

Corso di Quantum Computing

Programma del corso per Epigenesys s.r.l.

Docenti: Sara Galatro* & Lorenzo Gasparini †
Supervisore: Prof. Marco Pedicini‡

Ottobre - Novembre 2023

Giorno 1: Introduzione, Sistemi Classici e Quantistici

- Introduzione al corso
- Nozioni matematiche (numeri complessi, spazi vettoriali e di Hilbert, operatori/matrici, ecc...)
- Sistemi Probabilistici singoli
- Sistemi Probabilistici multipli
- Nozioni di meccanica quantistica
- Sistemi Quantistici singoli
- Sistemi Quantistici multipli
- Introduzione a Python e a Qiskit
- Introduzione ai circuiti tramite Qiskit

Giorno 2: Circuiti Quantistici, Applicazioni dell'Entanglement e Quantum Query Model

- Circuiti quantistici
- Preparazione input e implementazione di funzioni
- Quantum Parallelism
- No-cloning theorem
- Applicazioni entanglement: Teletrasporto
- Applicazioni entanglement: Superdense Coding
- Quantum Query Model
- Algoritmo di Deutsch e di Deutsch-Josza
- Esercizi in Qiskit

*sar.galatro@stud.uniroma3.it

†lor.gasparini@stud.uniroma3.it

‡marco.pedicini@uniroma3.it

Giorno 3: Complessità computazionale, Simulazione di circuiti classici, Algoritmo di Simon e Algoritmo di Grover

- Algoritmo di Simon
- Complessità computazionale e universalità del modello a gate
- Simulazioni di circuiti classici
- Quantum Fourier Transform
- Algoritmo di Grover
- Applicazioni Grover: problemi di decisione (Qiskit)
- Applicazioni Grover: trovare i triangoli in un grafo (Qiskit)
- Esercizi Qiskit

Giorno 4: Quantum Phase Estimation e Algoritmo di Shor

- Quantum Phase Estimation
- Iterative Phase Estimation
- Quantum Counting
- Richiami di Teoria dei Numeri
- Order Finding
- Algoritmo di Shor
- Impatto crittografico dell'algoritmo di Shor
- Esercizi Qiskit

Giorno 5: Panoramica sulla situazione attuale e sviluppi futuri

- Simulazione circuiti quantistici (Schrödinger e Feynman)
- Algoritmo di Shor: ultimi risultati
- Hidden Subgroup Problem
- Quantum Key Distribution: protocollo BB84 (Qiskit Notebook)
- Post Quantum Cryptography
- Esecuzione dell'algoritmo di Grover su veri hardware dell'IBM
- Analisi del processo di transpiling di Qiskit (con notebook in Qiskit)
- Situazione attuale dei quantum computer: politiche europee, aziende principali, hardware e software disponibili, ultimi aggiornamenti
- Introduzione alle simulazioni di Noise Models (Qiskit notebook)
- Quantum Annealing (con introduzione alla piattaforma D-Wave e notebook di esempio)