

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE
Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali

Tesi di Laurea triennale in Fisica

Interferenza quantistica tra singoli fotoni

Laureando: **Giacomo Torlai** (giacomo.torlai@stud.unifi.it)

Relatore: **Dr. Marco Bellini** (bellini@ino.it)

Correlatore: **Prof. Francesco Marin** (marin@lens.unifi.it)

La generazione e la manipolazione di stati a singolo fotone ha permesso la verifica delle leggi fondamentali della meccanica quantistica. Utilizzando stati *entangled* di luce, relativamente facili da generare e più resistenti di altri sistemi alla decoerenza quantistica, è possibile implementare una serie di tecnologie completamente innovative. Di centrale interesse al momento è la realizzazione di un computer quantistico che, grazie a fenomeni quantistici come l'interferenza e l'*entanglement*, offrirebbe un notevole avanzamento nel campo computazionale.

Lo scopo di questo lavoro di tesi è la realizzazione di un apparato sperimentale che permetta di osservare e studiare il fenomeno dell'interferenza quantistica. Inviando agli ingressi di un beam splitter due stati a singolo fotone completamente indistinguibili ci aspettiamo, come previsto dalla meccanica quantistica, che le ampiezze di probabilità per gli eventi in cui i fotoni escono in due canali separati interferiscano distruttivamente. Questo effetto deriva dalla natura bosonica dei fotoni e nella prima parte della tesi ne vengono descritte le caratteristiche e le applicazioni tecnologiche.

Per la generazione delle coppie di singoli fotoni abbiamo utilizzato i processi non lineari di generazione di seconda armonica e di conversione parametrica spontanea pompata da un laser impulsato. Entrambi i processi, di cui è stata studiata la natura, sono realizzati in cristalli non lineari con polarizzazione periodica (*periodically poled*). Le coppie di fotoni generate vengono raccolte ed inviate ad un beam splitter in fibra, e lo stato nei due canali di uscita è rivelato con due fotodiodi. Quando i due stati a singolo fotone sono resi indistinguibili ci aspettiamo di osservare un minimo nelle coincidenze, chiamato in letteratura *dip* di Hong-Ou-Mandel. Abbiamo caratterizzato i cristalli *periodically poled* per i due processi non lineari ottenendo degli andamenti consistenti con i modelli teorici. Utilizzando dei filtri per i modi spaziali e temporali e rendendo uguali i due cammini ottici abbiamo osservato il *dip* di Hong-Ou-Mandel con una visibilità del 99%, segno dell'ottimo grado di indistinguibilità dei due fotoni. Questo criterio ci permette anche di verificare la purezza della sorgente utilizzata e di ricavare informazioni sulla distribuzione spettrale dei fotoni. Per descrivere l'andamento delle coincidenze al variare della differenza in cammini ottici abbiamo utilizzato in prima approssimazione uno spettro Gaussiano per i due stati a singolo fotone. I dati raccolti si discostano però visibilmente in alcuni punti da questo modello presentando delle modulazioni laterali al *dip* tipiche della funzione Sinc^2 trasformata. Abbiamo attribuito questo effetto alla distribuzione spettrale nell'emissione di conversione parametrica.