

Estrazione in real-time di energia e parametri di forma di segnali digitalizzati di rivelatori per fisica nucleare

RELATORE: GABRIELE PASQUALI

pasquali@fi.infn.it

CANDIDATO: PIETRO OTTANELLI

pietro.ottanelli@stud.unifi.it

Il presente lavoro è parte delle attività di ricerca del gruppo sperimentale di Fisica Nucleare dell'INFN

di Firenze. Nei rivelatori più avanzati per frammenti nucleari carichi (come FAZIA, da Four Pi A and Z Identification Array), i segnali digitalizzati di rivelatori al silicio sono utilizzati per l'identificazione dei frammenti incidenti, mediante metodi detti di "analisi di forma" del segnale (Pulse Shape Analysis o PSA). Per migliorare l'estrazione delle informazioni di interesse, i segnali vengono solitamente salvati su disco ed analizzati "offline". Tra le procedure di analisi, l'interpolazione permette di ricostruire, con un certo grado di approssimazione, l'andamento dei segnali negli intervalli di tempo tra i vari campioni acquisiti. Questa tecnica permette, per esempio, una miglior determinazione del massimo dell'impulso di corrente prodotto dai rivelatori, che è un parametro di forma utilizzato per la PSA.

Recentemente è stato progettato e prodotto un nuovo digitalizzatore, equipaggiato con un ADC a 14-bit ed una unità logica programmabile (FPGA). Una parte del lavoro svolto riguarda lo sviluppo di un firmware dedicato, caricato sulla FPGA al fine di controllare il digitalizzatore ed applicare varie elaborazioni ai segnali prodotti dai rivelatori. Tra le varie funzioni realizzate nel firmware, rivestono una particolare importanza:

- un filtro trapezoidale con correzione di polo-zero, per misure di ampiezza/energia;
- un sistema interno di trigger altamente configurabile;
- una interfaccia per caricare il firmware della FPGA tramite un bus VME.

L'argomento principale del lavoro svolto è stato lo sviluppo di un insieme di filtri lineari e invarianti nel tempo, dedicato all'interpolazione in real-time dei segnali digitalizzati. Inoltre, abbiamo studiato e realizzato un metodo per eseguire una ulteriore elaborazione, nel dominio continuo del tempo, sui segnali prodotti dall'interpolazione. Questa elaborazione è stata sfruttata per ottenere una versione sovracampionata del segnale di corrente prodotto dal rivelatore a partire dal segnale di carica campionato. Il segnale di corrente può quindi essere utilizzato per l'identificazione dei frammenti nucleari, utilizzando la PSA basata sulla correlazione tra l'energia (fornita dal formatore trapezoidale) ed il massimo della corrente. I vantaggi di questo approccio sono vari:

- non è più necessario digitalizzare i segnali di corrente, dunque serve una minor quantità di spazio di archiviazione ed un numero minore di canali di digitalizzazione;
- riducendo la quantità di dati da trasferire per ogni evento si riduce il tempo morto, incrementando il massimo rate di eventi che l'apparato sperimentale può sostenere.

Una misura di test, per provare i digitalizzatori ed il firmware con segnali realistici di frammenti nucleari, è stata eseguita presso i Laboratori Nazionali del Sud dell'INFN. I digitalizzatori sono stati utilizzati per acquisire i segnali di un telescopio $\Delta E - E$ della collaborazione FAZIA. Gli algoritmi di elaborazione sviluppati durante il lavoro sono stati utilizzati per le misure di energia e per l'identificazione tramite PSA dei frammenti nucleari incidenti sul telescopio. I dati acquisiti sono stati poi analizzati allo scopo di confrontare, in termini di capacità di identificazione, le prestazioni ottenute con l'interpolazione/derivazione in real-time del segnale di carica con quelle ottenute con l'analisi offline dei segnali di corrente acquisiti.