IRAMIS : Institut Rayonnement Matlère de Saclay

Saclay

SPEC/GQ

Circuit quantique hybride couplant un spin électronique à une cavité supraconductrice

Spécialité Circuit et composant électroniques

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil SPEC/GQ

Candidature avant le 16/04/2018

Durée 3 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact VION Denis
+33 1 69 08 73 41/55 29
denis.vion@cea.fr

Résumé

Stage de master 2 destiné à être poursuivi par une thèse en cotutelle des universités de Paris-Saclay (France) et de Sherbrooke (Canada). Le but est de coupler un spin électronique unique à une cavité supraconductrice suffisamment fortement pour le manipuler et le détecter, dans deux dispositifs experimentaux différents

Sujet détaillé

The Quantronics group of CEA-Saclay and the Institut quantique of Sherbrooke University collaborate in a fundamental physics project aiming at coupling a single electronic spin to microwave superconducting cavity. Two approaches will be explored: With Professor M. Pioro-Ladrière from the Institut quantique, the spin-cavité will be mediated by the charge degree of freedom of a semiconducting double quantum dot. The inhomogeneous magnetic field created by a micro-magnet close to the double dot allows one to obtain a spin-cavity coupling of a few MHz, and to choose by design between a purely longitudinal or transverse coupling [1]. The parametric modulation of the longitudinal coupling will be used for a non destructive measurement of the spin using the microwave signal leaking from the cavity [2]. In the Quantronics group, the magnetic coupling between the spin of a single impurety in a crystal and a superconducting cavity will be optimized to reach a characteristic coupling frequency above 1 kHz. Such a coupling should be enough to detect a single electronic spin using a homodyne measurment of the field leaking out of the cavity [3], which would bring ESR to the ultimate sensibility. We thus recruit a Master research intern willing to pursue the internship by a PhD thesis in 2018 in two laboratories located at CEA University Paris-Saclay (18 months) and at Sherbrooke University (18 months).
The intern applicant having a solid background in quantum physics will participate to the ongoing research: design of microwave resonators for coupling to a spin, fabrication and test of these resonators, or ultra-low temperature measurement of hybrid circuits.
The intership is planned at CEA-Saclay, but could also possibly be at the Institut quantique from Sherbrooke if the intern prefers it.

[1] F. Beaudoin, D. Lachance-Quirion, W. A. Coish et M. Pioro-Ladrière, Coupling a single electron spin to a microwave resonator: Controlling transverse and longitudinal couplings, Nanotechnology 27, 464003 (2016).

[2] P. Haikka, Y. Kubo, A. Bienfait, P. Bertet et K. Molmer, Proposal for detecting a single electron spin in a microwave resonator, Physical Review A 95, 22306 (2017).
[3] A. Bienfait et al., Reaching the quantum limit of sensitivity in electron spin resonance, Nature Nanotechnology 11, 253–257 (2016).

Mots clés

circuits quantiques, spins

Compétences

Simulation et conception microonde, salle blanche, mesures électriques à basse température.

Logiciels

Labview, python, sonnet, etc

Hybrid quantum circuits coupling an electronic spin to a superconducting cavity.

Summary

Master research internship to be followed by a PhD thesis in both univesities Paris-Saclay and Sherbrooke (Canada). The goal is to couple a single electronic spin to a superconducting cavity sufficiently strongly to manipulate and detect the spin, in two different experimental setups.

Full description

Le groupe Quantronique du CEA-Saclay et l'Institut quantique de l'Université de Sherbrooke collaborent à un projet de physique fondamentale visant à coupler un spin électronique unique à une cavité supraconductrice micro-onde. Deux approches seront explorées : Dans l'approche du Professeur M. Pioro-Ladrière de l'Institut quantique, le couplage spin-cavité sera médié par le degré de charge d'une double boîte quantique semi-conductrice. Le champ magnétique inhomogène créé par un micro-aimant à proximité de la double boîte permet d'obtenir une force de couplage spin-cavité de quelques MHz et de choisir, par design, entre un couplage purement longitudinal ou transverse [1]. La modulation paramétrique du couplage longitudinal sera utilisée afin d'étudier la possibilité d'effectuer une mesure non destructive du qubit de spin par la détection du signal sortant de la cavité supraconductrice [2]. Dans l'approche du groupe Quantronique, le couplage magnétique entre le spin d'une unique impureté dans un cristal et une cavité supraconductrice sera optimisé afin d'atteindre une fréquence caractéristique supérieure au kHz. Ce couplage devrait être suffisant pour détecter un spin électronique unique par une mesure homodyne de la cavité [3], réalisant ainsi la limite ultime de sensibilité de la résonance de spin. Nous recrutons donc un stagiaire de Master 2 prêt à poursuivre en 2018 une thèse en co-tutelle au CEA Université Paris-Saclay (18 mois) et à l'Université de Sherbrooke (18 mois).
Le candidat ayant de solide bases en physique quantique participera aux recherches en cours à son arrivé: conception de résonateurs micro-ondes pour couplage à un spin, fabrication et tests de tels résonateurs, ou mesures de circuits hybrides à ultra-basse température.
Le lieu du stage prévu est le CEA-Saclay, mais pourrait être éventuellement l'Institut quantique si le candidat le souhaite.

[1] F. Beaudoin, D. Lachance-Quirion, W. A. Coish et M. Pioro-Ladrière, Coupling a single electron spin to a microwave resonator: Controlling transverse and longitudinal couplings, Nanotechnology 27, 464003 (2016).
[2] P. Haikka, Y. Kubo, A. Bienfait, P. Bertet et K. Molmer, Proposal for detecting a single electron spin in a microwave resonator, Physical Review A 95, 22306 (2017).
[3] A. Bienfait et al., Reaching the quantum limit of sensitivity in electron spin resonance, Nature Nanotechnology 11, 253–257 (2016).

Keywords

quantum circuits, spins

Skills

Microwave simulators, cleanroom, electrical measurements at low temperature

Softwares

Labview, python, sonnet, etc