

Discord quantistico e correlazioni in sistemi a due qubit

Candidato: Giacomo Lachi giacomo.lachi@stud.unifi.it

Relatore: Alessandro Cuccoli cuccoli@fi.infn.it

Negli ultimi anni si è assistito all'intensificazione degli studi volti allo sviluppo di tecnologie per la manipolazione e trasmissione di informazioni basate sull'utilizzo delle leggi della meccanica quantistica, poiché si è dimostrato che dispositivi in grado di sfruttare la natura quantistica dei sistemi fisici con i quali vengono realizzati risulterebbero di gran lunga più potenti, da un punto di vista computazionale, rispetto agli strumenti di calcolo "classici" fino ad ora disponibili, con la previsione di notevoli ricadute in molteplici campi, anche applicativi, quali ad esempio, quello della sicurezza informatica. L'insieme di questi studi è quella che viene brevemente chiamata teoria dell'informazione quantistica (T.I.Q.).

L'entanglement è stato a lungo considerato come l'indicatore più affidabile del carattere quantistico di un certo stato fisico e nell'ambito della T.I.Q è stato ritenuto la risorsa per eccellenza per l'elaborazione e la trasmissione di informazione quantistica. Nel corso dello studio di algoritmi quantistici, e dei sistemi fisici utilizzati per la loro implementazione, ci si è però accorti che la maggiore efficienza osservata rispetto agli analoghi classici non sempre è associata ad un alto valore dell'entanglement. Si è dunque iniziato a cercare dei modi per quantificare le correlazioni quantistiche in maniera più generalizzata di quanto fatto in precedenza utilizzando l'entanglement, e si è giunti così alla definizione di un'altra grandezza che potesse cogliere il carattere quantistico delle correlazioni: il *discord*.

Il discord è una stima delle correlazioni quantistiche basata sul fatto che la conoscenza dello stato fisico di un sistema è subordinata ad un processo di misura dello stesso, processo che nel caso quantistico, a differenza di quello classico, in generale ne modifica lo stato, andando a influire di conseguenza sull'informazione che in esso è contenuta. L'informazione associata alle correlazioni presenti tra i sistemi sottoposti ad un processo di misura può così essere classificata in relazione al suo carattere classico o quantistico in base al fatto di essere o meno modificata da tale processo.

In questa tesi si sono riassunti alcuni concetti fondamentali per lo studio delle correlazioni, sia classiche che quantistiche, dal punto di vista della teoria dell'informazione, per arrivare quindi alla definizione del discord e al suo studio per un particolare sistema fisico. Nel primo capitolo si sono brevemente ricordati i postulati della meccanica quantistica, soffermandosi su alcune delle caratteristiche principali della teoria in relazione all'importanza che esse assumono nell'ambito della T.I.Q., ed in particolare nella trattazione dei sistemi aperti. Nel secondo capitolo si è invece definita l'informazione negli ambiti della teoria classica e quantistica, descrivendone le proprietà, specialmente in relazione al processo di misura con il quale si va a cercare di "estrarre" informazione dai sistemi presi in esame, e si è quindi definito il discord. Nel terzo capitolo si sono calcolati l'entanglement di formazione e il discord per una particolare classe di stati di un sistema a due qubit, studiandone anche l'evoluzione temporale quando i due qubit vengono sottoposti ad un determinato canale di decoerenza non dissipativa, e mostrando quindi come il discord, rispetto all'entanglement, sia in grado di cogliere aspetti diversi della natura quantistica delle correlazioni presenti nei sistemi. Si conferma così che tale grandezza può risultare estremamente utile ogni qualvolta si affrontino problemi in cui le correlazioni giochino un ruolo fondamentale, come per esempio in termodinamica quantistica.