Progetto Laurea Magistrale Plus

(realizzazione esperienza in azienda anno accademico 2025/26)

Dati Università

Corso di Laurea Scienze Fisiche
Tutor Universitario/Relatore tesi Francesca Ballarini
Insegnamento/ambito di competenza del tutor universitario Fisica delle radiazioni, Fisica biosanitaria

Dati Azienda

Nome Azienda Fondazione CNAO
Tutor aziendale *Marco G. Pullia, Alessio Mereghetti*
Funzione/ruolo del Tutor aziendale *M. Pullia: Responsabile Ricerca e Sperimentazione; A. Mereghetti: fisico applicato, Ricerca e Sperimentazione*

Contenuti del Progetto e informazioni sul tirocinio

Titolo del progetto di tirocinio
Caratterizzazione di un nuovo sistema di acquisizione per il monitor Schottky del sincrotrone del CNAO

Attività/obiettivi previsti nel tirocinio e area/dipartimento in cui sarà inserito il tirocinante

Il sincrotrone per adroni del Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica (CNAO) è la macchina principale per accelerare i fasci usati per i trattamenti oncologici erogati dal centro. Il sincrotrone è dotato di un monitor Schottky; monitors simili sono installati in altri sincrotroni (per esempio, per ricerca nell'ambito della fisica delle particelle ad alta energia, come al CERN) per misurare caratteristiche collettive del fascio circolante (per esempio frequenza di rivoluzione, tune, emittanza, e cromaticità). Per CNAO, il monitor Schottky può essere di interesse per verifiche regolari del buon funzionamento della macchina e potenzialmente anche come monitoraggio di fasci clinici durante i trattamenti, in quanto le misure non sono distruttive del fascio, pur offrendo la possibilità di misurare diverse caratteristiche del fascio circolante. Il sistema di acquisizione attuale, pur essendo stato testato con successo al CERN in fase di realizzazione del sincrotrone, non ha permesso un utilizzo regolare del monitor, né durante le sessioni di ottimizzazione della performance del sincrotrone, né durante i trattamenti.

L'attività del progetto ha lo scopo di sviluppare un nuovo set up di misura del monitor Schottky, partendo da un oscilloscopio digitale ad alta frequenza di campionamento e analisi off-line dei segnali acquisiti. Il tirocinante sarà inserito nel dipartimento di Ricerca e Sperimentazione di CNAO per l'analisi delle misure e la determinazione di quantità collettive del fascio, e collaborerà con il gruppo di Diagnostica di Fascio, per quanto riguarda l'acquisizione di dati e il trattamento dei segnali.

Obiettivi formativi

- apprendere le nozioni di base della fisica degli acceleratori;
- apprendere le nozioni di base del trattamento di segnali in tempo e loro analisi in frequenza;
- apprendere l'uso di codici di analisi numerica (python, MatLab o simili);
- imparare a condurre un'analisi di misure in autonomia, sviluppando senso critico e capacità di individuare possibili sviluppi/miglioramenti.

Attività

L'attività del tirocinio prevede principalmente acquisizione di segnali in tempo dal monitor Schottky con fascio circolante e loro analisi in frequenza, con lo scopo di ottimizzare sia il set up di acquisizione (per esempio: frequenza di campionamento, tempo di integrazione, risoluzione della digitalizzazione dei segnali) sia il trattamento dei segnali (per esempio: identificazione dell'appropriata analisi spettrale, applicazione di filtri o di metodi di rimozione del rumore).
Prima di dedicarsi ai segnali misurati con fascio, sarà importante prendere dimestichezza con il set up di misura acquisendo segnali sintetici generati tramite generatore di funzioni d'onda.
A seconda dell'interesse del tirocinante, l'analisi dei segnali può essere affiancata da una attività di simulazione di dinamica di fascio in sincrotrone, per un confronto dei segnali misurati ed analizzati. In caso, l'attività di simulazione verrà svolta con codici di simulazione ad-hoc sviluppati in laboratori di livello top come il CERN di Ginevra, quali MAD-X, PTC o XSuite (questo basato

su python). Il set up di simulazione può essere sviluppato a partire da un computer personale, mentre la produzione dei risultati ad alta statistica o per scansione di parametri di input avverrà tramite apposito cluster in dotazione a CNAO.

Requisiti/ competenze tirocinante

- curiosità e desiderio di imparare;
- attitudine al problem-solving e capacità di prendere iniziativa;
- disponibilità alla discussione e al confronto;

Requisiti che rappresentano un plus:

- Conoscenza di base di dinamica di fascio in sincrotrone (dinamica di fascio trasversale e longitudinale);
- conoscenza di base di algoritmi di FFT e di analisi in frequenza di segnali;
- conoscenza di base di linguaggi di programmazione e analisi, come MatLab, python, C/C++, Fortran;

Potenziale ambito e argomento di tesi

Analisi in frequenza di segnale in tempo, ottica di fascio, caratterizzazione di fascio circolante

Sede del Tirocinio

Fondazione CNAO, via Erminio Borloni, 1, 27100 Pavia

Durata del tirocinio (12 mesi)

12 mesi

Rimborso spese - informazione da acquisire se l'azienda ha una politica diversa dal minimo (min 500€/netti- max 800€/netti) - indicare eventuali altri benefit (navetta, mensa, foresteria…)

500€/netti

Tessera mensa

Richieste specifiche dall'azienda

Note/ da segnalare

Le misure con fasci di trattamento vengono eseguite in regolare orario di lavoro. Misure con set up di fascio specifici possono essere condotte solo in assenza di trattamenti, quindi di notte e/o nei fine-settimana.