

Tesi di Laurea Triennale in Fisica e Astrofisica

## Dinamica di sistemi quantistici aperti e processo di misura

Sessione di Laurea: 1 Marzo 2016

**Candidato:** Guido Giachetti (guido.giachetti@stud.unifi.it)  
**Relatore:** Alessandro Cuccoli (cuccoli@fi.infn.it)

### Abstract

La descrizione ed interpretazione del processo di misura in meccanica quantistica si sono configurate, fin dalla formulazione della teoria quasi un secolo fa, come uno dei problemi fondamentali per l'interpretazione della teoria e della natura stessa degli oggetti microscopici. Una delle questioni fondamentali sta nel fatto che, limitatamente ai postulati di stato e di evoluzione, la Meccanica Quantistica si configura come una teoria deterministica; di converso, il postulato di misura introduce importanti elementi di aleatorietà. Un altro problema concettuale sta nel fatto che la meccanica classica si rivela necessaria per una qualsiasi verifica sperimentale della teoria. Come conseguenza dobbiamo inserire un postulato "ad hoc" per descrivere la relazione che si instaura tra sistemi classici e quantistici, minando in qualche modo l'autosufficienza della teoria. Questa è stata vista da alcuni come una conseguenza dei limiti di applicabilità della meccanica quantistica, facendo però sorgere il problema di dove porre questi limiti. Un punto di vista completamente diverso è quello che parte dall'idea che tutto il mondo possa essere descritto dalla meccanica quantistica e che il comportamento classico emerga solo come limite di quello quantistico quando si considerano sistemi macroscopici. Nell'ambito di tale visione, uno dei possibili approcci al problema della misura è quello proposto per la prima volta da Von Neumann nel quale si dà una descrizione dinamica del processo di trasferimento di informazione dal sistema all'apparato di misura, considerati entrambi quantistici.

La presente tesi si propone di approfondire questa visione del processo di misura. Nel primo capitolo è esposto un breve riepilogo dei postulati della meccanica quantistica adottando il formalismo dell'operatore densità, utile nella descrizione di sistemi quantistici aperti. Nel secondo capitolo il processo di misura viene descritto, seguendo Von Neumann, come evoluzione dinamica conseguente all'interazione tra sistemi quantistici. In seguito si discute brevemente il problema (ancora aperto) della produzione dell'output. Nel terzo capitolo viene invece illustrato come il carattere macroscopico dell'apparato di misura influisca nel verificarsi del fenomeno della decoerenza, fondamentale affinché la misura possa effettivamente aver luogo. In particolare si esaminano due apparati di misura: un apparato composto da un numero macroscopico di sottoapparati quantistici non interagenti (con particolare attenzione al caso in cui questi sono sistemi a due livelli) e un apparato magnetico, formato da un unico apparato di spin  $s$  generico. Risulta infatti che, nei due esempi considerati, la scelta di un apparato macroscopico, e di condizioni iniziali opportune, porta alla decoerenza per intervalli di tempo sempre più lunghi all'aumentare delle dimensioni dell'apparato, e questo permette, di fatto, la misura. Inoltre viene messo in luce come le interazioni tra le varie parti di un sistema quantistico abbiano in ruolo fondamentale nel processo di limite classico, e probabilmente, nel processo di riduzione dello stato quantistico.