

Oscillazioni di Rabi fra due livelli iperfini di un singolo centro NV in diamante

Sessione di Laurea: 13 Dicembre 2016

Candidato: Federico Lucera (federico.lucera@stud.unifi.it)
Relatore: Dott.ssa Nicole Fabbri (fabbri@lens.unifi.it)
Correlatore: Prof. Francesco Saverio Cataliotti (francescosaverio.cataliotti@unifi.it)

Abstract

I centri di nitrogen-vacancy (NV) in diamante sono difetti paramagnetici del reticolo del diamante, formati da un'impurezza di azoto e da un atomo mancante di carbonio in due siti primi-vicini. Essi sono oggetto di studio per le loro proprietà ottiche e magnetiche, che li rendono un'ottima piattaforma per un gran numero di applicazioni, fra cui la generazione di singoli fotoni, le misure di precisione di campi elettromagnetici, e l'elaborazione dell'informazione quantistica.

Il centro NV possiede uno spin elettronico $S=1$ che si accoppia per interazione iperfine con lo spin nucleare dell'azoto che lo costituisce.

Questo lavoro di tesi ha avuto come obiettivo la misura di oscillazioni di Rabi tra livelli iperfini dello stato fondamentale di un singolo difetto NV.

È stato usato un apparato sperimentale presente al LENS, usato per esperimenti di risonanza magnetica di spin elettronico e nucleare con rivelazione ottica.

Il centro NV studiato viene inizializzato nello stato iperfine $|m_s = 0, m_i = +1 \rangle$ mediante pompaggio ottico, combinato con un meccanismo di "flip-flop" degli spin elettronico e nucleare, che trasferisce la polarizzazione del primo al secondo. Dopodiché lo stato del sistema viene manipolato tramite un campo elettromagnetico oscillante alle radiofrequenze (RF), vicino alla risonanza con la transizione verso lo stato $|m_s = 0, m_i = +1 \rangle$. Al variare della durata dell'interazione del sistema con il campo RF, si osserva un'oscillazione (di Rabi) della popolazione dello stato di partenza $|m_s = 0, m_i = +1 \rangle$, rivelata come variazione periodica dell'intensità della fluorescenza emessa dal centro NV. Abbiamo caratterizzato la frequenza di Rabi sia in funzione della potenza della radiofrequenza, sia in funzione del detuning, cioè la differenza tra la frequenza della RF e la frequenza di risonanza tra gli stati considerati.

Gli andamenti osservati risultano in buon accordo con quanto atteso nel caso di un sistema a due livelli isolato.

Questo lavoro di caratterizzazione costituisce quindi una buona base per lo sviluppo di protocolli di controllo dello spin nucleare, che serviranno per studi futuri, per applicazioni nella misura di campi magnetici con alta precisione e nella computazione quantistica.