

Abstract

Il lavoro di Tesi *Quantumness of Gaussian and non-Gaussian states in the optical domain*, da inquadrarsi nel contesto della Teoria dell'Informazione Quantistica, raccoglie i risultati della mia attività di Dottorato a carattere sia teorico che sperimentale.

L'attività di ricerca ha riguardato l'analisi delle proprietà quantistiche di stati bipartiti della radiazione elettromagnetica. Il lavoro di Tesi riporta dapprima lo studio delle principali possibili correlazioni quantistiche tra due modi di un campo elettromagnetico. Particolare attenzione è stata dedicata all'analisi delle distinte forme di non località presenti in meccanica quantistica. In secondo luogo, si è proceduto ad analizzare come la presenza di proprietà quantistiche in stati bipartiti influenzi le prestazioni di tali stati, usati come risorsa in protocolli quantistici. In particolare il protocollo di teletrasporto a variabili continue (*cv*) è stato usato come riferimento per testare la bontà delle analisi fatte. Sono stati studiate sia risorse gaussiane che risorse non-gaussiane.

Risorse gaussiane. Per asserire la presenza di *entanglement* in sistemi quantistici bipartiti sono stati proposti molti criteri in letteratura. In questo lavoro di Tesi, sono stati studiati alcuni dei principali criteri usati per qualificare l'*entanglement* di stati bipartiti gaussiani misti. Tali studi hanno permesso di stabilire una gerarchia tra i criteri, molto utile per la valutazione dell'*entanglement*. Inoltre sono stati discussi e sperimentalmente analizzati gli effetti della decoerenza sulla *quantisticità*, focalizzando l'analisi su stati generati da un oscillatore parametrico ottico (OPO) di tipo II. Infine si è analizzato il legame fra la violazione della disuguaglianza di Bell, la purezza e l'*entanglement* per uno stato gaussiano, sia puro che misto, descritto da una matrice di covarianza simmetrica, allo scopo di investigare come la *quantisticità* posseduta da uno stato sia espressione di diverse forme di non località.

Risorse non gaussiane. Lo studio delle risorse non gaussiane affrontato in questo lavoro di Tesi è legato ad una particolare classe di stati: gli *squeezed Bell states*. Tutte le analisi realizzate ad oggi mostrano che tali stati costituiscono la migliore risorsa per l'implementazione di un efficiente protocollo di teletrasporto quantistico B-K-V. Ciò è confermato da due ulteriori test teorici presentati nel corso della dissertazione. Infatti, gli *squeezed Bell states* massimizzano la violazione della disuguaglianza di Bell rispetto a tutti gli altri stati (gaussiani e non-gaussiani) ottenibili dalla stessa classe e quindi rappresentano la risorsa con maggiore carattere non locale rispetto, ad esempio, agli *squeezed photon number states*, *photon subtracted squeezed states*, *photon added states*, *squeezed vacuum states*. Inoltre, come dimostrato nel corso della dissertazione, gli *squeezed Bell states* rappresentano la migliore risorsa di teletrasporto di uno stato coerente, anche dopo aver subito un processo di *entanglement swapping*, comparati agli altri stati della stessa classe, opportunamente *swapped*. In conseguenza dei risultati positivi ottenuti dai test, si è proceduto alla progettazione di uno schema che permetta la produzione sperimentale degli *squeezed Bell states*. Si è poi valutata l'effettiva fattibilità sperimentale sia in condizioni ideali che realistiche ottenendo risultati molto incoraggianti. Infine si è affrontato (lo studio è ad uno stadio preliminare) lo studio di uno stato non gaussiano prodotto da un OPO sotto-soglia, quando sono presenti fluttuazioni di alcuni parametri del dispositivo ottico (ampiezza e fase di pompa, ecc.) allo scopo di individuare una nuova strategia per la generazioni di risorse non gaussiane.