

PERFORMANCE DEL PHOTON DETECTION SYSTEM DI DUNE

Federico Galizzi – Università Milano-Bicocca e INFN
f.galizzi1@campus.unimib.it

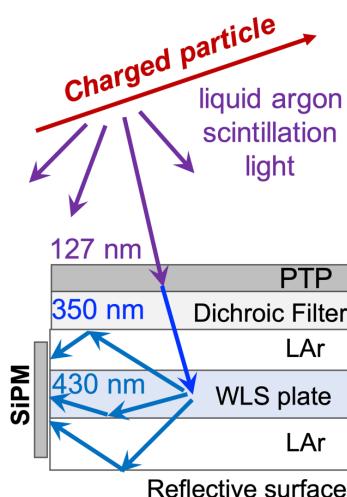
IFAE 2023

L'esperimento DUNE è un esperimento *long-baseline* attualmente in costruzione nel laboratorio sotterraneo SURF (South Dakota, USA) e basato sulla tecnologia delle TPC ad Argon liquido. I suoi principali obiettivi di fisica consistono nella determinazione dell'ordinamento di massa dei neutrini con significatività $> 5\sigma$ e la misura della fase di violazione CP nel settore leptonic. L'esperimento, inoltre, è in grado di osservare molte sorgenti naturali di neutrino per misure di fisica astroparticellare.

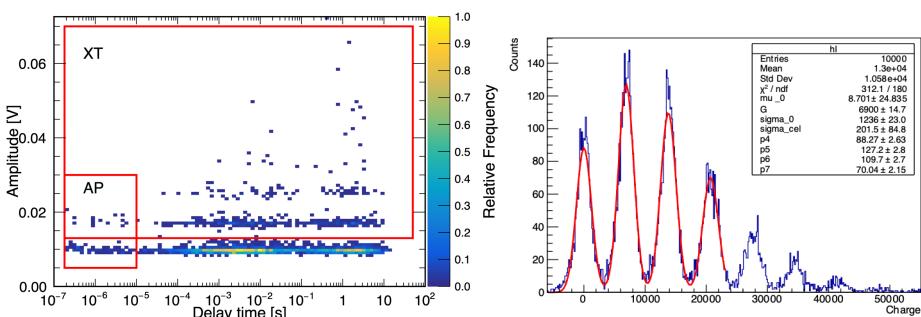
Il Photon Detection System fornisce il trigger per gli eventi da sorgenti naturali e il tempo assoluto degli eventi che hanno rilasciato luce di scintillazione, permettendo così la ricostruzione delle tracce da particelle cariche con una precisione inferiore al millimetro. Inoltre migliorerà sensibilmente la risoluzione energetica di DUNE.

X-ARAPUCA

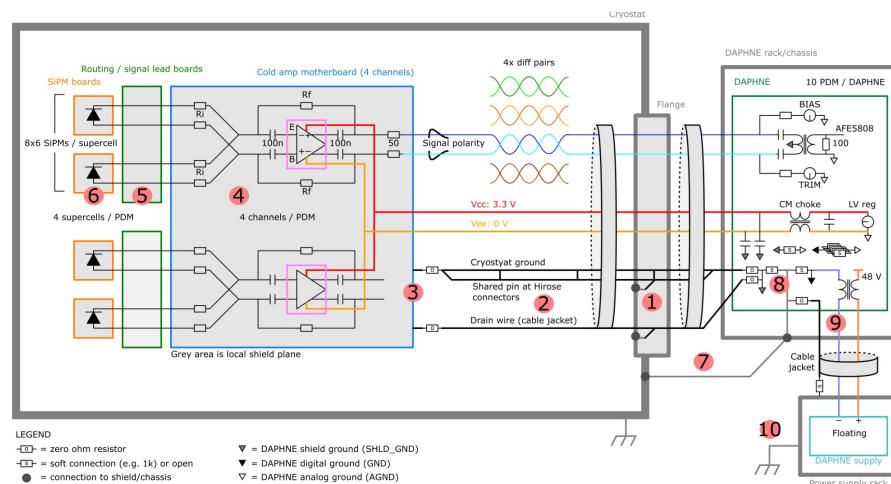
È un dispositivo che garantisce un'ampia area attiva e converte i fotoni dall'ultra-violetto al visibile, regione nella quale i SiPM hanno un'efficienza quantica del 45%. È stato realizzato in due diverse geometrie: una per il modulo Horizontal_Drift ($10 \times 60 \text{ cm}^2$) con 48 SiPM (24 su ogni lato lungo) e una per il Vertical_Drift ($60 \times 60 \text{ cm}^2$), con 40 SiPM per lato. L'efficienza stimata con due diversi setup nei laboratori di Milano Bicocca e CIEMAT si attesta a valori del 2.2 ± 0.2 , $2.5 \pm 0.2\%$. [1]



SiPM



	PDE %	SNR	DCR mHz/mm^2	Crosstalk %	Afterpulse %
SPECS	>35	>4	<200	<35	<5
FBK	45	5.2	49	13.7	2.2
HPK	45	4.8	79	10.9	1.4



LEGEND
 □ = zero ohm resistor
 ○ = soft connection (e.g. 1k) or open
 ● = connection to shield/chassis
 ▼ = DAPHNE shield ground (SHLD_GND)
 ▼ = DAPHNE digital ground (GND)
 ▼ = DAPHNE analog ground (AGND)

Amplificatore Criogenico

Lo stadio di amplificazione a freddo è un componente necessario per ottenere il rapporto segnale/rumore richiesto da specifiche. Le performance di quello qui presentato, interamente sviluppato dal team di Milano-Bicocca, è stato validato utilizzando 8 board da 6 SiPM, nei test delle Supercell e nei "cold-box" alla Neutrino Platform del CERN.

I risultati ottenuti in questi test soddisfano le richieste di range dinamico (2000 p.e.), rise time del segnale (<100ns) e rapporto $S/N > 4$. Inoltre, l'amplificatore ha superato i test di "aging" atti a dimostrare l'affidabilità in ambiente criogenico per >10 anni. [2]



DAPHNE

DAPHNE è la scheda che consente il controllo dei SiPM, la conversione analogico-digitale e lo streaming dei dati. È l'ultimo stadio della catena elettronica, opera a temperatura ambiente ricevendo in input il segnale analogico dell'amplificatore criogenico. Le specifiche, validate presso l'INFN di Milano Bicocca e il CERN, sono riportate in tabella.

Canali in input	40	5 per AFE
Risoluzione	14 bit	
Sample rate	62.5 Ms/s	1 thick = 16ns
Bias ai SiPM	30-70 V	
Capacità di streaming	4.8 Gb/s	10 Gb/s in V3
Bias al ColdAmp	3.3 V	

BIBLIOGRAFIA

- [1] C. Cattadori et al. 2021 JINST 16 P09027
 [2] P. Carniti et al 2020 JINST 15 P01008

