

COMPITI E SUDDIVISIONE FONDI TRA LE UNITÀ DI RICERCA  
prot. 2005022147

<b>Coordinatore Scientifico</b>	Aniello NAPPI
<b>Ateneo</b>	Università degli Studi di PERUGIA
<b>Titolo della Ricerca</b>	Sviluppi tecnologici per esperimenti di alta sensibilità sulla violazione di CP
<b>Finanziamento assegnato</b>	Euro 176.000
<b>Durata</b>	24 Mesi

## Obiettivo della Ricerca

*Si propone un programma di ricerca e sviluppo su alcuni aspetti critici di esperimenti per la misura del decadimento del  $K_0$  a vita media lunga in pioni neutrino, antineutrino. Lo studio di tale decadimento offre una grande sensibilità a possibili contributi di nuova fisica, in quanto il processo (di tipo "flavor changing neutral current") è fortemente soppresso nel modello standard, le cui previsioni per questo canale sono prive di incertezze dovute a correzioni adroniche. Inoltre il processo è dominato dal contributo dovuto alla violazione di CP nelle ampiezze dei processi con variazioni di stranezza pari ad 1.*

*Le difficoltà sperimentali di questa misura sono legate al piccolissimo "branching ratio" ( $\sim 3 \times 10^{-11}$ , se esso avviene al livello previsto nel modello standard elettrodebole) e quindi alla necessità di ottenere un fattore di rigetto dei fondi migliore di  $10^{10}$  (principalmente con sistemi di veto ermetici di altissima efficienza) e di mantenere efficienze di rivelazione alte con rivelatori operanti a frequenze di conteggio superiori ai 10MHz. Gli aspetti oggetto della presente ricerca sono i sistemi di veto nelle regioni attraversate dal fascio di  $K_0$  (e dai neutroni che lo accompagnano) ed il sistema di trigger.*

*Per il primo aspetto si intende sviluppare un rivelatore a gas a bassa pressione con lettura ottica, che consentirebbe di vietare particelle cariche nella regione attraversata dal fascio neutro di alta intensità, evitando diversi problemi, in particolare quelli legati all'attraversamento di membrane sotto angoli di incidenza prossimi a  $90^\circ$  e quelli dovuti alle variazioni di tempi di volo dovuti alle differenze di percorso in sistemi basati sull'uso di magneti per allontanare le particelle dalla zona del fascio. Gli aspetti critici, che richiedono un programma di ricerca e sviluppo, sono la minimizzazione del materiale attraversato dal fascio e la lettura ottica per semplificare l'estrazione dei segnali in una regione di accesso difficile. La soluzione scelta è un apparato a gas operante a bassa pressione ( $\sim 100$  Torr) e con finestre di spessore minimo. Per la lettura ottica si utilizzerebbero fibre WLS, sensibili all'UV.*

*Per il secondo aspetto è necessario un sistema di selezione degli eventi capace di lavorare in assenza di tempi morti a frequenze di conteggio di singola superiori ai 10MHz. Il problema è reso difficile dal fatto che gli eventi di interesse hanno poche caratteristiche distintive positive, a parte l'assenza di segnali in contatori di veto, il cui uso espone, d'altra parte, al rischio di perdite dovute a coincidenze accidentali. Si intende sviluppare un sistema totalmente digitale per il riconoscimento di pattern compatibili con il segnale cercato, ed il rigetto degli eventi che presentano pattern tipici del fondo, utilizzando informazioni digitizzate provenienti da rivelatori veloci. Gli aspetti oggetto del programma di ricerca e sviluppo sono lo sviluppo, su dispositivi logici programmabili, di algoritmi di riconoscimento di pattern in "pipeline", con logiche scandite da clock a frequenze superiori ai 25MHz. Lo scopo del programma di ricerca e sviluppo è quello di permettere l'utilizzo di tali algoritmi al livello più basso di trigger minimizzando le perdite dovute a segnali accidentali.*

*Naturalmente la realizzazione di un esperimento capace di effettuare la misura del branching ratio del  $K_0$  in  $\pi^0$  neutrino antineutrino con una precisione utile, ad esempio dell'ordine del 10%, è legata, oltre che al progresso tecnico su argomenti del tipo considerato in questo programma, alla disponibilità di macchine acceleratrici capaci di fornire l'intensità di fascio richiesta ed alla formazione di collaborazioni internazionali con le risorse necessarie alla realizzazione di un apparato sicuramente molto costoso. Si intende, quindi, seguire lo sviluppo di iniziative in questa direzione, contribuendovi, se necessario, oltre che con lo svolgimento della attività di ricerca e sviluppo che è l'oggetto diretto di questo programma di ricerca, anche con analisi della fattibilità dell'esperimento presso macchine acceleratrici, anche diverse da quelle finora prese in considerazione, il cui programma di utilizzazione presenti maggiore compatibilità con le richieste di un esperimento sul  $\pi^0$  neutrino antineutrino.*

## Innovazione rispetto allo stato dell'arte nel campo

*Il programma include due aspetti distinti di esperimenti di ricerca del decadimento del  $K_0$  in  $\pi^0$  neutrino antineutrino: lo sviluppo di un sistema di veto operante nella regione attraversata dal fascio neutro e lo sviluppo di algoritmi per il trigger.*

*L'ermeticità dei sistemi di veto è un requisito essenziale di esperimenti per la ricerca del decadimento del  $K_0$  in  $\pi^0$  neutrino antineutrino. Per questo motivo la dimostrazione della possibilità di operare rivelatori utili come veto nella zona attraversata da un fascio neutro di alta intensità, costituirebbe un progresso tecnico utile a migliorare la fattibilità di tali esperimenti. Non esistono molti risultati sperimentali in proposito, se non per la rivelazione di fotoni con tecniche Cerenkov su fasci neutri di bassa energia, nei quali i neutroni producono prevalentemente particelle cariche al di sotto della soglia Cerenkov. Il programma proposto intende estendere questa possibilità alla rivelazione di particelle cariche, mediante rivelatori a ionizzazione.*

Dal punto di vista della tecnologia dei rivelatori, gli aspetti innovativi di questa parte del programma riguardano:

- l'uso della lettura ottica in rivelatori a ionizzazione, basata sulla rivelazione, attraverso fibre di wavelength shifters, dei fotoni UV prodotti nella valanga gassosa;
- la caratterizzazione e l'ottimizzazione delle condizioni di operazione per consentire il raggiungimento di efficienze sufficienti mediante tale meccanismo di lettura ottica;
- la minimizzazione della massa del rivelatore, compatibilmente con il vincolo di operare in una regione evacuata, per minimizzare il rate di interazioni secondarie.

La difficoltà, talvolta non sufficientemente apprezzata, del sistema di trigger per un esperimento che intende rivelare il decadimento del KOL in  $\pi^0$  neutrino antineutrino è il fatto che le caratteristiche distintive degli eventi di interesse, rispetto ai fondi dominanti, sono molto deboli. Essendo altresì richiesta un'alta efficienza, questo richiede l'uso di algoritmi di selezione sofisticati, tradizionalmente applicati nelle analisi offline.

Il programma intende dimostrare (e questo ne costituisce il principale aspetto innovativo) che algoritmi di questo tipo, operanti in pipeline per evitare l'introduzione di tempi morti, possono essere implementati su dispositivi VLSI programmabili commerciali.

## **Criteri di verificabilità**

Le diverse fasi di sviluppo del progetto saranno documentate da relazioni sul loro stato di avanzamento, che saranno raccolte su un sito web il cui indirizzo verrà reso noto al momento della relazione finale sul progetto. Si prevede di avere, per ciascuno dei due aspetti del programma di ricerca (ossia lo sviluppo di un rivelatore a ionizzazione utilizzabile come contatore di veto operante su un fascio neutro e lo sviluppo di algoritmi di trigger privi di tempo morto) almeno tre relazioni che riassumano rispettivamente;

- 1) i risultati raggiunti nelle simulazioni;
- 2) l'elaborazione del progetto;
- 3) i risultati dei tests di funzionamento.

Eventuali note specifiche su aspetti particolari del lavoro saranno raccolti nello stesso sito web.

E' prevedibile che i risultati di maggiore interesse conducano a pubblicazioni su riviste che trattano tecniche sperimentali della fisica delle particelle.

## **Elenco delle Unità di Ricerca**

<b>Sede dell'Unità</b>	Università degli Studi di PERUGIA
<b>Responsabile Scientifico</b>	Aniello NAPPI
<b>Finanziamento assegnato</b>	<b>Euro</b> 64.000

## **Compito dell'Unità**

L'unità di Perugia lavorerà ai problemi connessi alla realizzazione di un trigger veloce, privo di tempi morti, per controllare l'acquisizione dei dati di un esperimento per la misura del KOL in  $\pi^0$  neutrino antineutrino. In particolare svilupperà algoritmi di pattern recognition, operanti in pipeline a 25MHz, su informazioni digitizzate fornite da rivelatori veloci. Lo scopo del lavoro sarà quello di dimostrare la fattibilità di un trigger di questo tipo, determinando le risorse elettroniche necessarie per realizzare l'algoritmo e la latenza richiesta per la sua esecuzione.

Inizialmente l'unità si dedicherà ad attività di simulazione Monte-Carlo di un apparato sperimentale, per meglio definire il contesto in cui dovrà operare il sistema di trigger e l'algoritmo che si intende sperimentare. L'unità valuterà preliminarmente la complessità degli algoritmi e successivamente curerà la realizzazione di prototipi elettronici che ne implementino gli aspetti critici su dispositivi VLSI programmabili.

L'organizzazione del lavoro prevede che durante il primo anno venga effettuata l'attività di simulazione, il progetto logico dell'algoritmo e lo sviluppo elettronico delle parti di input output del progetto, in modo che il secondo anno possa essere dedicato alla realizzazione, alle prove ed alla caratterizzazione di una scheda elettronica che realizza le funzionalità richieste.

---

<b>Sede dell'Unità</b>	Università degli Studi di PADOVA
<b>Responsabile Scientifico</b>	Roberto STROILI
<b>Finanziamento assegnato</b>	<b>Euro</b> 76.000

## **Compito dell'Unità**

*L'unità di Padova lavorerà, in stretta collaborazione con quella di Ferrara, allo sviluppo della camera proporzionale multi filo a bassa pressione, le cui motivazioni e le cui problematiche sono trattate brevemente nella descrizione dei compiti dell'unità operativa di Ferrara.*

*L'unità di Padova si occuperà dello sviluppo del progetto della camera in tutti gli aspetti meccanici e funzionali. Si occuperà inoltre degli stessi aspetti in tutte le fasi del programma di costruzioni e di test, fino alla realizzazione ed alle verifiche di funzionamento di una camera di questo tipo. La progettazione meccanica presenta aspetti critici, in quanto la camera dovrà operare nel vuoto ed allo stesso tempo mantenere la trasparenza alle particelle del fascio a livelli accettabili. Anche le richieste di tipo funzionale sono molto stringenti: la camera dovrà operare a bassa pressione, con piccola amplificazione e dovrà avere celle di piccole dimensioni.*

*Inizialmente l'unità si occuperà di definire la configurazione della camera in base a simulazioni Monte Carlo e procederà alla costruzione di un prototipo di piccole dimensioni, che permetterà lo studio e l'ottimizzazione delle caratteristiche di funzionamento in funzione di diversi parametri quali la composizione della miscela di gas utilizzata.*

*L'unità di Padova svilupperà il progetto meccanico di un prototipo di dimensioni adeguate, si occuperà della sua costruzione e della sua messa in opera, effettuando test meccanici e di tenuta sotto vuoto, test di funzionamento in laboratorio e su fascio per verificare il raggiungimento delle prestazioni di efficienza e di risoluzione temporale richieste, ed infine test di invecchiamento.*

---

<b>Sede dell'Unità</b>	Università degli Studi di FERRARA
<b>Responsabile Scientifico</b>	Eleonora LUPPI
<b>Finanziamento assegnato</b>	Euro 36.000

## **Compito dell'Unità**

*L'unità di Ferrara lavorerà, in stretta collaborazione con quella di Padova, allo sviluppo di una camera proporzionale multi filo a bassa pressione in grado di operare su un fascio neutro di intensità superiore ai 10 GHz finalizzata ad estendere la copertura di veto alla zona del fascio, in esperimenti per la misura del KOL in  $\pi^0$  neutrino antineutrino.*

*Le problematiche dello sviluppo di un rivelatore di questo tipo sono molteplici e si riferiscono in particolare alle esigenze di minimizzare il materiale sul fascio e di raggiungere efficienze e risoluzioni temporali soddisfacenti. L'unità di Ferrara è particolarmente interessata a sviluppare una lettura di tipo ottico dei segnali della camera, utilizzando fibre di wave length shifters sensibili ai fotoni UV sviluppati nella valanga di carica. Tale approccio semplificherebbe il problema di portar fuori i segnali da una zona dell'esperimento di difficile accesso, minimizzando il numero di connessioni e permettendo di evitare la presenza di componenti elettroniche nella zona del fascio.*

*Inizialmente l'unità parteciperà allo studio, tramite simulazioni MonteCarlo, per la definizione di una configurazione di progetto della camera che permetta il raggiungimento degli obiettivi di efficienza e risoluzione necessarie.*

*Successivamente l'unità si concentrerà sulla lettura ottica del segnale studiando l'efficienza di raccolta dei fotoni UV per diverse disposizioni nella camera delle fibre ottiche e definendo la modalità di lettura delle fibre (che dovrà permettere la correzione dei tempi di transito dei fotoni) e realizzando i sistemi di lettura ottica.*