

Candidato: Niccolò Fiaschi

Titolo: Risonanza magnetica di Spin su centri di colore NV in diamante

Relatore: Dott.ssa Nicole Fabbri, fabbri@lens.unifi.it

Correlatore: Prof. Francesco Saverio Cataliotti, francescosaverio.cataliotti@unifi.it

Risonanza magnetica di Spin su centri di colore NV in diamante

I centri di colore Azoto-Vacanza (Nitrogen-Vacancy, NV) sono difetti paramagnetici in diamante con uno spin elettronico $S = 1$ nello stato fondamentale, localizzato su scala nanometrica nel cristallo.

Lo stato di spin può essere preparato e letto con tecniche ottiche e manipolato mediante risonanza magnetica, inoltre questi centri presentano eccezionali proprietà di coerenza, anche a temperatura ambiente. Oltre a ciò i livelli energetici di spin sono sensibili alla presenza di campi magnetici esterni per effetto Zeeman. Queste proprietà rendono i centri NV ottimi candidati per un vasto range di applicazioni, tra cui l'imaging in biomedica, la computazione quantistica e le misure di precisione di campi magnetici.

Scopo di questa tesi è caratterizzare il comportamento dei centri di colore NV in diamante in presenza di un campo magnetico esterno costante tramite misure di Risonanza Magnetica di Spin Elettronico (ESR).

Nel testo si presenta la struttura fisica e la formazione degli NV. Successivamente si discute la struttura elettronica del sistema, introducendo l'Hamiltoniano di spin, il suo comportamento sotto eccitazione ottica e l'effetto del campo magnetico esterno sui livelli energetici. Inoltre si spiega il principio di funzionamento della risonanza magnetica di spin elettronico (ESR) e come è possibile applicarla agli NV per studiare l'azione del campo esterno sul sistema. Si descrive poi l'apparato sperimentale, il metodo per identificare gli NV all'interno del campione di diamante, la procedura di misura e l'analisi dati. Seguono la descrizione e i risultati delle due tipologie di misure affrontate: variando l'orientazione e variando l'intensità del campo magnetico esterno.

Negli esperimenti abbiamo sfruttato la possibilità di inizializzare e leggere lo stato di spin in maniera ottica e abbiamo manipolato lo spin con una MW a frequenza variabile in modo da trovare le condizioni di risonanza tra gli stati $|0\rangle \rightarrow |+1\rangle$ e $|0\rangle \rightarrow |-1\rangle$ del livello fondamentale del tripletto. Dagli spettri di risonanza abbiamo misurato la separazione in frequenza tra i livelli energetici relativi agli stati $|+1\rangle$ e $|-1\rangle$ e il livello relativo allo stato $|0\rangle$.

Abbiamo dunque caratterizzato il comportamento degli spettri di risonanza al variare dell'orientazione e del modulo del campo magnetico esterno trovando che le previsioni teoriche sono in ottimo accordo con i dati. Infatti abbiamo verificato la presenza di due risonanze dovute alla separazione Zeeman dei livelli energetici e abbiamo verificato che la loro posizione dipende, in prima approssimazione, linearmente dalla componente del campo lungo l'asse di simmetria, $B_{z'}$. Abbiamo inoltre verificato la dipendenza dello spettro di risonanza dalla componente trasversa, $B_{x'}$, sia nel caso degenere ($B_{z'} = 0$) che nel caso non degenere ($B_{z'} \neq 0$).