

LV 704103, SS 2013

Seminar mit Bachelorarbeit: Experimentalphysik

Themenauswahl aus dem Forschungsgebiet
Supraleitende Qubits und Resonatoren

Betreuung: Gerhard Kirchmair

Themenauswahl

1. Cavity Elektrodynamik mit Supraleitenden Qubits
2. 3D Supraleitende Qubits
3. Quantenfehlerkorrektur mit Supraleitenden Qubits

1. Cavity Elektrodynamik mit Supraleitenden Qubits.

Die Kopplung von Supraleitenden Josephson Qubits an Mikrowellen Resonatoren ist eine der vielversprechendsten Architekturen zur Realisierung eines Quantencomputers. Durch die großen Dipolmomente dieser künstlichen Atome erreicht man das Regime der starken Kopplung im Bereich der Cavity Elektrodynamik. Diese Architektur ermöglicht es, Quanteninformation in Supraleitende Qubits zu manipulieren und auszulesen. Gleichzeitig verhindert der Resonator eine Kopplung des Qubits an seine Umgebung, wodurch der Zerfall der Quanteninformation verhindert wird.

Die Bachelorarbeit soll in die Physik der Cavity Elektrodynamik mit Supraleitenden Qubits einführen und Experimente im Bereich der starken Kopplung diskutieren.

Literatur:

- Doktorarbeit von David Schuster
<http://www.eng.yale.edu/rslab/papers/SchusterThesis.pdf>
- Coupling superconducting qubits via a cavity bus
J. Majer, et.al. Nature (London) 449 443 (2007)
<http://www.nature.com/nature/journal/v449/n7161/abs/nature06184.html>

2. 3D Supraleitende Qubits

In jüngster Zeit wurden enorme Fortschritte in der Manipulation von Quanteninformation mit Supraleitenden Qubits gemacht, angefangen von der Demonstration von Quantengattern über die Erzeugung von Verschränkten Zuständen bis zur Demonstration von Quantenfehlerkorrektur. Eine der größten offenen Fragen zur Skalierbarkeit dieser Systeme für einen Quantencomputer war wie man die Speicherzeit für Quanteninformation in diesen Schaltkreis erhöhen kann. Eine vor kurzem entwickelte neue Architektur – 3D Supraleitende Qubits – ermöglicht eine bisher unerreichte Speicherzeit für Quanteninformation. Diese verbesserten Speicherzeiten versprechen die Implementierung von komplizierteren Quantenalgorithmien in zukünftigen Experimenten.

Die Bachelorarbeit soll das Funktionsprinzip dieser neuen Architektur zur Verbesserung der Speicherzeiten erläutern und veranschaulichen.

Literatur:

- Observation of High Coherence in Josephson Junction Qubits Measured in a Three-Dimensional Circuit QED Architecture
Hanhee Paik et.al. Phys. Rev. Lett. 107, 240501 (2011)
<http://prl.aps.org/abstract/PRL/v107/i24/e240501>
- Ten Milliseconds for Aluminum Cavities in the Quantum Regime
M. Reagor et.al.
<http://arxiv.org/abs/1302.4408>

3. Quantenfehlerkorrektur mit Supraleitenden Qubits

Quantenfehlerkorrektur wird in der Quanteninformatik benutzt, um Quanteninformation von Fehlern infolge von Dekohärenz zu schützen. Quantenfehlerkorrektur ist damit einer der grundlegenden Bausteine zur Realisierung eines Quantencomputers und der erfolgreichen Implementierung von komplizierten Quantenalgorithmien. Eine erste Demonstration von Quantenfehlerkorrektur wurde kürzlich mit Supraleitenden Qubits erreicht.

Die Bachelorarbeit soll die Grundprinzipien der Quantenfehlerkorrektur und deren Implementierung mit Supraleitenden Qubits erklären.

Literatur:

- Quantum Computation and Quantum Information, Nielsen & Chuang, Cambridge University Press
- Realization of three-qubit quantum error correction with superconducting circuits
M. D. Reed et.al. Nature 482, 382-385, (2012)
<http://www.nature.com/nature/journal/v482/n7385/full/nature10786.html>