



NEURAPID

NEUtron RAPId Diagnostics



Unità INFN-LNF (2 FTE)

Roberto Bedogni, LNF, Responsabile Nazionale,
J.M. Gomez-Ros, B.Buonomo, A.Esposito, A.Gentile

Unità INFN-Milano

Andrea Pola	(0.3), RU, Responsabile Locale
Davide Bortot	(0.5), Dottorando
Maria Vittoria Introini	(0.5), Borsista
Michele Lorenzoli	(0.3), Dottorando

Background

Nell'ambito del progetto NESCOFI@BTF (2011-2013) sono stati disegnati e realizzati a livello prototipale due dispositivi in grado di fornire IN TEMPO REALE lo spettro neutronico dall'eV al GeV: **CYSP** (Cylindrical spectrometer) e **SP²** (spherical spectrometer)



CYSP

- Include 8 rivelatori di n termici
- misura lo spettro eV-GeV in una direzione spaziale ben definita
- Ideale per misure di emissione da *targets* in funzione dell'angolo



SP²

- Include 31 rivelatori di n termici
- misura lo spettro eV-GeV indipendentemente dalla distribuzione direzionale del campo
- Ideale per radioprotezione e applicazioni di area monitoring

NEURAPID project



Mission



Specializzare le tecniche di rivelazione studiate in NESCOFI@BTF per la spettrometria neutronica real-time in applicazioni che richiedono (parzialmente o totalmente) le seguenti prestazioni di misura:

- **elevatissima sensibilità;**
- **rapida dinamica di acquisizione;**
- **direzionalità della risposta.**

Applicazioni

(i) LASER-BASED neutron production

(shot singoli di durata ~ fs con potenze istantanee ~TW).

Per Diagnostica (applicazione A1): serve uno strumento neutronico DIREZIONALE per misure su shot singolo in funzione dell'angolo. **Sensibilità richiesta $< 100 \text{ cm}^{-2} / \text{shot}$**

Per Radioprotezione/area monitoring (A2): serve uno strumento di area con risposta isotropica in grado di fornire la "dose per shot". **Sensibilità richiesta $< 50 \text{ nSv} / \text{shot}$**

(ii) COSMIC RAYS MEASUREMENTS (applicazione A3) In particolare rivelazione dei GLE (Ground Level Enhancement) per la radioprotezione degli equipaggi viaggianti.

Serve uno strumento direzionale in grado di misurare la sola componente verticale del flusso neutronico cosmico in real-time dei GLE, il loro spettro energetico e di fornire uno spettro neutronico completo in "pochi minuti" di acquisizione con **flussi dell'ordine di $0.1 \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$** .



Realizzazioni



CYSP-one Spettrometro direzionale in geometria CYSP, con capsula interna portarivelatori intercambiabile per lavorare in modalità **pulsed** oppure **cosmic** (applicazioni A1 e A3)

SPEEDY Strumento sferico di tipo Area Monitor (una semplificazione del SP²) per la dosimetria e radioprotezione delle **pulsed** facilities (applicazione A2)

LATND (*Large Area Thermal Neutron Detectors*). Per raggiungere le prestazioni richieste CYSP-one e SPEEDY dovranno essere equipaggiati con rivelatori di neutroni termici almeno 10 volte più sensibili di quelli attualmente impiegati nel SP² e nel CYSP. Lo sviluppo di questi rivelatori, chiamati LATND, è parte integrante di NEURAPID.

ETHERNES (*Extended THERmal Neutron Source*)

Un campo di neutroni termici ad area estesa con qualità "metrologica" (ai LNF)
Flusso di progetto 500 cm⁻² s⁻¹ uniforme su 20 cm x 20 cm. Alimentata da una sorgente di Am-Be da 2.7 Ci inserita in un moderatore da 1 tonn. di polietilene.
Necessario per il test e la calibrazione dei nuovi rivelatori per neutroni termici a grande area (LATND) la cui area sensibile sarà presumibilmente di decine di cm².

L'unica facility termica a grande area con qualità "metrologica" esistente in Europa è in UK ed è strettamente a pagamento. Ethernès rimarrà come facility termica di calibrazione ad uso radioprotezione e per i gruppi sperimentali coinvolti in IRIDE-n, sviluppo di rivelatori per la fusione (vedi progetto BEAM4fusion), analisi per attivazione neutronica, scattering neutronico, chip-irradiation.



Project breakdown



2014 (1) Calcolo Monte Carlo per ottimizzare il disegno di:

CYSP-one
SPEEDY
ETHERNES

(2) Acquisto sorgente di $^{241}\text{Am-Be}$ (2.7 Ci ^{241}Am) per ETHERNES

(3) Realizzazione di ETHERNES (1 tonn polietilene già donata da UAB)

Sua caratterizzazione metrologica con tecniche in ns possesso
Realizzazione diagnostica 2D per misura profilo spaziale flusso
Inter-comparison con PTB per definizione standard metrologico

(4) Studi preliminari per definire la struttura dei LATND

2015 (1) **Fabbricazione e caratterizzazione dei LATND per gli spettrometri finali**

In ETHERNES: determinare risposta termica, anisotropia, uniformità del deposito
In n@BTF e FLAME: studio della risposta pulsata

(2) **Fabbricazione CYSP-one e SPEEDY**

2016 **Test di CYSP-one e SPEEDY in:**

campi monocromatici @ NPL (UK) (verifica risposta in Energia)
pulsed facilities reali (FLAME)
stazione in quota per misure di cosmici (Zugspitze, 2900 m)

Tutte le facilities citate hanno espresso intenzione formale di collaborare fornendo tempo fascio o partecipazione diretta al progetto (caso di n@BTF). Tutte le *Letters of endorsement* da facilities esterne sono già pervenute. Lo stesso dicasi per il laboratorio in quota allo Zugspitze.

NEURAPID project



Sinergie, partnerships e co-finanziamenti



INFN

SPARC_LAB / FLAME, ELI, CRISP
n@BTF

Accesso a facilities laser-based
Neutroni singolo shot da 10 ns

Esterno

CIEMAT-Spain
NPL (UK)

EULER cluster for MCNP calculations
Sviluppo congiunto di SPEEDY ed accesso no-cost a campi di calibrazione "monoenergetici" (necessario per misurare risposta in energia degli spettrometri)

HZM (Germany)
UAB-Barcellona Spain

Accesso e logistica stazione di misura Zugspitze mountain 2900 m
1 tonn di polietilene per costruzione ETHERNES (valore 10 k€)

CIEMAT (prog. FIS2012-39104-C02)

Fornitura lastre di plastico-borato per ETHERNES (valore 7 k€)

Le partnership sono già state ufficializzati mediante lettere di endorsement

Richieste economiche 2014 - unità MI

Inventariabile	6 k€	Modulo di acquisizione a 8 canali NI
Consumo	11 k€	5 k€ per rivelatori a grande area sensibile 4 k€ per convertitore plastico borato 2 k€ per materiale assemblaggio
Missioni	4 k€	Missioni per misure presso LNF
Totali	21 k€	