

Riassunto Tesi

Misura Sperimentale di Entanglement su Stati a Singolo Fotone Delocalizzati Temporalmente

di: Nicola Biagi

relatore: Dr. Alessandro Zavatta (alessandro.zavatta@ino.it)
correlatore: Prof. Francesco Marin (francesco.marin@unifi.it)

Lo scopo di questa tesi è quello di misurare l'entanglement di uno stato a singolo fotone delocalizzato su due distinti modi temporali attraverso un metodo, chiamato *entanglement witness*, che si applica alle misure di quadratura del campo elettrico ottenute mediante misure omodina.

Nella parte introduttiva di questo lavoro di tesi ho descritto dettagliatamente la procedura di quantizzazione del campo elettromagnetico, soffermandomi particolarmente sulla definizione dell'operatore campo elettrico e degli operatori quadratura ad esso associati. Riguardo gli stati su cui agiscono gli operatori qui definiti ho trattato con particolare attenzione gli stati di Fock e quelli Coerenti. Per quanto riguarda entrambi questi aspetti teorici (operatori e stati) ne è stata affrontata una trattazione in termini di modi discreti e a modo continuo. Nel Capitolo 3 ho affrontato la natura dell'entanglement quantistico, a partire dalla sua scoperta, fino ad arrivare alla sua dimostrazione sperimentale, passando attraverso la teoria di Bell che ne ha fornito un primo modo di identificazione, nonché un forte sostegno teorico. Particolare attenzione è stata data ai criteri, detti *witness*, in grado di identificare la presenza di questa proprietà all'interno di un dato sistema quantistico. In questo Capitolo ho anche descritto il principio su cui si basa il *witness* che verrà analizzato nei capitoli successivi. Il Capitolo 4 è dedicato alla spiegazione del metodo con cui viene generato lo stato entangled a singolo fotone utilizzato durante questo lavoro, oltre che alla descrizione delle sue proprietà. Lo stato in questione è generato grazie alla delocalizzazione su due distinti modi temporali di uno stato a singolo fotone. L'apparato necessario alla generazione dello stato era già presente all'inizio del mio lavoro di tesi. Nel Capitolo 5 sono stati affrontati i dettagli della misura omodina, con questa tecnica è possibile misurare la distribuzione dei valori di quadratura di entrambi i modi temporali dello stato in analisi. Lo studio teorico della misura omodina qui svolto mira a mettere in luce l'importanza di avere un ottimo accordo tra la forma del segnale che vogliamo studiare e quella del campo di riferimento necessario ad eseguire la misura (oscillatore locale). Il Capitolo 6 è dedicato alla descrizione dell'apparato sperimentale utilizzato, mentre nel Capitolo 7 ho descritto la procedura di misura, ho confrontato i risultati sperimentali ottenuti con gli andamenti teorici previsti e spiegato come è stato possibile ricavare i valori dei parametri da cui dipendono i risultati ed i relativi errori. Nella seconda parte di questo Capitolo ho poi descritto le procedure di inserimento di un'importante modifica all'apparato di misura, che permette di eliminare la necessità di ipotesi aggiuntive sulla natura dello stato utilizzato. Tale modifica consiste nell'inserimento di un modulatore di fase in fibra, ad alta frequenza, sul cammino dell'oscillatore locale. Ho poi analizzato i problemi che questo ha comportato tentando di darne una prima spiegazione e motivando la scelta che ci ha portato a percorrere un'altra strada per ottenere i risultati da noi ricercati.