

Master Universitario di I Livello in: "ANALISI DATI PER LA BUSINESS INTELLIGENCE E DATA SCIENCE" A.A. 2023/2024

Titolo della tesi: Traveling Wave Parametric Amplifiers – Analisi di dati provenienti da amplificatori parametrici per misure di guadagno e squeezing

Autore: Tassone Mattia

Abstract

Il presente lavoro ha come obiettivo quello di illustrare le attività da me svolte durante il periodo di tirocinio curriculare presso l'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica in ambito di analisi dei dati. In particolare, dopo aver enunciato alcuni concetti di base della fisica quantistica utili per comprendere meglio il contenuto successivo, viene introdotto l'oggetto cardine del discorso: il Traveling Wave Parametric Amplifier (TWPA), uno strumento molto utile nello studio di fenomeni quantistici nel regime delle microonde.

Viene prima data una descrizione di come funziona un TWPA, delle diverse tipologie di amplificatori, delle grandezze che li caratterizzano e del loro significato fisico, focalizzandosi su guadagno e larghezza di banda, per poi passare a come vengono utilizzati all'interno di due progetti che coinvolgono il gruppo di ricerca.

Il primo progetto, denominato QuTest, prevede lo studio del profilo di guadagno di un amplificatore parametrico per trovare il punto di lavoro ottimale dello strumento. Questo avviene attraverso la misura del parametro di scattering S_{21} e la successiva applicazione di un algoritmo di media mobile per rendere il profilo più regolare. Per trovare la finestra di punti da usare per mediare, si è proceduto in due modi: il primo prevede l'utilizzo della trasformata di Fourier per trovare una periodicità del profilo di guadagno; nel secondo approccio, invece, viene calcolata la moda della distanza tra picchi consecutivi. Una volta trovato il numero di punti da considerare, è possibile calcolare una metrica che definisce la bontà dell'amplificatore. I risultati che ne derivano portano a una maggior comprensione del funzionamento di questi strumenti e a una creazione di una base di conoscenza solida per il loro utilizzo all'interno di altri progetti.

Il secondo progetto, MiSS, prevede lo studio del fenomeno di squeezing a microonde tra due particelle, utilizzando la matrice di covarianza del sistema. A partire da un codice Python già presente, sono state effettuate modifiche e aggiunte con l'obiettivo di ottimizzare l'algoritmo per una futura analisi in tempo reale dell'esperimento. Inoltre, sono state gettate le prime basi per lo studio del medesimo fenomeno ma con tre particelle. Possibili applicazioni riguardano i campi di quantum illumination e quantum key distribution.