

Teletrasporto

Teleportation

Candidato: Alessandro Coppo (alessandro.coppo@stud.unifi.it)

Relatore: Dott.ssa Paola Verrucchi (verrucchi@fi.infn.it)

Correlatore: Prof. Alessandro Cuccoli (cuccoli@fi.infn.it)

Scopo della comunicazione è quello di permettere la condivisione di contenuti fra partner in punti diversi dello spazio. Tale scopo può essere ottenuto in modi diversi, che dipendono sostanzialmente dal supporto fisico che codifica il contenuto stesso. Quando tale contenuto è rappresentato mediante bit classici i protocolli di comunicazione sono quelli utilizzati nella vita di tutti i giorni per le conversazioni telefoniche, internet e la localizzazione satellitare. Negli ultimi decenni però sono state sviluppate teorie e tecniche per codificare contenuti attraverso sistemi fisici con proprietà quantistiche, soluzione che apre molte nuove possibilità.

Il trasferimento di uno stato quantistico può avvenire sia attraverso l'effettivo spostamento del sistema fisico di cui tale stato descrive il comportamento, secondo i postulati della meccanica quantistica, sia attraverso un'opportuna evoluzione dinamica di un sistema a molti corpi, di cui uno riconosciuto come "sender" ed uno come "receiver". È importante notare che l'impossibilità di copiare un qualsivoglia stato quantistico mediante un processo che da tale stato non dipenda (impossibilità dettata dal teorema di "no-cloning") rende i processi di trasferimento di stati quantistici particolarmente importanti, facendone l'unico mezzo di condivisione a distanza, seppur non simultanea, di uno stato.

In questa tesi si considera il protocollo di teletrasporto quantistico, che realizza uno dei processi di trasferimento di stati più efficace e allo stesso tempo essenziale nella sua architettura di base. Il protocollo coinvolge i più semplici sistemi quantistici, ovvero quelli con spazio di Hilbert di dimensione 2, o qubit, alcune porte logiche, ovvero evoluzioni unitarie di singolo qubit o coppie di qubit, ed apparati di misura. Nel primo capitolo si ripercorre la costruzione assiomatica della meccanica quantistica, mettendo in evidenza gli aspetti più rilevanti in relazione alla successiva analisi del protocollo. Nel secondo capitolo vengono introdotti elementi di computazione quantistica ed è descritto il protocollo di teletrasporto. Infine nel terzo capitolo vengono analizzati due diversi esperimenti che mostrano come il teletrasporto si possa effettivamente realizzare: il primo è stato effettuato a distanza di 4 anni dall'introduzione teorica del protocollo, avvenuta nel 1993, il secondo a distanza di circa 20 anni dal primo. Oltre all'uso di tecnologie sperimentali più avanzate, che permettono la realizzazione del protocollo a ben 143 km di distanza in aria, tra le isole La Palma e Tenerife, l'innovazione del secondo esperimento, realizzato nel 2012, risiede nell'applicazione della tomografia quantistica per la ricostruzione dello stato teletrasportato.