

Proposta di Borsa di Ricerca dal titolo
“Codici a correzione d’errore per comunicazione e computazione quantistica”

Sede dell’attività: Università di Bologna, sede di Cesena

Proponente: Prof. Ing. Marco Chiani

L’attività è finalizzata a promuovere l’avanzamento delle comunicazioni e delle reti quantistiche, allo scopo di ideare nuovi approcci e sviluppare metodologie efficaci per sfruttare appieno i vantaggi delle comunicazioni quantistiche. L’analisi e la progettazione di sistemi e reti di comunicazione quantistica presentano molte sfide legate alla natura quantistica dei sistemi stessi e alla loro interazione con l’ambiente circostante. Per affrontare tali sfide, il progetto propone di focalizzarsi su due aspetti: la preparazione degli stati quantistici e la protezione degli stati attraverso tecniche di correzione d’errore fault tolerant.

L’obiettivo principale del progetto è quello di avanzare nelle conoscenze e competenze a livello nazionale, al fine di sviluppare sistemi e reti quantistiche in grado di garantire requisiti prestazionali in presenza di fenomeni quantistici di decoerenza. Questo obiettivo viene perseguito lo sviluppo di tecniche di correzione degli errori quantistici, al fine di garantire comunicazioni quantistiche affidabili, insieme a nuovi approcci basati su pacchetti quantistici.

Piano di Attività

Obiettivo del piano di attività:

In tale contesto, l’incaricato avrà come obiettivo lo sviluppo di nuovi codici a correzione d’errore che tengano conto delle architetture tecnologiche odierne, con implementazioni fault-tolerant.

Metodologia:

Verranno progettati e simulati QECC adattati ai modelli di canale quantistico. In particolare, si studieranno codici quantistici su grafi, come i codici Quantum Low-Density Parity-Check e i codici topologici a correzione d’errore quantistica, con tecniche di decodifica iterativa o basate su grafi tengano conto dei vincoli quantistici.

Attività previste nel periodo di attività

- Fase 1. Rassegna critica della letteratura sulle tecniche di trasmissione quantistiche e moderni codici a correzione d’errore quantistico.
- Fase 2. Proposte di codici a correzione d’errore che tengano conto dell’architettura su cui l’informazione è immagazzinata, con implementazioni di tipo fault-tolerant.
- Fase 3. Simulazione e validazione delle performance dei codici proposti.

Proposal for a Research Scholarship entitled
"Error-correcting codes for communication and quantum computing"

Location: University of Bologna, Cesena campus

Proponent: Prof. Ing. Marco Chiani

The activity is aimed at promoting the advancement of quantum communications and networks, with the aim of devising new approaches and developing effective methodologies to fully exploit the benefits of quantum communications. The analysis and design of quantum communication systems and networks present many challenges related to the quantum nature of the systems themselves and their interaction with the surrounding environment. To address these challenges, the project proposes to focus on two aspects: the preparation of quantum states and the protection of states through fault tolerant error correction techniques.

The main objective of the project is to advance knowledge and skills at the national level, in order to develop quantum systems and networks capable of guaranteeing performance requirements in the presence of quantum decoherence phenomena. This goal is pursued by the development of quantum error correction techniques, in order to ensure reliable quantum communications, together with new approaches based on quantum packages.

Activity Plan

Objective of the activity plan:

In this context, the appointee will aim to develop new error-correcting codes that take into account today's technological architectures, with fault-tolerant implementations.

Methodology:

QECCs adapted to quantum channel models will be designed and simulated. In particular, we will study graph-based quantum codes, such as Quantum Low-Density Parity-Check codes and topological codes with quantum error correction, with iterative or graph-based decoding techniques that take into account quantum constraints.

Activities planned during the period of activity

1. Step 1. Critical review of the literature on quantum transmission techniques and modern quantum error-correcting codes.
2. Step 2. Proposals for error-correcting codes that take into account the architecture on which the information is stored, with fault-tolerant implementations.
3. Step 3. Simulation and validation of the performance of the proposed codes.