
Nome e cognome del candidato: Mauro Chiarotti

Titolo dell'elaborato: Sviluppo e analisi di un sistema di rivelazione ottico per la generazione di stati atomici non classici

Nome e cognome del relatore: Nicola Poli

Indirizzo di posta elettronica del relatore: nicola.poli@unifi.it

Riassunto dell'elaborato:

L'interferometria atomica costituisce un settore di ricerca in grande sviluppo. In analogia con l'ottica, un interferometro atomico permette una stima dello sfasamento relativo fra le onde di materia che si propagano nei suoi bracci; esso può essere configurato per effettuare misure inerziali con livelli estremi di sensibilità. Il mio lavoro di tesi si inserisce nell'ambito dell'Università di Firenze e del LENS, presso il gruppo di ricerca che si è recentemente occupato di un metodo per la produzione di stati correlati da implementare in un interferometro atomico Mach-Zehnder. La tecnica sviluppata ha lo scopo di migliorare la risoluzione sulla misura di fase ϕ , limitata dal cosiddetto *Standard Quantum Limit* $\Delta\phi = \frac{1}{\sqrt{N}}$ associato al rumore di un campione di N atomi non correlati. Il limite può essere effettivamente superato introducendo correlazioni quantistiche (*entanglement*) fra le funzioni d'onda degli atomi, ovvero generando uno stato non classico. Esistono vari modi in cui produrre un tale stato: il metodo proposto dal gruppo di ricerca sfrutta una misura collettiva, operata in cavità ottica, della differenza di popolazione fra i due stati di impulso dell'interferometro. La misura è realizzata tramite la tecnica di Pound-Drever-Hall che permette di stimare tale differenza di popolazione attraverso una misura di sfasamento della luce circolante nella cavità.

Il mio lavoro si è concentrato nello sviluppo di un sistema di rivelazione che sia in grado di produrre lo stato correlato: esso è costituito da un circuito di amplificazione del segnale luminoso rivelato da un fotodiode e da una cavità ottica ad anello. In particolare, dopo aver studiato i limiti, introdotti in rivelazione, alla produzione dello stato atomico correlato, ho realizzato un prototipo di sistema di rivelazione le cui prestazioni siano ottimizzate per l'applicazione al metodo Pound-Drever-Hall: il rivelatore che ho costruito permette di operare ad una frequenza di modulazione di 2 MHz, valore inferiore al limite di banda dello strumento, misurato e pari a circa 6 MHz. In questo dominio di frequenza, inoltre, il rivelatore introduce un rumore elettronico confrontabile col rumore granulare dei fotoni per una potenza ottica di $10 \mu\text{W}$, definendo le condizioni per la miglior realizzazione della misura per quanto concerne i limiti introdotti in rivelazione.