

Studio e caratterizzazione di rivelatori Silicon Drift Detector (SDD) per misure PIXE per l'apparato di rivelazione dell'acceleratore compatto MACHINA

Candidata:

Beatrice Sorrentino

Relatore:

Massimo Chiari
chiari@fi.infn.it

Correlatore:

Pier Andrea Mandò
mando@fi.infn.it

In questo lavoro di tesi sono stati caratterizzati rivelatori Silicon Drift Detector (SDD) di raggi X e studiato il set-up per misure PIXE (Particle Induced X-ray Emission) in fascio esterno per l'apparato di rivelazione dell'acceleratore compatto MACHINA (Movable Accelerator for Cultural Heritage In-situ Non-destructive Analysis). Per lo studio e il disegno del set-up per misure PIXE è stato utilizzato il software Virtual Ion Beam Analysis (VIBA-lab), che permette la simulazione di spettri PIXE attraverso parametri introdotti dall'utente; tale programma, utilizzato per la prima volta in questo lavoro, è stato validato mediante il confronto delle simulazioni con misure sperimentali effettuate al LABEC (Laboratorio di tecniche nucleari per l'Ambiente e i Beni Culturali) dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) di Firenze, su standard certificati forniti dal National Institute of Standards and Technology (NIST). Nello studio del set-up PIXE per MACHINA è stata posta particolare attenzione alla necessità della compattezza dell'apparato di rivelazione, pur mantenendo efficienza e sensibilità paragonabili a quanto ottenibile nei set-up su linee di fascio di acceleratori tradizionali come quello presente al LABEC. Ciò ha portato alla soluzione di utilizzare un array di tre rivelatori FAST SDD con area attiva di 50 mm² della ditta Amptek in configurazione OEM (Original Equipment Manufacturer) di dimensioni estremamente ridotte, dotati di un opportuno filtro forato (funny filter) per estendere l'intervallo di sensibilità del singolo rivelatore su tutti gli elementi rivelabili in misure PIXE con fascio esterno ($Z > 10$). Le prestazioni di un rivelatore Amptek FAST SDD sono state caratterizzate mediante misure di risoluzione energetica usando una sorgente di raggi X di ⁵⁷Co e accoppiando il rivelatore a due diversi processori digitali di segnali (Amptek PX5 e CAEN Hexagon) e per confronto anche a una catena di formazione e acquisizione del segnale analogica standard NIM. Si è posta particolare attenzione alla risoluzione in funzione del tempo di formazione e del flat-top per ricercare condizioni di miglior risoluzione energetica per tempi di formazione più brevi possibili per essere in grado di gestire alti ritmi di conteggio. Infine, le prestazioni del rivelatore Amptek FAST SDD accoppiato al processore digitale di segnali PX5 sono state testate con misure PIXE sotto fascio al LABEC, allestendo un punto di misura con fascio estratto dedicato che ha comportato anche la realizzazione di un nuovo sistema di monitoraggio dell'intensità del fascio estratto. Le misure sono state effettuate riproducendo le condizioni di energia (1.9 MeV) e risoluzione energetica (1%) del fascio incidente sul bersaglio attese per MACHINA. Sono stati analizzati standard di riferimento (vetri e metalli) per determinare i parametri fondamentali per misure quantitative PIXE e, successivamente, campioni tipici dei beni culturali, quali ad esempio pigmenti e monete, ottenendo per questi risultati quantitativi sulle concentrazioni elementari in accordo con quanto ottenuto da misure PIXE indipendenti effettuate da altri laboratori. In conclusione, questo lavoro di tesi ha permesso quindi di proporre il set-up di rivelazione migliore, in termini di compattezza, efficienza e sensibilità, per misure PIXE con fascio esterno per l'acceleratore MACHINA.

