

# Sviluppo di un rivelatore di neutroni basato sul rinculo del protone

## **RIPTIDE: Recoil ProTon Imaging DEtector**

Si tratta di un rivelatore di nuova concezione volto a misurare energia e direzione di neutroni di alta energia (>10 MeV). Tale sviluppo potrà trovare applicazione sia come estensione dei rivelatori nTOF e FOOT (all'interno dei quali si sta facendo lo sviluppo), sia in applicazioni dove è cruciale la misura della direzione dei neutroni, come ad esempio il campo di misure di neutroni solari su sonde inviate in prossimità del sole.

Per maggiori dettagli si vedano la pubblicazione [1] e la presentazione [2]. Il principio di rivelazione e di misura è il seguente: un neutrone di alta energia in un materiale scintillatore organico può mettere in moto un singolo protone per scattering elastico. Se il materiale scintillatore ha sufficiente spessore e il neutrone scatterato ha sufficiente energia, si può avere un secondo scattering elastico di un protone. Dalla misura dei due punti di partenza dei due protoni e dal range degli stessi è possibile ricostruire la cinematica iniziale del neutrone individuando energia e direzione. La difficoltà dell'approccio scelto è che si vuole "vedere" i protoni in moto nello scintillatore. Quindi occorre un sistema di imaging (3D) in grado di: a) raccogliere i fotoni di scintillazione con l'uso di lenti opportune e b) su un sensore di luce idoneo alle bassissime intensità. Al momento abbiamo realizzato i primi passi, con un cubo di scintillatore da 6 cm di lato; la scintillazione è ora vista con alcuni SiPM che si useranno per il trigger e stiamo studiando, come *proof of concept*, sensori CCD per astrofotografia. Questi hanno due limiti importanti: il basso frame rate (cerchiamo soluzioni a fps>1kHz) e bassa efficienza quantica. Il dispositivo finale avrà un sensore costituito da fotocatodo, microchannelplate e sensore a matrice di pixel. Stiamo guardando con attenzione sia gli M28 (usati nel VTX e nell'IT di FOOT) sia dispositivi realizzati per altri scopi (come i MIMOSIS o i TimePix3). Le soluzioni chiavi in mano hanno prezzi proibitivi. Collaborazioni con Strasburgo o altri enti possono aiutarci a ridurre il costo di sviluppo. In alternativa ai sensori CMOS si useranno uno schermo ai fosfori e camera ad alto frame rate (ma anche qui i prezzi sono alti).

In passato la CSN3 ha finanziato o direttamente su nTOF (SiPM, scintillatore) o su FOOT → Dotazioni Bologna (elettronica) elementi del sistema. Per il 2023 è nostra intenzione chiedere un finanziamento solo sulla parte microchannel plate. Almeno un sensore (M28) +elettronica sarà ottenuto tramite altri fondi o tramite spare non usati di FOOT.

[1] A. Musumarra et al, JINST 16 (2021) C12013-5

[2] M Villa at IWoRid 2022, june 2022, Riva del Garda

[https://indico.cern.ch/event/1120714/contributions/4867224/attachments/2469372/4235949/RIPTIDE\\_%20IWORID2022\\_Villa2.pdf](https://indico.cern.ch/event/1120714/contributions/4867224/attachments/2469372/4235949/RIPTIDE_%20IWORID2022_Villa2.pdf)