

## Quantum circuit models for many-body physics

Referente: Lorenzo Piroli

### Progetto di Ricerca e Piano Attività

L'obiettivo principale del progetto di ricerca è quello di esplorare le possibilità potenziali fornite dai calcolatori quantistici nell'ambito della fisica a molti corpi. Il progetto si inserisce nel contesto più ampio della fisica fuori equilibrio a molti corpi e si compone di diverse direzioni di ricerca, che verranno seguite in parallelo.

La prima direzione di ricerca riguarda la dinamica dell'entanglement e delle sue transizioni di fase in modelli di circuiti quantistici. Questa parte si concentrerà su dinamiche ibride, costituite da porte quantistiche unitarie con perturbazioni esterne nella forma di misure proiettive e delle loro transizioni di fase in funzione della frequenza della perturbazione esterna. Verranno studiate istanze speciali di questa transizione di fase in modelli specifici, che permetteranno di accumulare risultati teorici quantitativi andando oltre alla comprensione attuale del fenomeno. L'attività di ricerca prevederà quindi lo studio analitico di modelli matematici di circuiti quantistici, con tecniche di analisi teoriche e numeriche, in particolare di reti di tensori ("tensor networks").

La seconda direzione di ricerca riguarda lo studio di modelli di circuito quantistico esattamente risolubili. In questo contesto, il progetto tenterà di identificare e analizzare modelli che catturino delle proprietà di interesse di sistemi di fisica quantistica a molti corpi, con lo scopo di approfondire la nostra conoscenza di fenomeni generali fuori equilibrio come ad esempio il mescolamento (scrambling) di informazione quantistica. Il progetto si pone sia l'obiettivo di studiare classi di circuiti quantistici già note, come i cosiddetti circuiti "unitari duali" o "circuiti integrabili alla Yang-Baxter", sia costruire nuove classi di circuiti risolubili.

La terza 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.

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.