

# Cavità di Arricchimento per la Generazione Efficiente di Coppie di Fotoni Entangled con Laser Impulsati

*Candidato:* Giovanni Spaventa

*Relatore:* Alessandro Zavatta (alessandro.zavatta@ino.it)

*Correlatore:* Francesco Marin (marin@fi.infn.it)

Negli esperimenti di ottica quantistica si è soliti utilizzare coppie di fotoni entangled prodotti in processi di *spontaneous parametric down-conversion* in cristalli non lineari. La potenza richiesta per rendere efficienti questi processi è però estremamente alta e si rende necessario l'utilizzo di sistemi di amplificazione che ridurrebbero il *repetition rate* degli impulsi. Una possibile soluzione è quella di far avvenire tali processi dentro una cavità di arricchimento, dove le interferenze costruttive tra impulsi successivi amplificano la potenza senza sacrificare le caratteristiche del laser.

In questo lavoro di tesi è stata realizzata una cavità di arricchimento per radiazione nel vicino UV a 393 nm, per migliorare l'efficienza di produzione di coppie di fotoni entangled, generati mediante un processo di *down-conversion* in un cristallo di  $\beta$ -borato di Bario (BBO). Tali coppie di fotoni vengono utilizzate in esperimenti di ottica quantistica, per l'analisi di stati nonclassici del campo elettromagnetico come gli stati di Fock a singolo fotone.

Il lavoro prende spunto dalla precedente realizzazione di una cavità simile e si prefigge l'obiettivo di raggiungere la risonanza in configurazione di *adattamento di impedenza*, condizione che dovrebbe favorire l'accumulo di energia in cavità e migliorare la *finesse* fino ad un valore di circa 300 ed il guadagno di potenza fino ad un valore di circa 100.

La cavità realizzata in questo lavoro è stata progettata attraverso una collaborazione del Politecnico di Milano con l'azienda QuantaSystem S.p.A. nell'ambito del progetto europeo QSCALE e, tale progetto, include la scelta dei componenti ottici da utilizzare e le caratteristiche di questi ultimi (riflettività degli specchi, tipologia dei cristalli e così via). Gli aspetti curati in questo lavoro sono stati principalmente il montaggio della cavità, il suo allineamento e la sua messa in funzione. Successivamente si è anche provveduto a misurarne le caratteristiche principali ed infine a progettare un sistema di *phase-locking* basato sull'utilizzo di un microcontrollore.

Si sono ottenuti una *finesse* di circa 130 ed un gain di circa 30, a causa delle perdite inaspettate introdotte dal cristallo. Questi valori possono essere portati rispettivamente a 500 e 260 sostituendo il cristallo con uno che abbia un miglior coating anti-riflesso.

La tesi è organizzata nel seguente modo: nel Capitolo 1 si presenta il modello teorico che descrive le cavità di arricchimento e se ne discutono le principali caratteristiche. Nel Capitolo 2 vengono introdotti i concetti base dell'ottica non lineare e vengono descritti due processi del secondo ordine: la generazione di seconda armonica e la *spontaneous parametric down-conversion*. Nel Capitolo 3, infine, viene presentato l'apparato sperimentale e viene descritta la procedura di allineamento e messa in funzione della cavità. Vengono poi riportati i risultati delle misure effettuate con i relativi commenti.