

# Sviluppo di un sistema laser per la codifica di *qubit* su atomi degeneri di Itterbio

Candidato: Giacomo Cappellini      giacomo.cappellini86@gmail.com  
Relatore: Dott. Jacopo Catani      catani@lens.unifi.it  
Correlatore: Prof. Massimo Inguscio      inguscio@lens.unifi.it

Durante questo lavoro di tesi è stato realizzato un prototipo di sistema laser le cui caratteristiche spettrali e di potenza lo rendono la base ottimale per il successivo sviluppo di un sistema in grado di codificare *qubit* su atomi degeneri di Itterbio. L'Itterbio possiede infatti numerose proprietà (tra cui la presenza di un livello metastabile) che, insieme alla possibilità di ottenere campioni atomici degeneri in reticoli ottici, lo rendono un candidato ideale per l'implementazione di tecniche di informazione quantistica. Cruciale in questo senso è lo sfruttamento della transizione doppiamente vietata a 578 nm verso lo stato metastabile, che può essere eccitata efficacemente con un dispositivo laser con potenza di qualche decina di mW e larghezza di riga dell'ordine di 10 Hz.

Dopo un'introduzione alla duplicazione in frequenza e alla teoria dei controlli automatici, in questa tesi è illustrata la realizzazione di un laser ECDL e di una cavità ottica di duplicazione di frequenza che hanno permesso la generazione di oltre 50 mW di luce gialla a 578 nm a partire dall'emissione a 1156 nm di un diodo laser a quantum dot con un'alta efficienza di conversione.

È poi illustrata la configurazione adottata al fine della riduzione della larghezza di riga, configurazione di tipo ECDL con cavità lunga all'interno della quale è collocato un modulatore elettro-ottico. L'adozione di questa configurazione è stata necessaria in quanto non è stato possibile impiegare la corrente di alimentazione come elemento di correzione della frequenza di emissione del dispositivo. Con questa configurazione e grazie ad un sistema elettronico di aggancio in frequenza studiato e ottimizzato durante il lavoro di tesi, e grazie anche a particolari accorgimenti per ridurre il rumore acustico ed elettronico, la larghezza di riga di emissione del sistema laser costruito relativa alla cavità di riferimento è stimata, con due diversi metodi approssimati a partire dallo spettro di rumore in frequenza, dell'ordine di qualche kHz, un valore più di due ordini di grandezza inferiore rispetto al valore inizialmente stimato per l'ECDL ( $\sim 700$  kHz).

È inoltre illustrato lo sviluppo di una particolare cavità ottica a finezza elevata mirata ad un ulteriore miglioramento delle prestazioni spettrali grazie ad un aumento di guadagno alle basse frequenze e sono infine individuati i possibili miglioramenti e gli sviluppi futuri del sistema per raggiungere gli obiettivi desiderati.