

Quantum circuit models for many-body physics

Referente: Lorenzo Piroli

Progetto di Ricerca e Piano Attività

L'attività di ricerca si inserisce nel contesto del progetto di ricerca QUANTHEM, il cui obiettivo è quello di esplorare le possibilità potenziali fornite dai calcolatori quantistici nell'ambito della fisica a molti corpi. L'attività di ricerca si compone di due direzioni principali.

La prima direzione di ricerca riguarda la costruzione e lo studio di sistemi dinamici "a circuito quantistico". Da una parte, il progetto si propone di costruire nuovi modelli fuori equilibrio esattamente risolubili con tecniche analitiche o numeriche. Dall'altra, l'obiettivo è lo sviluppo di nuove tecniche computazionali per quantità di interesse. Due casi particolari riguardano l'entanglement quantistico e la cosiddetta "nonstabilizerness". Il progetto analizzerà anche dinamiche "ibride" di sistemi a molti corpi, dove la dinamica unitaria si alterna a misure locali.

Questa attività di ricerca richiede quindi tecniche analitiche come il "Bethe ansatz" o familiarità con sistemi come i circuiti quantistici unitari duali, o alternativamente capacità di implementazione di algoritmi numerici, in particolare di reti di tensori ("tensor networks").

La seconda linea di ricerca riguarda la possibilità di utilizzare protocolli che facciano uso di circuiti quantistici per la preparazione di stati di interesse per la fisica a molti corpi. Esempi includono stati fondamentali di Hamiltoniane con proprietà topologiche. Verranno esplorati protocolli in cui operazioni unitarie, implementate da porte logiche quantistiche, siano accompagnate da operazioni di misura e feedback. Oltre alla possibilità di realizzare entanglement topologico a lungo raggio, verrà analizzata anche la possibilità di realizzare "nonstabilizerness" a lungo raggio. In questa parte del progetto, verrà anche esplorata la possibilità di implementazione di questi protocolli nelle piattaforme quantistiche disponibili oggi.

Il progetto di ricerca è interdisciplinare, all'intersezione tra fisica quantistica a molti corpi e informatica quantistica. Il candidato ideale ha esperienza di ricerca e competenze in fisica quantistica a molti corpi, meccanica statistica dei campi, oppure in informatica quantistica. Verranno considerate esperienze di ricerca o competenze in tecniche esatte di meccanica statistica, incluse: "Bethe Ansatz", metodi di teoria di campo effettive, metodi analitici di reti di tensori, teoria delle matrici random, oppure in metodi numerici, con competenze in una delle seguenti tecniche: diagonalizzazione esatta, reti di tensori (tensor-network), calcoli con circuiti di Clifford.