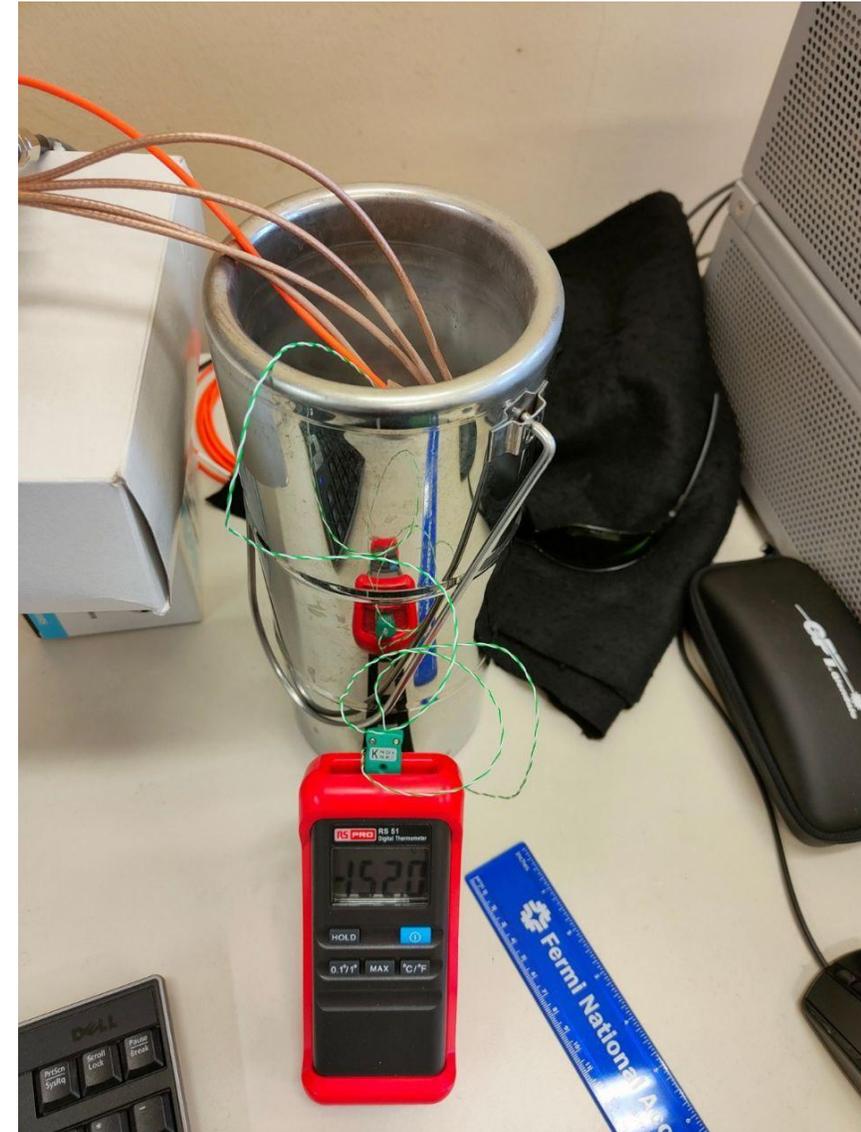
- Il sistema e' evoluto con le necessita' della collaborazione DUNE
- Produrre il bias per i SiPM in criogenia attraverso un convertitore DC-DC boost
- L'alimentazione e' fornita da PoC (Power optical Converter) con un'uscita di 5 V - 7 V che fornira' corrente per il convertitore DC-DC
- **Tipica configurazione a boost con un transistor MOS** per aumentare la tensione fino a 50V
- Un **generatore PWM** controlla l'accensione del **MOS** con 2 possibili controlli:
  - Feedback interno che imposta l'uscita ad un punto di lavoro nominale (es. 47 V)
  - Input esterno mediante comunicazione ottica per variare il punto di lavoro



# GaAs PoC

Per alimentare il DC-DC converter e' utilizzato un PoC.

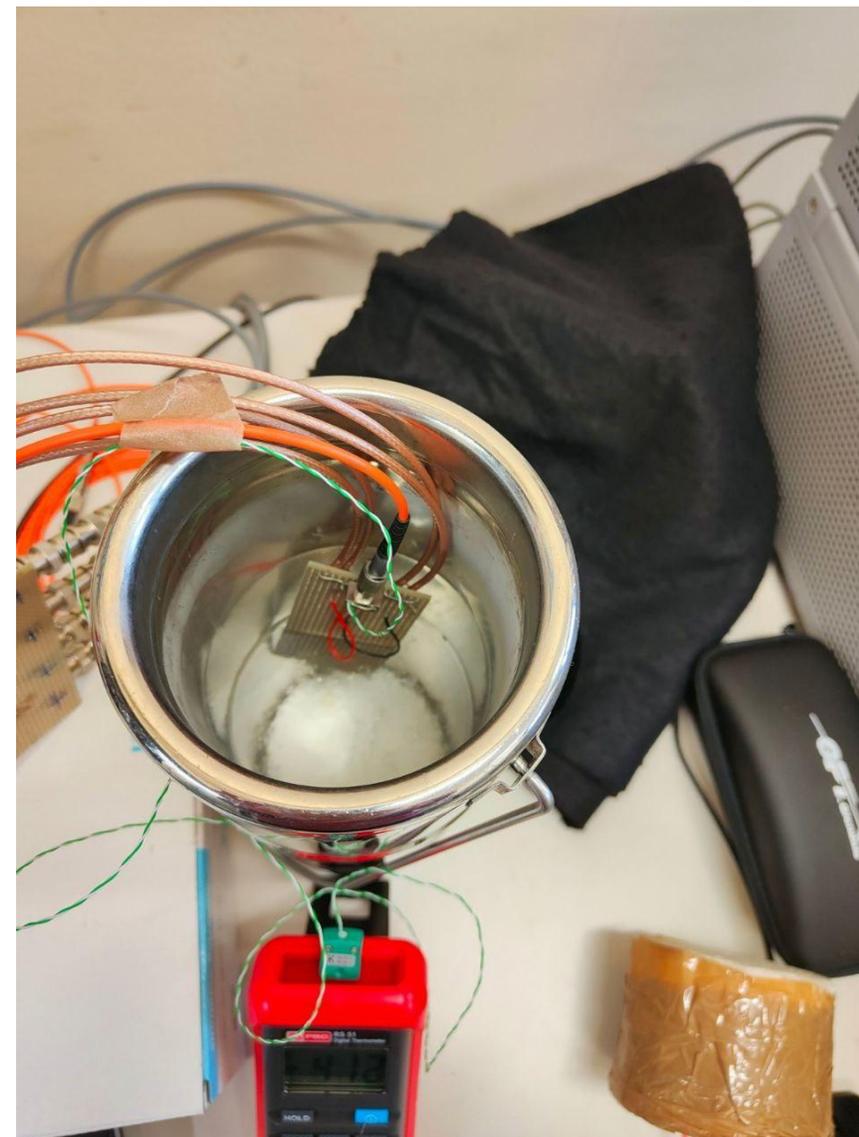
- Abbiamo testato un **Broadcom AFBR-406L** basato sulla tecnologia ad Arsenurio di Gallio (GaAs)
- La potenza e' fornita da un laser Lumics a **808 nm** (8W max)
- Una fibra **multimodale con core a 200  $\mu\text{m}$**  core connessa al laser pig-tailed con una interconnessione SMA/FC-PC e al PoC dall'altro lato
- Un **B1505A Semiconductor Analyzer** e' utilizzato per fissare la tensione di uscita e **misurare la corrente fornita**
- Il PoC e' raffreddato lentamente controllando la temperatura con un RTD.



# GaAs PoC

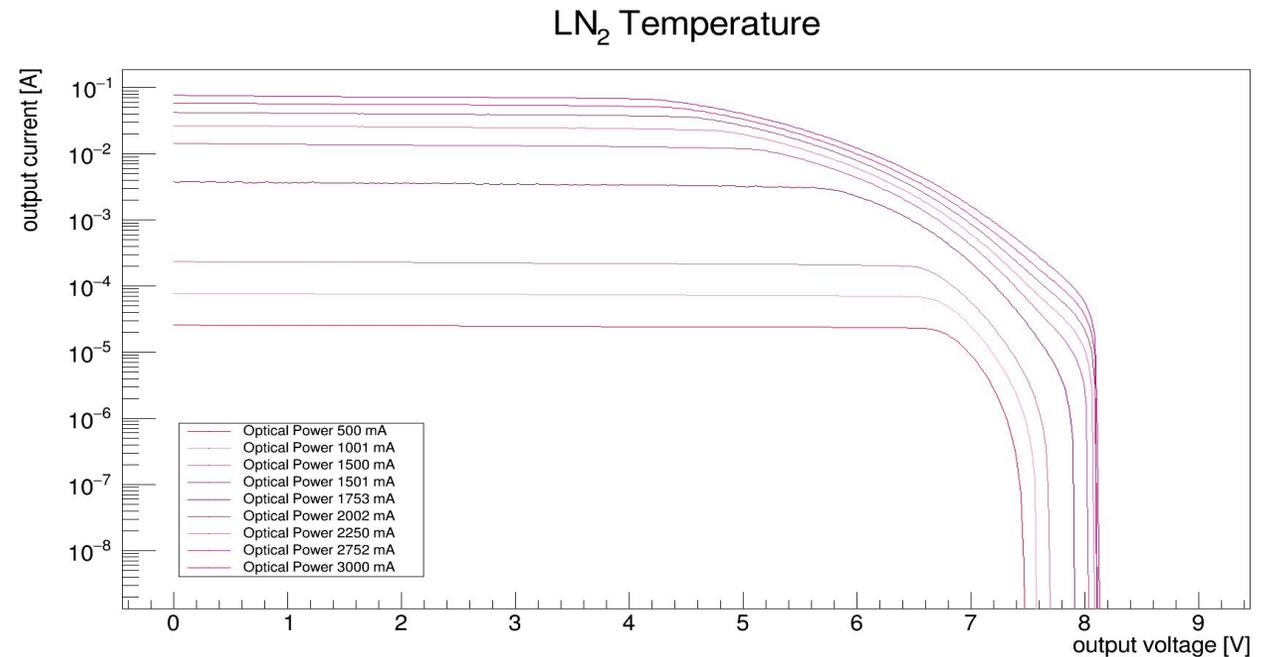
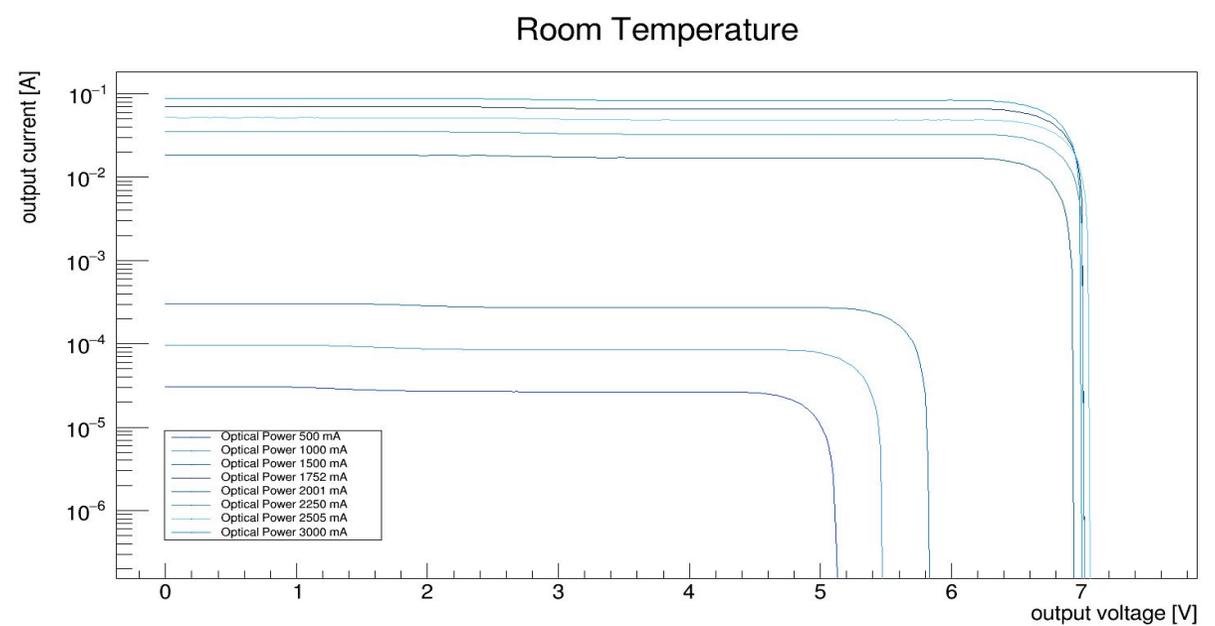
Per alimentare il DC-DC converter e' utilizzato un PoC.

- Abbiamo testato un **Broadcom AFBR-406L** basato sulla tecnologia ad Arsenurio di Gallio (GaAs)
- La potenza e' fornita da un laser Lumics a **808 nm** (8W max)
- Una fibra **multimodale con core a 200  $\mu\text{m}$**  core connessa al laser pig-tailed con una interconnessione SMA/FC-PC e al PoC dall'altro lato
- Un **B1505A Semiconductor Analyzer** e' utilizzato per fissare la tensione di uscita e **misurare la corrente fornita**
- Il PoC e' raffreddato lentamente controllando la temperatura con un RTD.



# GaAs PoC

- Famiglia di curve: le curve sono classificate mediante la corrente del laser ( $P_{\text{opt}} \propto I$ )
- Come riferimento  $3\text{A} \rightarrow 1.5\text{ W}_{\text{opt}}$
- Misure effettuate a temperatura ambiente (temperatura non fissata, ma monitorata durante la misura) e alla temperatura del  $\text{LN}_2$
- Funziona correttamente!
- Si osserva un piccolo aumento nella tensione ad aperto **da 7 V a 8V** andando in  $\text{LN}_2$
- Il sistema puo' fornire correnti fino a **decine di mA** ad una tensione di  $5\text{ V} - 6\text{ V}$

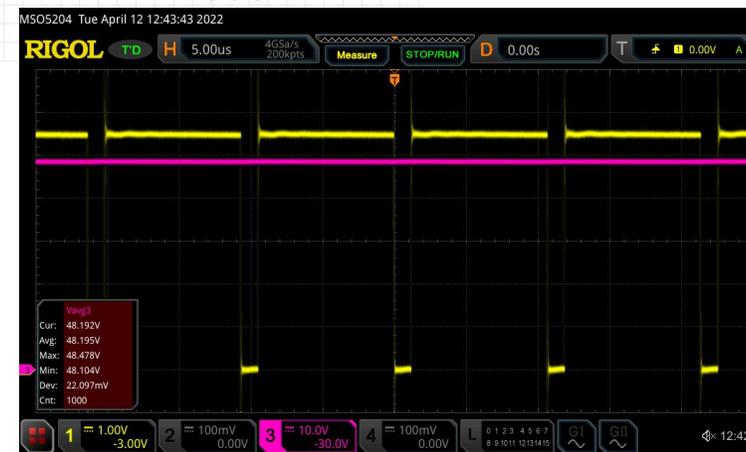
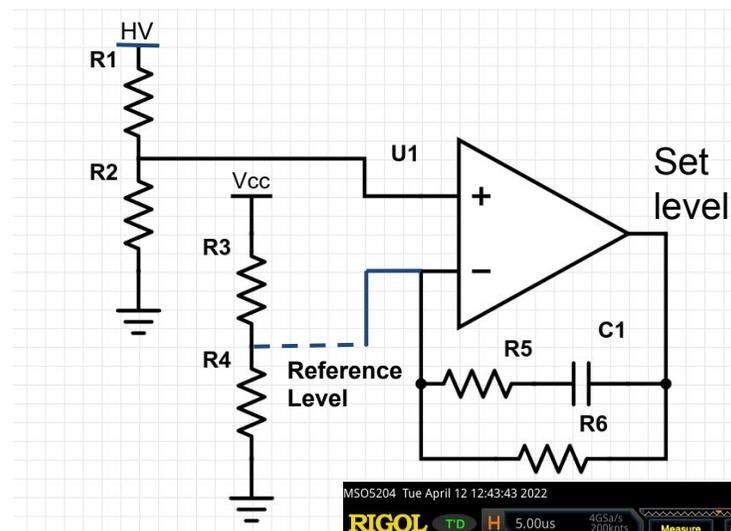
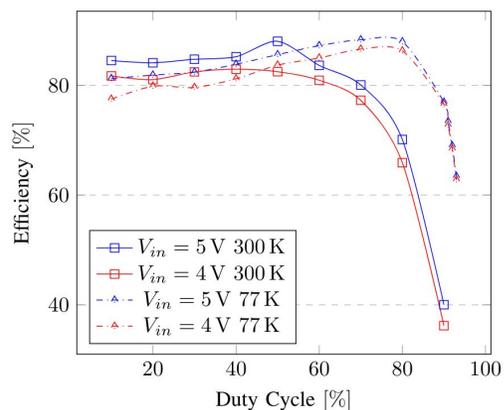
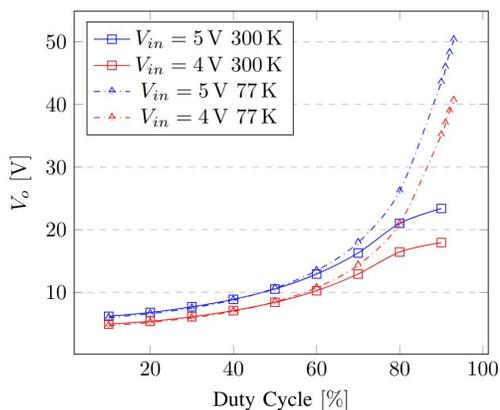


# DCDC Boost

- Selezione e caratterizzazione dei componenti: MOS, Induttore, diodo e capacitori per funzionamento in ambiente criogenico
- Test criogenico del primo prototipo
- Funzionalità → ok!
- Performance → ok!

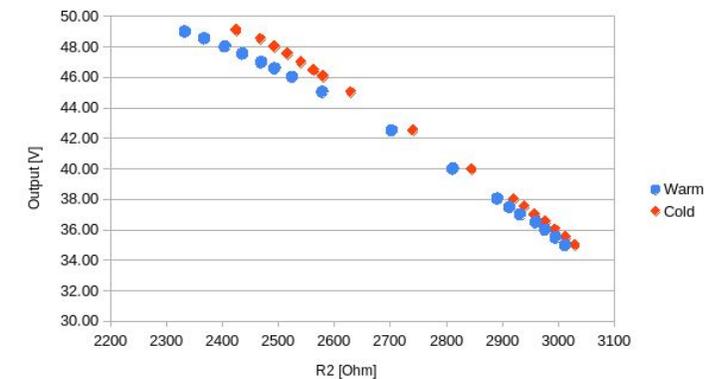
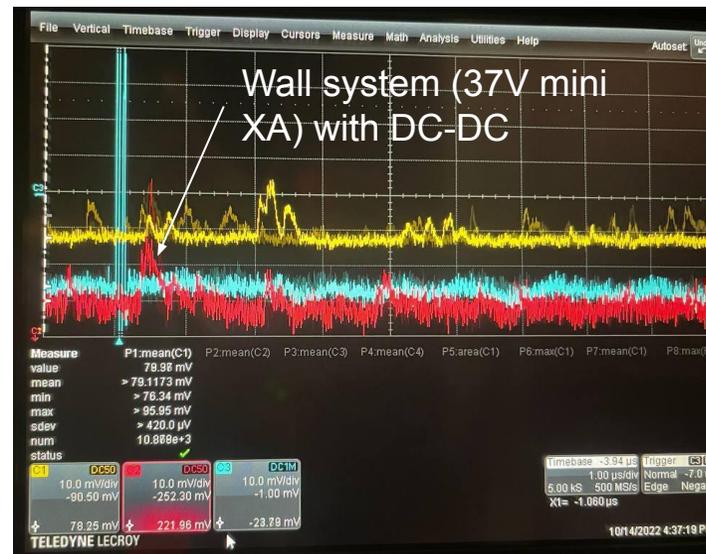
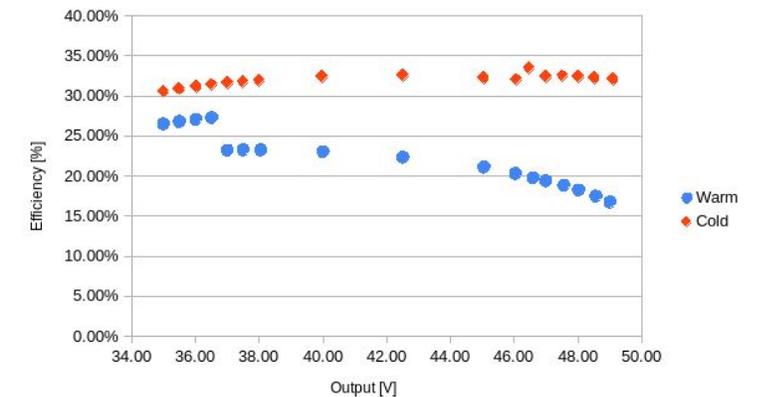
# Feedback & control

- Feedback interno analogico mantiene la tensione di uscita al valore prefissato (ex. 47V, 37V).



# Prototipo

- Realizzata una board prototipale da essere integrata con la VD motherboard (FNAL)
- Buoni risultati in termini di output e consumi
- Test preliminare di integrazione nella ColdBox e' promettente



# Conclusioni

- Sviluppato un DC-DC boost converter criogenico
- Performance test:
  - Test dedicati in test-stand
  - Test di integrazione alla CERN neutrino platform
- Valutazione del noise in corso

## Futuri sviluppi

- Collaborazione con IOWA e FNAL per ottimizzazione della motherboard per mitigare eventuali problemi di noise e cross-talk sull'alimentazione
- Test in corso del sistema di trasmissione ottica
- Integrazione della trasmissione ottica con il DC-DC converter per variare il set-point
- Produzione in corso di 10 schede da integrare nel Module-0 VD (a.k.a. ProtoDUNE-VD)

# CRYO-POF

*Claudia Brizzolari<sup>1,2</sup>, Esteban J. Cristaldo Morales<sup>1,2</sup>, Maritza J. Delgado Gonzales<sup>1,2</sup>, Claudio Gotti<sup>1,2</sup>,  
Andrea Falcone<sup>1,2</sup>, Francesco Terranova<sup>1,2</sup>, Marta Torti<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>INFN Sezione di Milano Bicocca

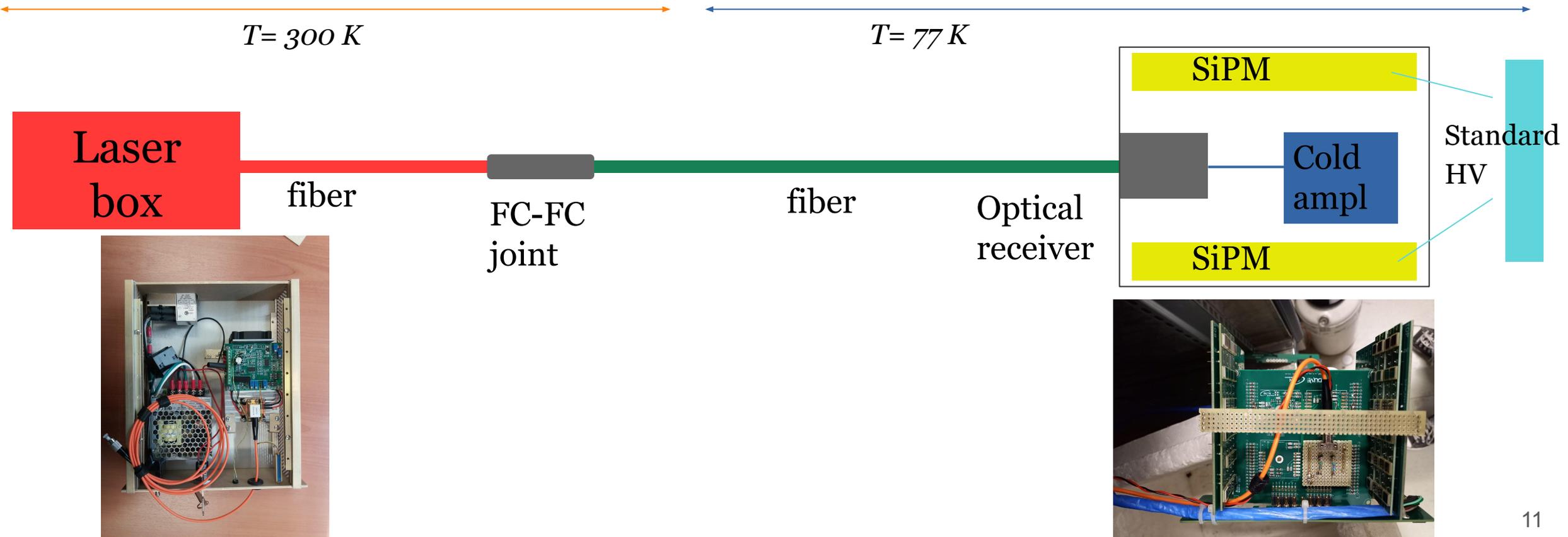
<sup>2</sup>Università degli Studi di Milano Bicocca

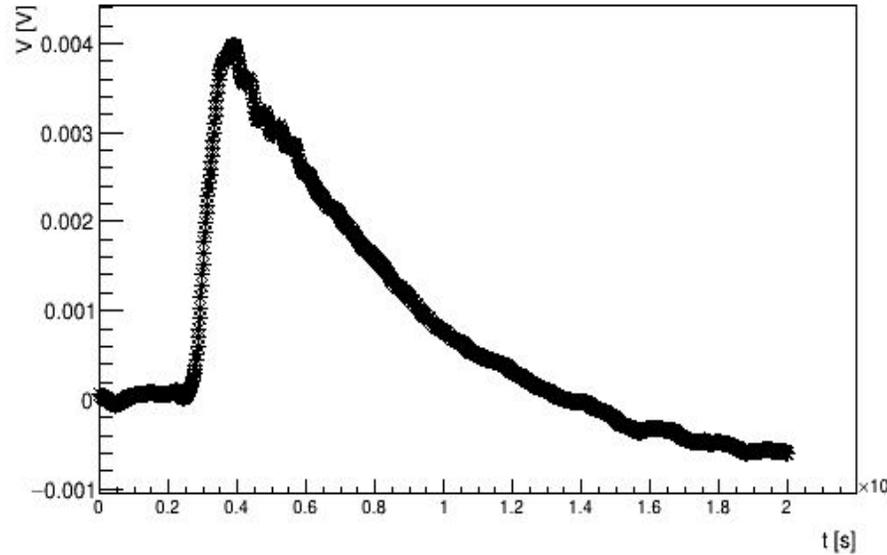
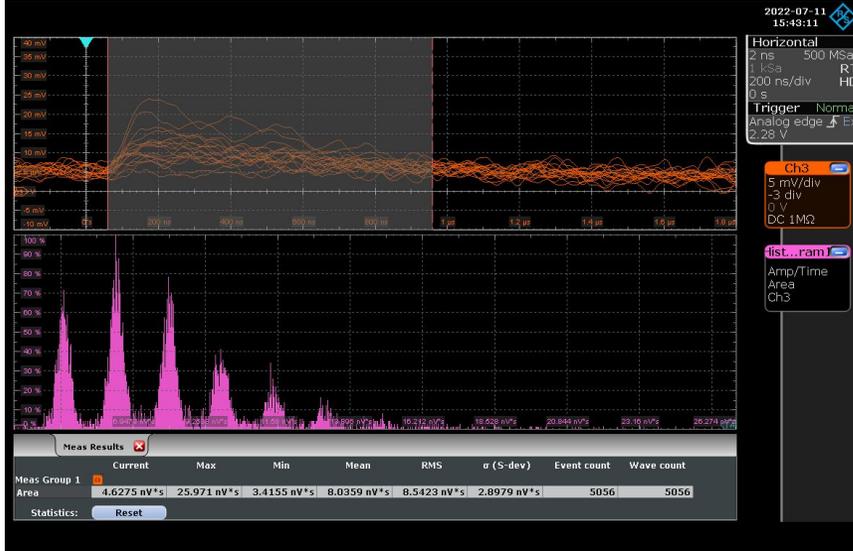
Meeting annuale della Collaborazione Nazionale DUNE

07/11/2022

# Milano Bicocca setup

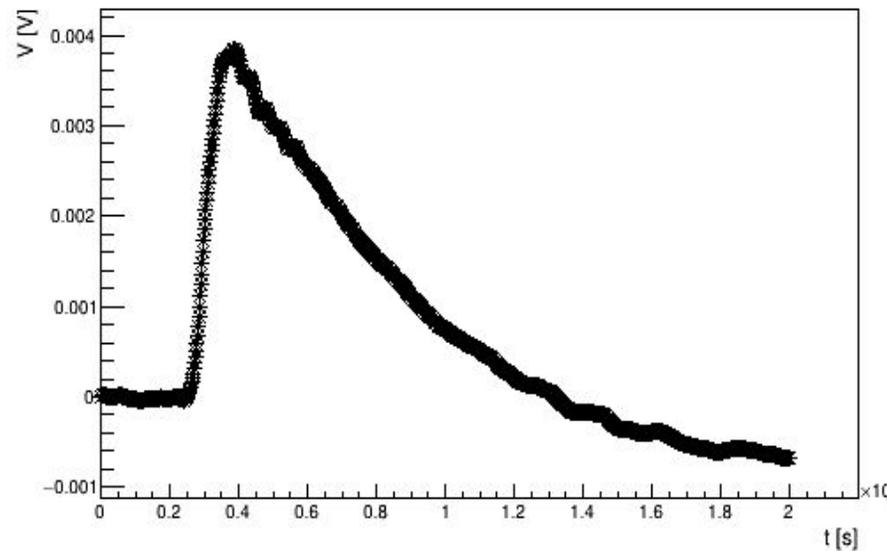
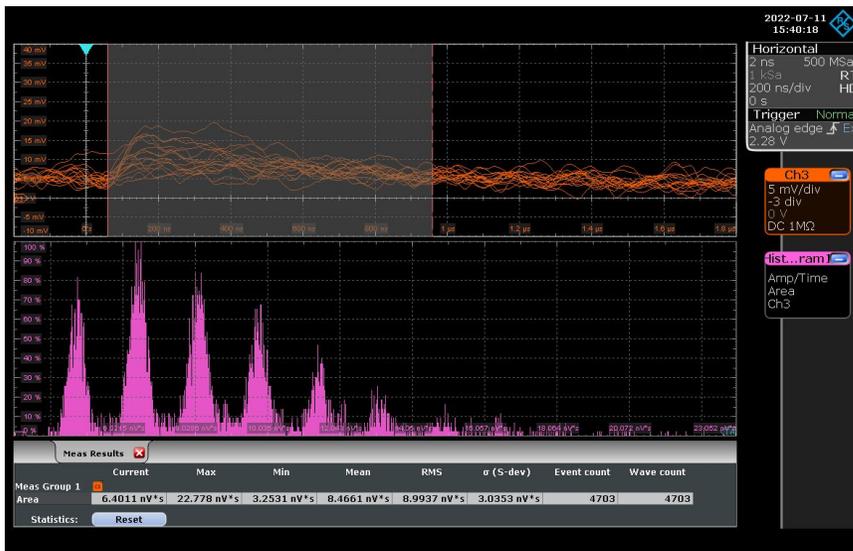
- **Laser source:** 808 nm GaAs laser source (Broadcom)
- **Graded index optical fiber**, 2 m multimode fiber (Thorlabs)
- Milano Bicocca **cold amplifier**, 3.3 V
- FBK **SiPM** feed by standard cable, 8 boards with 6 SiPMs each.





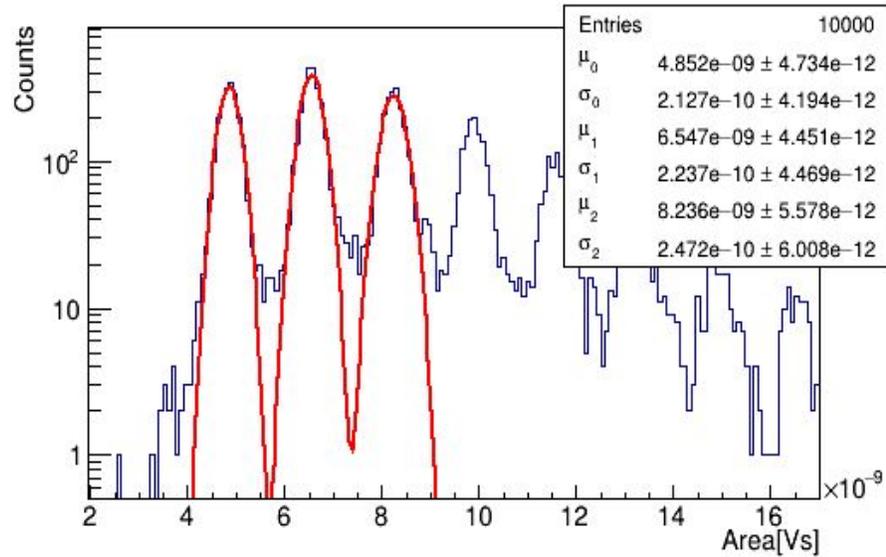
Output signal from SiPM (*no PoF*):

- standard biased SiPMs
- standard biased amplifier



Output signal from SiPM (*PoF*):

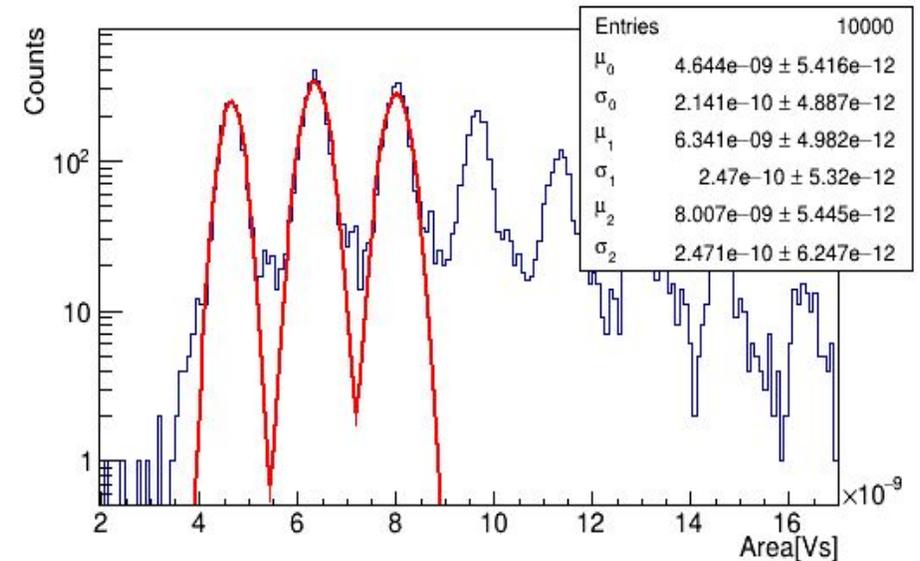
- standard biased SiPMs
- PoF biased amplifier



Output signal from SiPM (*no PoF*):

- standard biased SiPMs
- standard biased amplifier

$$\mathbf{S/N = 7.97}$$



Output signal from SiPM (*PoF*):

- standard biased SiPMs
- PoF biased amplifier

$$\mathbf{S/N = 7.92}$$

## Next measurements:

- power consumption; we are waiting for the Power meter
- give SiPM bias with PoF using DC/DC converter in collaboration with Milano Statale.

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE!**



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO

